บทที่ 3

แผนการทดลองและการดำเนินงานวิจัย

3.1 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1.1 ขั้นตอนการทดลอง

ในการศึกษาระบบกำจัดน้ำเสียแบบก่อสร้างอยู่กับแหล่งกำเนิดโดยการซึมลงดินและการระเหยโดยใช้พืช มีขั้นตอนดังนี้

1. หาบ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่สำหรับติดตั้งระบบกำจัดน้ำเสียทั้ง 2 ระบบ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกบ้านเลขที่ 26/10 (บ้านแก้วประกิต) หมู่บ้านเมืองทองธานี 1 ถนนแจ้งวัฒนะ ดอนเมือง กรุงเทพฯ ซึ่งปกติมีผู้พักอาศัย 6 คน เป็นผู้ใหญ่ 5 คน เด็ก 1 คน

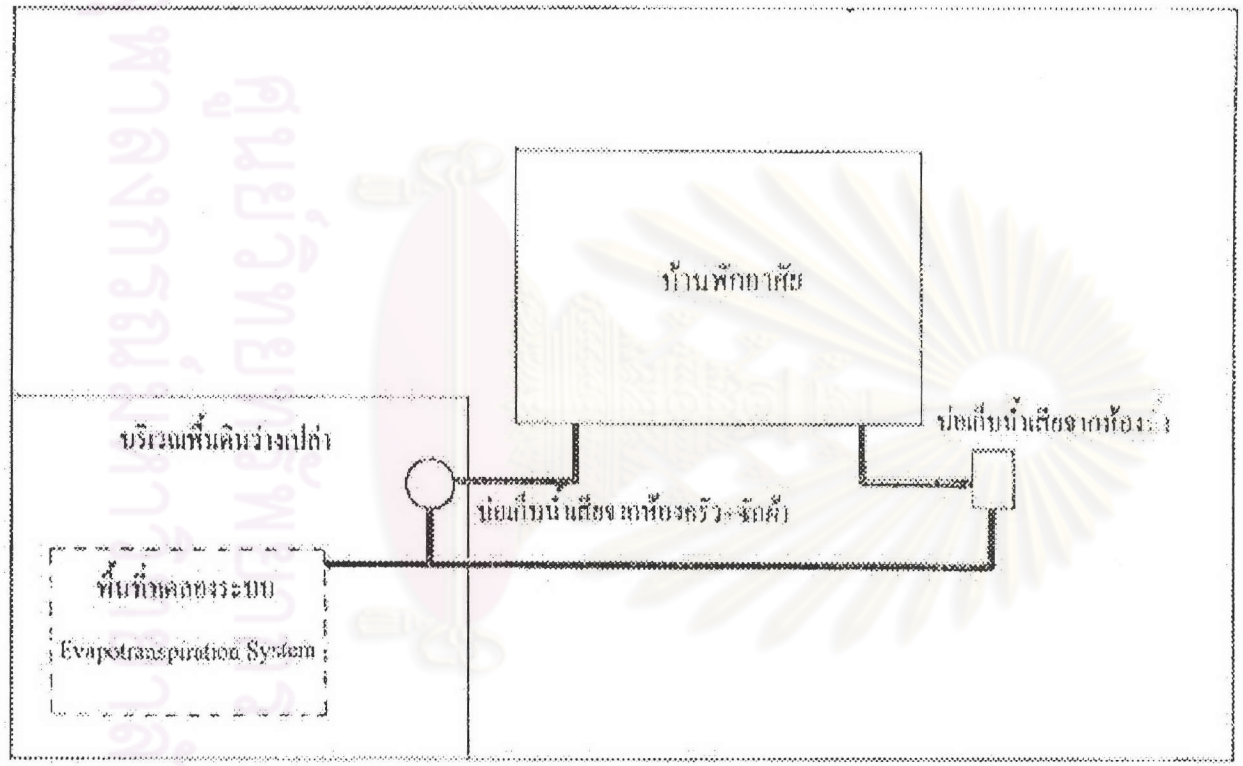
2. ทำการหาค่าอัตราการซึมน้ำของดิน โดยวิธี percolation test , ระดับน้ำใต้ดิน และปริมาณฝนที่ตกลงมาเพื่อใช้ออกแบบระบบซึมลงดิน (trench system)

3. ทำการหาค่าอัตราการระเหยน้ำ โดยวิธี pan evaporation และปริมาณฝนที่ตกลงมาเพื่อใช้ออกแบบระบบระเหยโดยใช้พืช (evapotranspiration system)

4. ออกแบบระบบ trench system จากค่าอัตราการซึมน้ำของดินและปริมาณฝน โดยมีรายละเอียดดังนี้

- รางซึมกว้าง 0.6 เซนติเมตร ลึก 0.5 เซนติเมตร
- Slope 1:200
- ใช้ระบบอัตโนมัติในการควบคุมระบบ trench system

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 บริเวณที่ทำการวิจัย

5. ออกแบบระบบ evapotranspiration system จากค่าอัตราการระเหยน้ำและปริมาณฝน โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ใช้กระบะพลาสติกขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1.7 เมตร ลึก 0.6 เมตร จำนวน 2 อัน
- ใช้ระบบอัตโนมัติในการควบคุมระบบ evapotranspiration system
- กำจัดน้ำเสียครั้งละ 20 ลิตร

6. ระบบ trench system ไม่สามารถติดตั้งที่บ้านพักอาศัยที่ทำการวิจัยได้ เนื่องจากอัตราการซึมน้ำของดินช้ากว่า 38 นาทีต่อเซนติเมตร และระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าผิวดิน 50 เซนติเมตร

7. ออกแบบระบบไฟฟ้า ซึ่งจะใช้เป็นระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยปรึกษาช่างไฟฟ้าที่มีความชำนาญและช่วยคิดออกแบบระบบอัตโนมัติ

8. สั่งทำถาดวัดการระเหย ซึ่งทำจากสแตนเลสกันสนิม โดยที่มีขนาดดังนี้

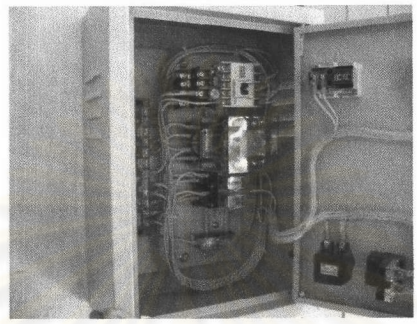
- เส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร
- ลึก 25 เซนติเมตร

รูปที่ 3.2 ถาดวัดการระเหย

9. หาซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้า และต่อวงจรควบคุมระบบแบบอัตโนมัติ โดยใช้ตู้ controller ในการควบคุมและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้ามีดังนี้

- ตู้ Controller
- magnetic พร้อม overload
- ฟิวส์พร้อมลูก

- เทอร์มินอล
- switch ลูกศร
- แลมป์
- Switch ลูกลอย
- relay พร้อม socket
- timer จับเวลา



รูปที่ 3.3 ตู้ controller และอุปกรณ์ไฟฟ้า

10. หาซื้อกระบะพลาสติกขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 1.7 เมตร ลึก 0.6 เมตร ซึ่งสามารถกันน้ำซึมผ่านได้และไม่เกิดปฏิกิริยากับน้ำเสีย จำนวน 2 อัน

รูปที่ 3.4 กระบะพลาสติก ขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1.7 เมตร ลึก 0.6 เมตร

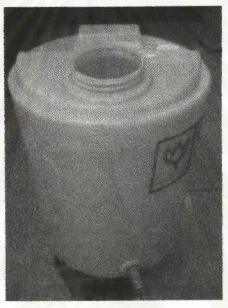
11. หาซื้ออุปกรณ์ในการส่งจ่ายน้ำเสียจากบ่อน้ำเสียเข้าถังเก็บน้ำเสีย ได้แก่

- เครื่องสูบน้ำ
- หัวดูดน้ำกันน้ำย้อนกลับ
- ท่อ PVC
- ข้อต่อ

- ข้องอ
- กาวเชื่อม
- เทปพันท่อ

12. หาซื้ออุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมน้ำเสียและส่งจ่ายน้ำเสียเข้าสู่กระบะพลาสติก ได้แก่

- ถังพลาสติกเก็บน้ำเสีย ขนาด 100 ลิตร
- ขาตั้งเหล็กสำหรับวางถังเก็บน้ำเสีย
- ท่อ PVC
- solenoid valve



รูปที่ 3.5 ถังเก็บน้ำเสีย

13. หาซื้ออุปกรณ์ในการส่งจ่ายไฟเข้าสู่ตู้ controller และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้แก่

- breaker
- สายไฟ
- ท่อสำหรับร้อยหุ้มสายไฟ
- เทปพันสายไฟ

14. หาซื้อกรวดสะอาด , ทรายละเอียด , ดินคุณภาพดี ที่จะใช้ใส่ในกระบะพลาสติก ซึ่งมีลักษณะดังนี้

- กรวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1 เซนติเมตร
- กรวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-2.5 เซนติเมตร
- ทรายละเอียดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1 มิลลิเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ดินสีดา ซึ่งมีส่วนประกอบของดินร่วนและทรายผสมกัน

15. หาซื้อต้นเข็มจำนวน 100 ต้น เพื่อช่วยในการกำจัดน้ำเสีย โดยปลูกที่ดินเหนือกระบะพลาสติก

รูปที่ 3.6 ต้นเข็ม 100 ต้น

16. หาซื้ออุปกรณ์วัดลักษณะภูมิอากาศ ได้แก่

- เทอร์โมมิเตอร์ สำหรับวัดอุณหภูมิอากาศ
- กระเปาะเปียก-แห้ง สำหรับวัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศ

17. หาช่างมาขุดดิน สำหรับวางกระบะพลาสติก 2 อัน ซึ่งจะขุดเป็นบ่อขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1.7 เมตร ลึก 0.6 เมตร จำนวน 2 บ่อ ต่อกันตามแนวยาว

รูปที่ 3.7 บ่อสำหรับวางกระบะพลาสติก

18. ทำระบบรวบรวมน้ำเสียเข้าสู่ถังเก็บน้ำเสีย ซึ่งถังเก็บน้ำเสียจะวางอยู่สูงจากพื้นดินประมาณ 1 เมตร ซึ่งการทำระบบรวบรวมน้ำเสียมีดังนี้

- ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ 2 ตัว สำหรับดูดน้ำเสียจากบ่อน้ำทิ้งจากห้องครัวและเครื่องซักผ้า (น้ำเสียผ่านบ่อดักไขมันแล้ว) และน้ำเสียจากบ่อเกรอะ โดยติดตั้งเครื่องสูบน้ำไว้บริเวณใกล้ๆบ่อทั้ง 2 บ่อ
- ต่อท่อสำหรับดูดน้ำเสียเข้าสู่เครื่องสูบน้ำ โดยที่ติดหัวดูดกันน้ำเสียย้อนกลับไว้ส่วนปลายท่อที่จุ่มอยู่ในบ่อน้ำเสียทั้ง 2 บ่อ
- ต่อท่อจากเครื่องสูบน้ำ ทั้ง 2 ตัว สำหรับส่งจ่ายน้ำเสียเข้าสู่ถังเก็บน้ำเสีย

19. ติดตั้งถาดวัดการระเหยบริเวณระบบ evapotranspiration system และวางอยู่สูงจากพื้นดินประมาณ 10เซนติเมตร สำหรับหาค่า evaporation rate ซึ่งถาดวัดการระเหยมีขนาดดังนี้

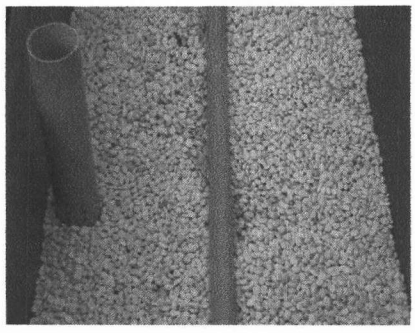
- เส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร
- ลึก 25 เซนติเมตร

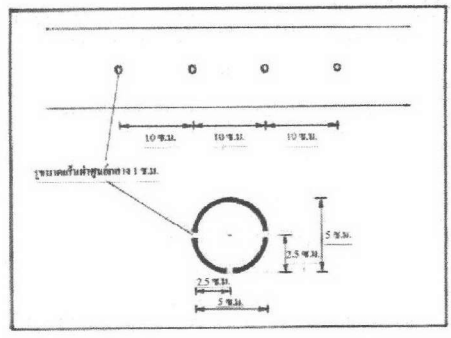
20. ก่อสร้างระบบ evapotranspiration system ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- วางกระบะพลาสติก 2 อัน ลงในบ่อที่ขุดไว้

รูปที่ 3.8 การวางกระบะพลาสติกลงในบ่อ

- วางบ่อสำรวจ (observe well) ลงในกระบะพลาสติกทั้ง 2 อัน ซึ่งบ่อสำรวจจะใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร
- เทกรวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-2.5 เซนติเมตรลงไปในกระบะพลาสติกให้สูงขึ้นมาจากก้นกระบะพลาสติกประมาณ 5 เซนติเมตร
- วางท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ที่เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร และระยะห่างแต่ละรู 10 เซนติเมตรตามแนวเส้นท่อ ลงไปบนกรวดที่ปูไว้ก้นกระบะพลาสติก



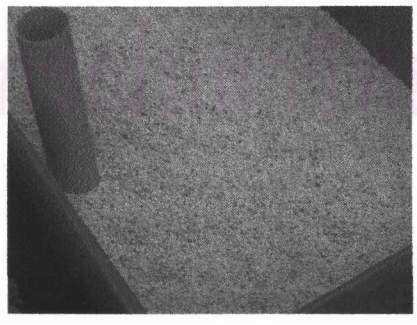


รูปที่ 3.9 การวางท่อ PVC ลงบนกรวด และรูปตัดของท่อ PVC

- **เทกรวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-2.5 เซนติเมตรปิดทับเส้นท่อ PVC จนระดับกรวดสูงจากก้นกระบะพลาสติกขึ้นมา 15 เซนติเมตร เพื่อช่วยในการกระจายน้ำเสีย**

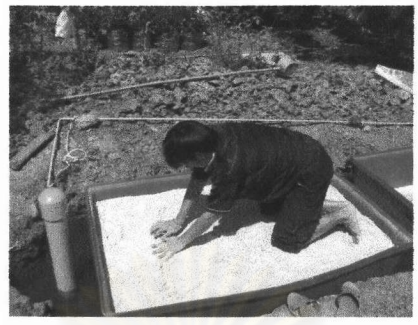
รูปที่ 3.10 การเทกรวดขนาดใหญ่ปิดทับเส้นท่อ

- **เทกรวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1 เซนติเมตร ลงไปในกระบะพลาสติก จนชั้นกรวดมีความหนา 5 เซนติเมตร ใช้กรวดละเอียด เพื่อป้องกันทรายละเอียดไหลลงก้นกระบะ**



รูปที่ 3.11 การเทกรวดขนาดเล็กปิดทับอีกชั้น

- เททรายละเอียดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1 มิลลิเมตรลงไปในกระบะพลาสติก จนชั้นทรายมีความหนา 30 เซนติเมตร



รูปที่ 3.12 การเททรายเม็ดเล็กปิดทับชั้นกรวด

- ปิดทับด้วยชั้นดินคุณภาพหนา 10 เซนติเมตรพร้อมทั้งปลูกต้นเข็มทั้ง 100 ต้น โดยที่แต่ละกระบะจะปลูกต้นเข็มจำนวน 50 ต้น โดยวางแนวต้นเข็มเป็น 5 ต้น ตามความกว้าง และ 10 ต้นตามความยาว โดยที่ตามแนวความกว้างต้นเข็มจะห่างกันต้นละ 20 เซนติเมตร และตามแนวความยาวต้นเข็มจะห่างกันต้นละ 17 เซนติเมตร

รูปที่ 3.13 การปลูกต้นเข็มปิดทับชั้นบนสุดของกระบะพลาสติก

- ปรับระดับดินให้มีแนวลาดเอียงจากแนวกึ่งกลางตามความยาว โดยให้มีแนวเอียงลงจากแนวกึ่งกลางไปทางซ้ายและขวาด้านละ 2% เพื่อระบายน้ำออกและป้องกันน้ำท่วมขังบนดิน
- ปรับระดับแนวขอบบนของกระบะพลาสติกให้มีระดับเดียวกับระดับพื้นดินเดิม

21.ต่อท่อ PVC เพื่อเชื่อมต่อระหว่างถังเก็บน้ำเสียเข้ากับกระบะพลาสติก และติดตั้ง solenoid valve เพื่อควบคุมการปิด-เปิด การส่งจ่ายน้ำเสียจากถังเก็บน้ำเสียเข้าสู่กระบะพลาสติก

22. ก่อสร้างระบบ evapotranspiration system เรียบร้อย

23. เริ่มเดินระบบ evapotranspiration system

24. จดบันทึกข้อมูลต่างๆที่ระบบ evapotranspiration system ซึ่งได้แก่

- ค่าที่มิเตอร์น้ำประปา
- เวลาที่ใช้ในการระเหยน้ำเสียในแต่ละรอบการทำงาน
- อุณหภูมิ
- ความชื้นสัมพัทธ์
- ปริมาณฝน
- ระดับน้ำในถาดวัดการระเหย

25. เก็บตัวอย่างน้ำเสีย โดยจะเก็บตัวอย่างน้ำเสียอาทิตย์ละ 1 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ตำแหน่งก่อนเข้าระบบและหลังออกจากระบบ evapotranspiration system

26. วิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำเสียและบันทึกข้อมูลต่างๆที่ห้อง Lab ซึ่งได้แก่

- pH
- BOD
- COD
- suspended solids , dissolved solids และ settleable solids
- TKN
- sulfide
- phosphate
- FOG

27. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง โดยจะใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาหาความสัมพันธ์ในรูปของกราฟความสัมพันธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.2 พารามิเตอร์

ตัวแปรอิสระ

- ระบบ trench system ได้แก่ ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ

- ระบบ evapotranspiration system ได้แก่ ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ

ตัวแปรคงที่

- ระบบ trench system ได้แก่ ขนาดของระบบ
- ระบบ evapotranspiration system ได้แก่ ขนาดของระบบ , ชนิดของต้นไม้

ตัวแปรตาม

- ระบบ trench system ได้แก่ ปริมาณน้ำเสียที่สามารถกำจัดได้ , ระยะเวลาที่ใช้ ในการกำจัดน้ำเสีย , คุณภาพน้ำเสียหลังจากผ่านระบบ
- ระบบ evapotranspiration system ได้แก่ ปริมาณน้ำเสียที่สามารถกำจัดได้ , ระยะเวลาที่ใช้ในการกำจัดน้ำเสีย , คุณภาพน้ำเสียหลังจากผ่านระบบ

3.1.3 อุปกรณ์

3.1.3.1 ระบบบำบัดขั้นต้น

1) ถังเกรอะ (septic tank)
2) ถังดักไขมัน

3.1.3.2 ระบบรวบรวมน้ำเสีย

1) เครื่องสูบน้ำ
2) ถังเก็บน้ำเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.3.3 ระบบอัตโนมัติ

1) ตู้ controller
2) solenoid valve
3) ตัวจับเวลา
4) Switch อัตโนมัติ
5) ลูกลอย

3.1.3.4 ระบบ trench system

1) ไม้ระดับ สำหรับวัดระดับน้ำในการทำ percolation test
2) กรวดสะอาด
3) ท่อ PVC

3.1.3.5 ระบบ evapotranspiration system

1) ถาดวัดการระเหย
2) กรวดสะอาด , ทรายละเอียด และ ดินคุณภาพดี
3) ท่อ PVC
4) กระบะพลาสติก
5) พืชที่ปลูกคลุมดิน (ต้นเข็ม)

3.1.3.6 อุปกรณ์อื่นๆ

1) เทอร์โมมิเตอร์
2) กระเปาะเปียก – แห้ง
3) อุปกรณ์วัดปริมาณฝน

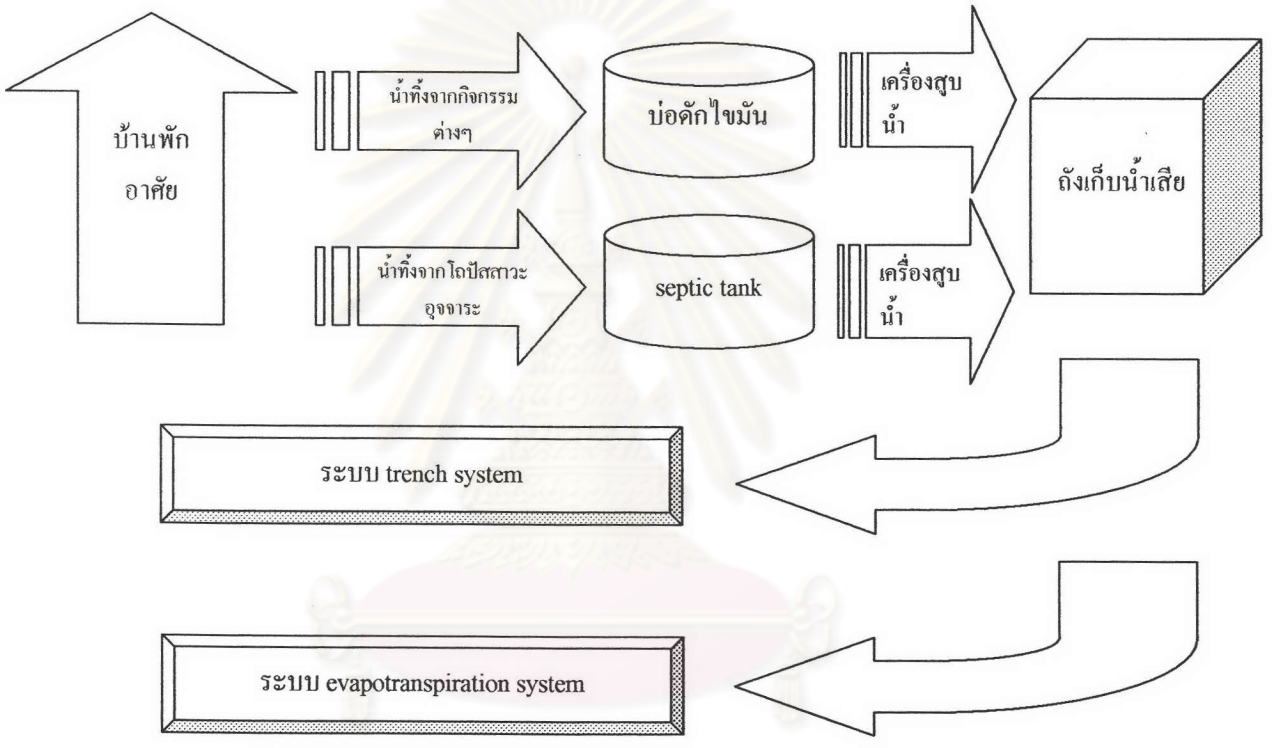
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง

ในการทดลองนี้ จะทำการบันทึกข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลอง คือ

- อัตราการซึมน้ำของดิน
- ระดับน้ำใต้ดิน
- อัตราการระเหยน้ำ
- การระเหยน้ำในช่วงเวลาต่างๆ
- อัตราการดูดซึมน้ำไปใช้ของพืช
- การดูดซึมน้ำไปใช้ของพืชในช่วงเวลาต่างๆ
- ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ในแต่ละวัน
- กิจกรรมและการใช้น้ำในแต่ละช่วงเวลา
- อุณหภูมิ
- ความชื้นสัมพัทธ์
- ปริมาณฝน
- ระบบ trench system ไม่สามารถติดตั้งได้ จึงไม่ได้ทำการทดลอง
- ความสามารถในการกักเก็บน้ำของชั้นกรวด , ทราย และดิน ที่อยู่ในกระบะพลาสติกของระบบ evapotranspiration system
- เวลาที่ใช้ในการระเหยน้ำเสียออกจากระบบ evapotranspiration system
- คุณลักษณะน้ำเสียที่เข้าระบบ evapotranspiration system
- คุณลักษณะน้ำเสียที่ออกจากเข้าระบบ evapotranspiration system

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

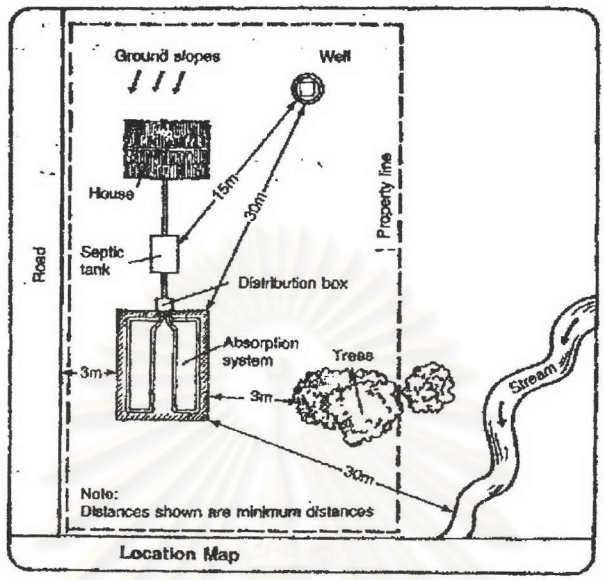


รูปที่ 3.14 แสดงขั้นตอนการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

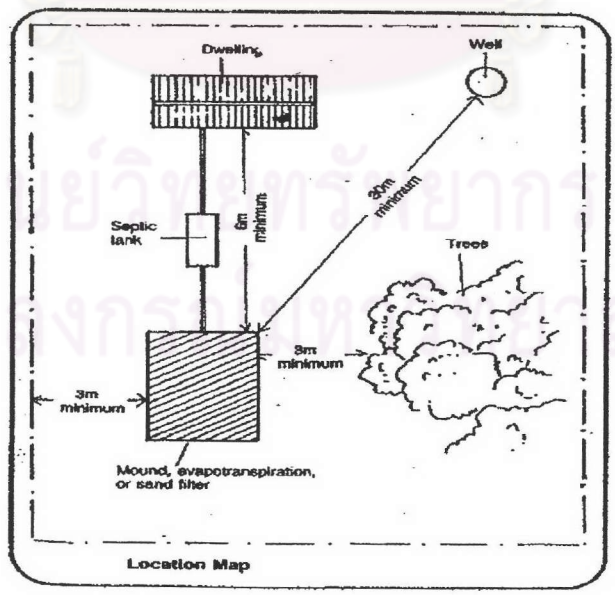
3.1.5 การเลือกพื้นที่ติดตั้งระบบกำจัดน้ำเสีย

3.1.5.1 ระบบ trench system



รูปที่ 3.15 แสดงการเลือกพื้นที่ติดตั้งระบบ trench system (Water for the World : Technical Note No. SAN. 2. C. 1)

3.1.5.2 ระบบ evapotranspiration system



รูปที่ 3.16 แสดงการเลือกพื้นที่ติดตั้งระบบ evapotranspiration system (Water for the World : Technical Note N SAN. 2. D. 8)

3.1.6 การวิเคราะห์น้ำเสีย

ในการวิเคราะห์น้ำเสียจากบ้านพักอาศัยเราจะพิจารณาค่าดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์น้ำเสีย

ค่าที่วิเคราะห์	วิธีการวิเคราะห์
pH	pH meter
BOD	Azide modification
COD	Potassium dicromate digestion
Suspended Solids	GF/C dried at 103-105 °C
Dissolved Solids	GF/C dried at 103-105 °C
TKN	Macro Kjeidahl method
Phosphate	Ascorbic acid
FOG	Partition-gravimetric
Sulfide	Iodometric

3.1.7 การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย

เราจะใช้ถังเก็บน้ำเสียในการรวบรวมน้ำเสีย โดยใช้เครื่องสูบน้ำ ในการสูบน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นแล้วมาเก็บไว้ในถังเก็บน้ำเสีย เพื่อควบคุมปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบกำจัดน้ำเสียทั้ง 2 ระบบ

3.1.8 ระบบควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบกำจัดน้ำเสีย

ในการควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียที่จะเข้าสู่ระบบกำจัดน้ำเสียทั้ง 2 ระบบนั้น จะใช้เครื่องสูบน้ำ และลูกลอย ในการควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบกำจัดน้ำเสียทั้ง 2 ระบบ

3.1.9 ระบบซึมลงดิน (soil absorption system)

3.1.9.1 การออกแบบระบบรางซึม (trench system)

criteria: width 0.60 m.

length 10 m.

depth 0.5 m.

slope 1 : 200

คำนวณ :

จาก required area = $\frac{\text{estimated daily flow (l/d)}}{\text{allowable rate of sewage application (l/m}^2\text{.d)}}$

เราจะได้

- ค่า allowable rate of sewage application มาจากค่า percolation rate
- ค่า estimated daily flow ได้มาจากสมการข้างต้น (เราจะปรับเปลี่ยนค่านี้ เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการวิจัย)

จากนั้นเราจะพิจารณาว่าจะใช้แนวท่อกี่แนวจากการดูจากขนาดพื้นที่ที่มีอยู่

โดยความยาวของระบบ = $\frac{\text{length (m)}}{\text{จำนวนเส้นท่อ}}$

= 10/2 = 5 m

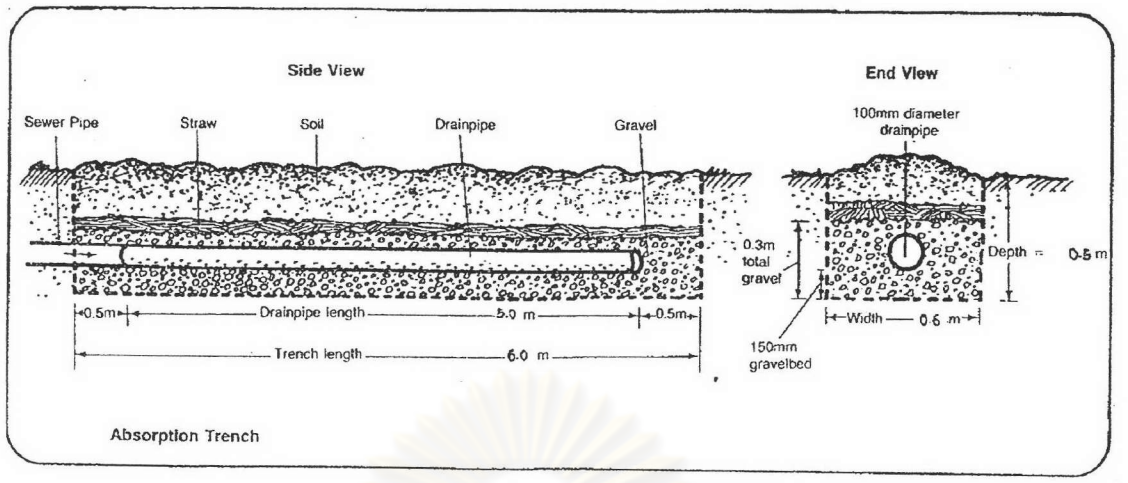
ปริมาตรกรวดที่ใช้ = (width x length x depth) m^3

= (0.6 x 10 x 0.3) m^3

= 1.8 m^3

(เส้นผ่าศูนย์กลางกรวด 1 cm.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.17 แสดงภาพตัดของระบบ trench system (Water for the World : Technical Note No. SAN. 2. D. 1)

เราจะทำการหาอัตราการไหลของน้ำเสียที่เหมาะสมที่เข้าสู่ระบบ trench system โดยการใช้เครื่องสูบน้ำและลูกลอย ในการควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียจากบ่อพัก โดยทำการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำเสีย เพื่อหาค่าอัตราการไหลของน้ำเสียที่เหมาะสมที่สุดในการวิจัย และหาอัตราการซึมของพื้นที่ที่ทำการวิจัย ซึ่งจะมีการเจาะท่อเพื่อดูว่าระบบยังใช้งานได้ดีอยู่และมีบ่อตรวจสอบเจาะไว้ดูว่าการซึมของน้ำเสียเป็นไปอย่างไรบ้าง

ในการวิจัยนี้เราจะทำการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นดังนี้ คือ อัตราการซึมน้ำของดิน (percolation rate) , ระดับน้ำใต้ดิน , อัตราฝนที่ตกลงมาสู่ระบบ (precipitation rate) , อัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ (Q) และเวลาที่ใช้ในการกำจัดน้ำเสีย (T)

ซึ่งในการวิจัยเราจะพิจารณาถึงค่าต่างๆที่มีผลต่อการซึมลงดินดังนี้ คือ

- ระดับน้ำใต้ดิน

เพื่อศึกษาว่าบริเวณนั้น จะสามารถติดตั้งระบบ trench system ได้หรือไม่

- Percolation Rate

เราจะหาค่า percolation rate โดยการทำ percolation test หรือนำดินไปตรวจหาอัตราการซึมใน lab soil ซึ่งจะมีหน่วยเป็นนาทีต่อเซนติเมตร

- precipitation rate

เราจะหาค่า precipitation rate โดยใช้ rain gauge หรือถังวัดน้ำฝน ซึ่งจะมีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อวัน

- การไหลของน้ำเสียหลังจากผ่านระบบ trench system

เราจะดูว่าหลังจากที่น้ำเสียผ่านระบบ trench system แล้วจะมีการไหลและผลกระทบอย่างไรกับน้ำใต้ดิน

- อัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ (Q)

ซึ่งเราจะปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ เพื่อหาอัตราการไหลของน้ำเสียที่เหมาะสมที่สุด

การ run ระบบ trench system นี้จะแสดงการทำงานไว้ดังรูปที่ 3.19

3.1.10 ระบบระเหย (evaporation system)

3.1.10.1 การออกแบบระบบระเหยโดยใช้พืช (evapotranspiration system)

Criteria: ใช้กระบะพลาสติก	กว้าง	1	m.
	ยาว	1.7	m.
	ลึก	0.6	m.

คำนวณ :

จาก required Area $= \frac{\text{estimated daily flow (l)}}{\text{[evaporation rate – precipitation rate] (l/m}^2\text{)}}$

∴ จะได้ค่า estimated daily flow จากสมการข้างต้น (เราจะปรับเปลี่ยนค่านี้ เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการวิจัย)

กรวดที่ใช้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 – 1 cm.

2 - 2.5 cm.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

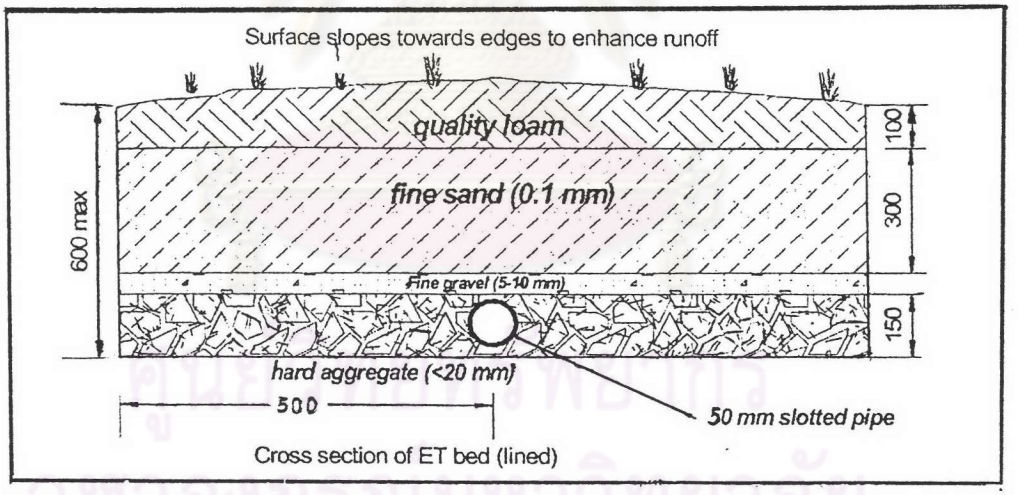
ทรายที่ใช้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1 mm.

พืชที่จะใช้ปลูกคลุมดิน คือ ต้นเข็ม ซึ่งเป็นพืชที่มีความสวยงามและช่วยในการระเหยได้

เราจะทำการหาอัตราการไหลของน้ำเสียที่เหมาะสมที่เข้าสู่ระบบ , ปริมาณน้ำเสียที่เหมาะสมที่เข้าสู่ระบบ และอัตราการระเหยของพื้นที่ที่ทำการวิจัย

ในการวิจัยนี้เราจะทำการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นดังนี้ คือ อัตราการระเหยน้ำ (evaporation rate) , อัตราฝนที่ตกลงมาสู่ระบบ (precipitation rate) , จำนวนครั้งที่น้ำเสียเข้าสู่ระบบ , ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ , ระยะเวลาที่ใช้ในการระเหยน้ำเสียแต่ละครั้ง , อุณหภูมิ (temperature) , ความชื้นสัมพัทธ์(relative humidity)

เราจะทำการทดลองเดินระบบ evapotranspiration system เป็นระบบอัตโนมัติ ซึ่งจะมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.18 แสดงระบบ evapotranspiration (SOAF B.P. 363 . 44012 NANTES)

ซึ่งในการวิจัยเราจะพิจารณาถึงค่าต่างๆที่มีผลต่อการระเหยดังนี้ คือ

- evaporation rate

เราจะหาค่า Evaporation Rate โดยการทำ Pan Evaporation ซึ่งจะมีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อวัน

- transpiration rate

เราจะหาค่า Transpiration Rate โดยการนำต้นเข็มมาหาปริมาณการใช้น้ำในแต่ละวัน แล้วแปลงค่าเป็นหน่วยมิลลิเมตรต่อวัน

- precipitation rate

เราจะหาค่า Precipitation Rate โดยใช้ rain gauge หรือถังวัดน้ำฝน ซึ่งจะมีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อวัน (mm/day)

- salt concentrations

เราจะดูตะกอนที่เกิดที่ชั้นบนของดิน แต่ตะกอนนี้จะกระจายตัวไปในดินเมื่อฝนตกลงมาสู่ระบบ

- temperature

เราจะหาค่า Temperature โดยใช้ Thermometers วัด ซึ่งจะมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (^{o}C)

- relative humidity

เราจะหาค่า relative humidity โดยใช้ wet – dry thermometers วัด ซึ่งจะมีหน่วยเป็น %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.11 สรุปขั้นตอนการวิจัย

1) ทำ percolation test เพื่อหาอัตราการซึมน้ำของดิน
2) วัดระดับน้ำใต้ดินจากผิวดิน
3) ทำ pan evaporation เพื่อหาอัตราการระเหยน้ำ
4) ทำระบบรวบรวมน้ำเสีย โดยจะใช้ถังเก็บน้ำเสีย

5) ทำระบบควบคุมปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบกำจัดน้ำเสียทั้ง 2 ระบบ โดยจะใช้เครื่องสูบน้ำ และลูกลอย

6) ทำระบบกำจัดน้ำเสียทั้ง 2 ระบบ

1) ระบบ trench system

1) ทำการติดตั้งและก่อสร้างระบบ trench system โดยที่มีขนาดดังนี้

- ความกว้างของรางซึม (width)	0.6	m
- ความยาวของรางซึม (length)	10	m (แบ่งเป็น 2 ราง ยาวรางละ 5 เมตร)
- ความลึกของรางซึม (depth)	0.5	m
- Slope	1:200	
- ขนาดของกรวดที่ใช้		
เส้นผ่าศูนย์กลาง	10	mm
ปริมาตรทั้งหมด	1.8	m^3
- ขนาดของท่อ PVC ที่ใช้		
เส้นผ่าศูนย์กลาง	10	cm
ความยาวทั้งหมด	10	m
เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	0.01	m
ระยะห่างระหว่างรู	0.1	m

ทำการทดลองเดินระบบและเก็บข้อมูลวิเคราะห์ผล ซึ่งจะต้องเก็บข้อมูล อัตราการซึมน้ำ (percolation rate) , ระดับน้ำใต้ดิน , อัตราฝนที่ตกลงมาสู่ระบบ (precipitation rate) , เวลาที่ใช้ในการกำจัดน้ำเสียให้ซึมลงดิน

2) ระบบ evapotranspiration system

1) ทำการติดตั้งและก่อสร้างระบบ evapotranspiration system โดยที่มีขนาดดังนี้

- ใช้กระบะพลาสติก (2 กระบะ)	กว้าง	1	m
	ยาว	1.7	m
	ลึก	0.6	m

- ขนาดของกรวดที่ใช้

เส้นผ่าศูนย์กลาง	0.5 - 1	cm
เส้นผ่าศูนย์กลาง	2-2.5	cm

- ขนาดของทรายที่ใช้

เส้นผ่าศูนย์กลาง	0.1	mm

- ขนาดของท่อ PVC ที่ใช้ (วางในกระบะทั้ง 2 กระบะ)

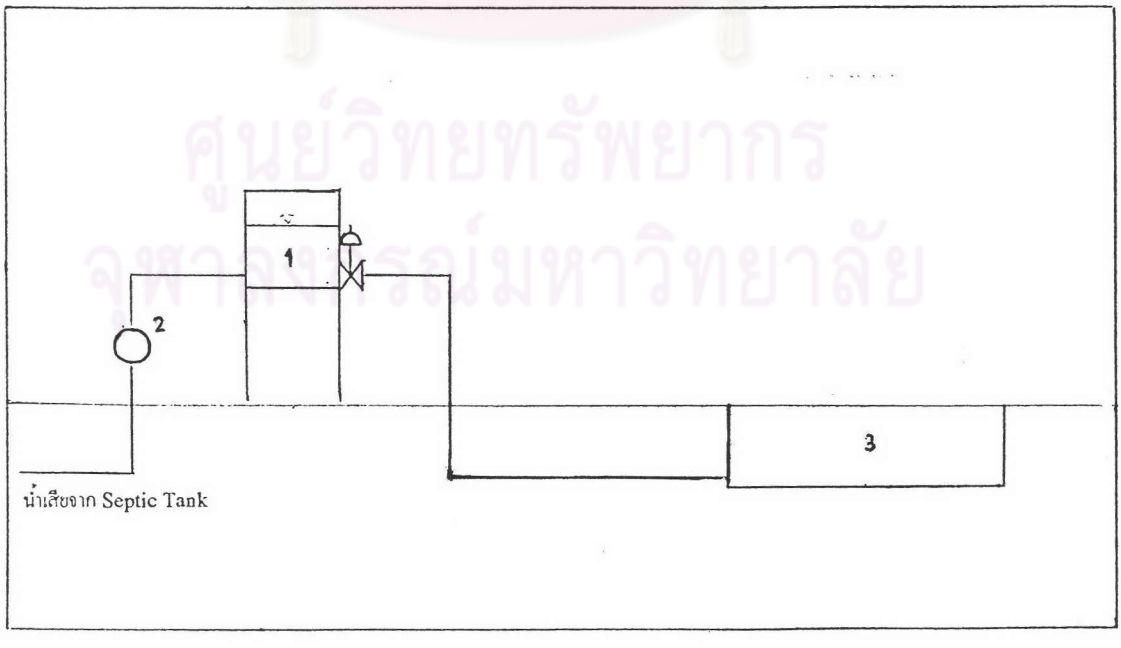
เส้นผ่าศูนย์กลาง	5	cm
ความยาวทั้งหมด	3.4	m
เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	1	cm
ระยะห่างระหว่างรู	10	cm

- พืชที่ใช้ปลูกคลุมดิน ต้นเข็ม

2) ทำการทดลองเดินระบบและเก็บข้อมูลวิเคราะห์ผล ซึ่งจะต้องเก็บข้อมูล อัตราการระเหยน้ำ (evaporation rate) , อัตราฝนที่ตกลงมาสู่ระบบ (precipitation rate) , อุณหภูมิ (temperature) , ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) , เวลาที่ใช้ในการระเหยน้ำเสีย (time) , จำนวนครั้งที่น้ำเสียเข้าสู่ระบบใน 1 วัน

7) ทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1.12 ผังแสดงรายละเอียดของระบบกำจัดน้ำเสีย



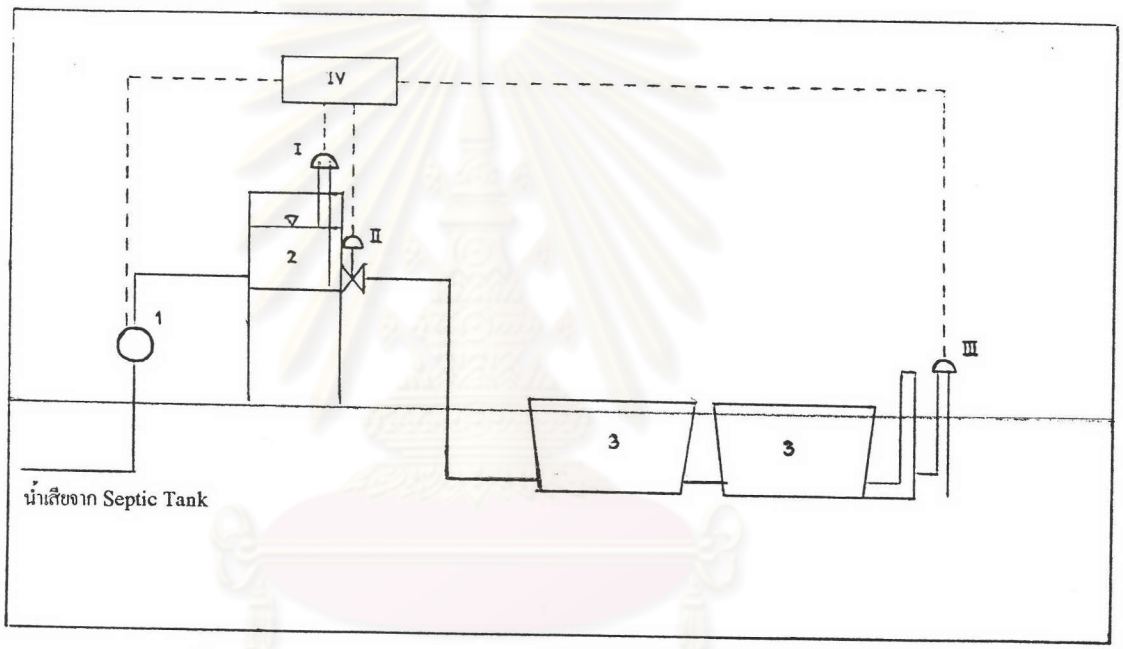
รูปที่ 3.19 แสดงผังการทำงานของระบบ trench system

1. ถังเก็บน้ำเสีย

2. เครื่องสูบน้ำ

3. ระบบ trench system ขนาด กว้าง 0.6 เมตร
ยาว 10 เมตร
(แบ่งเป็น 2 ราง ยาวรางละ 5 เมตร)
ลึก 0.5 เมตร

3.1.12.2 ระบบ evapotranspiration system



รูปที่ 3.20 แสดงผังการทำงานของระบบ evapotranspiration system

1. เครื่องสูบน้ำ

2. ถังเก็บน้ำเสีย (กำจัดน้ำเสียครั้งละ 20 ลิตร)

3. กระบะพลาสติก (ระบบ evapotranspiration system)

ขนาด	กว้าง	1	เมตร
	ยาว	1.7	เมตร
	ลึก	0.6	เมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I. ลูกลอยจะทำการสั่งหยุดการทำงานของเครื่องสูบน้ำ เมื่อสูบน้ำเสียได้ปริมาณที่กำหนด และทำการเปิด solinoid switch เพื่อส่งน้ำเสียจากถังเก็บน้ำเสียเข้าสู่กระบะพลาสติกเพื่อทำการระเหยน้ำเสีย

II. solinoid switch จะทำการ เปิด-ปิด ท่อส่งน้ำเสียจากถังเก็บน้ำเสีย

III. ลูกลอย จะทำการสั่งให้เครื่องสูบน้ำ ทำงานเมื่อน้ำเสียระเหยหมดถึงระดับที่กำหนด

IV. ตู้ controller พร้อมอุปกรณ์ไฟฟ้าและตัว timer ซึ่งเป็นตัวที่นับจำนวนครั้งที่น้ำเสียเข้าสู่กระบะพลาสติกกลม และเป็นตัวจับเวลาที่ใช้ในการระเหยน้ำเสียในแต่ละครั้ง

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

1) หาบ้านพักอาศัยที่มีที่ดินว่างไว้สำหรับติดตั้งระบบกำจัดน้ำเสียโดยวิธีการระเหยโดยใช้พืช

2) หาค่าอัตราการซึมน้ำของดิน โดยวิธี percolation test , ระดับน้ำใต้ดิน และปริมาณฝนที่ตกลงมาเพื่อใช้ออกแบบระบบกำจัดน้ำเสียโดยซึมลงดิน (trench system)

3) หาระดับน้ำใต้ดิน เพื่อพิจารณาว่าระบบ trench system จะสามารถติดตั้งบริเวณนั้นได้หรือไม่ (จากการวัดระดับน้ำใต้ดิน สรุปได้ว่าระบบ trench system ไม่มีความเหมาะสมที่จะก่อสร้างได้ เนื่องจากระดับน้ำใต้ดินอยู่สูงมาก จึงไม่สามารถติดตั้งระบบ trench system ได้ จึงติดตั้งเพียงแต่ระบบ evapotranspiration system เพียงระบบเดียว แต่สามารถหาเกณฑ์การออกแบบระบบ trench system ได้)

4) หาค่าอัตราการระเหยน้ำ โดยวิธี pan evaporation และปริมาณฝนที่ตกลงมาเพื่อใช้ออกแบบระบบกำจัดน้ำเสียโดยวิธีการระเหยโดยใช้พืช (evapotranspiration system)

5) ออกแบบระบบกำจัดน้ำเสียโดยซึมลงดินเพื่อกำจัดน้ำเสีย

6) ออกแบบระบบกำจัดน้ำเสียโดยวิธีการระเหยโดยใช้พืชเพื่อกำจัดน้ำเสีย

7) ทำระบบรวบรวมน้ำเสีย โดยใช้เครื่องสูบน้ำ สูบน้ำเสียมาเก็บไว้ถังเก็บน้ำเสีย

8) ทำระบบควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบกำจัดน้ำเสียโดยวิธีการระเหยโดยใช้พืช (เนื่องจากในการสำรวจพื้นที่แล้ว เห็นว่าทั้งอัตราการซึมน้ำของดินช้ามากเกินไปและระดับน้ำใต้ดินอยู่สูงเกินไป จึงสรุปได้ว่าระบบ trench system ไม่มีความเหมาะสมสำหรับที่จะติดตั้งในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จึงไม่สามารถติดตั้งระบบ trench system ได้ แต่สามารถหาเกณฑ์ในการออกแบบได้)

9) สร้างระบบกำจัดน้ำเสียโดยวิธีการระเหยโดยใช้พืชตามแบบที่ได้เลือกไว้ (ไม่สามารถติดตั้งระบบ trench system ได้ แต่สามารถหาเกณฑ์ในการออกแบบได้)

10)นำน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบกำจัดน้ำเสียโดยวิธีการระเหยโดยใช้พืชมาวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสีย

11)ทำการทดลองเดินระบบกำจัดน้ำเสียโดยวิธีการระเหยโดยใช้พืช

12)นำข้อมูลต่างๆไปวิเคราะห์ผลว่าระบบกำจัดน้ำเสียโดยวิธีการระเหยโดยใช้พืชสามารถกำจัดน้ำเสียได้อย่างไรบ้างหลังจากผ่านระบบ และนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย