บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 แผนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการระบายความร้อนของสระน้ำระบายความร้อน โดยจำลองสระน้ำระบายความร้อนให้มีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีการกั้นทางเดินของน้ำในสระน้ำระบายความร้อนต่างกัน และมีอัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนต่างกัน

ค่าตัวแปรที่พิจารณาในการวิจัยนี้แบ่งเป็น 3 แบบ คือ ตัวแปรกำหนด (Fixed variables) ตัวแปรอิสระ (Independent variables) และ ตัวแปรตาม (Dependent variables) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ตัวแปรกำหนดที่ต้องควบคุมให้คงที่ ได้แก่ ระดับความสูงของน้ำในสระน้ำระบายความร้อน โดยจะให้ระดับความสูงของน้ำในสระน้ำระบายความร้อนเป็น 20 เซนติเมตร

2. ตัวแปรอิสระ ซึ่งจะมีผลต่อการระบายความร้อนของสระน้ำระบายความร้อน ได้แก่ อัตราการไหลของน้ำระบายความร้อน โดยใช้อัตราการไหลของน้ำ ตั้งแต่ 1 – 6 ลิตรต่อนาที, รูปแบบการกั้นทางเดินของน้ำในสระน้ำระบายความร้อน, พื้นที่ที่ใช้ในการระบายความร้อนของสระน้ำระบายความร้อน โดยใช้สระน้ำระบายความร้อน 2 ขนาด คือ ขนาด กว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร และขนาด กว้าง 120 เซนติเมตร ยาว 240 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร และอุณหภูมิของน้ำที่เข้าสระน้ำ โดยใช้อุณหภูมิของน้ำร้อนที่เข้าสระน้ำ 50 °C และ 40 °C

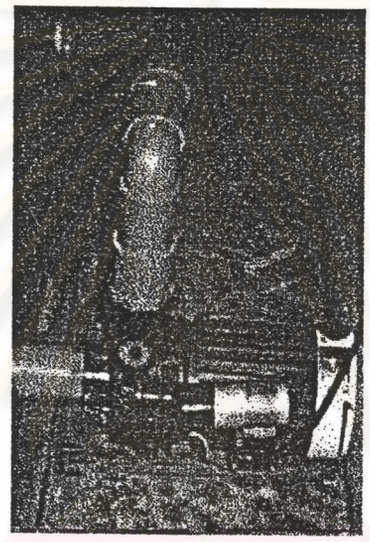
3. ตัวแปรตาม เป็นค่าที่แปรเปลี่ยนไปเมื่อตัวแปรอิสระมีการเปลี่ยนแปลง ในการวิจัยนี้ตัวแปรตามที่ต้องวิเคราะห์ คือ อุณหภูมิบริเวณผิวน้ำของสระน้ำ, การระบายความร้อนของสระน้ำ ซึ่งประกอบด้วย การระเหยของน้ำ การพาความร้อน และการแผ่รังสี โดยส่วนใหญ่จะเป็นการระเหยของน้ำ

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องสูบน้ำ

- ขนาด 2 กำลังม้า
- หัวน้ำในการส่งสูงสุด 23 เมตร
- หัวน้ำด้านดูด 6 เมตร
- อัตราการไหลของน้ำสูงสุด 500 ลิตรต่อนาที

ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 เครื่องสูบน้ำ

2. ท่อน้ำ และข้อต่อต่างๆ

ในการทดลองนี้จะใช้ท่อน้ำ และข้อต่อต่างๆ 2 ขนาดคือ 2 นิ้ว และ ½ นิ้ว

ท่อน้ำ และข้อต่อต่างๆ ขนาด 2 นิ้ว ใช้ในช่วงที่สูบน้ำจากบ่อน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำ และช่วงที่ออกจากเครื่องสูบน้ำจนถึง bypass น้ำส่วนเกินกลับสู่บ่อน้ำ

ท่อน้ำ และข้อต่อต่างๆ ขนาด ½.นิ้ว ใช้ในส่วนที่เหลือทั้งหมดตั้งแต่ ส่วน bypass เป็นต้นไป

3. วาล์วน้ำ

ในการทดลองนี้จะใช้วาล์วน้ำชนิด Gate valve 2 ขนาดตามขนาดของท่อน้ำ และข้อต่อต่างๆ

Gate valve ขนาด 2 นิ้ว ใช้ 1 ตัวในการ bypass น้ำส่วนเกินกลับสู่บ่อน้ำ

Gate valve ขนาด ½.นิ้ว ใช้ 4 ตัว

ตัวที่ 1 ใช้ในการปรับอัตราการไหลของน้ำที่เข้าสู่ถังเก็บน้ำร้อน

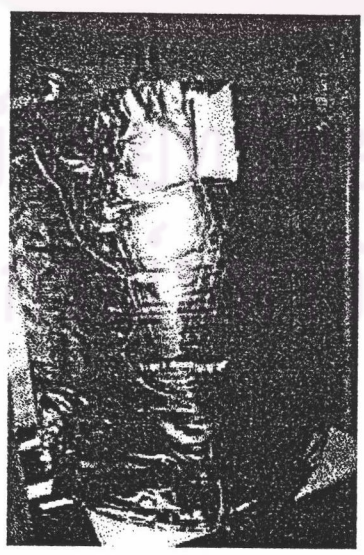
ตัวที่ 2 และ 3 ใช้ในการปรับอัตราการไหลของน้ำจากถังเก็บน้ำร้อนเข้าสู่สระน้ำระบายความร้อน

ตัวที่ 4 ใช้ในการปล่อยน้ำออกจากสระน้ำระบายความร้อน

นอกจากนี้ยังใช้ Foot valve ขนาด 2 นิ้ว เพื่อป้องกันน้ำจากเครื่องสูบน้ำไหลกลับลงสู่บ่อน้ำ

4. ถังเก็บน้ำร้อน

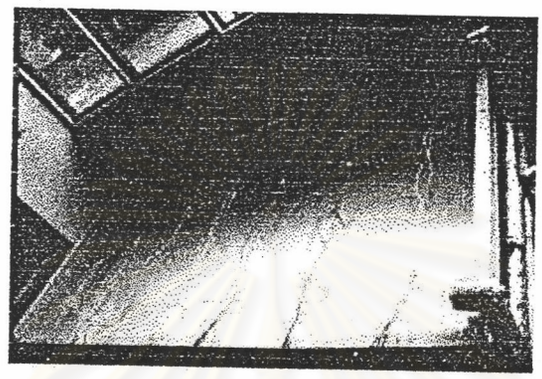
ถังเก็บน้ำร้อนที่ใช้ในการทดลองทำจากเหล็กกล้ากันสนิม รูปร่างทรงกระบอก ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร สูง 70 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ถังเก็บน้ำร้อน

5. สระน้ำ

ในการทดลองนี้ จะใช้สระน้ำระบายความร้อนทำจากแผ่นพลาสติก PVC หนา 5 มิลลิเมตร 2 ขนาด คือ ขนาดกว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร และกว้าง 120 เซนติเมตร ยาว 240 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 สระน้ำระบายความร้อน

6. ฉนวนกันความร้อน

ส่วนที่ใช้หุ้มถังเก็บน้ำร้อน เป็นฉนวนใยแก้ว หนา 1นิ้ว ความหนาแน่น 24k

ส่วนที่ใช้หุ้มท่อน้ำจากถังเก็บน้ำร้อนถึงสระน้ำระบายความร้อน เป็นฉนวนใยแก้ว หนา 1นิ้ว ความหนาแน่น 64k

7. อุปกรณ์กั้นทางเดินของน้ำ

ในการทดลองนี้ใช้แผ่นพลาสติก PVC หนา 5 มิลลิเมตร ในการกั้นทางเดินของน้ำให้สระน้ำมีการกั้นทางเดินของน้ำรูปแบบต่างกัน

8. สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าที่ใช้ส่วนใหญ่เป็น สายไฟฟ้า 3 เฟส และมีส่วนหนึ่งเป็นสายไฟฟ้า 1 เฟส

สายไฟฟ้า 3 เฟส ใช้สาย NYY 4 ตารางมิลลิเมตร 4 เส้น

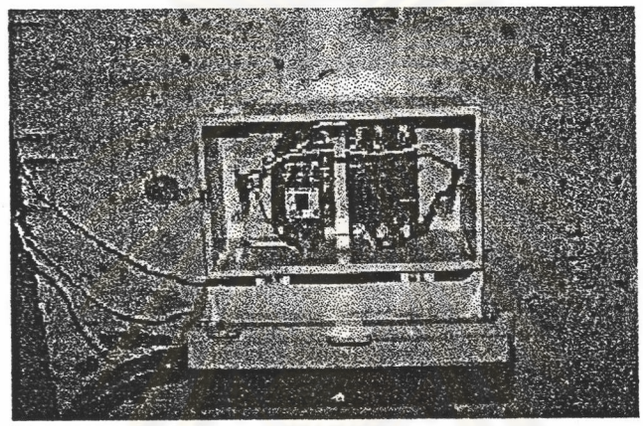
สายไฟฟ้า 1 เฟส ใช้สาย THW 1 ตารางมิลลิเมตร 1 เส้น

9. Breaker

เป็น Breaker ที่ใช้กับไฟฟ้า 3 เฟส สามารถทนกระแสไฟฟ้าได้ 32 แอมแปร์ ดังรูปที่ 3.4

10. Magnetic Contactor

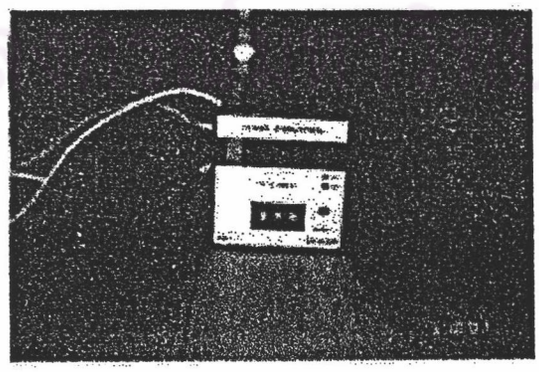
เป็น Magnetic Contactor ที่ใช้กับไฟฟ้า 3 เฟส สามารถทนกระแสไฟฟ้าได้ 20 แอมแปร์ และขดลวดใช้กับไฟฟ้า 220 โวลท์ ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 Breaker และ Magnetic Contactor

11. เครื่องควบคุมอุณหภูมิ

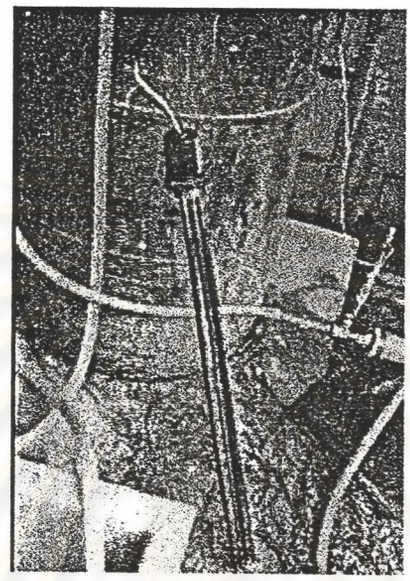
ในการทดลองนี้ ใช้เครื่องวัด และควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอล ที่ใช้กับไฟฟ้า 220 โวลท์ และมีความละเอียด 1 °C สามารถใช้กับเทอร์โมคับเปิล ชนิด K, J, R หรือ RTD ได้ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ

12. เครื่องทำน้ำร้อน

ในการทดลองนี้ ใช้เครื่องทำความร้อนที่ใช้กับของเหลว ชนิดจุ่ม ขนาด 9 kW ซึ่งใช้กับไฟฟ้า 3 เฟส ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 เครื่องทำน้ำร้อน

13. มาตรวัดน้ำ

เป็นมาตรวัดน้ำที่ใช้กับท่อน้ำขนาด ½.นิ้ว มีความละเอียด 1 ลิตร

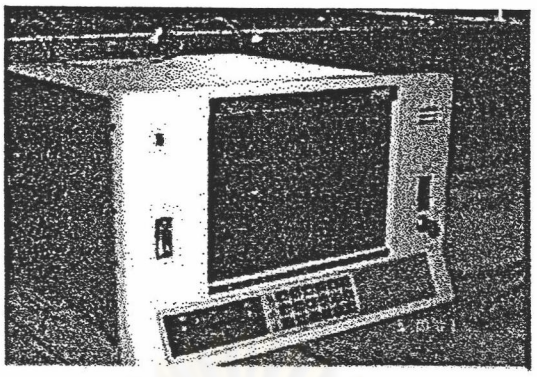
14. เทอร์โมคับเปิล

เป็นเทอร์โมคับเปิล ชนิด K

15. เครื่องเก็บข้อมูล

เครื่องเก็บข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง สามารถวัดอุณหภูมิได้ 32 ช่อง ดังรูปที่ 3.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.7 เครื่องเก็บข้อมูล

16. เทอร์โมมิเตอร์

ใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่สามารถวัดได้ทั้ง อุณหภูมิกระเปาะเปียก และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การติดตั้งอุปกรณ์ในการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้ทำการจัดสร้างชุดจำลองขึ้นเพื่อทำการทดลอง โดยชุดจำลองที่ใช้ในการวิจัยนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนคือ

1. อุปกรณ์ในระบบทางเดินของน้ำ ได้แก่

1.1 เครื่องสูบน้ำ
1.2 ท่อน้ำ และข้อต่อต่างๆ
1.3 วาล์วน้ำ
1.4 ถังเก็บน้ำร้อน
1.5 สระน้ำ
1.6 ฉนวนกันความร้อน
1.7 อุปกรณ์กั้นทางเดินของน้ำ

ในส่วนของระบบทางเดินของน้ำดังรูปที่ 3.8 นี้ น้ำจากบ่อน้ำจะถูกสูบขึ้นมา โดยเครื่องสูบน้ำผ่านท่อน้ำขนาด 2 นิ้ว น้ำส่วนที่เกินความต้องการจะถูก bypass กลับลงไปในบ่อน้ำ น้ำส่วนที่ต้องการจะลำเลียงผ่านท่อขนาด ½ นิ้วไปยังถังเก็บน้ำร้อน ในถังเก็บน้ำร้อนนี้จะมีเครื่องทำน้ำร้อนคอยให้ความร้อนแก่น้ำจนได้อุณหภูมิที่ต้องการ แล้วปล่อยน้ำร้อนที่ได้อุณหภูมิตามที่ต้องการ ลงไปยังสระน้ำระบายความร้อน และมีทางออกของน้ำที่ฝั่งตรงข้ามกับทางเข้าของสระน้ำระบายความร้อน

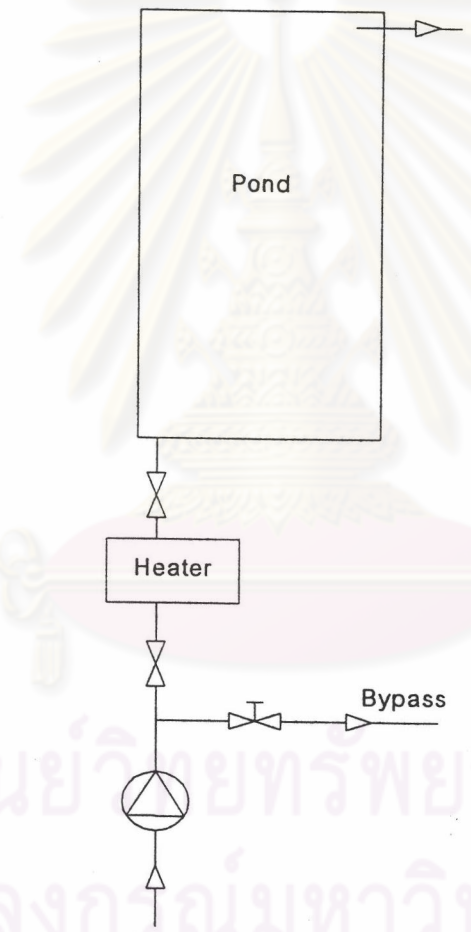
2. อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า และควบคุม ได้แก่

2.1 สายไฟฟ้า
2.2 Breaker
2.3 Magnetic Contactor
2.4 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ
2.5 เครื่องทำน้ำร้อน

ในระบบไฟฟ้า และควบคุมดังรูปที่ 3.9 นี้เป็นระบบทำความร้อนให้กับน้ำร้อน โดยเดินระบบไฟฟ้า 3 เฟสผ่าน Breaker และ Magnetic Contactor แล้วผ่านไปยังเครื่องทำน้ำร้อนขนาด 9 kW ที่จุ่มอยู่ในถังเก็บน้ำร้อน ซึ่ง Magnetic Contactor จะทำหน้าที่ตัด-ต่อไฟฟ้าที่จะผ่านไปยังเครื่องทำน้ำร้อน โดยเครื่องควบคุมอุณหภูมิจะทำหน้าที่ควบคุมการตัด-ต่อไฟฟ้าของ

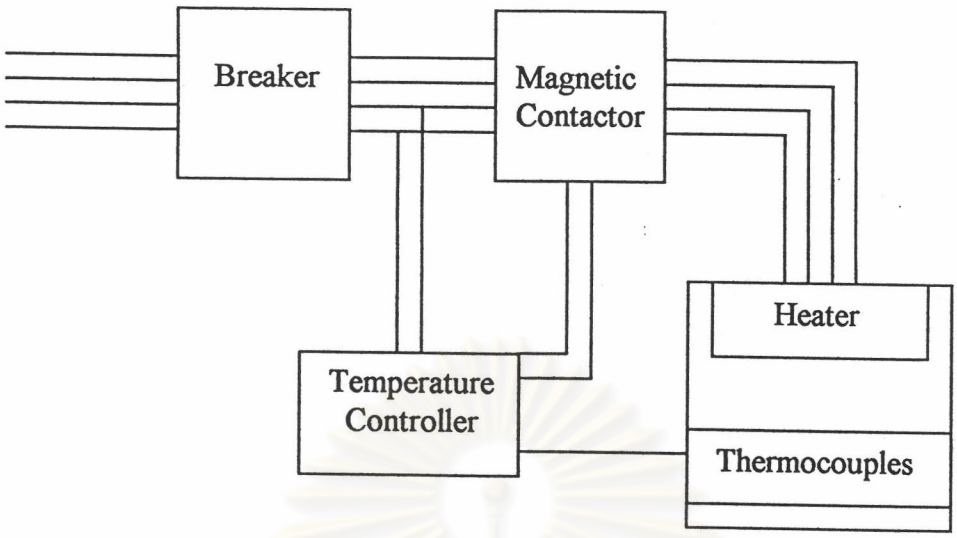
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Magnetic Contactor อีกที ซึ่งเครื่องควบคุมอุณหภูมิจะอ่านค่าอุณหภูมิจาก Thermocouples ที่จุ่มอยู่ในถังเก็บน้ำร้อน เมื่อเครื่องควบคุมอุณหภูมิอ่านค่าอุณหภูมิของน้ำที่อยู่ในถังเก็บน้ำร้อนยังไม่ถึงค่าของอุณหภูมิที่ตั้งไว้ เครื่องควบคุมอุณหภูมิจะจ่ายไฟฟ้าไปยังขดลวดของ Magnetic Contactor ทำให้ไฟฟ้าที่มาจาก Breaker จะสามารถไหลผ่าน Magnetic Contactor ไปยังเครื่องทำน้ำร้อน เพื่อความร้อนแก่น้ำที่อยู่ในถังน้ำร้อน และเมื่ออุณหภูมิของน้ำที่อยู่ในถังเก็บน้ำร้อนถึงค่าของอุณหภูมิที่ตั้งไว้แล้ว เครื่องควบคุมอุณหภูมิตัดไฟฟ้าที่ต่อไปยังขดลวดใน Magnetic Contactor ทำให้ไฟฟ้าที่มาจาก Breaker จะไม่สามารถไหลผ่าน Magnetic Contactor ไปได้ เครื่องทำความร้อนจะหยุดทำงาน



รูปที่ 3.8 ระบบทางเดินของน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.9 ระบบไฟฟ้า และควบคุม

3. อุปกรณ์วัดต่างๆ ได้แก่

3.1มาตรวัดน้ำ

3.2เทอร์โมคับเปิล

3.3เครื่องเก็บข้อมูล

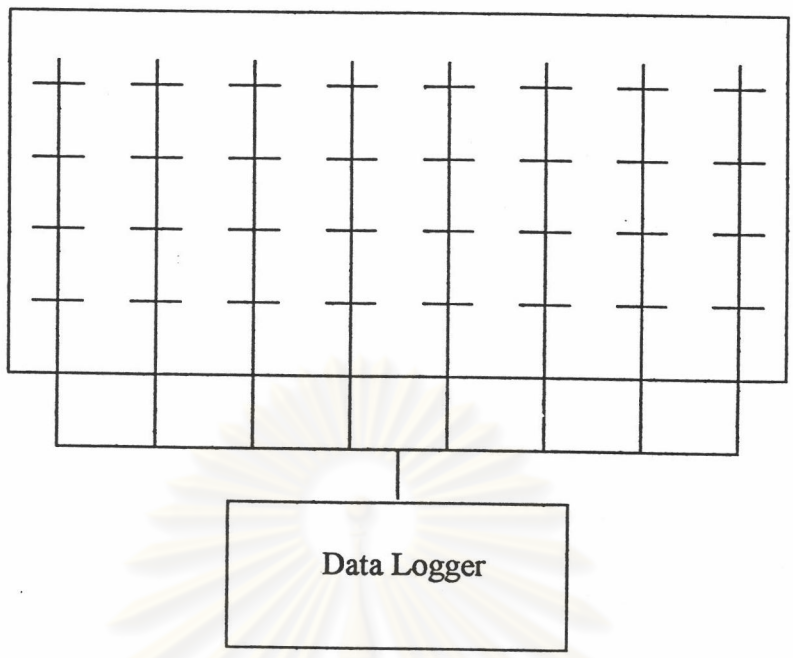
3.4เทอร์โมมิเตอร์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าของการทดลอง จะใช้วัดอัตราการไหลของน้ำ, อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศ, อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศ และอุณหภูมิของน้ำในสระน้ำระบายความร้อน

ในการวัดอัตราการไหลของน้ำจะใช้มาตรวัดน้ำที่มีความละเอียด 1 ลิตร และวัดอัตราการไหลของน้ำซ้ำอีกที โดยการตวงน้ำ แล้วจับเวลา

ในการวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศ และอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศ ของการวิจัยนี้ใช้เทอร์โมมิเตอร์

ในการวัดอุณหภูมิของน้ำในสระน้ำระบายความร้อน จะใช้เทอร์โมคับเปิลวัดอุณหภูมิของน้ำในสระน้ำระบายความร้อน กระจายไปตามจุดต่างๆของสระน้ำระบายความร้อน 32 จุด แล้วส่งข้อมูลไปอ่านค่าอุณหภูมิของน้ำที่เครื่องเก็บข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 อุปกรณ์ในการวัดอุณหภูมิของน้ำในสระน้ำระบายความร้อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 ขั้นตอนในการทดลอง

หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ดังหัวข้อ 3.3 แล้ว ในแต่ละการทดลองจะมีขั้นตอนการทดลองดังนี้มีรายละเอียดดังนี้

1.ทำการกั้นทางเดินของน้ำในสระน้ำระบายความร้อนให้เป็นไปตามรูปแบบต่างๆ

2.ปล่อยน้ำให้เข้ามาเต็มสระน้ำระบายความร้อน

3.ปล่อยน้ำร้อนเข้ามาในสระน้ำระบายความร้อน โดยควบคุมให้อัตราการไหลของน้ำคงที่ และให้น้ำไหลออกจากสระน้ำระบายความร้อนที่อีกด้านของสระน้ำระบายความร้อน

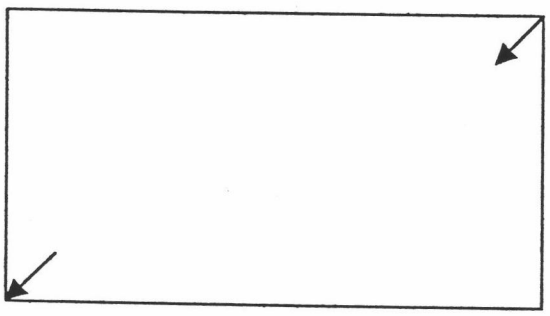
4.วัดอุณหภูมิบริเวณผิวน้ำของสระน้ำ และบันทึกค่าอุณหภูมิของน้ำที่เวลาต่างๆ จนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำเข้าสู่สภาวะคงตัว

5.ปล่อยน้ำออกจากสระน้ำให้หมด

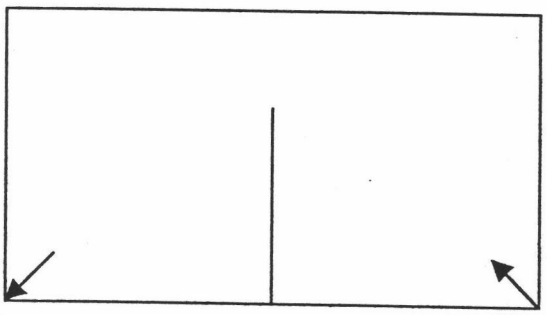
เริ่มแรกในการทดลองจะใช้สระน้ำระบายความร้อนขนาด กว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ที่ไม่มีการกั้นทางเดินของน้ำ ที่อัตราการไหลของน้ำ 1 ลิตรต่อนาที หลังจากทำการทดลองเสร็จสิ้นตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว จะทำการเปลี่ยนเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำร้อนที่ไหลเข้าสระน้ำระบายความร้อน เป็น 2 ลิตรต่อนาที, 3 ลิตรต่อนาที, 4 ลิตรต่อนาที, 5 ลิตรต่อนาที และ 6 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ

เมื่อทำการทดลองที่อัตราการไหลของน้ำ 1 ลิตรต่อนาที, 2 ลิตรต่อนาที, 3 ลิตรต่อนาที, 4 ลิตรต่อนาที, 5 ลิตรต่อนาที และ 6 ลิตรต่อนาที แล้ว จะทำการเปลี่ยนรูปแบบการกั้นทางเดินของน้ำให้เป็นรูปแบบต่างๆ ดังรูปที่ 3.11 โดยใช้แผ่นพลาสติกยาว 100 เซนติเมตร ในการกั้นทางเดินของน้ำในด้านกว้าง และใช้แผ่นพลาสติกยาว 200 เซนติเมตร ในการกั้นทางเดินของน้ำในด้านยาว แล้วทำการทดลองที่อัตราการไหลของน้ำ 1 ลิตรต่อนาที, 2 ลิตรต่อนาที, 3 ลิตรต่อนาที , 4 ลิตรต่อนาที, 5 ลิตรต่อนาที และ 6 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ จนครบทุกรูปแบบการกั้นทางเดินของน้ำ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบผลที่เกิดจากการกั้นทางเดินของน้ำ

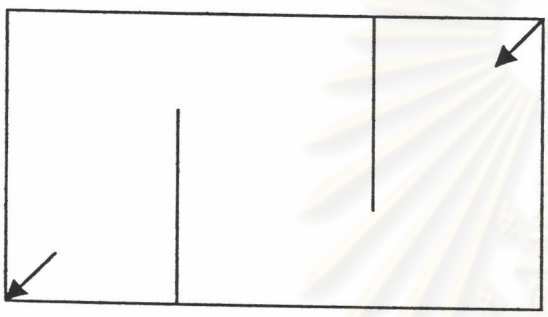
หลังจากนั้น จะทำการเปลี่ยนขนาดของสระน้ำระบายความร้อนเป็น สระน้ำระบายความร้อนขนาด กว้าง 120 เซนติเมตร ยาว 240 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ที่ไม่มีการกั้นทางเดินของน้ำ แล้วทำการทดลองที่อัตราการไหลของน้ำ 1 ลิตรต่อนาที, 2 ลิตรต่อนาที, 3 ลิตรต่อนาที, 4 ลิตรต่อนาที, 5 ลิตรต่อนาที และ 6 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบผลที่เกิดจากขนาดของสระน้ำระบายความร้อน



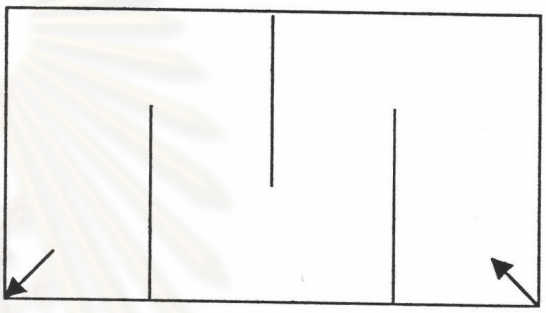
ไม่มีการกั้นทางเดินของน้ำ



การกั้นทางเดินของน้ำรูปแบบที่ 1



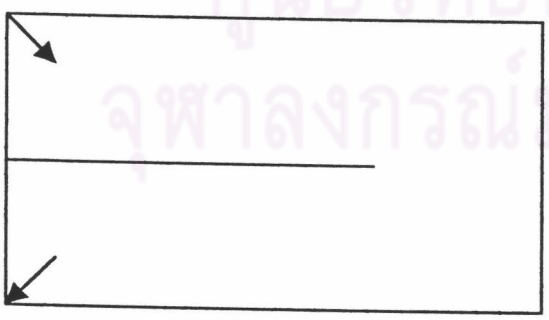
การกั้นทางเดินของน้ำรูปแบบที่ 2



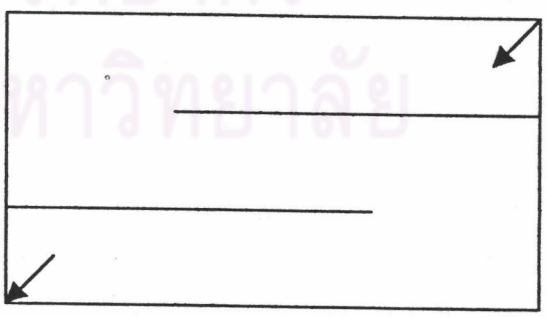
การกั้นทางเดินของน้ำรูปแบบที่ 3

การกั้นทางเดินของน้ำรูปแบบที่ 4

การกั้นทางเดินของน้ำรูปแบบที่ 5



การกั้นทางเดินของน้ำรูปแบบที่ 6



การกั้นทางเดินของน้ำรูปแบบที่ 7

รูปที่ 3.11 การกั้นทางเดินของน้ำรูปแบบต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนสุดท้าย จะทำการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำร้อนที่เข้าสระน้ำระบายความร้อนจากเดิม 50 °C เป็น 40 °C แล้วทำการทดลองที่สระน้ำระบายความร้อนทั้ง 2 ขนาด คือขนาดกว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร และ กว้าง 120 เซนติเมตร ยาว 240 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ที่อัตราการไหลของน้ำ 1 ลิตรต่อนาที, 2 ลิตรต่อนาที, 3 ลิตรต่อนาที, 4 ลิตรต่อนาที, 5 ลิตรต่อนาที และ 6 ลิตรต่อนาที เมื่อสระน้ำระบายความร้อนไม่มีการกั้นทางเดินของน้ำ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบผลที่เกิดจากการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำร้อนที่เข้าสระน้ำระบายความร้อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย