

บทที่ 3

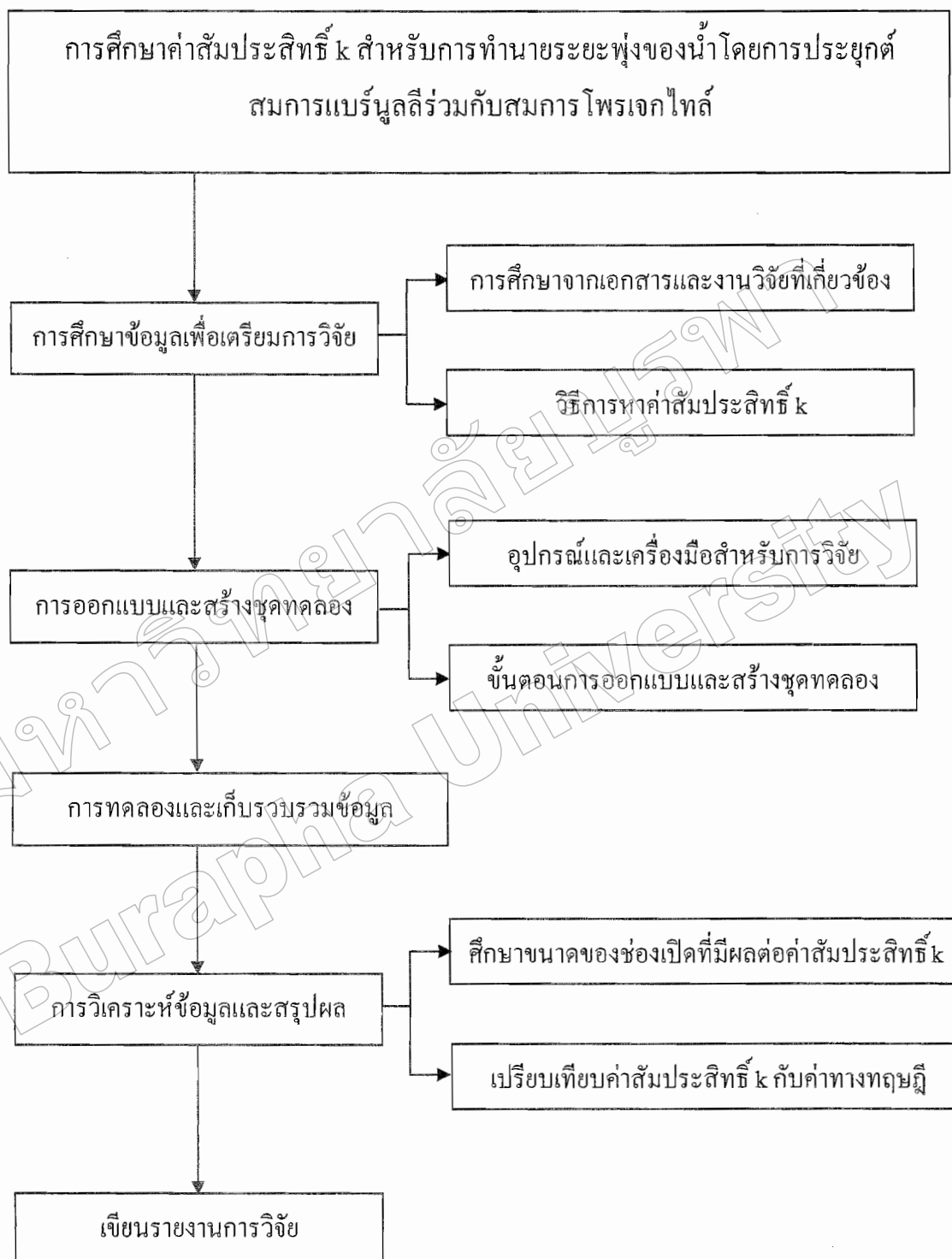
วิธีดำเนินการวิจัย

บทนี้กล่าวถึง อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ตลอดจนถึงรายละเอียดขั้นตอน และการดำเนินการทดลอง ตั้งแต่กรอบแนวคิดของการวิจัย การศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย การออกแบบและสร้างชุดทดลอง การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

กรอบแนวคิดของงานวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งกิจกรรมการดำเนินงานของการวิจัยออกเป็น 4 ส่วน คือ

1. การศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย โดยการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะฟุ้งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการ โพรเจกไทล์
2. การออกแบบและสร้างชุดทดลอง สำหรับการหาค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะฟุ้งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการโพรเจกไทล์ โดยจะอธิบายถึงอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิจัย ขั้นตอนการออกแบบและสร้างชุดทดลองสำหรับการหาค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะฟุ้งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการโพรเจกไทล์
3. การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นส่วนที่อธิบายถึงขั้นตอนในการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะฟุ้งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการโพรเจกไทล์ รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อศึกษาขนาดของช่องเปิดที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะฟุ้งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการโพรเจกไทล์ เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะฟุ้งของน้ำ กับค่าทางทฤษฎี ศึกษาลักษณะการไหลของของไหลโดยใช้เลขเรย์โนลด์ และเปรียบเทียบเส้นทางการไหลจริงของน้ำกับแบบจำลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 3-1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

การศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย

ในการทำวิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะพุ่งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการโพเรจกโทล์

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. วิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้หน่วยพื้นฐานของสาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ และสาระที่ 5: พลังงาน ตามหลักสูตรการศึกษาแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างชุดทดลอง
2. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างชุดทดลองจากเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดทดลอง
3. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เทคนิค และวิธีการออกแบบการทดลองทางวิทยาศาสตร์จากเอกสาร ตำราต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. ศึกษาระเบียบวิธีการวิจัยจากเอกสารต่างๆ

วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะพุ่งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการโพเรจกโทล์

การหาค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับทำนายระยะพุ่งของน้ำ หาได้จากการศึกษาการพุ่งของของเหลวจากถังน้ำที่มีช่องเปิดดังภาพที่ 3-2 สามารถคำนวณหาความเร็วที่พุ่งออกจากถังได้จากสมการของแบร์นูลลี ซึ่งไม่คิดความหนืดของของเหลวและของเหลวต้องไม่สามารถบีบอัดได้

$$P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g h_1 = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} + \rho g h_2 \quad (3-1)$$

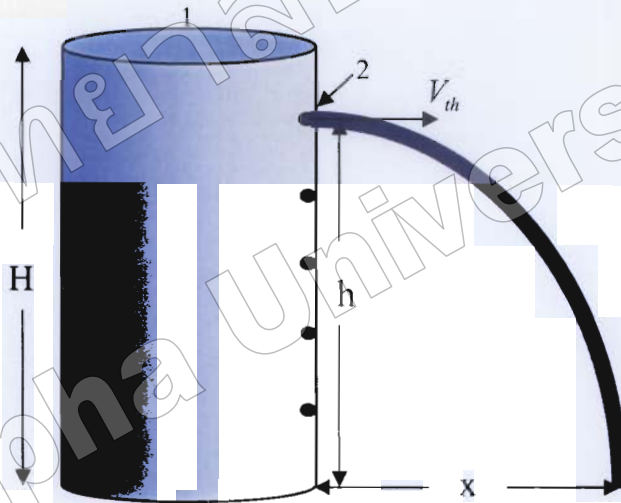
เมื่อพิจารณา 2 จุดที่มีความสูงแตกต่างกัน $h_1 (= H)$ และ $h_2 (= h)$ P_1 และ P_2 เป็นความดันที่สอดคล้องกับจุดทั้งสองนั้น เมื่อ v_1 และ v_2 เป็นความเร็วของของเหลวที่ไหลในจุดที่ 1 และจุดที่ 2 ตามลำดับ จากการทดลองสมมุติว่า $P_1 \approx P_2$ $v_1 \approx 0$ และ $v_2 \approx V_{\text{exit}}$ จะได้ว่า

$$\rho g H = \frac{\rho V_{th}^2}{2} + \rho g h$$

$$\rho g H - \rho g h = \frac{\rho V_{th}^2}{2}$$

$$V_{th}^2 = 2g(H - h)$$

$$V_{th} = \sqrt{2g(H - h)} \quad (3-2)$$



ภาพที่ 3-2 การทดลองการพุ่งของน้ำ

แต่ในทางปฏิบัติ ความเร็วที่ได้จะไม่เท่ากับค่าที่คำนวณจากสมการแบร์นูลลีตามสมการที่ 3-2 และเมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ในสองมิติของอนุภาคของเหลวจะมีการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ หากไม่พิจารณาแรงต้านอากาศ จะสามารถอธิบายได้โดยใช้สมการการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ ซึ่งแยกการพิจารณาออกเป็น 2 แนวการเคลื่อนที่ ดังนี้

แนวราบ

$$x = V_{0x} t$$

(3-3)

แนวตั้ง

$$-h = V_{0y}t - \frac{gt^2}{2} \quad (3-4)$$

เนื่องจาก $V_{0y} = 0$ จะได้

$$-h = -\frac{gt^2}{2}$$

$$t^2 = \frac{2h}{g}$$

จะได้

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (3-5)$$

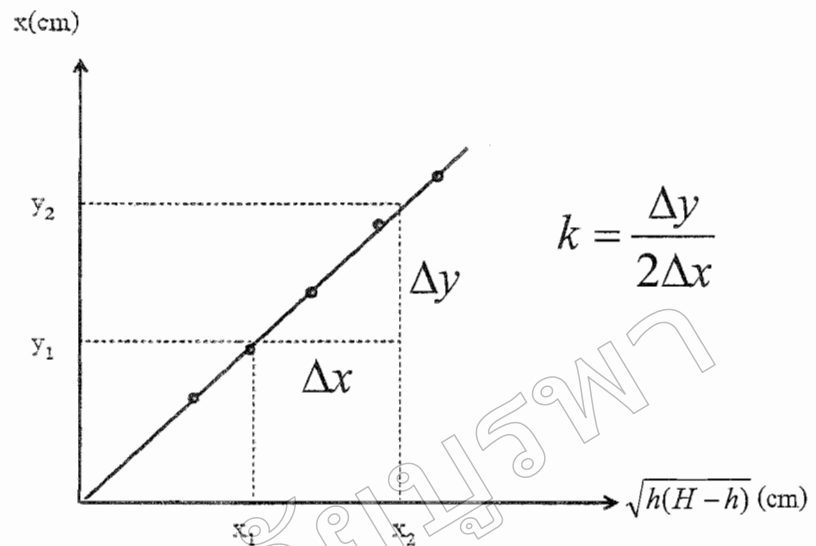
เมื่อแทนค่าเวลา จากสมการที่ 3-5 ลงในสมการที่ 3-3 จะคำนวณความเร็วเริ่มต้นได้คือ

$$V_{0x} = \frac{x}{t} = x\sqrt{\frac{g}{2h}} \quad (3-6)$$

และพบว่าความเร็วที่ได้จากสมการที่ 3-2 กับสมการที่ 3-6 จะมีค่าไม่เท่ากันเนื่องจากสมการแบร์นูลลีจะไม่คิดความหนืดของของเหลว จึงเกิดค่าสัมประสิทธิ์ขึ้นค่าหนึ่ง โดยได้จากอัตราส่วนระหว่าง V_{0x} กับ V_{th} ดังนี้

$$k = \frac{V_{0x}}{V_{th}} = \frac{x}{2\sqrt{h(H-h)}} \quad (3-7)$$

สามารถคำนวณหาค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ได้จากการวัดค่าของ H h และ x จากการทดลอง โดยการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\sqrt{h(H-h)}$ กับ x จะได้ความชันของกราฟเท่ากับ $2k$ ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\sqrt{h(H-h)}$ กับ x

การออกแบบและสร้างชุดทดลอง

การออกแบบและสร้างชุดทดลองในการวิจัยจะกล่าวถึงอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิจัย การออกแบบชุดทดลองและสร้างชุดทดลอง ซึ่งในการทดลองต้องการหาค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะพุ่งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการโพเรจไทล์และศึกษาขนาดของช่องเปิดให้น้ำไหลที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะพุ่งของน้ำ โดยใช้ท่อ PVC สีฟ้า เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 7.62 cm มีรายละเอียดดังนี้

อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิจัย

1. ท่อ PVC สีฟ้า เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 7.62 cm (โดยขนาดที่ขายตามท้องตลาดคือท่อ PVC สีฟ้าขนาด 2.5 in) ความยาว 35 cm จำนวน 6 ชิ้น
2. ฝาปิดท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.62 cm
3. เครื่องตัดเหล็ก
4. เครื่องเจาะรู
5. ดอกสว่านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ ดังนี้
 - 5.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.156 cm (โดยขนาดที่ขายตามท้องตลาดคือ ดอกสว่านขนาด 1/16 in) จำนวน 1 ดอก

5.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.269 cm (โดยขนาดที่ขายตามท้องตลาดคือ ดอก
ส่วนขนาด 7/64 in) 1 ดอก

5.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.345 cm (โดยขนาดที่ขายตามท้องตลาดคือ ดอก
ส่วนขนาด 9/64 in) 1 ดอก

5.4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.468 cm (โดยขนาดที่ขายตามท้องตลาดคือ ดอก
ส่วนขนาด 3/16 in) 1 ดอก

5.5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.543 cm (โดยขนาดที่ขายตามท้องตลาดคือ ดอก
ส่วนขนาด 7/32 in) 1 ดอก

5.6 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.627 cm (โดยขนาดที่ขายตามท้องตลาดคือ ดอก
ส่วนขนาด 1/4 in) 1 ดอก

6. สติ๊กเกอร์รูปไม้บรรทัด

7. ถาดอะลูมิเนียม $25 \times 40 \times 5 \text{ cm}^3$

8. ดินสอและตลับเมตร

9. จุกยาง

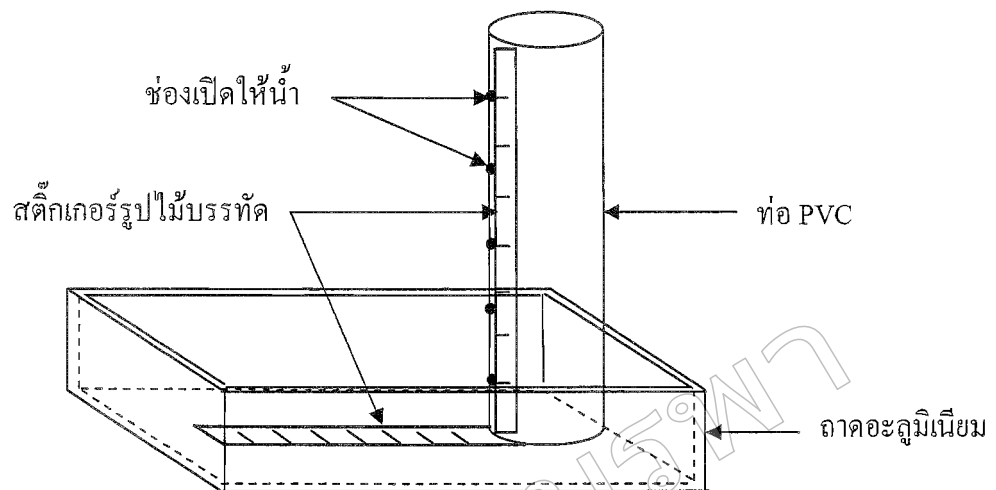
10. เวอร์เนียคาลิเปอร์ความละเอียด 0.02 mm

11. กล้องถ่ายภาพแบบดิจิทัลพร้อมขาตั้ง

12. น้ำ

ขั้นตอนการออกแบบชุดทดลองและสร้างชุดทดลอง

ขั้นตอนของการออกแบบและสร้างชุดทดลองสำหรับการหาค่าสัมประสิทธิ์ k
สำหรับการทำนายระยะพุ่งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการโพเรจไทล์ และ
เพื่อศึกษาขนาดของช่องเปิดให้น้ำไหลที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ k โดยใช้ท่อ PVC สีฟ้าเส้นผ่าน
ศูนย์กลาง 7.62 cm มีลักษณะของชุดทดลองดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 ไดอะแกรมของชุดทดลองที่สร้างขึ้นในงานวิจัย

ขั้นตอนการสร้างชุดทดลองมีดังนี้

1. เลื่อยท่อ PVC เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 7.62 cm ความยาว 35 cm จำนวน 6 ชิ้น
2. ปิดปลายท่อ PVC ที่เลื่อยแล้ว ด้วยฝาปิด PVC
3. ติดสติ๊กเกอร์รูปไม้บรรทัดบนท่อ PVC
4. เจาะรูบนท่อ PVC ขนาดต่าง ๆ ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3-1 แสดงการเจาะรูบนท่อ PVC

ชุดที่	ความสูงท่อ (cm)	ระยะระหว่างช่อง เปิด H-h (cm)	ขนาดช่องเปิด (cm)
1	35.00	5.00	0.156
2	35.00	5.00	0.269
3	35.00	5.00	0.345
4	35.00	5.00	0.468
5	35.00	5.00	0.534
6	35.00	5.00	0.627

หมายเหตุ ช่องเปิดแรกอยู่สูงจากพื้น 10.00 cm

5. ติดสติ๊กเกอร์รูปไม้บรรทัดบนภาชนะลูมิเนียม
6. นำท่อ PVC วางบนภาชนะลูมิเนียมในตำแหน่งที่กำหนดดังภาพที่ 3-4
7. ปี๋ครู่ที่เจาะไว้ด้วยจุกยาง เติมน้ำให้เต็ม พร้อมสำหรับการทดลอง

การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนในการทำการทดลองและเก็บรวบรวมสำหรับการหาค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะพุ่งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการโพรเจกไทล์ และเพื่อศึกษาขนาดของช่องเปิดให้น้ำไหลที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะพุ่งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการโพรเจกไทล์ โดยใช้ท่อ PVC สีฟ้าเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.62 cm มีรายละเอียดดังนี้

1. นำท่อ PVC ชุดที่ 1 ตามตารางที่ 3-1 วางลงบนภาชนะลูมิเนียม โดยให้หัวด้านนอกของท่อ PVC ตรงกับจุดศูนย์กลางของภาชนะลูมิเนียม และหันด้านที่มีช่องเปิดให้อยู่ในแนวเดียวกับสเกลวัดระยะบนภาชนะลูมิเนียม
2. บันทึกความสูงของช่องเปิดแต่ละช่อง (h) ลงในตารางบันทึกผล
3. อุดช่องเปิดทั้งหมดด้วยจุกยาง และเติมน้ำให้เต็มท่อ PVC
4. ใช้มือข้างหนึ่งจับปลายท่อ PVC ส่วนมืออีกข้างจับที่จุกยาง
5. ดึงจุกยางอันบนสุดพร้อมกับสังเกตระยะของน้ำที่ตกลงบนภาชนะลูมิเนียมในทันที โดยใช้การบันทึกวิถีไจจากกล้องดิจิทัล และหาค่าเฉลี่ยของตำแหน่งที่น้ำตกลงบนภาชนะลูมิเนียมแล้วบันทึกผลการทดลอง
6. ปลดปล่อยให้น้ำไหลออกจากช่องบนสุดจนหมด แล้วค่อยดึงจุกยางอันถัดไปสังเกตและบันทึกระยะของน้ำที่ตกลงบนภาชนะลูมิเนียม โดยใช้การบันทึกวิถีไจจากกล้องดิจิทัล และหาค่าเฉลี่ย
7. ทำเช่นเดียวกับข้อที่ 6 โดยดึงจุกยางให้ครบทั้ง 5 อันตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง
8. ทำการทดลองซ้ำข้อที่ 5 – 7 อีก 5 ครั้ง นำผลการทดลองที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย
9. เขียนกราฟระหว่างระยะพุ่งของน้ำที่ตกลงบนภาชนะลูมิเนียมเฉลี่ย (x) กับค่า $\sqrt{h(H-h)}$ คำนวณหาความชันของกราฟ

จากสมการ

$$x = 2k\sqrt{h(H-h)} \quad (3-8)$$

10. ค่าของความชันกราฟที่ได้จะมีค่าเท่ากับ $2k$ คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ k
11. ทำการทดลองเช่นเดียวกับ ข้อที่ 1 - 10 โดยใช้ชุดทดลองตามตารางที่ 3-1

วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ และเขียนบรรยายเชิงพรรณนามีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาขนาดของช่องเปิดที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะพุ่งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการโพรเจกไทล์ และเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะพุ่งของน้ำ กับค่าทางทฤษฎี พร้อมทั้งคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของตารางและกราฟความสัมพันธ์
2. วิเคราะห์ลักษณะการไหลของของไหลโดยศึกษาจากค่าเลขเรย์โนลด์ (Re) และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ k กับเลขเรย์โนลด์ โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของตารางและกราฟความสัมพันธ์
3. เปรียบเทียบเส้นทางการไหลจริงของน้ำกับแบบจำลองโดยใช้คอมพิวเตอร์ และนำเสนอข้อมูลในรูปของภาพการเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำ