

โครงการคณิตศาสตร์ ประเภทบูรณาการ
เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์การไหลของน้ำเพื่อพัฒนารูปทรงของท่อระบายน้ำ
ผ่านแบบจำลองการไหลแบบอิสระและแบบมีแรงดัน

โดย

1. นายกฤตภาส ศรีเอียด
2. นายกฤษฎา จันทร์ทับ
3. นายเทวิช ปัทคามินทร์

ครูที่ปรึกษา

1. นายชาติ แก้ววารี
2. นางสาวพรสวรรค์ เพชรกลับ

โรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุราษฎร์ธานี ชุมพร

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนประกอบของโครงการคณิตศาสตร์ ประเภทบูรณาการ
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ช่วงชั้นที่ 4
เนื่องในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติส่วนภูมิภาค ประจำปี พ.ศ.2569

เรื่อง	การศึกษาความสัมพันธ์การไหลของน้ำเพื่อพัฒนารูปทรงของท่อระบายน้ำผ่านแบบจำลองการไหลแบบอิสระและแบบมีแรงดัน
ผู้จัดทำ	นายกฤตภาส ศรีเอียด นายกฤษฎา จันทร์ทับ นายเทวิช ปัทคามินทร์
ครูที่ปรึกษา	นายชาติ แก้ววารี นางสาวพรสวรรค์ เพชรกลับ
วิชา	คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6
ที่อยู่	โรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก ตำบลท่าแซะ อำเภوتاแซะ จังหวัดชุมพร

บทคัดย่อ

โครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์การไหลของน้ำเพื่อพัฒนารูปทรงของท่อระบายน้ำ ผ่านแบบจำลองการไหลแบบอิสระและแบบมีแรงดัน เป็นโครงการของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 โรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก จังหวัดชุมพร มีวัตถุประสงค์คือ 1. เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส 2. เพื่อหาวิธีการสร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อเท่ากัน 3. เพื่อหารูปทรงของท่อระบายน้ำที่ระบายน้ำได้ดีที่สุด 4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการไหลแบบอิสระผ่านท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส 5. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการไหลแบบมีแรงดันผ่านท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า 1. รูปทรงที่ใช้ทดลอง คือ ท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า ท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อน้ำเท่ากัน 2. ภาชนะบรรจุน้ำที่ใช้ทดลอง กำหนดให้เป็นภาชนะชนิดเดียวกัน มีปริมาตรเท่ากัน 3. เนื้อหาที่ใช้ในการทำโครงการเป็นเนื้อหามัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการทดลองพบว่า

1. เมื่อกำหนดให้ท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อน้ำเท่ากัน แล้วเปรียบเทียบระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อจนถึงระยะที่กำหนด ผลการเปรียบเทียบระยะเวลา พบว่า ท่อระบายน้ำทรงกระบอกใช้เวลาเฉลี่ย 56 วินาที ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าใช้เวลาเฉลี่ย 27 วินาที

และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสใช้เวลาเฉลี่ย 34 วินาที แสดงว่าท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าใช้เวลาเฉลี่ยน้อยที่สุด

2. มีวิธีการสร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อเท่ากัน ดังนี้

การสร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในยาว 10 เซนติเมตร มีความยาวของท่อระบายน้ำ 10 เซนติเมตร คิดเป็นมาตราส่วนขนาดท่อระบายน้ำจริงต่อท่อระบายน้ำทดลองเป็น 10:1 ได้ท่อระบายน้ำมีพื้นที่หน้าตัด ประมาณ 78.5 ตารางเซนติเมตร

การสร้างท่อระบายน้ำทรงปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า ได้ความยาวด้านของปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า ประมาณ 13.5 เซนติเมตร

การสร้างท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ได้ความยาวด้านประมาณ 8.9 เซนติเมตร

3. ผลการทดลองเปรียบเทียบความสูงของระดับน้ำที่ไหลแบบอิสระในแต่ละเวลา จากการทดลองวัดระดับความสูงของน้ำที่ลดลงเทียบกับเวลา (t) โดยเริ่มจากระดับความสูงเริ่มต้น 25 เซนติเมตร พบว่าระดับน้ำในท่อทุกรูปทรงลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น แต่มีอัตราการลดลงที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า มีระดับน้ำลดลงรวดเร็วที่สุด โดยเมื่อผ่านไป 1 วินาที ระดับน้ำลดลงเหลือ 13.9 เซนติเมตร ในขณะที่ท่อระบายน้ำทรงกระบอกระดับน้ำยังคงเหลืออยู่สูงที่สุดคือ 16.2 เซนติเมตร และเมื่อพิจารณาถึงเวลาที่ใช้ในการระบายน้ำจนถึงระดับต่ำสุด (2 เซนติเมตร) พบว่าท่อปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าใช้นิเวลาน้อยที่สุดเพียง 8 วินาที รองลงมาคือท่อปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ 9 วินาที และท่อทรงกระบอกใช้เวลานานที่สุดถึง 10 วินาที

4. ผลการทดลองเปรียบเทียบเวลาของน้ำที่ใช้ในการไหลแบบมีแรงดันในแต่ละปริมาตรเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรน้ำ (V) กับเวลา (t) พบว่าที่ปริมาตรน้ำสูงสุด 80 ลิตร ท่อระบายน้ำทั้ง 3 รูปทรงใช้เวลาในการระบายน้ำเท่ากันคือ 20 วินาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภายใต้สภาวะที่มีแรงดันสูง ความแตกต่างของรูปทรงมีผลต่อเวลาสุดท้ายน้อยลงเมื่อเทียบกับการไหลแบบอิสระ

อย่างไรก็ตาม เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชัน พบความแตกต่างที่สำคัญคือ ในขณะที่ท่อทรงกระบอกและท่อสี่เหลี่ยมมีอัตราการเพิ่มของเวลาต่อปริมาตรที่ผันผวนและความคลาดเคลื่อนจากเส้นตรง ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่ากลับแสดงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เป็นฟังก์ชันเชิงเส้น อย่างชัดเจนในช่วงการไหลหลัก (10-60 ลิตร) โดยมีความชันคงที่ และสามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยสมการ $t = 0.2V + 4$ ทำให้เห็นว่าท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่ามีเสถียรภาพในการควบคุมการไหลที่สม่ำเสมอและคาดการณ์ได้แม่นยำที่สุดเมื่อใช้งานร่วมกับระบบปั้มน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์การไหลของน้ำเพื่อพัฒนารูปทรงของท่อระบายน้ำ ผ่านแบบจำลองการไหลแบบอิสระและแบบมีแรงดัน ได้รับความอนุเคราะห์ความรู้คำแนะนำ คำชี้แนะ ในการทำโครงการเป็นอย่างดีจาก ครูชาลี แก้ววารี , ครูพรสวรรค์ เพชรกลับ และครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณและขอบใจครอบครัว และเพื่อนๆ ของผู้จัดทำที่คอยให้กำลังใจและถามไถ่ความเป็นไปของโครงการอยู่เสมอ ทำให้ผู้จัดทำมีกำลังใจที่จะทำโครงการจนสำเร็จได้

นายกฤตภาส ศรีเอียด

นายกฤษฎา จันทรทัต

นายเตวิช ปัทคามินทร์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	2
ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง	2
สมมติฐานที่ใช้ในการทดลอง	2
ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการทดลอง	2
ผลที่ได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
ทอระบายน้ำ	4
พื้นที่ผิวของทรงกระบอก	7
พื้นที่ผิวของปริซึม	7
สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	8
ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน	10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	13
ปฏิทินการปฏิบัติงาน	13
ขั้นตอนการดำเนินงาน	13
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	25
1. ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากทอระบายน้ำทรงกระบอก ทอระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และทอระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยม จัตุรัส	25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2. วิธีการสร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อน้ำเท่ากัน.....	25
3. ผลของรูปทรงของท่อต่อการระบายน้ำ.....	28
4 ผลการเปรียบเทียบความสูงของระดับน้ำที่ไหลแบบอิสระออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสในแต่ละเวลา.....	28
5 ผลการเปรียบเทียบเวลาของน้ำที่ใช้ในการไหลแบบมีแรงดันจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสในแต่ละปริมาตร.....	29
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการ	31
ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน.....	31
ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข.....	31
บรรณานุกรม	32

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงปฏิทินแสดงการปฏิบัติงาน.....	13
ตารางที่ 2 ระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอกจนถึงระดับที่กำหนด.....	19
ตารางที่ 3 ระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าจนถึงระดับที่กำหนด.....	20
ตารางที่ 4 ระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสจนถึงระดับที่กำหนด	21
ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอกท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส.....	22
ตารางที่ 6 เวลาของน้ำที่ใช้ในการไหลแบบมีแรงดันจากท่อระบายน้ำทรงกระบอกท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสในแต่ละปริมาตร.....	24
ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส.....	25

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ลักษณะท่อระบายน้ำ	5
ภาพที่ 2 สํารวจการระบายน้ำจากประตูระบายน้ำครึ่ง	14
ภาพที่ 3 สํารวจการระบายน้ำจากคลองห้วยกรวด หมู่ที่ 8 ตำบลท่าแซะ	14
ภาพที่ 4 สํารวจการใช้ท่อระบายน้ำจากตัวอำเภوتاแซะลงสู่คลองท่าแซะ	14
ภาพที่ 5 ศึกษาท่อระบายน้ำจริงจากร้านจำหน่าย	15
ภาพที่ 6 คํานวณหาพื้นที่หน้าตัดของท่อระบายน้ำทรงกระบอก เพื่อใช้หาความยาวด้านของ ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และความยาวด้านของท่อระบายน้ำปริซึม สี่เหลี่ยมจัตุรัส	16
ภาพที่ 7 รูปคลี่ของท่อระบายน้ำทรงกระบอก	17
ภาพที่ 8 สร้างรูปคลี่ ตัด และม้วนท่อระบายน้ำทรงกระบอก โดยใช้เครื่องเป่าลมร้อน	17
ภาพที่ 9 ติดท่อระบายน้ำทรงกระบอกกับภาชนะทดลอง	17
ภาพที่ 10 รูปคลี่ของท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า	17
ภาพที่ 11 สร้างรูปคลี่ ตัด และประกอบท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า	18
ภาพที่ 12 ติดท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่ากับภาชนะทดลอง	18
ภาพที่ 13 รูปคลี่ของท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส	18
ภาพที่ 14 สร้างรูปคลี่ ตัด และประกอบท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส	19
ภาพที่ 15 ติดท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่ากับภาชนะทดลอง	19
ภาพที่ 16 การทดลองของท่อระบายน้ำทรงกระบอก	20
ภาพที่ 17 การทดลองของท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า	20
ภาพที่ 18 การทดลองของท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส	21
ภาพที่ 19 การทดลองของท่อระบายน้ำแต่ละรูปทรง	22
ภาพที่ 20 การทดลองของท่อระบายน้ำแต่ละรูปทรง	24
ภาพที่ 21 การทดลองของท่อระบายน้ำแต่ละรูปทรง	26
ภาพที่ 22 ท่อระบายน้ำทรงกระบอก มีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร มีความยาวท่อ 10 เซนติเมตร	26
ภาพที่ 23 ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า มีความยาวด้าน 13.5 เซนติเมตร และมีความยาวท่อ 10 เซนติเมตร	27

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 24	ท่อระบายน้ำปริซึมปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีความยาวด้าน 8.9 เซนติเมตร และมีความยาวท่อ 10 เซนติเมตร	28
-----------	--	----

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยเผชิญกับปัญหาสาธารณสุขมาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง "อุทกภัย" หรือปัญหาน้ำท่วมขัง ซึ่งสร้างความสูญเสียอย่างมหาศาลทั้งต่อชีวิต ทรัพย์สิน และเศรษฐกิจของประเทศ จากข้อมูลสถิติสาธารณสุขในรอบ 20 ปี (ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 - 2567) พบว่าอุทกภัยเป็นภัยพิบัติที่สร้างผลกระทบรุนแรงที่สุด โดยมีประชาชนได้รับผลกระทบสูงถึง 89,332,157 คน และสร้างมูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจสูงถึง 76,489,434,738 บาท ปัญหาดังกล่าวมักทวีความรุนแรงขึ้นในเขตชุมชนเมืองและพื้นที่ลุ่มต่ำ ซึ่งสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ น้ำท่วมขังเป็นเวลานานคือ ข้อจำกัดและประสิทธิภาพของระบบท่อระบายน้ำ

อุทกภัยเป็นภัยธรรมชาติที่เกิดจากสภาวะน้ำท่วม น้ำท่วมฉับพลัน หรือน้ำเอ่อล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่ รวมถึงการสะสมของปริมาณน้ำบนพื้นที่ที่ระบายออกไม่ทันจนเกิดเป็นน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ที่มักได้รับผลกระทบจากฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องในหลายจังหวัด เช่น สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ตรัง สงขลา ยะลา ปัตตานี นราธิวาส และสตูล ซึ่งสร้างความเดือดร้อนและส่งผลกระทบต่อจิตใจของประชาชนในพื้นที่เป็นอย่างมาก

ระบบท่อระบายน้ำจึงเป็นส่วนสำคัญในการช่วยแก้ไขปัญหาน้ำท่วม โดยทำหน้าที่ระบายน้ำส่วนเกิน ทั้งน้ำฝนและน้ำเสียจากแหล่งชุมชน อาคารที่พักอาศัย โรงแรม โรงพยาบาล สถานที่ราชการ เขตพาณิชย์กรรม อุตสาหกรรม และเส้นทางคมนาคม ท่อระบายน้ำจึงเปรียบเสมือนหัวใจสำคัญของงานระบายน้ำ ซึ่งการสำรวจ วิเคราะห์ วางแผน และออกแบบระบบจำเป็นต้องพิจารณาอย่างรอบคอบและรัดกุมที่สุดเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าและประสิทธิภาพสูงสุด โดยต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายด้าน เช่น ลักษณะภูมิประเทศของแต่ละท้องถิ่น ปริมาณน้ำฝน ระดับและตำแหน่งการวางท่อที่สามารถระบายน้ำได้ดีที่สุด ชนิด ขนาด รวมไปถึงรูปทรงของท่อระบายน้ำ เป็นต้น

จากปัญหาและปัจจัยดังกล่าว ผสมกับความรู้นี้ได้จากการศึกษาเรื่อง "กราฟของฟังก์ชัน" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คณะผู้จัดทำจึงเกิดข้อสงสัยว่า หากเปรียบเทียบลักษณะของกราฟแสดงความสัมพันธ์ของการไหลแบบอิสระผ่านท่อระบายน้ำ 3 รูปทรง ได้แก่ ท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อเท่ากัน ท่อระบายน้ำแต่ละรูปทรงจะมีประสิทธิภาพในการระบายน้ำแตกต่างกันอย่างไร และรูปทรงใดมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ระบายน้ำได้ดีที่สุด คณะผู้จัดทำจึงได้จัดทำโครงการ “การศึกษาความสัมพันธ์การไหลของน้ำเพื่อพัฒนารูปทรงของท่อระบายน้ำ ผ่านแบบจำลองการไหลแบบอิสระและแบบมีแรงดัน” ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส
2. เพื่อหาวิธีการสร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อเท่ากัน
3. เพื่อหารูปทรงของท่อระบายน้ำที่ระบายน้ำได้ดีที่สุด
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการไหลแบบอิสระผ่านท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส
5. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการไหลแบบมีแรงดันผ่านท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. รูปทรงที่ใช้ทดลอง คือ ท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อน้ำเท่ากัน
2. ภาชนะบรรจุน้ำที่ใช้ทดลอง กำหนดให้เป็นภาชนะชนิดเดียวกัน มีปริมาตรเท่ากัน
3. เนื้อหาที่ใช้ในการทำโครงงานเป็นเนื้อหาหมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปรต้น รูปทรงของท่อระบายน้ำ

ตัวแปรตาม ระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำ

ตัวแปรควบคุม พื้นที่หน้าตัดของท่อระบายน้ำ ความยาวของท่อระบายน้ำ ชนิดและขนาดของภาชนะบรรจุน้ำ ปริมาตรน้ำที่ใช้ในการทดลอง องศาในการวางท่อ ระดับความเอียงในแนวราบของภาชนะบรรจุน้ำ เวลาที่ใช้ในการทดลองเพื่อวัดความสูงของระดับน้ำ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบการไหลในแต่ละช่วงเวลา

สมมติฐานที่ใช้ในการทดลอง

ถ้ารูปทรงของท่อระบายน้ำมีผลต่อการระบายน้ำ ดังนั้นท่อระบายน้ำแต่ละรูปทรง จะใช้เวลาในการระบายน้ำต่างกัน

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการทดลอง

1. พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก
2. พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม
3. สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
4. ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

ผลที่ได้รับ

1. ทำให้ได้ทราบระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส
2. ทำให้ได้วิธีการสร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อเท่ากัน
3. ทำให้ทราบว่ารูปทรงใดของท่อระบายน้ำระบายน้ำได้ดีที่สุด
4. ทำให้ทราบความสูงของน้ำที่ไหลแบบอิสระออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในแต่ละเวลา
5. ทำให้ทราบเวลาของน้ำที่ใช้ในการไหลแบบมีแรงดันจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสในแต่ละปริมาตร

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

การทำโครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์การไหลของน้ำเพื่อพัฒนารูปทรงของท่อระบายน้ำ ผ่านแบบจำลองการไหลแบบอิสระและแบบมีแรงดัน ในครั้งนี้ คณะผู้จัดทำได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ท่อระบายน้ำ
2. พื้นที่ผิวของทรงกระบอก
3. พื้นที่ผิวของปริซึม
4. สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
5. ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

1. ท่อระบายน้ำ

ท่อระบายน้ำ หมายถึง ท่อหรือรางสำหรับระบายน้ำฝนหรือน้ำเสียจากแหล่งชุมชน อาคารที่พักอาศัย โรงแรม โรงพยาบาล สถานที่ราชการ และเขตพาณิชยกรรม เขตธุรกิจ และอุตสาหกรรม โดยการวางระบบท่อระบายน้ำ จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการสำรวจ วิเคราะห์ วางแผน และออกแบบตามรูปทรงและวัตถุประสงค์ของการระบายน้ำให้รอบคอบและรัดกุมที่สุด เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าและประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งในการออกแบบระบบวางท่อระบายน้ำ ต้องพิจารณาหลาย ๆ ด้าน เช่น ลักษณะภูมิประเทศของแต่ละท้องถิ่น ปริมาณน้ำฝน น้ำในดิน ตำแหน่งของการวางท่อระบายน้ำต้องวางในตำแหน่งที่สามารถระบายน้ำได้ดีที่สุด ระดับของท่อระบายน้ำที่ช่วยให้เกิดการไหลในปริมาณที่เหมาะสม รวมทั้งชนิดของท่อระบายน้ำ ขนาดและรูปทรงของท่อระบายน้ำ และจำนวนท่อระบายน้ำ เป็นต้น

1.1 ลักษณะของท่อระบายน้ำ

ท่อระบายน้ำคอนกรีต มีการออกแบบอยู่ 2 รูปทรง ทั้งแบบทรงกลม และทรงสี่เหลี่ยม ตามลักษณะการนำไปใช้งานเป็นหลัก โดยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1.1.1 ท่อกลม

- ท่อกลมแบบลิ้นราง (Tongue and Groove) ท่อที่ปลายข้างหนึ่งบากเป็นบ่าที่ผิวด้านนอก และปลายอีกข้างหนึ่งบากเป็นบ่าที่ผิวด้านใน เพื่อให้สวมสลักเข้ากันอย่างเหมาะสม สำหรับปากท่อแบบนี้เหมาะสำหรับงานระบายน้ำทั่วไป จากอาคารบ้านเรือน โรงงาน และถนนทางระบายน้ำ

- ท่อกลมแบบปากกระฆัง (Bell and Spigot) หมายถึง ท่อที่ปลายข้างหนึ่งผายออก และปลายอีกข้างหนึ่งเป็นแนวตรง ปลายข้างที่ผายออกสามารถสวมปลายที่เป็นแนวตรงของท่อแบบ และขนาดเดียวกันสวมต่อได้ในลักษณะคล้ายกระฆัง มีจุดเด่นคือสามารถป้องกันการรั่วซึมได้ดี อาจมีการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการสวมแหวนยางระหว่างท่อเพื่อป้องกันการรั่วซึม สำหรับรูปทรงนี้ มักเสริมความทนทานด้วยการผลิตแบบเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก มักใช้กับงานระบายน้ำเสีย ที่มีการปนเปื้อนสารพิษภายในโรงงาน

- ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กแบบดันลอด (Jacking Pipe) เหมาะกับงานดันท่อโดยเฉพาะ ทั้งงานวางระบบระบายน้ำ งานวางระบบสายไฟใต้พื้นผิวการจราจร และสิ่งแวดล้อมที่ค่อนข้างจำกัด เพราะไม่ต้องใช้การขุดเปิดแนวที่กว้างมากนัก สำหรับการวางท่อในลักษณะนี้ จำเป็นต้องใช้วิธีการ เจาะอุโมงค์ขนาดเล็ก แล้วใช้การดันท่อเข้าไปยังอุโมงค์ที่ขุดเจาะไว้ ตัวท่อจึงต้องอาศัยความแข็งแรงที่ มากพอในการรองรับแรงดันต่าง ๆ เช่น แรงดันน้ำหนักกดทับด้านบน แรงดันดิน แรงดันน้ำ และแรงดันจากแม่แรงไฮดรอลิกสำหรับดันท่อ

1.1.2 ท่อเหลี่ยม

ท่อเหลี่ยม หรือท่อคอนกรีตเสริมเหล็กแบบสี่เหลี่ยม (Box Culvert) ท่อระบายน้ำรูปทรง นี้ มักถูกออกแบบมาสำหรับงานระบายน้ำในปริมาณที่มาก เน้นความแข็งแรงคงทน และรองรับ น้ำหนักมากได้ดี ส่วนใหญ่ นิยมนำมาใช้กับงานระบายน้ำในพื้นที่คมนาคมตามทางเท้า หรือผิวทาง จราจร เช่น ถนนทางหลวง และพื้นที่ลำคลอง



ภาพที่ 1 ลักษณะท่อระบายน้ำ

1.2 ประเภทของท่อระบายน้ำ

งานวางท่อระบายน้ำคอนกรีต ต้องคำนึงถึงประเภท และชนิดของท่อที่ใช้ให้เหมาะสม กับงานเป็นหลัก โดยประเภทของท่อระบายน้ำคอนกรีต สามารถแบ่งได้ดังนี้

1.2.1 ท่อระบายน้ำคอนกรีต ท่อคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก หรือท่อ คมล. ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ หิน ทราย น้ำ และน้ำยาผสมคอนกรีต ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันตามการใช้งาน หรือวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ เหมาะสำหรับงานเดินท่อใต้ดิน ทั้งท่อน้ำทิ้ง และท่อส่งน้ำ

โดยจะมีความแข็งแรง 2 ระดับด้วยกัน คือ Standard และ Extra strength สำหรับท่อคอนกรีตเหมาะกับการก่อสร้างหมู่บ้านจัดสรร, งานสวนสาธารณะ, ลานถนนคอนกรีต และบริเวณที่มีรถวิ่งผ่านไม่มาก สำหรับท่อคอนกรีตประเภทนี้ เหมาะสำหรับงานที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก เช่น ทางเดินเท้า บริเวณสวนที่ไม่มีรถวิ่งผ่าน เป็นต้น

1.2.2 ท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก ท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือท่อ คสล. คือ ท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมแรงรูปทรงหนึ่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักด้วยการนำเอาเหล็กมาเป็นตัวช่วย เนื่องจากเหล็ก มีความสามารถในการรับแรงดึงได้สูง มีความสามารถในการรับแรง หรือน้ำหนักของวัตถุมากขึ้น โดยคอนกรีตจะทำหน้าที่รับแรงอัด ส่วนเหล็กจะช่วยเสริมแรงดึง โดยสามารถแบ่งแยกออกไปได้อีก 4 แบบ ตามความแข็งแรง ตามความสามารถในการรับแรง ต้านทาน และแรงกดสูงสุดที่แตกต่างกัน ในแต่ละชั้น ได้แก่

- ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) เหมาะสำหรับงานโครงการหมู่บ้านจัดสรรทั่วไป โครงการส่วนบุคคลที่รถวิ่งผ่าน มีน้ำหนักไม่มากนัก

- ท่อคอนกรีตอัดแรงเสริมเหล็ก มอก. ชั้น 3 (มอก. 3) เป็นท่อที่ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เหมาะสำหรับงานที่ต้องรับน้ำหนัก โดยส่วนใหญ่งานราชการ หรือโรงงานขนาดใหญ่

- ท่อคอนกรีตอัดแรงเสริมเหล็ก มอก. ชั้น 2 (มอก. 2) เป็นท่อ ที่ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เหมาะสำหรับงานที่ต้องรับน้ำหนักมากกว่า มอก. 3 โดยส่วนใหญ่ เช่น กรมทางหลวง การนิคมอุตสาหกรรม งานโครงการศูนย์การค้าขนาดใหญ่ มักจะเลือกใช้ท่อประเภทนี้

- ท่อคอนกรีตอัดแรงเสริมเหล็ก มอก. ชั้น 1 (มอก. 1) เป็นท่อที่ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรมชั้นสูงสุด เหมาะสำหรับงานสนามบิน หรืองานท่าเรือ

1.3 การเลือกท่อระบายน้ำ

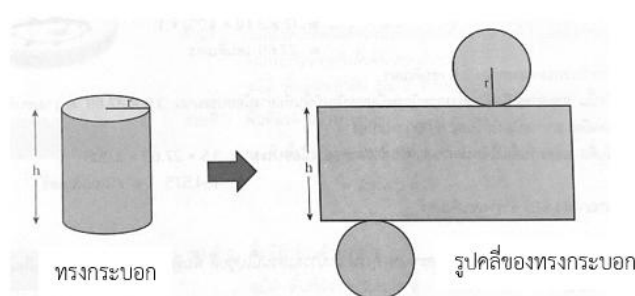
การเลือกใช้ท่อระบายน้ำ ให้เหมาะสมกับสถานที่นั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่ต้องการใช้งาน ซึ่งวิศวกรจะเป็นคนที่คำนวณให้ และจะต้องใช้จำนวนอย่างน้อยแค่นั้น ขึ้นอยู่กับเขตพื้นที่โดยรอบ เนื่องจากบริเวณสำหรับติดตั้งบ่อกัก ที่ใช้ควบคู่กับท่อระบายน้ำนั้น มักตั้งชิดกับรั้ว หรือริมเขตพื้นที่ และติดตั้งในบริเวณที่มีการหักฉาก หักมุมต่าง ๆ รวมถึงติดตั้งบ่อกักใกล้ ๆ กับตัวบ้านอีก 1 บ่อ ซึ่งนิยมตั้งห่าง ๆ กันในระยะไม่เกิน 6-8 เมตร เพื่อจะทำความสะอาดได้ง่าย และเป็นช่วงที่พอดีกับความยาวมาตรฐานของท่อระบายน้ำ ซึ่งถ้าวางบ่อกักมีระยะห่างเกินไป เมื่อมีปริมาณน้ำมาก น้ำจะไม่สามารถไหลได้ทัน อาจทำให้เกิดน้ำท่วมขังได้

ปัจจุบันมีท่อระบายน้ำหลากหลายขนาดให้เลือกใช้งาน ตั้งแต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซม., 30 ซม., 40 ซม., 60 ซม., 80 ซม., 100 ซม. ไปจนถึง 120 ซม. โดยใช้งานร่วมกับบ่อกักคอนกรีตที่จะต้องเลือกขนาดให้เหมาะสมต่อการใช้งาน และพอดีกัน เพื่อการใช้งานที่มีประสิทธิภาพ

2. พื้นที่ผิวของทรงกระบอก

ในทางคณิตศาสตร์ รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานสองฐานเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และเมื่อตัดรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นด้วยระนาบที่ขนานกับฐานแล้วจะได้หน้าตัดเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการกับฐานเสมอ เรียกรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นว่า ทรงกระบอก (cylinder)

โดยทั่วไปเราอ่านเขียนรูปคลี่ของทรงกระบอกที่มีรัศมีของฐานยาว r หน่วย และสูง h หน่วย ได้ดังนี้



พื้นที่ผิวของทรงกระบอกจะเท่ากับพื้นที่ของรูปคลี่ของทรงกระบอก

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ผิวของทรงกระบอก} &= \text{พื้นที่หน้าตัดทั้งสอง} + \text{พื้นที่ผิวด้านข้าง} \\ &= (2 \times \text{พื้นที่วงกลม}) + \text{พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก} \\ &= 2\pi r^2 + 2\pi rh\end{aligned}$$

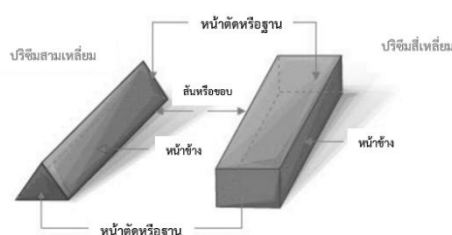
ดังนั้น พื้นที่ผิวของทรงกระบอกที่มีรัศมีของฐานยาว r หน่วย และสูง h หน่วย เท่ากับ $2\pi r^2 + 2\pi rh$ ตารางหน่วย

พื้นที่หน้าตัดหาได้จากพื้นที่ของวงกลมที่เป็นฐานของทรงกระบอก ซึ่งเท่ากับ πr^2

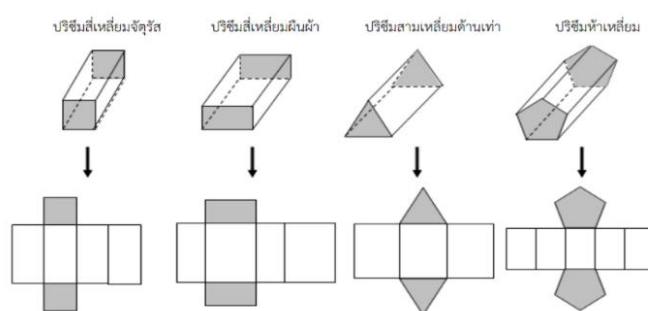
เมื่อ $\pi \approx 3.14$ และ r แทนรัศมีของวงกลมที่เป็นฐานของทรงกระบอก

3. พื้นที่ผิวของปริซึม

ในทางคณิตศาสตร์ รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ฐานทั้ง 2 อยู่บนระนาบที่ขนานกันและด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เรียกว่า ปริซึม (prism) การเรียกชื่อปริซึมจะเรียกตามลักษณะของฐานนั้นๆ ปริซึมที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ เส้นขอบ (edge) , จุดยอด (vertex) , หน้า (face) และฐาน (base)



ในทางคณิตศาสตร์ พื้นที่ของพื้นผิวทั้งหมดของวัตถุ จะเรียกว่า **พื้นที่ผิว** ของวัตถุ สำหรับการหาพื้นที่ผิวของปริซึมมีหลักการง่ายๆคือ การหาพื้นที่ของด้านข้างทั้งหมดรวมกับพื้นที่ของฐานทั้งสอง โดยการคำนวณหาพื้นที่ผิวของปริซึมนั้น อาจารย์ภาพรูปคลี่ของปริซึม เพื่อให้ให้เห็นภาพของพื้นผิวทั้งหมดที่ต้องการคำนวณหาพื้นที่ รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กล่าวถึงนี้จะเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ ที่แสดงหน้าแต่ละหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติที่คลี่ออกมาจากบริเวณที่เป็นสันหรือเส้นขอบ ดังตัวอย่างรูปคลี่ของปริซึมต่อไปนี้



โดยมีสูตรการหาพื้นที่ผิวของปริซึม ดังนี้

พื้นที่ผิวของปริซึม = พื้นที่ผิวข้าง + 2(พื้นที่หน้าตัด)

$$\begin{aligned} \text{สูตรการหาพื้นที่หน้าตัดปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส} &= \text{ด้าน}^2 \\ &= a^2 \quad (a \text{ แทนความยาวด้านของหน้าตัดปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{สูตรการหาพื้นที่หน้าตัดของปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า} &= \frac{\sqrt{3}}{4} \times \text{ด้าน}^2 \\ &= \frac{\sqrt{3}}{4} \times a^2 \end{aligned}$$

4. สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

4.1 สมการ

สมการ เป็นประโยคที่แสดงการเท่ากันของจำนวนหรือนิพจน์พีชคณิต โดยมีเครื่องหมาย “เท่ากับ” (ใช้สัญลักษณ์ =) บอกการเท่ากัน

สมการอาจมีตัวแปรหรือไม่มีตัวแปรก็ได้ เช่น $(80 \times n) + 50 = 690$ เป็นสมการที่มี n เป็นตัวแปร และ $3 - 5 = -2$ เป็นสมการที่ไม่มีตัวแปร

สมการที่เป็นจริงและสมการที่ไม่เป็นจริง

สมการซึ่งมีจำนวนที่อยู่ทางซ้ายกับจำนวนที่อยู่ทางขวาของเครื่องหมายเท่ากับ เป็นจำนวนที่เท่ากัน เรียกว่า *สมการที่เป็นจริง*

สมการซึ่งมีจำนวนที่อยู่ทางซ้ายกับจำนวนที่อยู่ทางขวาของเครื่องหมายเท่ากับ เป็นจำนวนที่ไม่เท่ากัน เรียกว่า *สมการที่ไม่เป็นจริง*

เช่น $9 + 6 = 15$ เป็นสมการที่เป็นจริง $35 \div 7 = 6$ เป็นสมการที่ไม่เป็นจริง

4.2 คำตอบของสมการ

สำหรับสมการที่ไม่มีตัวแปร สามารถบอกได้ว่า สมการนั้นเป็นสมการที่เป็นจริงหรือไม่เป็นจริง แต่สมการที่มีตัวแปร อาจเป็นสมการที่เป็นจริงหรือไม่เป็นจริงก็ได้ ขึ้นอยู่กับว่าจะแทนตัวแปรนั้นด้วยจำนวนใด เช่น สมการ $y + 2 = -3$ ยังบอกไม่ได้ว่า สมการเป็นสมการที่เป็นจริงหรือไม่เป็นจริง เพราะขึ้นอยู่กับค่าของ y

- ถ้าแทน y ด้วย -5 ในสมการ $y + 2 = -3$ จะได้ $-5 + 2 = -3$ ซึ่งเป็นสมการที่เป็นจริง

- ถ้าแทน y ด้วยจำนวนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ -5 เช่น ถ้าแทน y ด้วย 1 ในสมการ $y + 2 = -3$ จะได้ $1 + 2 = -3$ ซึ่งเป็นสมการที่ไม่เป็นจริง จำนวนที่แทน y ในสมการ $y + 2 = -3$ แล้วทำให้ได้สมการที่เป็นจริง เรียกว่า คำตอบของสมการ (solution of the equation) ดังนั้น -5 เป็นคำตอบของสมการ $y + 2 = -3$

คำตอบของสมการ คือ จำนวนที่แทนตัวแปรในสมการ แล้วทำให้ได้สมการที่เป็นจริง

4.3 การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

การหาคำตอบของสมการโดยวิธีลองแทนค่าตัวแปรในสมการเพื่อให้ได้สมการที่เป็นจริงมาแล้ว วิธีดังกล่าวนี้ อาจมีปัญหามาก เมื่อสมการมีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น เมื่อต้องการหาคำตอบของสมการ $\frac{3}{2}x - 5 = 29$ โดยวิธีลองแทนค่าตัวแปรในสมการ จะพบว่าเป็นการยากที่จะหาคำตอบของสมการได้เป็น $22\frac{2}{3}$ และอาจต้องใช้เวลามากในการลองแทนค่าหาคำตอบของสมการ เพื่อความแม่นยำ และรวดเร็วในการหาคำตอบของสมการ เราจะใช้สมบัติของการเท่ากันในการหาคำตอบ เช่น สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติของการเท่ากันเกี่ยวกับการบวก และสมบัติของการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ

การแก้สมการ คือ การหาคำตอบทั้งหมดของสมการ

สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (linear equation with one variable) เป็นสมการที่มีตัวแปรเพียงตัวเดียวและเลขชี้กำลังของตัวแปร เท่ากับ หนึ่ง โดยคำตอบของสมการเหล่านั้น

มีเพียงคำตอบเดียว หรือจำนวนทุกจำนวนเป็นคำตอบ หรือไม่มีคำตอบ เป็นสมการซึ่งสามารถจัดให้อยู่ในรูปทั่วไป ได้เป็น $ax + b = 0$ เมื่อ x เป็นตัวแปร และ a, b เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0$

ตัวอย่างการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เช่น

การคำนวณหา A ; เมื่อ A คือ พื้นที่หน้าตัดท่อระบายน้ำทรงกระบอก โดย กำหนด

$$\pi \approx 3.14 \text{ และ } r = 5$$

$$\text{จาก } A = \pi r^2$$

$$\text{จะได้ } \approx 3.14 \times 5^2$$

$$\approx 78.5 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

การคำนวณหา a ; เมื่อ a คือ ความยาวด้านของหน้าตัดท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า โดย กำหนดให้ $\sqrt{3} \approx 1.73$ และพื้นที่รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า = 78.5 ตารางเซนติเมตร

$$\text{จาก พื้นที่รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า} = \frac{\sqrt{3}}{4} \times a^2$$

$$\text{จะได้ } 78.5 = \frac{\sqrt{3}}{4} \times a^2$$

$$a^2 = 78.5 \times \frac{4}{\sqrt{3}}$$

$$a^2 \approx 181.50$$

$$a \approx 13.5 \text{ เซนติเมตร}$$

การคำนวณหา a ; เมื่อ a คือ ความยาวด้านของหน้าตัดท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยกำหนดให้ $\sqrt{3} \approx 1.73$ และพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส = 78.5 ตารางเซนติเมตร

$$\text{จาก พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส} = a^2$$

$$\text{จะได้ } 78.5 = a^2$$

$$a = \sqrt{78.5}$$

$$a \approx 8.9 \text{ เซนติเมตร}$$

5. ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

5.1 ความหมายของความสัมพันธ์ (Meaning of Relations)

ในการศึกษาคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์เป็นพื้นฐานสำคัญที่ใช้อธิบายความเกี่ยวข้องกันระหว่างปริมาณสองกลุ่ม โดยมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีเซตและผลคูณคาร์ทีเซียน

1) ผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian Product)

ก่อนที่จะนิยามความสัมพันธ์ จำเป็นต้องเข้าใจผลคูณคาร์ทีเซียน ซึ่งเป็นเซตของคู่อันดับทั้งหมดที่เป็นไปได้ ผลคูณคาร์ทีเซียนของเซต A และเซต B เขียนแทนด้วย $A \times B$ โดยมีนิยามดังนี้

$$A \times B = \{(x, y) | x \in A \text{ และ } y \in B\}$$

2) นิยามของความสัมพันธ์

ความสัมพันธ์ (r) คือการจับคู่สมาชิกบางส่วนจากเซตหนึ่งไปยังอีกเซตหนึ่งภายใต้กฎเกณฑ์ที่กำหนด ทางคณิตศาสตร์นิยามว่า " เป็นความสัมพันธ์จาก A ไป B ก็ต่อเมื่อ r เป็นสับเซตเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์:

$$r \subseteq A \times B$$

ตัวอย่าง กำหนดให้ $A = \{2, 3\}$ และ $B = \{4, 6\}$

ความสัมพันธ์ " r หารลงตัว" จาก A ไป B คือ $r = \{(2, 4), (2, 6), (3, 6)\}$

5.2 กราฟของความสัมพันธ์ (Graphs of Relations)

กราฟของความสัมพันธ์คือการนำเสนอข้อมูลของคู่อันดับ $\{x, y\}$ ที่เป็นสมาชิกของความสัมพันธ์ r ลงบนระนาบพิกัดฉาก (Cartesian Plane) เพื่อให้เห็นภาพรวมของความสัมพันธ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ลักษณะของกราฟแบ่งตามประเภทของเซต

1. **กรณีเซตจำกัด (Finite Set) :** หากความสัมพันธ์ประกอบด้วยคู่อันดับจำนวนจำกัด กราฟจะมีลักษณะเป็น "จุด" (Discrete Points) เรียงตัวกันตามพิกัด
2. **กรณีเซตของจำนวนจริง (Infinite Set/Real Numbers) :** หากความสัมพันธ์ถูกนิยามบนเซตของจำนวนจริง กราฟมักจะมีลักษณะเป็น "เส้น" (Curve/Line) หรือ "อาณาบริเวณ" (Region) ที่ต่อเนื่องกัน

ประโยชน์ของกราฟ

กราฟช่วยให้ตรวจสอบสมบัติของความสัมพันธ์ได้ง่ายขึ้น เช่น การหาโดเมน (พิจารณาเงาบนแกน X) และการหาเรนจ์ (พิจารณาเงาบนแกน Y)

5.3 ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด (Increasing and Decreasing Functions)

เมื่อความสัมพันธ์นั้นมีคุณสมบัติเป็น "ฟังก์ชัน" (สมาชิกตัวหน้าจับคู่กับตัวหลังเพียงตัวเดียว) เราสามารถพิจารณาพฤติกรรมของกราฟได้ว่าการเปลี่ยนแปลงค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร

กำหนดให้ f เป็นฟังก์ชันที่มีโดเมนและเรนจ์เป็นสับเซตของจำนวนจริง และ A เป็นสับเซตของโดเมน

1) ฟังก์ชันเพิ่ม (Increasing Function)

ฟังก์ชัน f เป็นฟังก์ชันเพิ่มบนช่วง A ก็ต่อเมื่อ สำหรับทุก $x_1, x_2 \in A$ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$ (เมื่อค่า x เพิ่มขึ้น ค่า y จะเพิ่มขึ้นตาม กราฟมีลักษณะพุ่งขึ้นทางขวา)

2) ฟังก์ชันลด (Decreasing Function)

ฟังก์ชัน f เป็นฟังก์ชันลดบนช่วง A ก็ต่อเมื่อ สำหรับทุก $x_1, x_2 \in A$ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$ (เมื่อค่า x เพิ่มขึ้น ค่า y จะลดลง กราฟมีลักษณะดิ่งลงทางขวา)

5.4 ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear Functions)

ฟังก์ชันเชิงเส้นเป็นฟังก์ชันพหุนามดีกรี 1 ที่มีกราฟเป็น "เส้นตรง" ซึ่งเป็นรูปทรงพื้นฐานที่สุดที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

รูปทั่วไปของสมการ:

$$f(x) = ax + b$$

องค์ประกอบสำคัญ

- ค่า a (ความชัน หรือ Slope): บ่งบอกความลาดเอียงและทิศทางของกราฟ
 - ถ้า $a > 0$: เป็นฟังก์ชันเพิ่ม (กราฟทำมุมแหลมกับแกน x)
 - ถ้า $a < 0$: เป็นฟังก์ชันลด (กราฟทำมุมป้านกับแกน x)
 - ถ้า $a = 0$: เป็นฟังก์ชันคงตัว (กราฟขนานแกน x)
- ค่า b (ระยะตัดแกน Y หรือ Y -intercept): คือจุดที่กราฟตัดแกน Y ที่พิกัด $(0, b)$

การนำไปใช้

ฟังก์ชันเชิงเส้นนิยมใช้ในการคำนวณความสัมพันธ์ที่แปรผันตรง เช่น การคำนวณระยะทางกับเวลาด้วยความเร็วคงที่ หรือการคำนวณดอกเบี้ยคงต้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

กลุ่มผู้จัดทำโครงการคณิตศาสตร์จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินการดังนี้

ปฏิทินการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 1 แสดงปฏิทินแสดงการปฏิบัติงาน

ลำดับที่	รายการ	ระยะเวลาที่ใช้	คณะผู้รับผิดชอบ
1	ศึกษาวิธีทำโครงการคณิตศาสตร์และคิดเรื่องที่จะทำโครงการคณิตศาสตร์	1-2 คาบ	คณะผู้จัดทำ
2	ประชุมวางแผนการทำโครงการคณิตศาสตร์	2 คาบ	คณะผู้จัดทำ/ครูที่ปรึกษา
3	เขียนเค้าโครงโครงการคณิตศาสตร์	2 คาบ	คณะผู้จัดทำ
4	ครูที่ปรึกษาแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ	1 คาบ	คณะผู้จัดทำ/ครูที่ปรึกษา
5	วางแผนการดำเนินงาน	2 คาบ	คณะผู้จัดทำ/ครูที่ปรึกษา
6	สร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส	2 สัปดาห์ 5 ครั้ง ครั้งละ 1-2 คาบ	คณะผู้จัดทำ
7	ทดลองเพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส	1 สัปดาห์	คณะผู้จัดทำ
8	จัดทำรายงานและเอกสารรูปเล่มโครงการ	2 วัน	คณะผู้จัดทำ/ครูที่ปรึกษา
9	ทำสื่อนำเสนอประกอบและฝึกซ้อมการนำเสนอโครงการต่อครูที่ปรึกษา	1 สัปดาห์	คณะผู้จัดทำ
10	นำเสนอโครงการ ต่อคณะกรรมการ		คณะผู้จัดทำ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. คิดหัวข้อโครงการ

- คิดหัวข้อโครงการเพื่อนำเสนอครูที่ปรึกษาโครงการ โดยจัดทำโครงการ เรื่องการศึกษาความสัมพันธ์การไหลของน้ำเพื่อพัฒนารูปทรงของท่อระบายน้ำ ผ่านแบบจำลองการไหลแบบอิสระและแบบมีแรงดัน

2. ศึกษาและสำรวจข้อมูลที่ใช้ในการทำโครงการ ดังนี้

- ศึกษาการใช้ท่อระบายน้ำ โดยมีการลงพื้นที่จริงภายในอำเภอน้ำเหาะ จังหวัดชุมพร ได้แก่ ประตูระบายน้ำคูริง, คลองห้วยกรวด หมู่ที่ 8 ตำบลน้ำเหาะ และท่อระบายน้ำจากตัวอำเภอน้ำเหาะลงสู่คลองน้ำเหาะ



ภาพที่ 2 สำรวจการระบายน้ำจากประตูระบายน้ำคูริง



ภาพที่ 3 สำรวจการระบายน้ำจากคลองห้วยกรวด หมู่ที่ 8 ตำบลน้ำเหาะ



ภาพที่ 4 สำรวจการใช้ท่อระบายน้ำจากตัวอำเภอน้ำเหาะลงสู่คลองน้ำเหาะ

- **ท่อระบายน้ำ** ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลจากร้านจำหน่ายและอินเทอร์เน็ต และเลือกเป็นท่อระบายน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในยาว 100 เซนติเมตรมีความยาวของท่อน้ำยาว 100 เซนติเมตร



ภาพที่ 5 ศึกษาท่อระบายน้ำจริงจากร้านจำหน่าย

3. คำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของท่อระบายน้ำทรงกระบอก เพื่อใช้หาความยาวด้านของท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และความยาวด้านของท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส

- **ทรงกระบอก** จากมาตราส่วนขนาดท่อระบายน้ำจริงต่อท่อระบายน้ำทดลองเป็น 10:1 จะได้ท่อระบายน้ำทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในยาว 10 เซนติเมตร มีความยาวของท่อระบายน้ำ 10 เซนติเมตร (กำหนด $\pi \approx 3.14$)

$$\begin{aligned}\text{ท่อระบายน้ำนี้มีพื้นที่หน้าตัด} &= \pi r^2 \\ &\approx 3.14 \times 5^2 \\ &\approx 78.5 \text{ ตารางเซนติเมตร}\end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น ต้องสร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอกให้มีพื้นที่หน้าตัดประมาณ 78.5 ตารางเซนติเมตร

- **ปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า** ท่อระบายน้ำทรงปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าที่มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวเท่ากับท่อระบายน้ำทรงกระบอก โดยหาความยาวด้านของปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า ดังนี้ (กำหนดให้ $\sqrt{3} \approx 1.73$ และพื้นที่รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า = 78.5 ตารางเซนติเมตร)

$$\begin{aligned}\text{จาก พื้นที่รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า} &= \frac{\sqrt{3}}{4} \times \text{ด้าน}^2 \\ \text{จะได้ } 78.5 &= \frac{\sqrt{3}}{4} \times \text{ด้าน}^2 \\ \text{ด้าน}^2 &= 78.5 \times \frac{4}{\sqrt{3}} \\ \text{ด้าน}^2 &\approx 181.50 \quad (\text{ประมาณเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง}) \\ \text{ด้าน} &\approx 13.5 \quad (\text{ประมาณเป็นทศนิยม 1 ตำแหน่ง})\end{aligned}$$

เนื่องจากเวลาวัดจริงใช้หน่วยเล็กที่สุดเป็นมิลลิเมตร)

เพราะฉะนั้น ต้องสร้างท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าให้มีความยาวด้านประมาณ 13.5 เซนติเมตร

- **ปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส** ท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อน้ำเท่ากันท่อน้ำทรงกระบอกข้างต้น (กำหนดให้ พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส = 78.5 ตารางเซนติเมตร)

$$\text{จาก พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส} = \text{ด้าน}^2$$

$$\text{จะได้ } 78.5 = \text{ด้าน}^2$$

$$\text{ด้าน} = \sqrt{78.5}$$

$$\text{ด้าน} \approx 8.9 \text{ (ประมาณเป็นทศนิยม 1 ตำแหน่ง)}$$

เนื่องจากเวลาวัดจริงใช้หน่วยเล็กที่สุดเป็นมิลลิเมตร)

เพราะฉะนั้น ต้องสร้างท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้มีความยาวด้าน 8.9 เซนติเมตร



ภาพที่ 6 คำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของท่อระบายน้ำทรงกระบอก เพื่อใช้หาความยาวด้านของท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และความยาวด้านของท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส

4. สร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส พร้อมติดตั้งกับภาชนะทดลอง (สร้างจากแผ่นอะคริลิก มีความหนา 0.2 เซนติเมตร)

- สร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอก มีรัศมี 5 เซนติเมตร และมีความยาว 10 เซนติเมตร



ภาพที่ 7 รูปคลี่ของท่อระบายน้ำทรงกระบอก



ภาพที่ 8 สร้างรูปคลี่ ตัด และม้วนท่อระบายน้ำทรงกระบอก โดยใช้เครื่องเป่าลมร้อน



ภาพที่ 9 ติดท่อระบายน้ำทรงกระบอกกับภาชนะทดลอง

- สร้างท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า มีความยาวด้าน 13.5 เซนติเมตร และมีความยาว 10 เซนติเมตร



ภาพที่ 10 รูปคลี่ของท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า



ภาพที่ 11 สร้างรูปคลี่ ตัด และประกอบท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า



ภาพที่ 12 ติดท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่ากับภาชนะทดลอง

- สร้างท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีความยาวด้าน 8.9 เซนติเมตร และมีความยาว 10 เซนติเมตร



ภาพที่ 13 รูปคลี่ของท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส



ภาพที่ 14 สร้างรูปคลี่ ตัด และประกอบท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส



ภาพที่ 15 ติดท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่ากับภาชนะทดลอง

5. การทดลองเปรียบเทียบระยะเวลาที่น้ำไหลแบบอิสระออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส

- ทดลองหาระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก โดยการเติมน้ำถึงระดับความสูงที่กำหนด (25 ซม.) แล้วปล่อยน้ำออก จับเวลาจนปริมาณน้ำลดลงถึงระดับที่กำหนด (2 ซม.) แล้วหยุดเวลา ทำการทดลอง จำนวน 3 ครั้ง ได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 2 ระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอกจนถึงระยะที่กำหนด

รูปทรงของท่อระบายน้ำ	ระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำจนหมด (วินาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ทรงกระบอก	55	55	59	56



ภาพที่ 16 การทดลองของท่อระบายน้ำทรงกระบอก

- ทดลองหาระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า โดยการเติมน้ำถึงระดับความสูงที่กำหนด (25 ซม.) แล้วปล่อยน้ำออก จับเวลาจนปริมาณน้ำลดลงถึงระดับที่กำหนด (2 ซม.) แล้วหยุดเวลา ทำการทดลอง จำนวน 3 ครั้ง ได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 3 ระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าจนถึงระดับที่กำหนด

รูปทรงของท่อระบายน้ำ	ระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำจนหมด (วินาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า	27	28	26	27



ภาพที่ 17 การทดลองของท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า

- ทดลองหาระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยการเติมน้ำถึงระดับความสูงที่กำหนด (25 ซม.) แล้วปล่อยน้ำออก จับเวลาจนปริมาณน้ำลดลงถึงระดับที่กำหนด (2 ซม.) แล้วหยุดเวลา ทำการทดลอง จำนวน 3 ครั้ง ได้ผลดังตาราง ตารางที่ 4 ระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสจนถึงระดับที่กำหนด

รูปทรงของท่อระบายน้ำ	ระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำจนหมด (วินาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส	33	35	33	34



ภาพที่ 18 การทดลองของท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส

6. การทดลองเปรียบเทียบความสูงของระดับน้ำที่ไหลแบบอิสระออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในแต่ละเวลา

- ทดลองหาความสูงของระดับน้ำที่ไหลออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยเติมน้ำถึงระดับความสูงที่กำหนด (25 ซม.) แล้วปล่อยน้ำออก พร้อมกับตั้งกล้องจับระดับความสูงของน้ำ ได้ผลดังตาราง

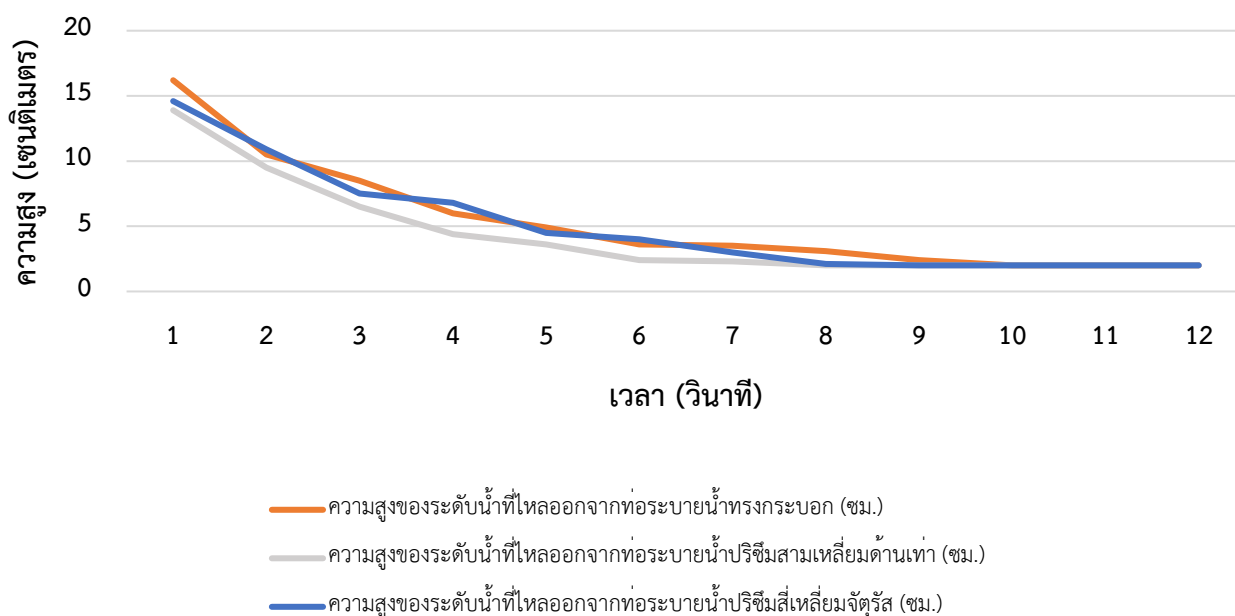
ตารางที่ 5 ความสูงของระดับน้ำที่ไหลแบบอิสระออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก
ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสในแต่ละเวลาจนถึงระยะ
ที่กำหนด

ท่อระบายน้ำทรงกระบอก		ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า		ท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส	
เวลา (วินาที)	ความสูง (เซนติเมตร)	เวลา (วินาที)	ความสูง (เซนติเมตร)	เวลา (วินาที)	ความสูง (เซนติเมตร)
1	16.2	1	13.9	1	14.6
2	10.5	2	9.5	2	10.9
3	8.5	3	6.5	3	7.5
4	6.0	4	4.4	4	6.8
5	4.9	5	3.6	5	4.5
6	3.6	6	2.4	6	4
7	3.5	7	2.3	7	3
8	3.1	8	2	8	2.1
9	2.4	9	2	9	2
10	2	10	2	10	2
11	2	11	2	11	2
12	2	12	2	12	2



ภาพที่ 19 การทดลองของท่อระบายน้ำแต่ละรูปทรง

กราฟเปรียบเทียบความสูงของระดับน้ำที่ไหลออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก
ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส



7. การทดลองเปรียบเทียบเวลาของน้ำที่ใช้ในการไหลแบบมีแรงดันจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในแต่ละปริมาตร

- ทดลองหาเวลาของน้ำที่ใช้ในการไหลแบบมีแรงดันจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยเติมน้ำใส่อ่างบรรจุน้ำที่ใช้ในการทดลอง 120 ลิตร แล้วนำปั๊มจุ่มลงอ่างบรรจุน้ำ และต่อสายยางให้น้ำออกสู่ภาชนะทดลอง แล้วเปิดปั๊มจุ่มให้ดูดน้ำจากอ่างบรรจุน้ำไปที่ภาชนะทดลอง และให้น้ำที่อยู่ในภาชนะทดลองระบายน้ำออกจากท่อระบายน้ำทั้ง 3 รูปทรงไปที่ภาชนะรองรับน้ำที่มีขนาด 120 ลิตรเพื่อหาปริมาตร พร้อมจับเวลาตั้งแต่วินาทีเปิดปั๊มจุ่มจนถึงเวลา 20 วินาที จึงปิดปั๊มจุ่มและปล่อยให้ น้ำที่เหลือในภาชนะทดลองไหลลงภาชนะรองรับน้ำอย่างอิสระจนกว่า น้ำในภาชนะทดลองถึงระดับต่ำสุดของภาชนะทดลองที่กำหนด จึงปิดท่อระบายน้ำไม่ให้น้ำไหลออก บันทึกวิดีโอเพื่อหาเวลาที่น้ำไหลออกจากภาชนะทดลองในแต่ละปริมาตรจนถึงเวลา 20 วินาที ได้ผลดังตาราง

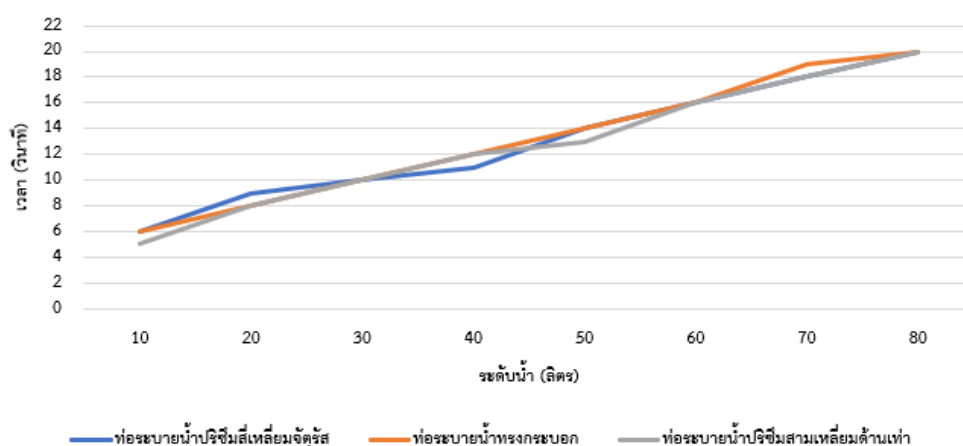
ตารางที่ 6 เวลาของน้ำที่ใช้ในการไหลแบบมีแรงดันจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก
ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส
ในแต่ละปริมาตร

ท่อระบายน้ำทรงกระบอก		ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า		ท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส	
ปริมาณน้ำ (ลิตร)	เวลา (วินาที)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)	เวลา (วินาที)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)	เวลา (วินาที)
10	6	10	6	10	5
20	9	20	8	20	8
30	10	30	10	30	10
40	11	40	12	40	12
50	14	50	14	50	13
60	16	60	16	60	16
70	18	70	19	70	18
80	20	80	20	80	20



ภาพที่ 20 การทดลองของท่อระบายน้ำแต่ละรูปทรง

กราฟเปรียบเทียบเวลาของน้ำที่ใช้ในการไหลแบบมีแรงดันจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก
ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในแต่ละปริมาตร



8.สรุปผลการดำเนินงานและวิเคราะห์ผล/ประเมินผลการทดลอง/สรุปผลการ
ดำเนินงานเขียนรายงาน/เตรียมการนำเสนอโครงการ/นำเสนอโครงการต่อคณะกรรมการ

บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

จากการที่คณะผู้จัดทำได้ดำเนินโครงการคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ มีผลการดำเนินการดังนี้

ผลการดำเนินการ

1. ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส

รูปทรงของท่อระบายน้ำ	ระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อระบายน้ำ ทั้งหมด (วินาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ทรงกระบอก	55	55	59	56
ปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า	27	28	26	27
ปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส	33	35	33	34

เมื่อกำหนดให้ท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อระบายน้ำเท่ากัน แล้วเปรียบเทียบระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อจนถึงระดับที่กำหนด **ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาพบว่า** ท่อระบายน้ำทรงกระบอกใช้เวลาเฉลี่ย 56 วินาที ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าใช้เวลาเฉลี่ย 27 วินาที และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสใช้เวลาเฉลี่ย 34 วินาที

สรุปได้ว่า ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าใช้เวลาเฉลี่ยน้อยที่สุดแสดงว่าระบายน้ำได้ดีที่สุด

2. วิธีการสร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อน้ำ เท่ากัน

2.1 ท่อน้ำต้นแบบ

เป็นท่อระบายน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในยาว 100 เซนติเมตร มีความยาวของท่อน้ำยาว 100 เซนติเมตร



ภาพที่ 21 ท่อน้ำตันแบบ

2.2 การสร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอก

ท่อระบายน้ำทรงกระบอกที่ใช้ทดลองสร้างจากแผ่นอะคริลิก มีความหนา 0.2 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในยาว 10 เซนติเมตร มีความยาวของท่อระบายน้ำ 10 เซนติเมตร โดยคิดจากมาตราส่วนขนาดท่อระบายน้ำจริงต่อท่อระบายน้ำทดลองเป็น 10:1 (กำหนด $\pi \approx 3.14$)

$$\begin{aligned} \text{ท่อระบายน้ำนี้มีพื้นที่หน้าตัด} &= \pi r^2 \\ &\approx 3.14 \times 5^2 \\ &\approx 78.5 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น ต้องสร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอกให้มีพื้นที่หน้าตัดประมาณ 78.5 ตารางเซนติเมตร



ภาพที่ 22 ท่อระบายน้ำทรงกระบอก มีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร
มีความยาวท่อ 10 เซนติเมตร

2.3 การสร้างท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า

สร้างท่อระบายน้ำทรงปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าให้มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวเท่ากับท่อระบายน้ำทรงกระบอก โดยหาความยาวด้านของปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า ดังนี้ (กำหนดให้ $\sqrt{3} \approx 1.73$ และพื้นที่รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า = 78.5 ตารางเซนติเมตร)

$$\begin{aligned} \text{จาก พื้นที่รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า} &= \frac{\sqrt{3}}{4} \times \text{ด้าน}^2 \\ \text{จะได้ } 78.5 &= \frac{\sqrt{3}}{4} \times \text{ด้าน}^2 \end{aligned}$$

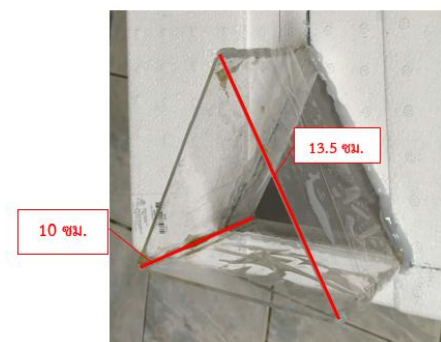
$$\text{ด้าน}^2 = 78.5 \times \frac{4}{\sqrt{3}}$$

$$\text{ด้าน}^2 \approx 181.50 \quad (\text{ประมาณเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง})$$

$$\text{ด้าน} \approx 13.5 \quad (\text{ประมาณเป็นทศนิยม 1 ตำแหน่ง})$$

เนื่องจากเวลาวัดจริงใช้หน่วยเล็กที่สุดเป็นมิลลิเมตร)

เพราะฉะนั้น ต้องสร้างท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าให้มีความยาวด้านประมาณ 13.5 เซนติเมตร



ภาพที่ 23 ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า มีความยาวด้าน 13.5 เซนติเมตร
และมีความยาวท่อ 10 เซนติเมตร

2.4 การสร้างท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส

การสร้างท่อน้ำทรงปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อน้ำเท่ากับท่อน้ำทรงกระบอกข้างต้น

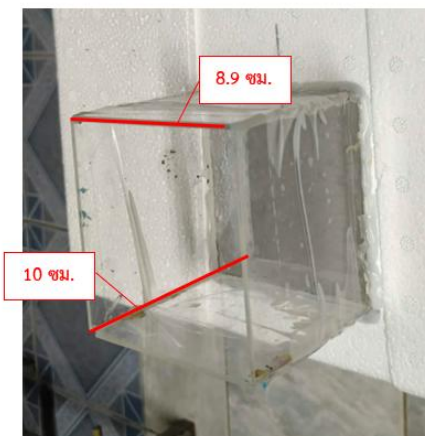
$$\text{จาก พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส} = \text{ด้าน}^2$$

$$\text{จะได้ } 78.5 = \text{ด้าน}^2$$

$$\text{ด้าน} = \sqrt{78.5} \text{ เซนติเมตร}$$

$$\text{ด้าน} \approx 8.9 \text{ เซนติเมตร}$$

เพราะฉะนั้น ต้องสร้างท่อน้ำทรงปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าให้มีความยาวด้านประมาณ 8.9 เซนติเมตร



ภาพที่ 24 ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมจัตุรัส มีความยาวด้าน 8.9 เซนติเมตร
และมีความยาวท่อ 10 เซนติเมตร

3. ผลของรูปทรงของท่อต่อการระบายน้ำ

จากการทดลอง เมื่อกำหนดให้ท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อระบายน้ำเท่ากัน แล้วเปรียบเทียบระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อจนถึงระดับที่กำหนด ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาพบว่า ท่อระบายน้ำทรงกระบอกใช้เวลาเฉลี่ย 56 วินาที ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าใช้เวลาเฉลี่ย 27 วินาที และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสใช้เวลาเฉลี่ย 34 วินาที

สรุปได้ว่า ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าใช้เวลาเฉลี่ยน้อยที่สุด แสดงว่าระบายน้ำได้ดีที่สุด

4. ผลการเปรียบเทียบความสูงของระดับน้ำที่ไหลแบบอิสระออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสในแต่ละเวลา

จากการทดลองเปรียบเทียบความสูงของระดับน้ำที่ไหลออกจากท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยเริ่มปล่อยน้ำจากระดับความสูงเริ่มต้นที่ 25 เซนติเมตร พบว่าระดับน้ำในท่อทั้ง 3 รูปทรงลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น แต่มีอัตราการลดลงของระดับน้ำที่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาในช่วงเริ่มต้น (วินาทีที่ 1) พบว่าท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า มีระดับน้ำลดลงรวดเร็วที่สุด โดยเหลือความสูงเพียง 13.9 เซนติเมตร รองลงมาคือท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งเหลือความสูง 14.6 เซนติเมตร และท่อระบายน้ำทรงกระบอกมีระดับน้ำคงเหลือสูงที่สุดคือ 16.2 เซนติเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในช่วงแรกท่อทรงกระบอกมีการระบายน้ำได้ช้าที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการระบายน้ำจนถึงระดับต่ำสุดที่กำหนด (2 เซนติเมตร) พบว่า ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าใช้เวลาน้อยที่สุด โดยระดับน้ำลดลง

เหลือ 2 เซนติเมตร ตั้งแต่วันที่ 8 ส่วนท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสใช้เวลามากกว่าเล็กน้อย โดยระดับน้ำลดลงถึงจุดที่กำหนดในวันที่ 9 และท่อระบายน้ำทรงกระบอกใช้เวลานานที่สุด โดยต้องใช้เวลารั้ง 10 วินาที ระดับน้ำจึงจะลดลงเหลือ 2 เซนติเมตร

สรุปได้ว่า ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่ามีความสูงของระดับน้ำที่ไหลแบบอิสระ น้อยที่สุดในแต่ละช่วงเวลา แสดงว่าท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าระบายน้ำได้ดีที่สุด

เมื่อกำหนดให้ เวลา (t) เป็นตัวแปรต้น (Domain) และ ความสูงของระดับน้ำ (h) เป็นตัวแปรตาม (Range) พบลักษณะความสัมพันธ์ดังนี้:

- **ประเภทของฟังก์ชัน:** ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับความสูงของระดับน้ำมีลักษณะเป็น ฟังก์ชันลด กล่าวคือ เมื่อเวลา (t) เพิ่มขึ้น ความสูง $h(t)$ จะมีค่าลดลง ตลอดช่วงการทดลอง ($t_1 < t_2 \rightarrow h(t_1) > h(t_2)$)
- **ลักษณะของกราฟ:** เมื่อนำข้อมูลมาเขียนกราฟ จะได้กราฟเส้นโค้งที่มีลักษณะเว้าหงาย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์นี้ ไม่ใช่ความสัมพันธ์เชิงเส้น (Non-linear Relation)
- **การวิเคราะห์เชิงสมการ:** ลักษณะของกราฟมีความสอดคล้องกับ ฟังก์ชันพหุนามดีกรีสอง หรือพาราโบลา (h) สิ่งนี้บ่งชี้ว่า อัตราการเปลี่ยนแปลง ของระดับน้ำไม่ได้มีค่าคงที่ โดยในช่วงเริ่มต้น (t น้อย) กราฟมีความชันมาก (น้ำไหลออกเร็ว) และความชันจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป (t มาก) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีทางพลศาสตร์ของไหลที่ว่าความเร็ว ในการไหลแปรผันตรงกับรากที่สองของความสูง ($\sqrt{h}$)

5. ผลการเปรียบเทียบเวลาของน้ำที่ใช้ในการไหลแบบมีแรงดันจากท่อระบายน้ำ ทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในแต่ละปริมาตร

แม้ว่าในการทดลองแบบมีแรงดัน ท่อทั้ง 3 รูปทรงจะใช้เวลารวมสุดท้ายเท่ากันที่ 20 วินาที แต่เมื่อวิเคราะห์การไหลในแต่ละช่วงเวลา พบว่า ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า มีคุณสมบัติที่โดดเด่นกว่ารูปทรงอื่นในด้านเสถียรภาพของการไหล

โดยข้อมูลแสดงให้เห็นว่า ท่อสามเหลี่ยมมีอัตราการเพิ่มขึ้นของเวลาที่เป็นเชิงเส้น และสม่ำเสมอที่สุด (เพิ่มขึ้นคงที่ 2 วินาที ต่อทุกๆ 10 ลิตร ในช่วง 10-60 ลิตร) ในขณะที่ท่อ ทรงกระบอกและท่อสี่เหลี่ยมมีอัตราการไหลที่ผันผวนมากกว่า

สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่า ภายใต้สภาวะที่มีแรงดัน ท่อปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าสามารถควบคุม พฤติกรรมของน้ำให้ไหลผ่านได้อย่างราบรื่นและคาดการณ์ได้มากที่สุด ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดี ในทางวิศวกรรมการระบายน้ำ

เมื่อกำหนดให้ ปริมาณน้ำ (V) เป็นตัวแปรต้น (Domain) และ เวลา (t) เป็นตัวแปรตาม (Range) พบลักษณะความสัมพันธ์ดังนี้

- **ประเภทของฟังก์ชัน:** ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำกับเวลาเป็น **ฟังก์ชันเพิ่ม** กล่าวคือ เมื่อต้องการระบายปริมาณน้ำ (V) มากขึ้น เวลา $t(V)$ ที่ใช้จะเพิ่มขึ้นตามลำดับ
- **การเปรียบเทียบรูปทรงความสัมพันธ์:**
 - **ท่อระบายน้ำทรงกระบอกและท่อปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส:** ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและเวลามีความคลาดเคลื่อนจากเส้นตรง อัตราการเพิ่มขึ้นของเวลาในแต่ละช่วงปริมาณไม่สม่ำเสมอ เช่น ท่อทรงกระบอก ช่วง 20-30 ลิตร เพิ่ม 1 วินาที แต่ช่วง 40-50 ลิตร เพิ่ม 3 วินาที แสดงถึงความไม่คงที่ของอัตราการไหล
 - **ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า** ข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ที่เป็น **ฟังก์ชันเชิงเส้น** อย่างชัดเจนในช่วง 10 ถึง 60 ลิตร โดยกราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรง
- **นัยสำคัญทางคณิตศาสตร์ (Key Finding) :**
 สำหรับท่อสามเหลี่ยมในช่วง 10-60 ลิตร พบว่าทุกๆ ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น 10 ลิตร เวลาจะเพิ่มขึ้น 2 วินาทีอย่างคงที่ ($\Delta t = 2$) เราสามารถหาสมการความสัมพันธ์ได้ในรูป $t(V) = mV + c$
 - หาความชัน (Slope, m):

$$m = \frac{\Delta t}{\Delta V} = \frac{16 - 6}{60 - 10} = \frac{10}{50} = 0.2$$
 - จะได้สมการประมาณการคือ: $t = 0.2V + 4$ ความเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นนี้แสดงให้เห็นว่า ความชัน (Slope) หรืออัตราการเปลี่ยนแปลงมีค่าคงที่สะท้อนให้เห็นถึงเสถียรภาพของการไหลที่สูงกว่ารูปทรงอื่นๆ ภายใต้สภาวะที่มีแรงดัน

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินการ

การจัดทำโครงการงานคณิตศาสตร์ เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์การไหลของน้ำเพื่อพัฒนารูปทรงของท่อระบายน้ำ ผ่านแบบจำลองการไหลแบบอิสระและแบบมีแรงดัน สรุปและอภิปรายผล ดังนี้

จากการทดลอง เมื่อกำหนดให้ท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อระบายน้ำเท่ากัน แล้วเปรียบเทียบระยะเวลาที่น้ำไหลออกจากท่อจนถึงระดับที่กำหนด พบว่า ท่อระบายน้ำทรงกระบอกใช้เวลาเฉลี่ย 56 วินาที ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า ใช้เวลาเฉลี่ย 27 วินาที และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสใช้เวลาเฉลี่ย 34 วินาที สรุปได้ว่า ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่าใช้เวลาเฉลี่ยน้อยที่สุด แสดงว่าระบายน้ำได้ดีที่สุด

โดยมีวิธีการสร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอก ท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า และท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวของท่อเท่ากัน ดังนี้

การสร้างท่อระบายน้ำทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในยาว 10 เซนติเมตร มีความยาวของท่อระบายน้ำ 10 เซนติเมตร คิดจากมาตราส่วนขนาดท่อระบายน้ำจริงต่อท่อระบายน้ำทดลองเป็น 10:1 ได้ท่อระบายน้ำมีพื้นที่หน้าตัด ประมาณ 78.5 ตารางเซนติเมตร

การสร้างท่อระบายน้ำทรงปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า ได้ความยาวด้านของปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า ประมาณ 13.5 เซนติเมตร

การสร้างท่อระบายน้ำปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ได้ความยาวด้านประมาณ 8.9 เซนติเมตร

นอกจากนี้ เมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ พบว่าการไหลแบบอิสระมีความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับความสูงของระดับน้ำในลักษณะฟังก์ชันลดที่ไม่ใช่เชิงเส้น โดยมีกราฟเป็นเส้นโค้งพาราโบลา สำหรับการไหลแบบมีแรงดัน ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรน้ำกับเวลาเป็นฟังก์ชันเพิ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในท่อระบายน้ำปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า ที่มีความสัมพันธ์เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นอย่างชัดเจน โดยมีความชันคงที่และสามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ได้เป็น $t = 0.2V + 4$ ซึ่งแสดงถึงเสถียรภาพของการไหลที่สม่ำเสมอกว่ารูปทรงอื่น

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

- การม้วนแผ่นอะคริลิกเป็นรูปทรงกระบอก

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

- ควรสร้างต้นแบบทรงกระบอกด้วยวัสดุที่แข็งแรง ไม่ยืดหยุ่น

บรรณานุกรม

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน
คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน
คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม
คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ สกสศ.
- ท่อระบายน้ำ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.buathaipipe.com/concrete_ditch_lining_type/ (วันที่สืบค้นข้อมูล 23 กรกฎาคม 2569)
- ท่อระบายน้ำควรเลือกอย่างไรให้เหมาะกับสถานที่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
<https://www.acon.co.th/รายละเอียด/60ed8dd79408560012ac8e89/ท่อระบายน้ำควรเลือกอย่างไรให้เหมาะกับสถานที่/60ed80249095f70012e964f5> (วันที่สืบค้นข้อมูล 23 กรกฎาคม 2569)
- 20 ปี ไทยสูญเสียจาก ‘ภัยพิบัติ’ แค่ไหน ในวันที่โลกกำลังเผชิญกับความรุนแรงจาก ‘โลกรวน’.
[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://theactive.thaipbs.or.th/data/20years-disaster-loss> (วันที่สืบค้นข้อมูล 25 กรกฎาคม 2569)