บทที่ 5

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลจากการศึกษาแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ ผลจากการศึกษาตัวแปร ผลจากการศึกษาคุณภาพน้ำ ผลจากการศึกษาอายุเฉลี่ยการใช้งาน และผลจากการถอดเพื่อศึกษาดูการสึกหรอดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผลจากการศึกษาตัวแปร

ผลจากการศึกษาตัวแปรที่จะมีผลต่ออายุ จะเห็นได้ว่าบางตัวสามารถควบคุมได้ บางตัวควบคุมไม่ได้ ซึ่งจะแยกเป็นกลุ่มตัวอย่าง หรือช่วง ๆ เพื่อหาดังนี้

1. ขนาดของมาตร โดยทั่วไปขนาดของมาตรที่แตกต่างกัน จะมีผลต่ออายุการใช้งานที่แตกต่างกันด้วย ควบคุมตัวแปรนี้โดยการแยกทำเฉพาะขนาด 4 นิ้ว

2. ยี่ห้อของมาตร โดยทั่วไปยี่ห้อของมาตรต่างกันจะทำให้อายุต่างกัน ควบคุมตัวแปรนี้โดยการแยกยี่ห้อกันศึกษาคือ A และ B

3. รุ่นของมาตร เนื่องจากสถิติปี 2530-2534 การผลิตไม่แตกต่างกันจึงสามารถควบคุมตัวแปรนี้ได้

4. มาตรเก่าใหม่ ควบคุมตัวแปรนี้ โดยการศึกษาเฉพาะมาตรใหม่

5. ลักษณะการใช้น้ำ จากการศึกษาการใช้น้ำส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน สำหรับมาตรใหญ่ที่มีถังพัก หรือบ่อพักน้ำขนาดใหญ่ คือถ้าปริมาณน้ำที่ใช้ใกล้เคียงกันความถี่ในการปิดเปิดน้ำย่อมไม่ต่างกันมาก [ถังหรือบ่อพักใกล้เคียงกัน] จึงถือว่าตัวแปรนี้สามารถควบคุมได้

6. สภาพแวดล้อมในการติดตั้ง สภาพแวดล้อมการติดตั้ง โดยทั่วไปไม่มีปัญหาอะไรจึงสามารถควบคุมได้

7. ความดันน้ำ คือถ้าน้ำไหลอ่อนใบหัดจะหมุนช้าจึงควบคุมตัวแปรนี้โดยจะศึกษาเฉพาะความดันน้ำ 8-20 เมตรน้ำ

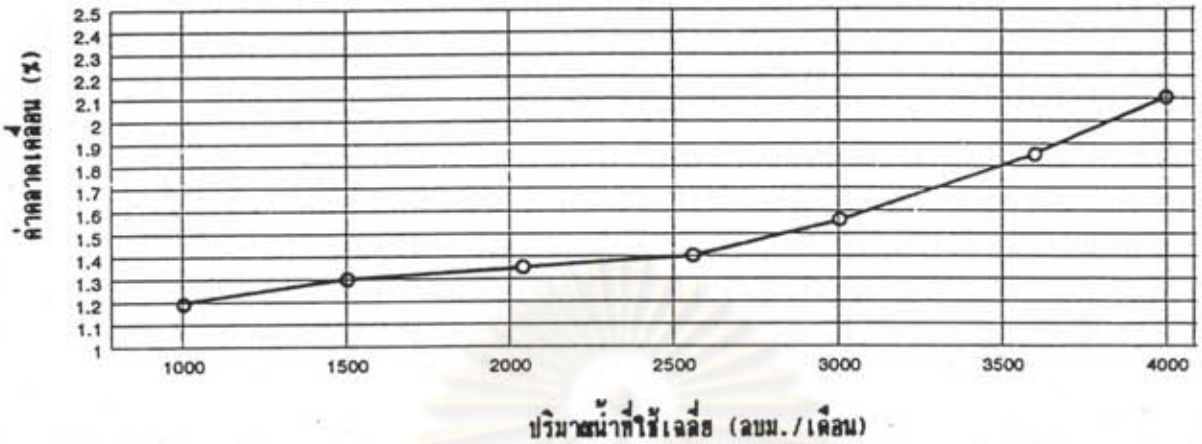
8. เครื่องมือใช้ทดสอบความเที่ยงตรงเครื่องนี้มีผลน้อยมากเพราะใช้หลักการทดสอบแบบง่าย ๆ โดยปล่อยน้ำไหลผ่านมาตร แล้วไหลลงถังด้วยมาตรฐานที่แน่นอน

9. ปริมาณน้ำที่ใช้ ผลจากการศึกษาปริมาณน้ำที่แตกต่างกันของแต่ละยี่ห้อมจะมีผลต่อความเที่ยงตรงมากน้อยแค่ไหน โดยการเก็บมาตรที่มีอายุเท่ากันคือ 3 ปี นำมาทดสอบได้ผลแสดงดังตารางที่ 5.1 และ 5.2

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าคลาดเคลื่อนของมาตรยี่ห้อ B ขนาด 4 นิ้ว
อายุ 3 ปี เมื่อปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ใช้ต่อเดือนแตกต่างกัน

ตัวอย่างที่	ปริมาณใช้น้ำเฉลี่ย (ลบม./เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)		ความคลาดเคลื่อน (%)
		ก่อนติดตั้ง	หลังติดตั้ง	
1	1008	0.60	-0.60	1.20
2	1500	0.70	-0.60	1.30
3	2030	0.65	-0.70	1.35
4	2560	0.60	-0.80	1.40
5	3000	0.68	-0.82	1.55
6	3600	0.60	-1.25	1.85
7	4000	0.70	-1.40	2.10

จากตารางที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่าถ้าปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ยต่อเดือนมากขึ้นจะทำให้ค่าคลาดเคลื่อนของความเที่ยงตรงสูงขึ้นซึ่งหมายถึงอายุสั้นลง (เดินช้าลง) ถ้าแสดงด้วยกราฟจะได้เห็นแนวโน้มดังกราฟรูป 5.1 [ทดสอบความเที่ยงตรงที่อัตราการไหล 50 ลิตร/นาที ความดันน้ำ 6 ปอนด์/นิ้ว^2 ผ่านน้ำ 1000 ลิตร]



รูปที่ 5.1 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลาดเคลื่อนของมาตรวัดน้ำยี่ห้อ B ขนาด 4 นิ้วที่ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อเดือนต่าง ๆ กัน

จากกราฟจะเห็นได้ว่าปริมานน้ำระหว่าง 1000-2800 ลบม./เดือน จะมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง และจาก 3,000 ขึ้นไปจะเป็นเส้นโค้งจึงแสดงให้เห็นว่าช่วงใช้งานได้เหมาะสมไม่ควรเกิน 2,800 ลบม./เดือน เมื่อเทียบกับข้อแนะนำในมาตรฐาน AISI การใช้ถือว่าอยู่ในข่ายที่ยอมรับได้ว่า มาตรยี่ห้อ B ขนาด 4 นิ้ว ควรจะใช้น้ำอยู่ระหว่าง 1,200-2,800 ลบม./เดือน เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำมีผลต่ออายุการใช้งานและเนื่องจากจำนวนตัวอย่างที่อยู่ในสนามมีจำกัด ประกอบกับไม่ต้องการให้ข้อมูลผิดพลาดมาก ผู้วิจัยจึงได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามปริมาณการใช้น้ำออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1200-2000 ลบม./เดือน และ 2001-2700 ลบม./เดือน

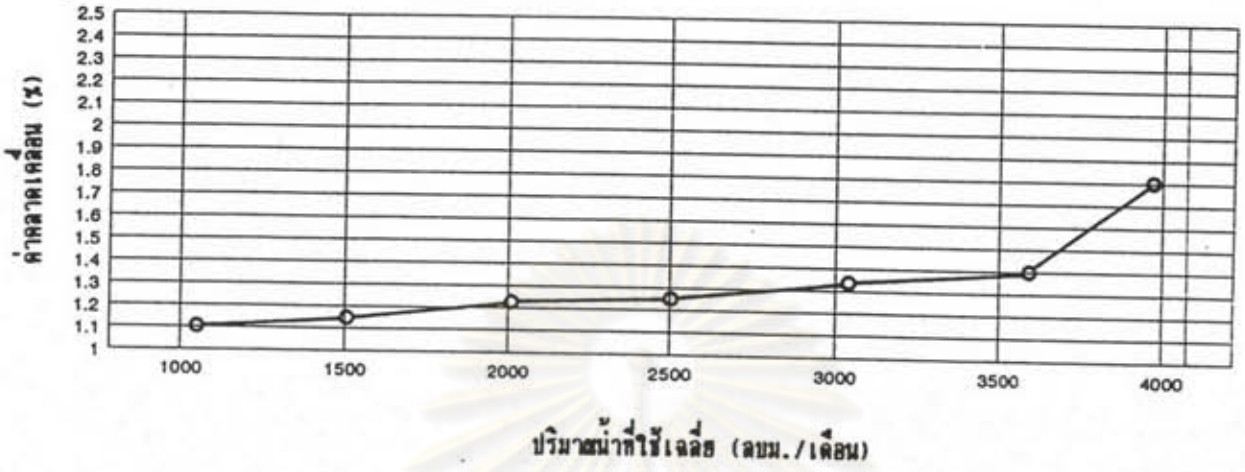
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าคลาดเคลื่อนของมาตรยี่ห้อ A ขนาด 4 นิ้ว
อายุ 3 ปี เมื่อปริมาณน้ำที่ใช้เฉลี่ยต่อเดือนแตกต่างกัน

ตัวอย่างที่	ปริมาณใช้น้ำเฉลี่ย (ลบม./เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)		ความคลาดเคลื่อน (%)
		ก่อนติดตั้ง	หลังติดตั้ง	
1	1040	0.40	-0.70	1.10
2	1502	0.35	-0.80	1.15
3	2037	0.42	-0.80	1.22
4	2500	0.38	-0.87	1.25
5	3045	0.40	-0.91	1.31
6	3650	0.30	-1.10	1.40
7	3950	0.35	-1.45	1.80

จากตารางที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่า ถ้าปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อเดือนมากขึ้น จะทำให้ค่าคลาดเคลื่อนของความเที่ยงตรงสูงขึ้น [มาตรเดินช้าลง] เช่นเดียวกับยี่ห้อ B ถ้านำไปแสดงด้วยกราฟเพื่อดูแนวโน้มจะได้ดังรูปที่ 5.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลาดเคลื่อนของมาตรวัดน้ำยี่ห้อ B ขนาด 4 นิ้ว ที่มีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อเดือนต่างๆ กัน

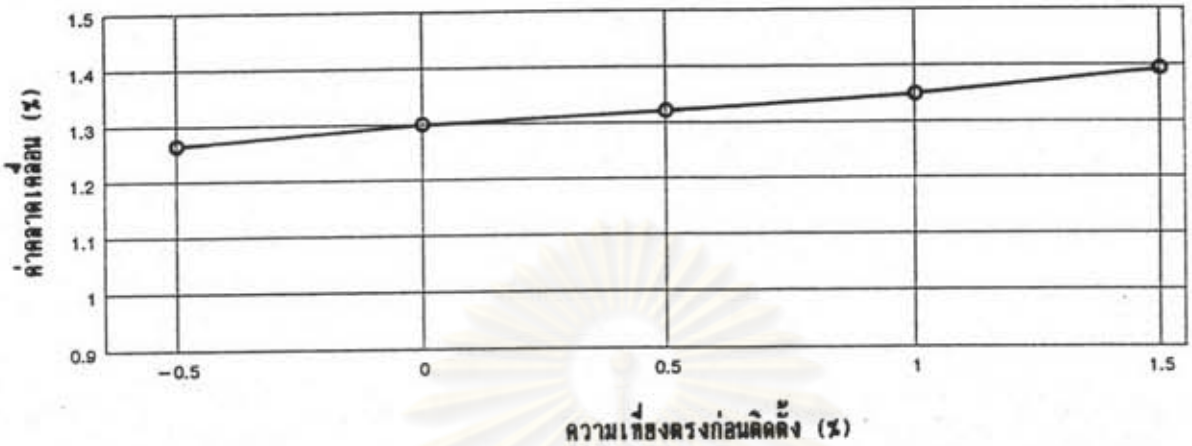
จากกราฟจะเห็นได้ว่าจาก 1,000-2,900 ลบม./เดือน จะมีแนวโน้มเป็นเส้นตรงเช่นเดียวกับมาตรยี่ห้อ B ดังนั้นจึงควรใช้งานอยู่ระหว่าง 1,200-2,900 ลบม./เดือน เนื่องจากปริมาณน้ำมีผลต่ออายุการใช้งานและเนื่องจากจำนวนตัวอย่างที่อยู่ในสนามมีจำกัด ประกอบกับไม่ต้องการให้ข้อมูลผิดพลาดมาก ผู้วิจัยจึงได้แบ่งกลุ่มตามปริมาณการใช้น้ำเป็น 2 กลุ่ม คือ 1,200-2,000 ลบม./เดือน และ 2,001-2,700 ลบม./เดือน เช่นกัน

10. มาตรตั้งความเที่ยงตรงแตกต่างกัน ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบมาตรตั้งเดินความเที่ยงตรงแตกต่างกัน [ตั้งความเที่ยงตรงเป็นศูนย์ถือว่าความเร็วมาตรปกติ ถ้าตั้งความเที่ยงตรงเป็นบวกถือว่าตั้งมาตรเดินเร็วกว่าปกติ และในทางกลับกันถ้าตั้งความเที่ยงตรงเป็นลบถือว่าตั้งมาตรเดินช้ากว่าปกติ] จะมีผลต่อค่าคลาดเคลื่อน ดังตารางที่ 5.3 ซึ่งเป็นมาตรยี่ห้อ B และตารางที่ 5.4 เป็นมาตรยี่ห้อ A [ทดสอบความเที่ยงตรงที่อัตราการไหล 50 ลิตร/นาที ความดันน้ำ 6 ปอนด์/นิ้ว^2 ผ่านน้ำ 1000 ลิตร]

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากมาตรวัดน้ำ
ตั้งความเที่ยงตรงต่างกันของมาตรยี่ห้อ B
ขนาด 4 นิ้ว อายุ 3 ปี

ตัวอย่างที่	ความเที่ยงตรง (%)		ความคลาดเคลื่อน (%)
	ก่อนติดตั้ง	หลังติดตั้ง	
1	-0.5	-1.75	1.25
2	-0.5	-1.76	1.26
3	0.0	-1.30	1.30
4	0.5	-0.82	1.32
5	1.0	-0.35	1.35
6	1.5	0.10	1.40
7	1.5	0.08	1.42

จากตารางที่ 5.3 แสดงให้เห็นว่าถ้ามาตรวัดน้ำตั้งความเที่ยงตรงมากขึ้นจะทำให้ค่าคลาดเคลื่อนของความเที่ยงตรงมากขึ้นตามหมายถึงอายุจะน้อยลง [มาตรเดินช้าลง]ถ้านำข้อมูลดังกล่าวแสดงดูแนวโน้ม สามารถแสดงด้วยกราฟจะได้ดังรูปที่ 5.3

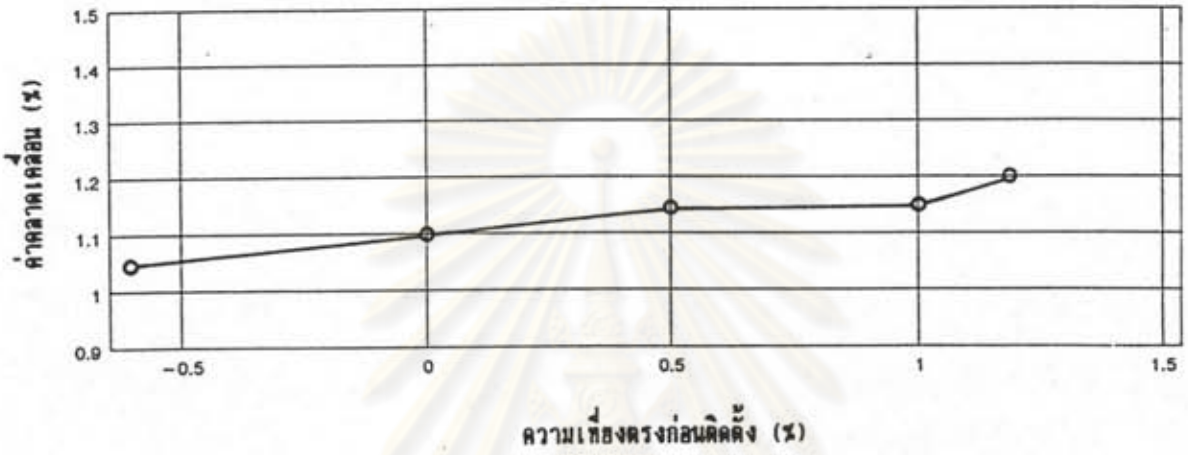


รูปที่ 5.3 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลาดเคลื่อนของมาตรวัดน้ำยี่ห้อ B ขนาด 4 นิ้ว เมื่อตั้งความเที่ยงตรงต่างกัน

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากมาตรวัดน้ำตั้งความเที่ยงตรงแตกต่างกันของมาตรยี่ห้อ A ขนาด 4 นิ้ว อายุ 3 ปี

ตัวอย่างที่	ความเที่ยงตรง (%)		ความคลาดเคลื่อน (%)
	ก่อนติดตั้ง	หลังติดตั้ง	
1	-0.6	-1.60	1.00
2	-0.6	-1.62	1.02
3	0.0	-1.10	1.10
4	0.5	-0.64	1.14
5	1.0	-0.15	1.15
6	1.2	0.02	1.18
7	1.2	0.01	1.19

จากตารางที่ 5.4 แสดงให้เห็นว่าถ้ามาตรวัดน้ำตั้งความเที่ยงตรงมากขึ้น จะทำให้ค่าคลาดเคลื่อนของความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้น หมายถึงอายุสั้นลง[มาตรเดินช้าลง] ถ้านำข้อมูลดังกล่าวแสดงดูแนวโน้มสามารถแสดงด้วยกราฟจะได้ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลาดเคลื่อนของมาตรวัดน้ำยี่ห้อ A ขนาด 4 นิ้ว เมื่อตั้งความเที่ยงตรงแตกต่างกัน

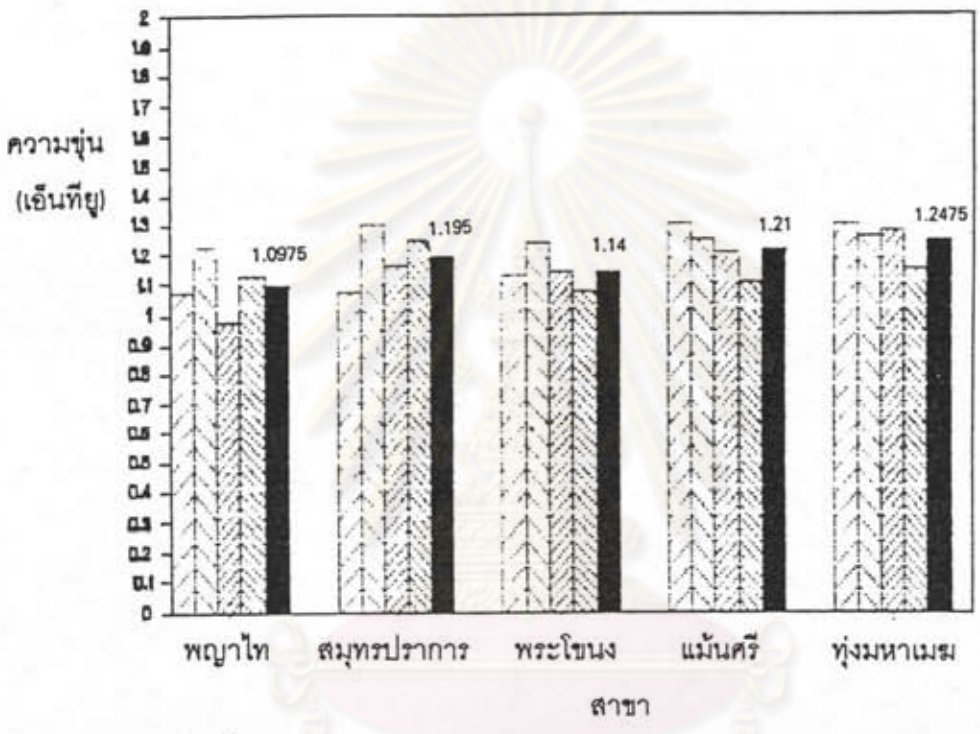
จากรูป 5.3 และ 5.4 ค่าสูงสุด และต่ำสุดของความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.17 % สำหรับยี่ห้อ B และ 0.19 % สำหรับยี่ห้อ A ตามลำดับจะเห็นว่าน้อยเมื่อเทียบกับค่าของ ความเที่ยงตรง -0.5 ถึง 1.5% สำหรับยี่ห้อ B และ -0.6 ถึง 1.2 สำหรับยี่ห้อ A ขณะเดียวกันจำนวนของมาตรที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างมีจำกัด จึงเป็นข้อจำกัดในการแยกกลุ่มตัวอย่างให้เป็นช่วงๆ ของความเที่ยงตรง ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่ดำนึงถึงตัวแปรดังกล่าว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลจากการศึกษาคุณภาพน้ำประปา

จากการทดสอบคุณภาพน้ำประปา 5 สาขา จากห้องปฏิบัติการได้ผลดัง ตารางที่ ค-1 ภาคผนวก ค หน้า 172 ผลที่ได้เมื่อนำมาทดสอบสมมุติฐานว่าคุณภาพน้ำแต่และสาขาแตกต่างกันหรือไม่ดังรายละเอียดการคำนวณที่ภาคผนวก ค หน้า 173 จากผลการวิเคราะห์แสดงดังต่อไปนี้

1. ความขุ่น การเปรียบเทียบความขุ่นในน้ำประปา 5 สาขา สามารถแสดงเบื้องต้นด้วยรูปที่ 5.5 ถ้าดูที่ค่าเฉลี่ยความขุ่นของน้ำประปาสาขาทุ่งมหาเมฆจะสูงสุด และต่ำสุดคือพญาไท ซึ่งเป็นสาขาที่อยู่ใกล้โรงกรองน้ำ



รูปที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบความขุ่นของน้ำประปาใน 5 สาขา

เมื่อนำไปวิเคราะห์ทดสอบความแปรปรวนได้ผลดังตารางที่ 5.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

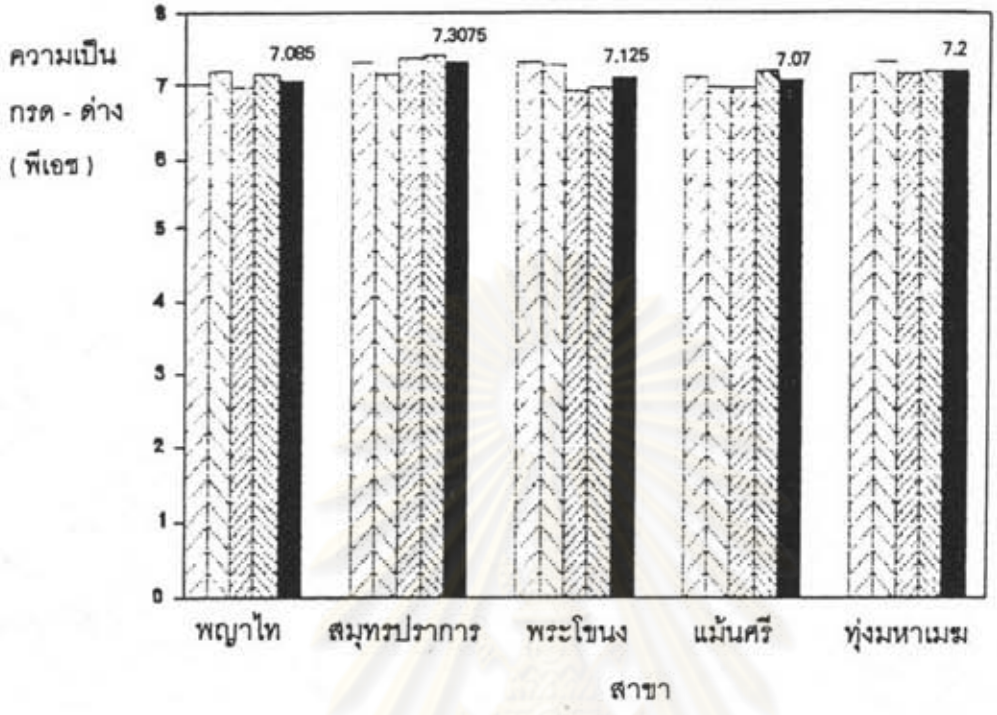
ตารางที่ 5.5 แสดงผลจากการทดสอบความแตกต่างของความขุ่นในน้ำประปา 5 สาขา

แหล่งความผันแปร	ดีกรีของความอิสระ	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง	F
สาขาต่าง ๆ	4	0.056	0.014	1.87
ความผิดพลาดแบบสุ่ม	15	0.113	0.0075	
รวม	19	0.169		

ค่าของ F = 1.87 จากตารางที่ 5.5 เทียบกับ $F_{0.05,4,15} = 3.06$ แสดงว่า ความขุ่นของน้ำประปา 5 สาขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

2. กรด-ด่าง การเปรียบเทียบความเป็น กรด-ด่าง ในน้ำประปา 5 สาขาสามารถแสดงดังรูปที่ 5.6 จากกราฟค่าเฉลี่ยของความเป็น กรด-ด่าง ของสาขาสมุทรปราการสูงสุดและต่ำสุดสาขาแม้นศรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.6 แสดงการเปรียบเทียบความเป็น กรด-ด่าง ของน้ำประปาใน 5 สาขา

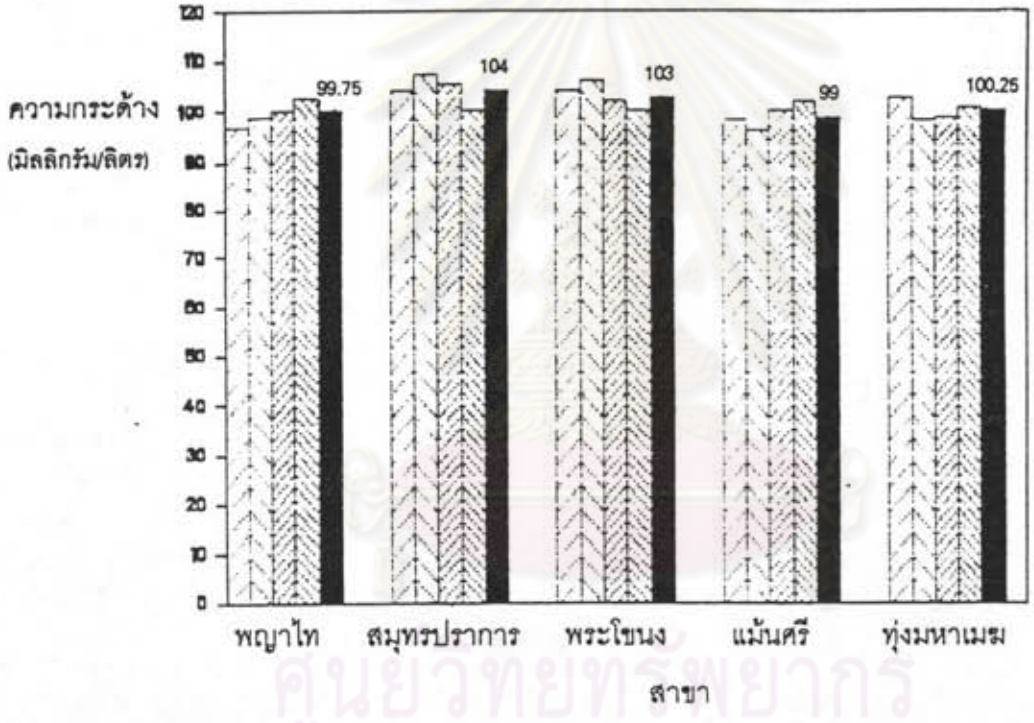
เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยทดสอบความแปรปรวนได้ผลดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 แสดงผลจากการทดสอบความแตกต่างของความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำประปา 5 สาขา

แหล่งความผันแปร	ดีกรีของความอิสระ	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง	F
สาขาต่าง ๆ	4	0.1531	0.0388	2.12
ความผิดพลาดแบบสุ่ม	15	0.2707	0.01804	
รวม	19	0.4238		

ค่าของ F = 1.12 จากตารางที่ 5.6 เทียบกับ $F_{0.05,4,15} = 3.06$ แสดงว่า ความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปา 5 สาขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

3. ความกระด้าง การเปรียบเทียบความกระด้างในน้ำประปา 5 สาขา สามารถแสดงดังรูปที่ 5.7 จากกราฟความกระด้างของน้ำประปาเฉลี่ยสาขาสมุทรปราการสูงสุด และสาขาแม้นศรีต่ำสุด



รูปที่ 5.7 แสดงการเปรียบเทียบความกระด้างของน้ำประปาใน 5 สาขา

เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยทดสอบความแปรปรวนได้ผลดังตารางที่ 5.7

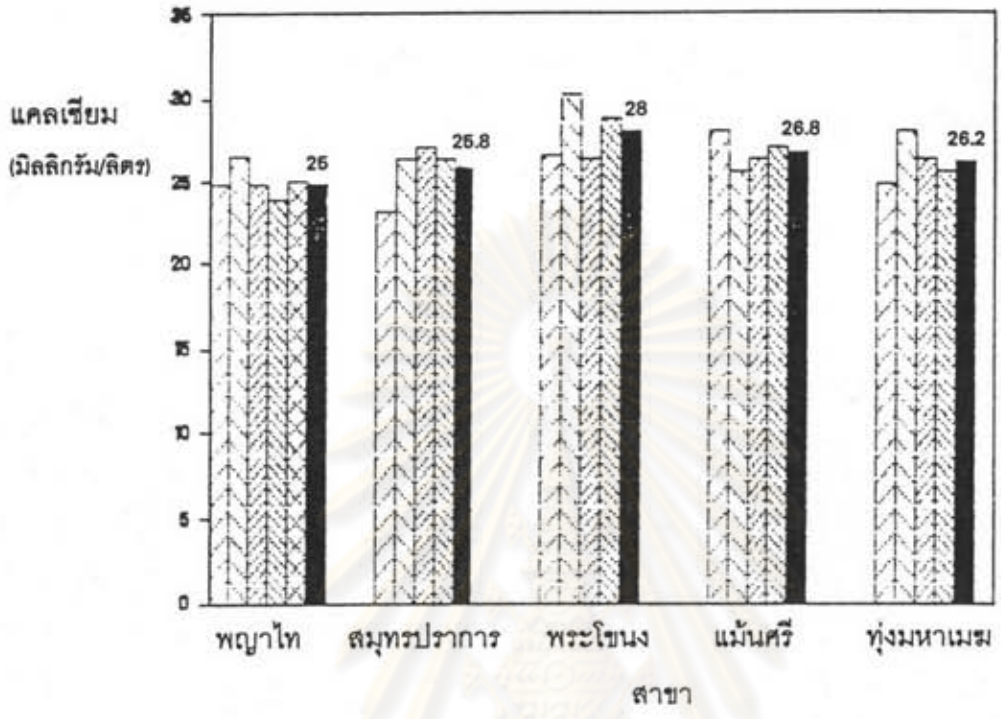
ตารางที่ 5.7 แสดงผลจากการทดสอบความแตกต่างของความกระด้าง
ในน้ำประปา 5 สาขา

แหล่งความผันแปร	ดีกรีของความอิสระ	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง	F
สาขาต่าง ๆ	4	75.7	18.925	2.854
ความผิดพลาดแบบสุ่ม	15	99.5	6.630	
รวม	19	175.2		

ค่าของ F = 2.854 จากตารางที่ 5.7 เทียบกับ $F_{0.05,4,15} = 3.06$ แสดงว่า ความกระด้างของน้ำประปา 5 สาขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

4. แคลเซี่ยม การเปรียบเทียบค่าของแคลเซี่ยมในน้ำประปา 5 สาขา สามารถแสดงดังรูปที่ 5.8 จากกราฟค่าของแคลเซี่ยมในน้ำประปาเฉลี่ยสาขาพระโขนงต่ำสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าของแคลเซียมในน้ำประปาใน 5 สาขา

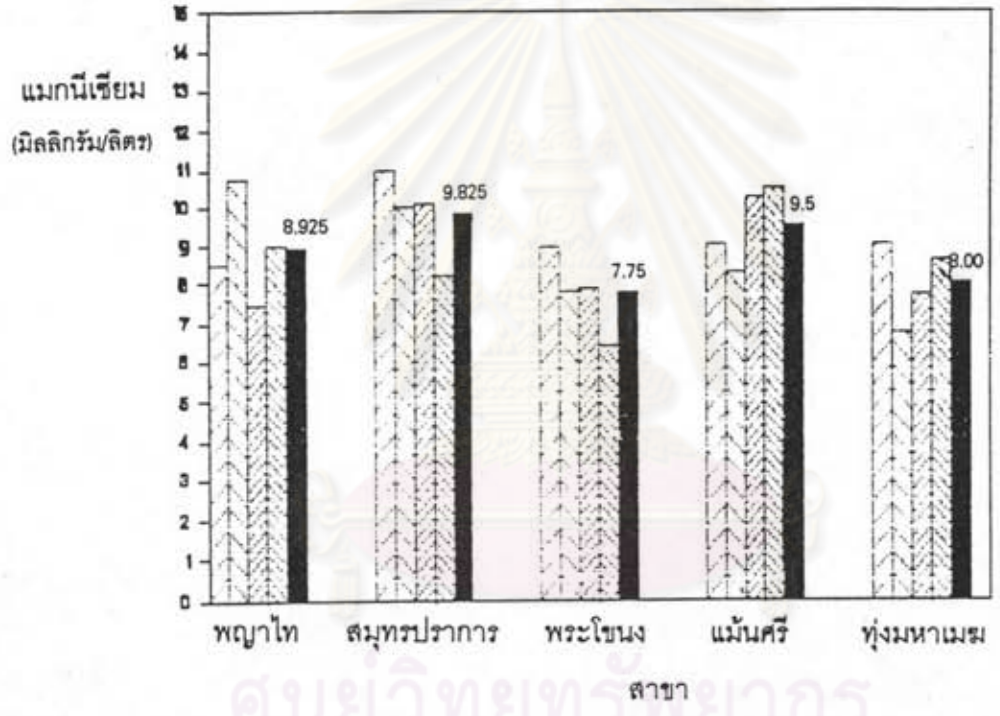
เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยทดสอบความแปรปรวนได้ผลดังตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 แสดงผลจากการทดสอบความแตกต่างของแคลเซียมในน้ำประปา 5 สาขา

แหล่งความผันแปร	ดีกรีของความอิสระ	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง	F
สาขาต่าง ๆ	4	20.29	5.0725	2.378
ความผิดพลาดแบบสุ่ม	15	32.32	2.1330	
รวม	19	52.61		

ค่าของ F = 2.378 จากตารางที่ 5.8 เทียบกับ $F_{0.05,4,15}$ = 3.06 แสดงว่าค่าของแคลเซี่ยมในน้ำประปา 5 สาขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

5. แมกนีเซี่ยม การเปรียบเทียบค่าของแมกนีเซี่ยมในน้ำประปา 5 สาขา สามารถแสดงดังรูปที่ 5.9 จากกราฟค่าของแมกนีเซี่ยมในน้ำประปาเฉลี่ยสาขาสมุทรปราการสูงสุด สาขาพระโขนงต่ำสุด



รูปที่ 5.9 แสดงการเปรียบเทียบค่าของแมกนีเซี่ยมในน้ำประปาใน 5 สาขา

เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยทดสอบความแปรปรวนได้ผลดังตารางที่ 5.9

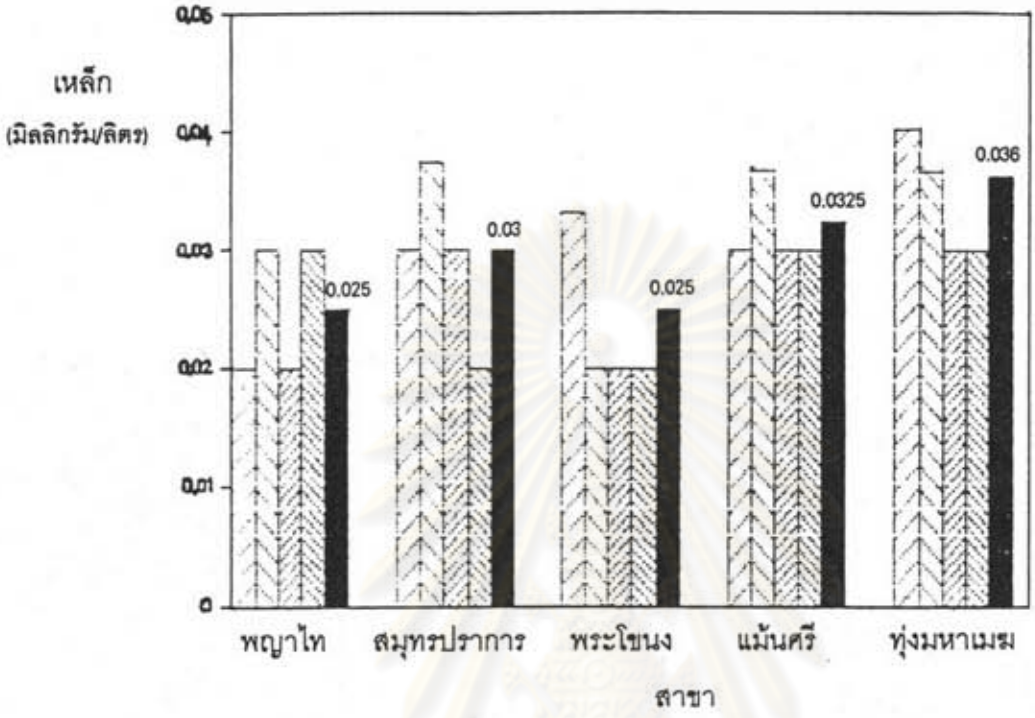
ตารางที่ 5.9 แสดงผลจากการทดสอบความแตกต่างของแมกนีเซี่ยมในน้ำประปา 5 สาขา

แหล่งความผันแปร	ดีกรีของความอิสระ	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง	F
สาขาต่าง ๆ	4	13.195	3.2975	2.605
ความผิดพลาดแบบสุ่ม	15	18.985	1.2667	
รวม	19	32.18		

ค่าของ F = 2.605 จากตารางที่ 5.9 เทียบกับ $F_{0.05,4,15}$ = 3.06 แสดงว่าค่าของแมกนีเซี่ยมในน้ำประปา 5 สาขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

6. เหล็ก การเปรียบเทียบค่าของเหล็กในน้ำประปา 5 สาขาสามารถ แสดงดังรูปที่ 5.10 จากกราฟค่าของเหล็กในน้ำประปาเฉลี่ยสูงสุดสาขาทุ่งมหาเมฆ ต่ำสุด สาขาพญาไท และสาขาพระโขนง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.10 แสดงการเปรียบเทียบค่าของเหล็กในน้ำประปาใน 5 สาขา

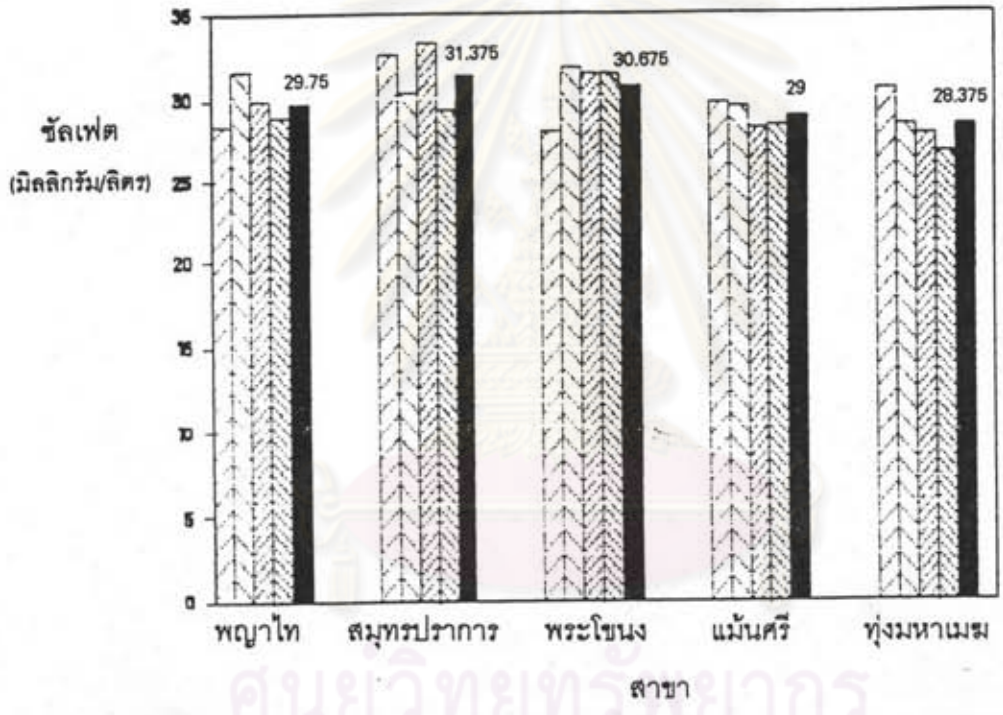
เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยทดสอบความแปรปรวนได้ผลดังตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 แสดงผลจากการทดสอบความแตกต่างของเหล็กในน้ำประปา 5 สาขา

แหล่งความผันแปร	ดีกรีของความอิสระ	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง	F
สาขาต่าง ๆ	4	2×10^{-4}	0.5×10^{-4}	0.746
ความผิดพลาดแบบสุ่ม	15	1×10^{-3}	0.67×10^{-4}	
รวม	19	1.2×10^{-3}		

ค่าของ F = 0.746 จากตารางที่ 5.10 เทียบกับ $F_{0.05,4,15}$ = 3.06 แสดงว่าค่าของเหล็กในน้ำประปา 5 สาขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

7. ซัลเฟต การเปรียบเทียบค่าของซัลเฟตในน้ำประปา 5 สาขาสามารถแสดงดังรูปที่ 5.11 จากกราฟ ค่าของซัลเฟตในน้ำประปาเฉลี่ยสูงสุดสาขาสมุทรปราการ ต่ำสุดคือ สาขาทุ่งมหาเมฆ



รูปที่ 5.11 แสดงการเปรียบเทียบค่าของซัลเฟตในน้ำประปาใน 5 สาขา

เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยทดสอบความแปรปรวนได้ผลดังตารางที่ 5.11

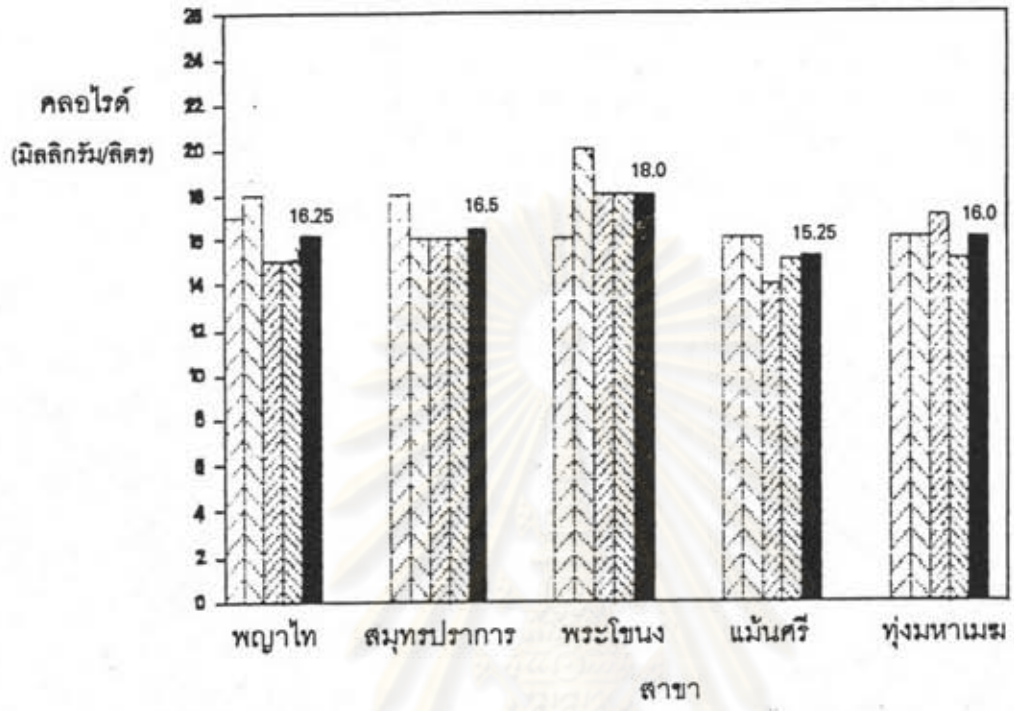
ตารางที่ 5.11 แสดงผลจากการทดสอบความแตกต่างของซิลเฟตในน้ำประปา 5 สาขา

แหล่งความผันแปร	ดีกรีของความอิสระ	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง	F
สาขาต่าง ๆ	4	23.653	5.913	2.464
ความผิดพลาดแบบสุ่ม	15	35.997	2.399	
รวม	19	59.650		

ค่าของ F = 2.464 จากตารางที่ 5.11 เทียบกับ $F_{0.05,4,15}$ = 3.06 แสดงว่าค่าของซิลเฟตในน้ำประปา 5 สาขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

8. ครอไรด์ การเปรียบเทียบค่าของครอไรด์ในน้ำประปา 5 สาขาสามารถแสดงดังรูปที่ 5.12 จากกราฟจะเห็นว่าค่าของครอไรด์ในน้ำประปาเฉลี่ยสาขาพระโขนงสูงสุด และต่ำสุดแม้นศรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.12 แสดงการเปรียบเทียบค่าของคลอไรด์ในน้ำประปาใน 5 สาขา

เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยทดสอบความแปรปรวนได้ผลดังตารางที่ 5.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

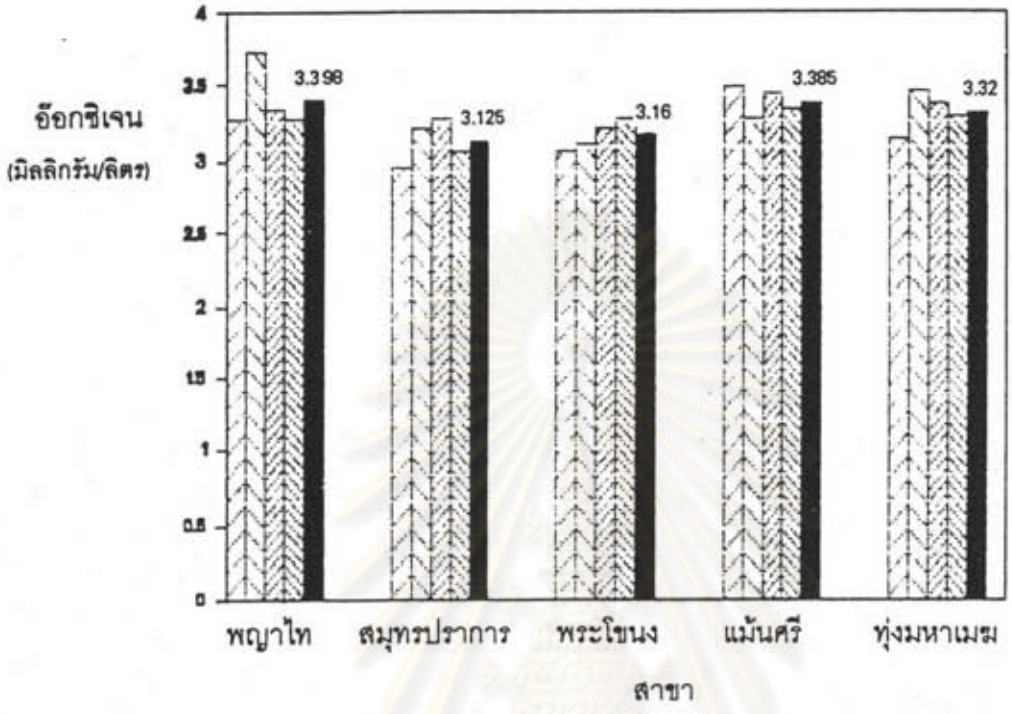
ตารางที่ 5.12 แสดงผลจากการทดสอบความแตกต่างของคลอไรด์ในน้ำประปา 5 สาขา

แหล่งความผันแปร	ดีกรีของความอิสระ	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง	F
สาขาต่าง ๆ	4	16.3	4.075	2.716
ความผิดพลาดแบบสุ่ม	15	22.5	1.50	
รวม	19	38.8		

ค่าของ F = 2.716 จากตารางที่ 5.12 เทียบกับ $F_{0.05,4,15}$ = 3.06 แสดงว่าค่าของคลอไรด์ในน้ำประปา 5 สาขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

9. อ็อกซิเจน การเปรียบเทียบค่าของอ็อกซิเจนในน้ำประปา 5 สาขาสามารถแสดงดังรูปที่ 5.13 จากกราฟค่าของอ็อกซิเจนในน้ำประปาเฉลี่ยสูงสุด สาขาพญาไท และต่ำสุด สาขาสมุทรปราการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.13 แสดงการเปรียบเทียบค่าของอ๊อกซิเจนในน้ำประปาใน 5 สาขา

เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยทดสอบความแปรปรวนได้ผลดัง ตารางที่ 5.13

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.13 แสดงผลจากการทดสอบความแตกต่างของอ็อกซิเจนในน้ำประปา 5 สาขา

แหล่งความผันแปร	ดีกรีของความอิสระ	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง	F
สาขาต่าง ๆ	4	0.259	0.06475	2.77
ความผิดพลาดแบบสุ่ม	15	0.351	0.0234	
รวม	19	0.610		

ค่าของ F = 2.77 จากตารางที่ 5.13 เทียบกับ $F_{0.05,4,15}$ = 3.06 แสดงว่าค่าของอ็อกซิเจนในน้ำประปา 5 สาขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

สรุป จากผลการทดลองความแปรปรวนของค่าความขุ่น ค่ากรด-ด่าง ค่าความกระด้าง ค่าแคลเซี่ยม ค่าแมกนีเซี่ยม ค่าเหล็ก ค่าซัลเฟต ค่าคลอไรด์ และค่าอ็อกซิเจนที่ผสมในน้ำประปา 5 สาขาไม่แตกต่างกัน หมายถึงว่าคุณภาพน้ำใน 5 สาขา [พญาไท สมุทรปราการ พระโขนง-แม้นศรี และทุ่งมหาเมฆ] ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดูตาราง 5.14 ประกอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.14 แสดงการสรุปผลการวิเคราะคุณภาพน้ำ 5 สาขา

ปัจจัยที่ทดสอบ	F	$F_{0.05,4,15}$	สรุปผล
1. ความขุ่น	1.870		
2. กรด-ด่าง	2.120		
3. ความกระด่าง	2.854		
4. แคลเซี่ยม	2.378	3.06	ยอมรับ Ho
5. แมกนีเซี่ยม	2.060		
6. เหล็ก	0.746		
7. ซัลเฟต	2.464		
8. คลอไรด์	2.716		
9. อ๊อกซิเจน	2.770		

ผลจากการศึกษาอายุการใช้งาน

ผลการศึกษาหาอายุเฉลี่ยการใช้งานของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ A และยี่ห้อ B จำนวนทั้งสิ้น 140 ตัวอย่าง โดยผ่านการทดสอบความเที่ยงตรง และความแม่นยำก่อนทำการซ่อมครั้งหนึ่งและหลังทำการซ่อมครั้งหนึ่ง ตลอดจนผลของการถอดศึกษาสภาพชิ้นส่วนต่างๆดังต่อไปนี้

1. ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของมาตรวัดน้ำก่อนทำการซ่อม ผลการทดสอบความเที่ยงตรงแสดงดังตารางที่ ง-1 ภาคผนวก ง หน้า 192 เป็นผลการทดสอบความเที่ยงตรงมาตรตัวอย่างยี่ห้อ B ขนาด 4 นิ้ว มีปริมาณการใช้น้ำ 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือนอายุ ตั้งแต่ 12 เดือน ถึง 49 เดือนการทดสอบกระทำ 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย ดูภาคผนวก ง ตารางที่ ง-2 หน้า 193 เป็นผลการทดสอบความเที่ยงตรงมาตรตัวอย่างยี่ห้อ B ขนาด 4 นิ้ว ปริมาณการใช้น้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน อายุตั้งแต่ 12 เดือน ถึง 48 เดือน ทำการทดสอบ 3 ครั้ง

แล้วหาค่าเฉลี่ยเช่นกัน ตารางที่ ง-3 เป็นผลการทดสอบความเที่ยงตรงมาตรตัวอย่าง ยี่ห้อ A ขนาด 4 นิ้ว มีปริมาณใช้น้ำ 1200-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือนอายุตั้งแต่ 12 เดือน ถึง 49 เดือนตารางที่ ง-4 เป็นผลการทดสอบความเที่ยงตรงมาตรตัวอย่าง ยี่ห้อ A ขนาด 4 นิ้ว มีปริมาณใช้น้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือนอายุตั้งแต่ 12-48 เดือน ตารางทั้ง 4 ตาราง ดูที่ค่าเฉลี่ยของความเที่ยงตรงจะเห็นว่ามาตรวัดน้ำจะเดินช้าลงเรื่อย ๆเมื่อเวลามากขึ้น เมื่อนำเอาความเที่ยงตรงเฉลี่ยจากตารางดังกล่าวไปลบกับความเที่ยงตรงก่อนที่นำไปติดตั้งจะได้ค่าคลาดเคลื่อนดังตารางที่ 5.15 5.16 5.17 และ 5.18 ตารางที่ 5.15 และ 5.16 เป็นค่าคลาดเคลื่อนของมาตร ยี่ห้อ B ส่วนตาราง 5.17 และ 5.18 เป็นค่าคลาดเคลื่อนของมาตรยี่ห้อ A

ตารางที่ 5.15 แสดงผลการคำนวณหาค่าคลาดเคลื่อนของความเที่ยงตรงก่อนติดตั้ง และหลังใช้แล้วของมาตรวัดน้ำ ขนาด 4 นิ้วยี่ห้อ B ปริมาณการใช้น้ำ 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)		คลาดเคลื่อน (%)
		ก่อนใช้	หลังใช้	
1	12	0.00	- 0.08	0.08
2	12	0.05	- 0.05	0.10
3	12	0.90	0.78	0.12
4	14	1.10	0.97	0.13
5	17	1.43	1.24	0.19
6	20	1.00	0.65	0.35
7	24	1.20	0.79	0.41
8	25	0.90	0.49	0.41

ตารางที่ 5.15 (ต่อ)

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง		คลาดเคลื่อน (%)
		ก่อนใช้	หลังใช้	
9	25	1.20	0.75	0.45
10	26	- 0.20	- 0.68	0.48
11	27	1.10	0.58	0.52
12	12	1.35	0.75	0.60
13	28	1.50	0.95	0.55
14	30	- 0.50	- 1.15	0.65
15	30	1.00	0.30	0.70
16	36	0.50	- 0.65	1.15
17	36	0.42	- 0.80	1.22
18	36	1.50	0.38	1.12
19	37	- 0.30	- 1.57	1.27
20	38	0.10	- 1.32	1.42
21	39	- 0.40	- 1.90	1.50
22	40	1.00	- 0.55	1.55
23	40	1.10	- 0.55	1.65
24	40	0.50	- 1.20	1.70
25	42	0.33	- 1.60	1.93
26	46	1.05	- 1.73	2.78
27	46	- 0.40	- 3.20	2.80
28	46	- 0.10	- 3.00	2.90
29	47	0.60	- 2.35	2.95
30	47	1.34	- 1.71	3.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.15 (ต่อ)

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง		คลาดเคลื่อน (%)
		ก่อนใช้	หลังใช้	
31	48	0.50	- 2.61	3.11
32	48	0.30	- 3.10	3.40
33	48	0.30	- 3.20	3.50
34	48	1.12	- 2.50	3.62
35	49	0.50	- 3.30	3.80

ตารางที่ 5.16 แสดงผลการคำนวณหาค่าคลาดเคลื่อนของความเที่ยงตรงก่อนติดตั้งและหลังใช้แล้วของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ B ปริมาณการใช้น้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)		คลาดเคลื่อน (%)
		ก่อนใช้	หลังใช้	
1	12	0.58	0.50	0.08
2	12	1.20	1.08	0.12
3	12	1.30	1.17	0.13
4	14	0.20	0.05	0.15
5	17	- 0.10	- 0.30	0.20
6	24	- 0.21	- 0.65	0.44
7	24	- 0.50	- 0.98	0.48

ตารางที่ 5.16 (ต่อ)

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง		คลาดเคลื่อน (%)
		ก่อนใช้	หลังใช้	
8	25	0.00	- 0.50	0.50
9	26	1.10	0.58	0.52
10	26	1.50	0.90	0.60
11	27	0.80	0.20	0.60
12	27	0.50	- 0.14	0.64
13	28	0.45	- 0.25	0.70
14	30	- 0.30	- 1.10	0.80
15	30	- 0.20	- 1.06	0.86
16	36	0.50	- 0.84	1.34
17	36	0.61	- 0.79	1.40
18	36	0.90	- 0.54	1.44
19	37	1.20	- 0.25	1.45
20	37	0.63	- 0.92	1.55
21	38	0.40	- 1.24	1.64
22	38	- 0.10	- 1.78	1.68
23	39	0.05	- 1.75	1.80
24	41	0.30	- 1.76	2.06
25	41	0.70	- 1.44	2.14
26	44	1.30	- 1.35	2.65
27	44	1.15	- 1.60	2.75
28	45	0.20	- 2.72	2.92
29	45	0.50	- 2.48	2.98

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.16 (ต่อ)

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง		คลาดเคลื่อน (%)
		ก่อนใช้	หลังใช้	
30	46	0.32	- 2.88	3.20
31	47	0.40	- 2.91	3.31
32	47	0.80	- 2.60	3.40
33	47	0.75	- 2.73	3.48
34	48	- 0.40	- 4.04	3.64
35	48	- 0.15	- 3.90	3.75

ตารางที่ 5.17 แสดงผลการคำนวณหาค่าคลาดเคลื่อนของความเที่ยงตรงก่อนติดตั้งและหลังใช้แล้วของมาตรวัดน้ำ ขนาด 4 นิ้วยี่ห้อ A ปริมาณการใช้น้ำ 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)		คลาดเคลื่อน (%)
		ก่อนใช้	หลังใช้	
1	12	- 0.40	- 0.50	0.10
2	13	- 0.15	- 0.23	0.08
3	13	0.75	0.63	0.12
4	14	0.80	0.66	0.14
5	15	0.40	0.28	0.12
6	24	0.32	0.04	0.28

ตารางที่ 5.17 (ต่อ)

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง		คลาดเคลื่อน (%)
		ก่อนใช้	หลังใช้	
7	24	0.2	- 0.10	0.30
8	24	0.50	0.18	0.32
9	25	1.15	0.80	0.35
10	26	1.35	1.00	0.35
11	26	1.00	0.60	0.40
12	27	1.23	0.78	0.45
13	28	0.50	0.07	0.43
14	29	0.20	- 0.30	0.50
15	30	- 0.10	- 0.68	0.58
16	36	- 0.50	- 1.50	1.00
17	37	- 0.21	- 1.29	1.08
18	37	0.00	- 1.12	1.12
19	38	1.10	- 0.07	1.17
20	38	1.50	- 0.27	1.23
21	39	0.80	- 0.58	1.38
22	40	0.45	- 0.95	1.40
23	40	0.70	- 0.78	1.48
24	41	- 0.40	- 1.94	1.54
25	42	0.60	- 1.10	1.70
26	46	0.70	- 1.63	2.33
27	46	1.30	- 1.18	2.48
28	46	0.05	- 2.50	2.55

ตารางที่ 5.17 (ต่อ)

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง ก่อนใช้	ความเที่ยงตรง หลังใช้	คลาดเคลื่อน (%)
29	47	- 0.40	- 3.00	2.60
30	47	- 0.11	- 2.77	2.66
31	47	0.63	- 2.10	2.73
32	48	1.20	- 1.80	3.00
33	48	0.90	- 2.20	3.10
34	49	0.50	- 2.65	3.15
35	49	0.54	- 2.76	3.30

ตารางที่ 5.18 แสดงผลการคำนวณหาค่าคลาดเคลื่อนของความเที่ยงตรงก่อนติดตั้งและหลังใช้แล้วของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้วยี่ห้อ A ปริมาณการใช้น้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง (%) ก่อนใช้	ความเที่ยงตรง (%) หลังใช้	คลาดเคลื่อน (%)
1	12	1.10	1.02	0.08
2	12	0.14	0.03	0.11
3	13	0.00	- 0.14	0.14
4	14	0.40	0.28	0.12
5	15	- 0.30	- 0.45	0.15

ตารางที่ 5.18 (ต่อ)

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)		คลาดเคลื่อน (%)
		ก่อนใช้	หลังใช้	
6	24	0.12	- 0.25	0.37
7	24	0.50	0.10	0.40
8	24	1.33	0.90	0.43
9	25	1.40	0.92	0.48
10	26	- 0.40	- 0.83	0.43
11	27	0.10	- 0.42	0.52
12	27	- 0.30	- 0.88	0.58
13	28	1.48	0.88	0.60
14	29	0.15	- 0.50	0.65
15	29	0.40	- 0.30	0.70
16	36	0.15	- 1.05	1.20
17	36	- 0.40	- 1.65	1.25
18	36	0.60	- 0.70	1.30
19	37	1.33	- 0.03	1.36
20	37	0.50	- 0.90	1.40
21	37	0.30	- 1.20	1.50
22	38	0.52	- 0.98	1.50
23	38	0.63	- 0.88	1.51
24	39	0.40	- 0.22	1.62
25	40	0.93	- 0.83	1.76
26	45	1.02	- 1.78	2.80
27	45	1.30	- 1.41	2.71

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.18 (ต่อ)

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)		คลาดเคลื่อน (%)
		ก่อนใช้	หลังใช้	
28	46	0.89	- 1.96	2.85
29	46	0.75	- 2.05	2.80
30	46	0.60	- 2.35	2.95
31	47	0.43	- 2.72	3.15
32	47	0.47	- 2.78	3.25
33	47	- 0.20	- 3.62	3.42
34	48	- 0.50	- 3.95	3.45
35	48	1.45	- 2.05	3.50

ส่วนตาราง 5.17 และ 5.18 เป็นค่าคลาดเคลื่อนของมาตรยี่ห้อ A ซึ่งมีปริมาณน้ำแตกต่างกัน จากตารางตั้ง 4 จะเห็นว่าค่าคลาดเคลื่อนจากเริ่มขึ้นไปตามเวลาค่าคลาดเคลื่อนของมาตรยี่ห้อ B จะมากกว่ายี่ห้อ A เล็กน้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผลการทดสอบหาสมการที่เหมาะสมของค่าคลาดเคลื่อนก่อนซ่อม

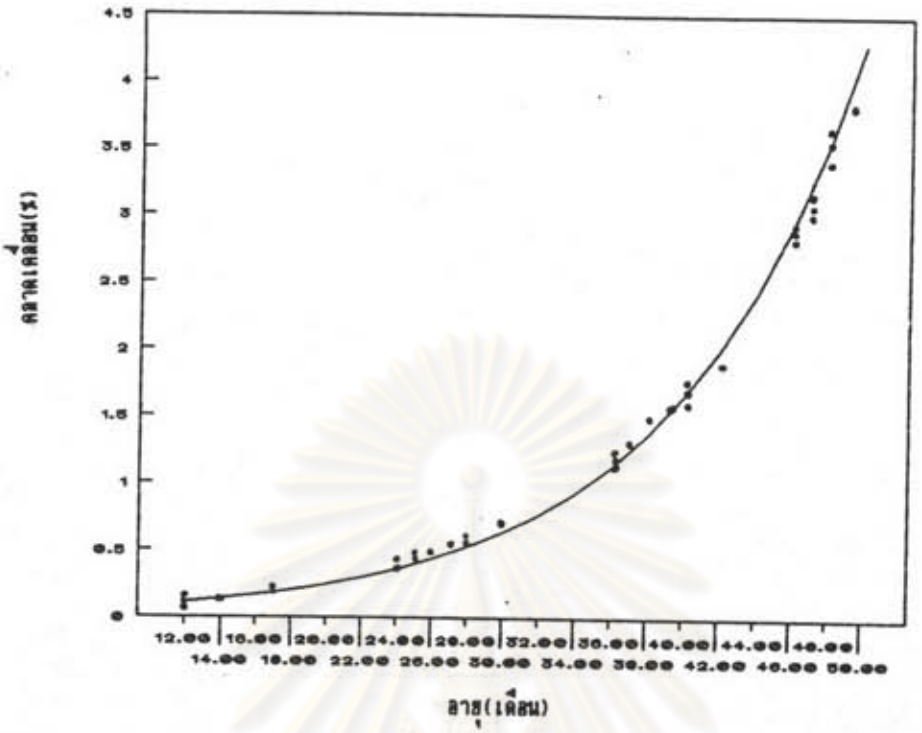
เมื่อเอาค่าคลาดเคลื่อนไปหาสมการที่เหมาะสม โดยใช้โปรแกรมคำนวณดังภาคผนวก ฎ หน้า 298 สมการที่เหมาะสมจะอยู่ในรูปแบบของสมการเอกโปเนลเชียล(Exponential-Equation) โดยมีรูปแบบ $y = ab^x$ มีค่าคงที่ดัง ตารางที่ 5.19 (ดูการวิเคราะห์จากภาคผนวก จ หน้า 205

ตารางที่ 5.19 แสดงรูปแบบของสมการที่เหมาะสมกับค่าคลาดเคลื่อนของมาตรก่อนทำการซ่อม

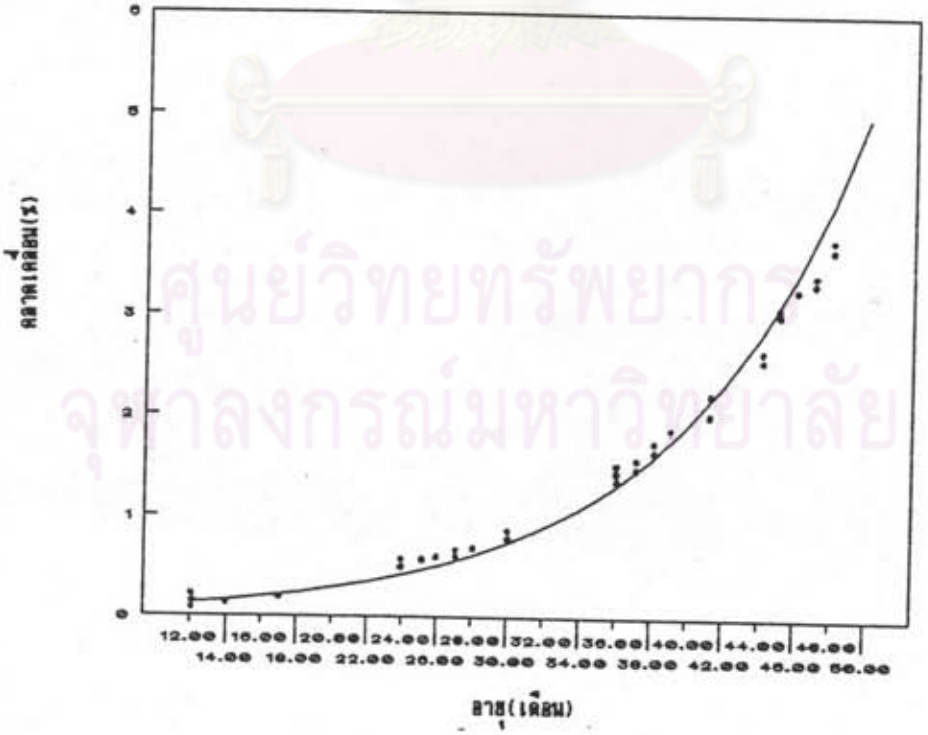
กลุ่มที่	ยี่ห้อ	ปริมาณการใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร/เดือน)	สมการที่เหมาะสม
1	B	1200-2000	$y = (0.036299)(1.100177)^x$
2	B	2001-2700	$y = (0.042042)(1.100206)^x$
3	A	1200-2000	$y = (0.031337)(1.099916)^x$
4	A	2001-2700	$y = (0.036944)(1.101309)^x$
			เมื่อ y = ค่าคลาดเคลื่อน (%) x = อายุ (เดือน)

เมื่อนำเอาสมการใน ตารางที่ 5.19 ไปสร้างเป็นกราฟโดยลงจุดข้อมูลดิบจากการทดลองลงไปด้วยจะทราบการกระจายของข้อมูล แสดงดัง รูปที่ 5.14 5.15 5.16 และ 5.17

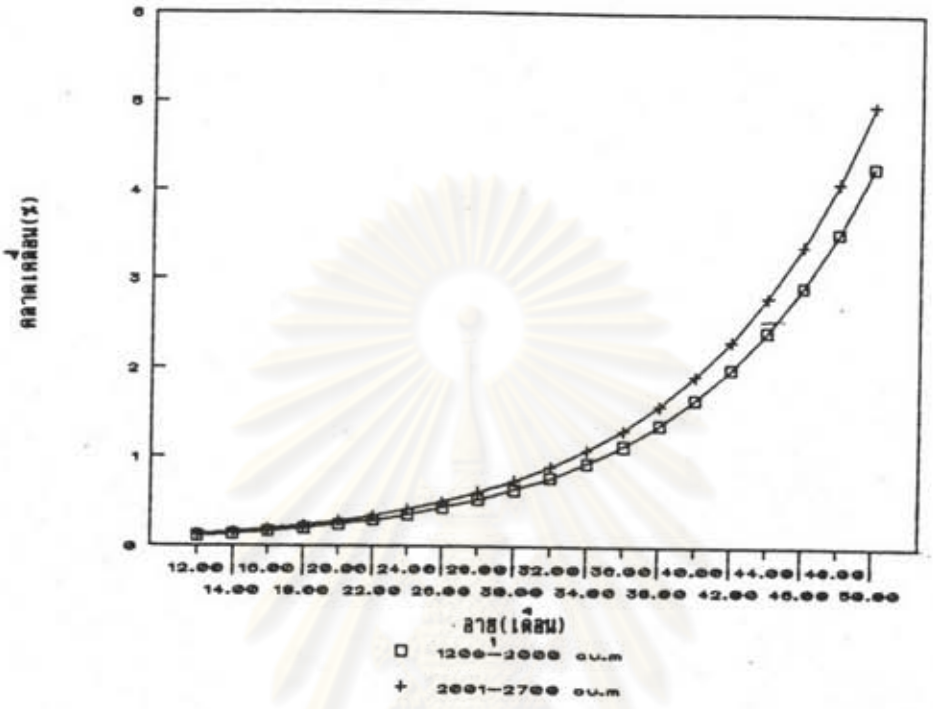
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลาดเคลื่อนกับอายุของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ B ปริมาณการใช้น้ำ 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

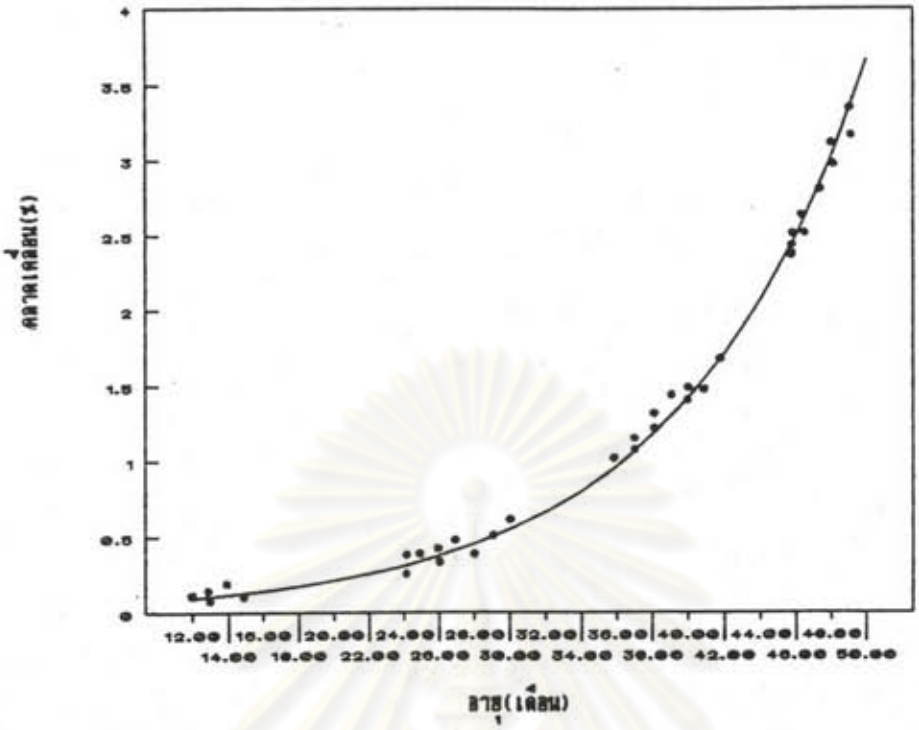


รูปที่ 5.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลาดเคลื่อนกับอายุของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ B ปริมาณการใช้น้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

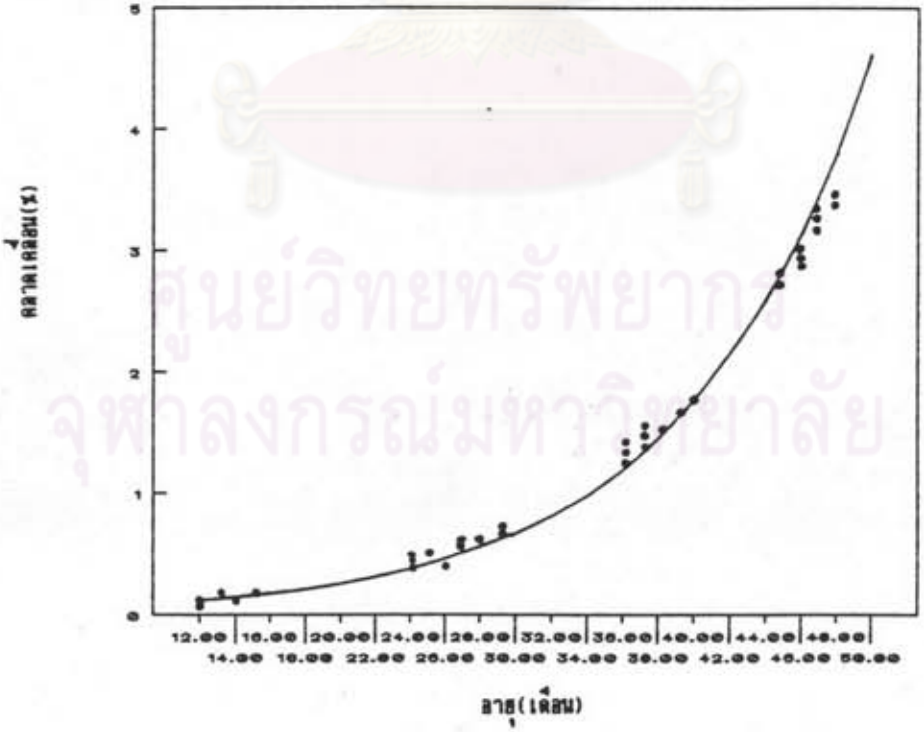


รูปที่ 5.16 แสดงความเปรียบเทียบระหว่างค่าคลาดเคลื่อนของมาตรยี่ห้อ B ระหว่าง ปริมาณการใช้น้ำ 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน กับปริมาณการใช้น้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

จากรูปที่ 5.16 แสดงเปรียบเทียบให้เห็นว่ามาตรยี่ห้อ B เมื่ออายุการใช้งานมากขึ้น จะคลาดเคลื่อนมากขึ้น [ช้าลง] เนื่องจากสิ่งเจือปนในน้ำจับเช่น สนิม แคลเซี่ยม โคลน เป็นต้น ทำให้เกิดความฝืดมากขึ้น ประกอบกับการสึกหรอเพิ่มมากขึ้นและที่ปริมาณการใช้น้ำมากกว่าจะเกิดค่าคลาดเคลื่อนมากกว่า ปริมาณการใช้น้ำน้อยกว่า หมายถึงว่าปริมาณการใช้น้ำ ระหว่าง 1200 ถึง 2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน จะมีความเที่ยงตรง มากกว่าปริมาณการใช้น้ำ ระหว่าง 2001 ถึง 2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน อาจเนื่องปริมาณน้ำมากกว่าจะสึกหรอมากกว่า และสิ่งเจือปนผ่านมากกว่ามีโอกาสไปจับได้มากกว่า

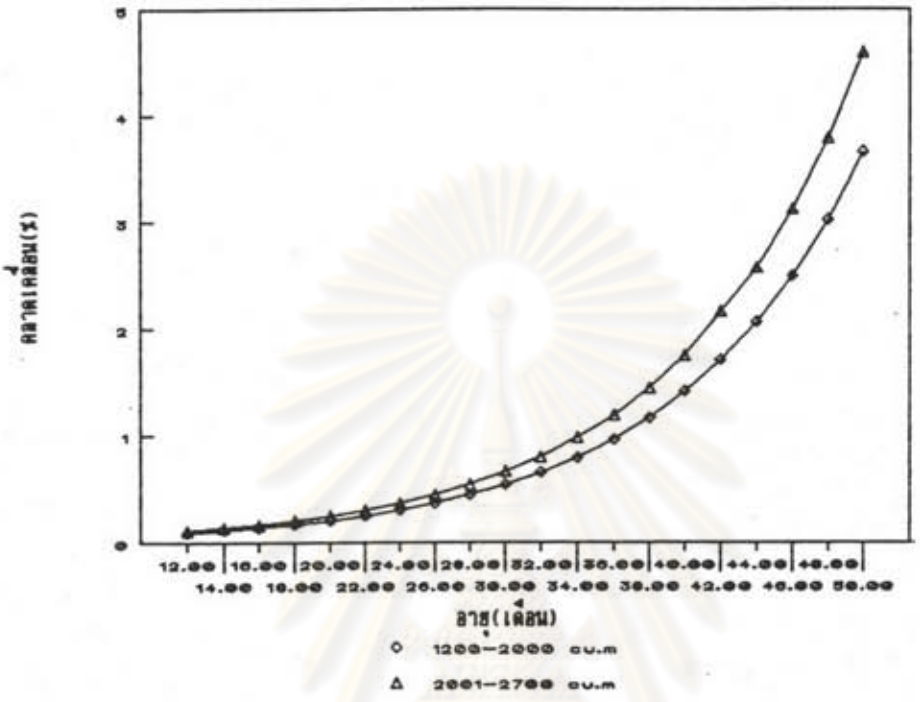


รูปที่ 5.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลาดเคลื่อนกับอายุของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ A ปริมาณการใช้น้ำ 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน



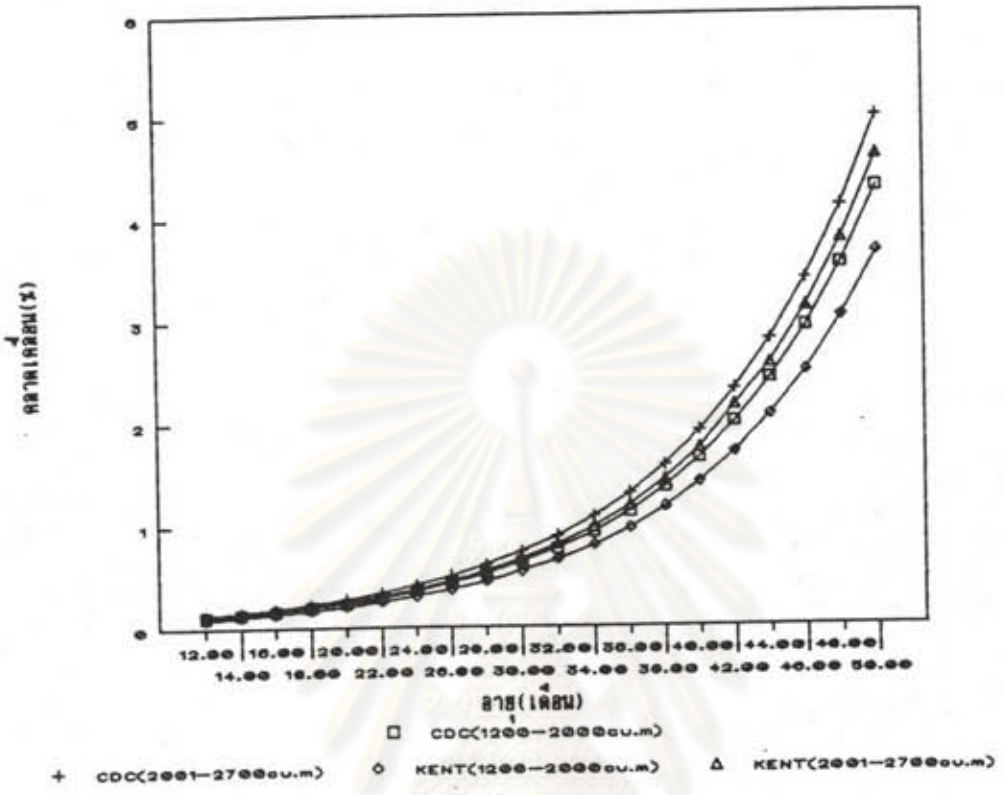
รูปที่ 5.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลาดเคลื่อนกับอายุของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ A ปริมาณการใช้น้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.19 แสดงเปรียบเทียบระหว่างค่าคลาดเคลื่อนของมาตร ยี่ห้อ A ระหว่างปริมาณการใช้น้ำ 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน กับปริมาณการใช้น้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

จากรูปที่ 5.19 แสดงเปรียบเทียบให้เห็นว่ามาตรยี่ห้อ A เมื่ออายุการใช้งานมากขึ้น จะคลาดเคลื่อนมากขึ้น [ช้าลง] เนื่องจากสิ่งเจือปนในน้ำจับเช่น สนิม แคลเซี่ยม โคลน เป็นต้น ทำให้เกิดความฝืดมากขึ้น ประกอบกับการสึกหรอเพิ่มมากขึ้นและที่ปริมาณการใช้น้ำมากกว่าจะเกิดค่าคลาดเคลื่อนมากกว่า ปริมาณการใช้น้ำน้อยกว่า หมายถึงว่าปริมาณการใช้น้ำ ระหว่าง 1200 ถึง 2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน จะมีความเที่ยงตรง มากกว่าปริมาณการใช้น้ำ ระหว่าง 2001 ถึง 2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน อาจเนื่องปริมาณน้ำมากกว่าจะสึกหรอมากกว่า และสิ่งเจือปนผ่านมากกว่ามีโอกาสไปจับได้มากกว่า



รูปที่ 5.20 แสดงการเปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ A และยี่ห้อ B ที่ปริมาณการใช้น้ำ 1200-2000 และ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

จากรูปที่ 5.20 จะเห็นได้ว่าถ้าอายุการใช้งานมากขึ้น ค่าคลาดเคลื่อนของยี่ห้อ B จะสูงกว่ายี่ห้อ A เรียงจากน้อยไปหามาก คือยี่ห้อ A ปริมาณการใช้น้ำ 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือนยี่ห้อ B ปริมาณการใช้น้ำ 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ยี่ห้อ A ปริมาณการใช้น้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือนยี่ห้อ B ปริมาณการใช้น้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ตามลำดับอาจเนื่องมาจากมาตรทั้งสองแบบออกแบบแตกต่างกันแบบ A ทางเข้ายาวกว่าแบบ B จึงมีโอกาสสนิมจับมากว่า ทำให้ทางเข้าเล็กลง ความเร็วน้ำจะเพิ่มขึ้น จึงสามารถชะลอค่าคลาดเคลื่อนได้มากกว่า

3. ผลการหาความแม่นยำ ความแม่นยำคำนวนจากการทดสอบความเที่ยงตรงของการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้งนั้น โดยนำมาคำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard-

Deviation) และค่าความแม่นยำ ซึ่งวัดด้วยการแจกแจง t ด้วยความเชื่อมั่น 95% ได้ผลดัง ตารางที่ 5.20 5.21 5.22 และ 5.23

ตารางที่ 5.20 แสดงผลการคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแม่นยำ ของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้วยี่ห้อ B ปริมาณการใช้น้ำช่วง 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Si) (%)	$\pm t_{0.05} \frac{Si}{\sqrt{3}}$ (%)
		1	2	3		
1	12	-0.11	-0.07	-0.061	0.02129	0.05291
2	12	-0.06	-0.07	-0.02	0.02160	0.05367
3	12	0.80	0.78	0.75	0.02055	0.05105
4	14	1.00	0.95	0.952	0.02286	0.05681
5	17	1.21	1.24	1.27	0.02449	0.06085
6	24	0.68	0.65	0.62	0.02449	0.06085
7	24	0.78	0.82	0.76	0.02494	0.06197
8	25	0.49	0.46	0.53	0.02867	0.07123
9	25	0.73	0.74	0.79	0.02625	0.06509
10	26	-0.72	-0.65	-0.68	0.02867	0.07124
11	27	0.62	0.55	0.57	0.02944	0.07314
12	28	0.79	0.74	0.72	0.02944	0.07314
13	28	0.99	0.95	0.91	0.03266	0.08113
14	30	-1.18	-1.16	-1.11	0.02944	0.07314
15	30	0.33	0.26	0.31	0.02944	0.07314
16	36	-0.68	-0.67	-0.60	0.03559	0.08842
17	36	-0.82	-0.83	-0.75	0.03559	0.08842

ตารางที่ 5.20 (ต่อ)

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Si) (%)	$\pm t_{0.05} \frac{Si}{\sqrt{3}}$ (%)
		1	2	3		
18	36	0.35	0.37	0.43	0.03993	0.08445
19	37	− 1.53	− 1.56	− 1.61	0.03300	0.08199
20	38	− 1.29	− 1.30	− 1.37	0.03559	0.08841
21	39	- 1.90	- 1.85	- 1.94	0.03682	0.09148
22	40	- 0.56	- 0.50	- 0.59	0.03742	0.09296
23	40	- 0.51	- 0.54	- 0.59	0.03299	0.08198
24	40	- 1.16	- 1.20	- 1.25	0.03682	0.09146
25	42	- 1.64	- 1.62	- 1.55	0.03859	0.09587
26	46	- 1.72	- 1.69	- 1.79	0.04190	0.10409
27	46	- 3.15	- 3.25	- 3.21	0.04109	0.10207
28	46	- 2.95	- 3.00	- 3.05	0.04082	0.10140
29	47	- 2.35	- 2.30	- 2.40	0.04083	0.10143
30	47	- 1.76	- 1.72	- 1.66	0.04109	0.10209
31	47	- 2.65	- 2.55	- 2.62	0.04190	0.10409
32	38	- 3.12	- 3.14	- 3.04	0.04319	0.10729
33	38	- 3.15	- 3.25	- 3.21	0.04109	0.10201
34	38	- 2.56	- 2.45	- 2.49	0.04546	0.11292
35	49	- 3.32	- 3.34	- 3.23	0.04787	0.11890

ตารางที่ 5.21 แสดงผลการคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแม่นยำของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้วยี่ห้อ B ปริมาณการใช้น้ำช่วง 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Si) (%)	$\pm t_{0.05} \frac{Si}{\sqrt{3}}$ (%)
		1	2	3		
1	12	0.52	0.52	0.47	0.02357	0.05856
2	12	1.10	1.05	1.10	0.02357	0.05856
3	12	1.17	1.14	1.195	0.02248	0.05585
4	14	0.03	0.04	0.084	0.02346	0.05827
5	17	- 0.27	- 0.33	- 0.30	0.02449	0.06085
6	24	- 0.64	- 0.69	- 0.62	0.02444	0.07314
7	24	- 0.97	- 0.95	- 1.01	0.02494	0.06196
8	25	- 0.50	- 0.46	- 0.53	0.02867	0.07124
9	26	- 0.62	- 0.55	- 0.57	0.02944	0.07314
10	26	0.90	0.87	0.94	0.02867	0.07123
11	27	0.16	0.21	0.23	0.02943	0.07136
12	27	- 0.15	- 0.10	- 0.18	0.03299	0.08197
13	28	- 0.25	- 0.22	- 0.29	0.02867	0.07124
14	30	- 1.10	- 1.14	- 1.06	0.03266	0.08114
15	30	- 1.02	- 1.07	- 1.09	0.02944	0.07313
16	36	- 0.81	- 0.83	- 0.89	0.03399	0.08445
17	36	- 0.77	- 0.75	- 0.84	0.03859	0.09587
18	36	- 0.49	- 0.56	- 0.57	0.03559	0.08442
19	37	- 0.20	- 0.26	- 0.29	0.03742	0.09296
20	37	- 0.97	- 0.90	- 0.89	0.03559	0.08842

ตารางที่ 5.21 (ต่อ)

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Si) (%)	$\pm t_{0.05} \frac{Si}{\sqrt{3}}$ (%)
		1	2	3		
21	38	- 1.25	- 1.19	- 1.28	0.03742	0.09296
22	38	- 1.74	- 1.77	- 1.83	0.03741	0.09295
23	39	- 1.71	- 1.74	- 1.80	0.03742	0.09296
24	41	- 1.72	- 1.75	- 1.82	0.04189	0.10409
25	41	- 1.45	- 1.39	- 1.48	0.03742	0.09296
26	44	- 1.39	- 1.29	- 1.37	0.04321	0.10734
27	44	- 1.66	- 1.56	- 1.58	0.04321	0.10734
28	45	- 2.67	- 2.70	- 2.78	0.04644	0.11537
29	45	- 2.44	- 2.46	- 2.54	0.04321	0.10734
30	46	- 2.91	- 2.92	- 2.82	0.04498	0.11176
31	47	- 2.89	- 2.97	- 2.87	0.04322	0.10738
32	47	- 2.61	- 2.54	- 2.65	0.04547	0.11295
33	47	- 2.71	- 2.69	- 2.80	0.04784	0.11885
34	48	- 3.98	- 4.09	- 4.06	0.04647	0.11543
35	48	- 3.83	- 3.93	- 3.94	0.04964	0.12333

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.22 แสดงผลการคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแม่นยำของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ A ปริมาณการใช้น้ำช่วง 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Si) (%)	$\pm t_{0.05} \frac{Si}{\sqrt{3}}$ (%)
		1	2	3		
1	12	- 0.53	- 0.50	- 0.47	0.02449	0.06085
2	12	- 0.26	- 0.20	- 0.24	0.02494	0.06197
3	13	0.60	0.62	0.66	0.02494	0.06197
4	14	0.66	0.69	0.625	0.02656	0.06599
5	15	0.32	0.27	0.26	0.02625	0.06521
6	24	0.00	0.03	0.08	0.03299	0.08198
7	24	- 0.07	- 0.10	- 0.14	0.02867	0.07124
8	24	0.15	0.17	0.22	0.02944	0.07314
9	25	0.76	0.82	0.75	0.03299	0.07679
10	26	1.01	1.04	0.96	0.03299	0.08198
11	26	0.56	0.64	0.61	0.03299	0.08198
12	27	0.76	0.82	0.75	0.03091	0.07679
13	28	0.06	0.12	0.04	0.03399	0.08445
14	29	- 0.29	- 0.34	- 0.26	0.03299	0.08198
15	30	- 0.63	- 0.69	- 0.72	0.03742	0.09296
16	36	- 1.50	- 1.55	- 1.46	0.03682	0.09146
17	37	- 1.25	- 1.28	- 1.34	0.03742	0.09296
18	37	- 1.14	- 1.16	- 1.07	0.03859	0.09586
19	38	- 0.071	- 0.065	- 0.074	0.03742	0.09296
20	38	0.25	0.33	0.24	0.04028	0.10006

ตารางที่ 5.22 (ต่อ)

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Si) (%)	$\pm t_{0.05} \frac{Si}{\sqrt{3}}$ (%)
		1	2	3		
21	39	- 0.57	- 0.63	- 0.53	0.04109	0.10209
22	40	- 0.97	- 0.99	- 0.89	0.04321	0.10734
23	40	- 0.74	- 0.77	- 0.84	0.04190	0.10409
24	41	- 1.92	- 2.00	- 1.90	0.04320	0.10733
25	42	- 1.11	- 1.15	- 1.04	0.04546	0.11294
26	46	- 1.64	- 1.68	- 1.57	0.04546	0.11294
27	46	- 1.16	- 1.24	- 1.13	0.04643	0.11534
28	46	- 2.51	- 2.55	- 2.44	0.04545	0.11293
29	47	- 2.99	- 2.95	- 3.06	0.04546	0.11294
30	47	- 2.72	- 2.77	- 2.83	0.04497	0.11172
31	47	- 2.11	- 2.03	- 2.15	0.04989	0.12395
32	48	- 1.78	- 1.75	- 1.87	0.05099	0.12668
33	48	- 2.14	- 2.25	- 2.22	0.04641	0.11530
34	49	- 2.71	- 2.58	- 2.66	0.05355	0.13303
35	49	- 2.77	- 2.82	- 2.70	0.04921	0.12226

ตารางที่ 5.23 แสดงผลการคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแม่นยำของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้วยี่ห้อ A ปริมาณการใช้น้ำช่วง 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Si) (%)	$\pm t_{0.05} \frac{Si}{\sqrt{3}}$ (%)
		1	2	3		
1	12	1.01	1.06	1.00	0.02625	0.06521
2	12	0.03	0.00	0.062	0.02532	0.06289
3	13	- 0.11	- 0.17	- 0.14	0.02449	0.06085
4	14	0.29	0.31	0.25	0.02494	0.06197
5	15	- 0.41	- 0.46	- 0.48	0.02944	0.07314
6	24	- 0.26	- 0.29	- 0.21	0.03299	0.08198
7	24	0.12	0.05	0.13	0.03559	0.08842
8	24	0.94	0.86	0.90	0.03266	0.08114
9	25	0.97	0.91	0.89	0.03399	0.08445
10	26	- 0.84	- 0.86	- 0.78	0.03399	0.08445
11	27	- 0.46	- 0.41	- 0.38	0.03299	0.08198
12	27	- 0.87	- 0.93	- 0.84	0.03742	0.09296
13	28	0.86	0.93	0.85	0.03559	0.08842
14	29	- 0.53	- 0.52	- 0.45	0.03559	0.08842
15	29	- 0.32	- 0.25	- 0.33	0.03559	0.08842
16	36	- 1.03	- 1.01	- 1.11	0.04320	0.10733
17	36	- 1.64	- 1.71	- 1.61	0.04190	0.10409
18	36	- 0.71	- 0.75	- 0.65	0.04109	0.10209
19	37	- 0.013	- 0.087	- 0.01	0.04138	0.10281
20	37	- 0.95	- 0.85	- 0.91	0.04109	0.10209

ตารางที่ 5.23 (ต่อ)

เลขที่	อายุ (เดือน)	ความเที่ยงตรง (%)			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Si) (%)	$\pm t_{0.05} \frac{Si}{\sqrt{3}}$ (%)
		1	2	3		
21	37	- 1.20	- 1.25	- 1.15	0.04083	0.10143
22	38	- 1.04	- 0.94	- 0.95	0.04497	0.11171
23	38	- 0.89	- 0.93	- 0.82	0.04546	0.11294
24	39	- 0.20	- 0.28	- 0.18	0.04320	0.10733
25	40	- 0.78	- 0.89	- 0.81	0.04643	0.11534
26	45	- 1.84	- 1.77	- 1.73	0.04546	0.11293
27	45	- 1.42	- 1.47	- 1.35	0.04922	0.12227
28	46	- 2.03	- 1.92	- 1.94	0.04785	0.11887
29	46	- 2.04	- 2.12	- 2.00	0.04989	0.12395
30	46	- 2.33	- 2.42	- 2.30	0.05099	0.12667
31	47	- 2.71	- 2.67	- 2.79	0.04886	0.12393
32	47	- 2.76	- 2.85	- 2.73	0.05099	0.12667
33	47	- 3.56	- 3.61	- 3.68	0.04907	0.12224
34	48	- 4.01	- 3.88	- 3.96	0.05354	0.13302
35	48	- 2.04	- 2.12	- 1.99	0.05354	0.13302

จากตารางที่ 5.20 แสดงผลการคำนวนหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความแม่นยำของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ B ปริมาณการใช้น้ำ 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ตารางที่ 5.21 แสดงผลการคำนวนหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความแม่นยำของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ B ปริมาณการใช้น้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ตารางที่ 5.22 แสดงผลการคำนวนหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแม่นยำของมาตรวัดน้ำ ขนาด 4 นิ้ว

ยี่ห้อ A ปริมาณการใช้น้ำ 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน และตารางที่ 5.23 แสดงผลการคำนวนหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแม่นยำของมาตรน้ำ ขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ A ปริมาณการใช้น้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

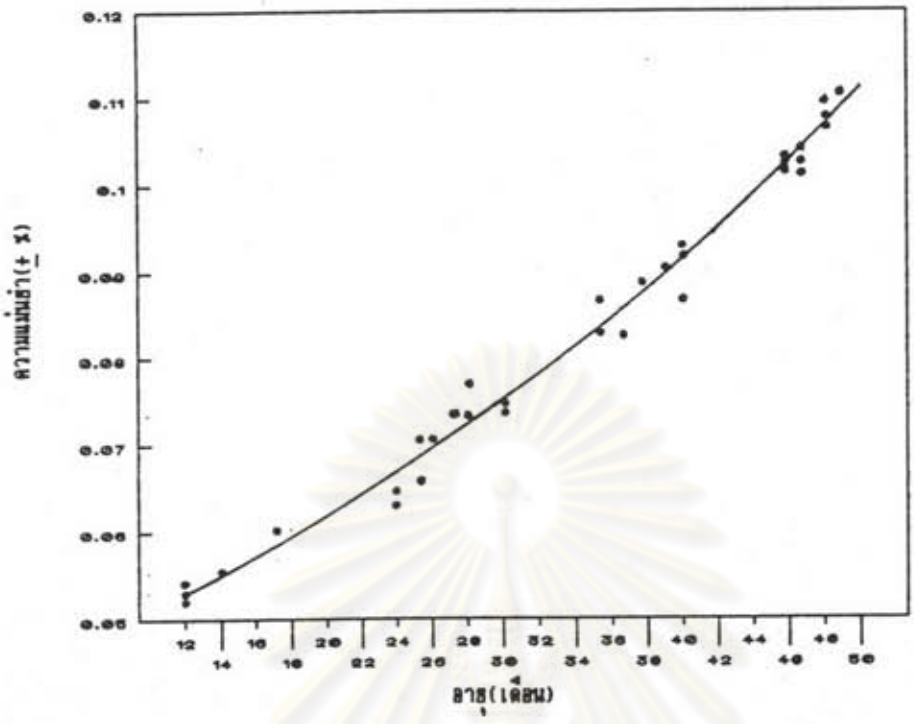
4. ผลการทดสอบหาสมการที่เหมาะสมของความแม่นยำ

เมื่อนำเอาค่าของความแม่นยำ ซึ่งหาได้จาก $t_{0.05} Si/\sqrt{5}$ ไปหาสมการที่เหมาะสมจะได้สมการเป็นรูปของเอ็กโปเนลเชี่ยล (Exponential Equation) โดยมีรูปแบบดังตารางที่ 5.24 (การวิเคราะห์ดูจาก ภาคผนวก ฉ หน้า 213)

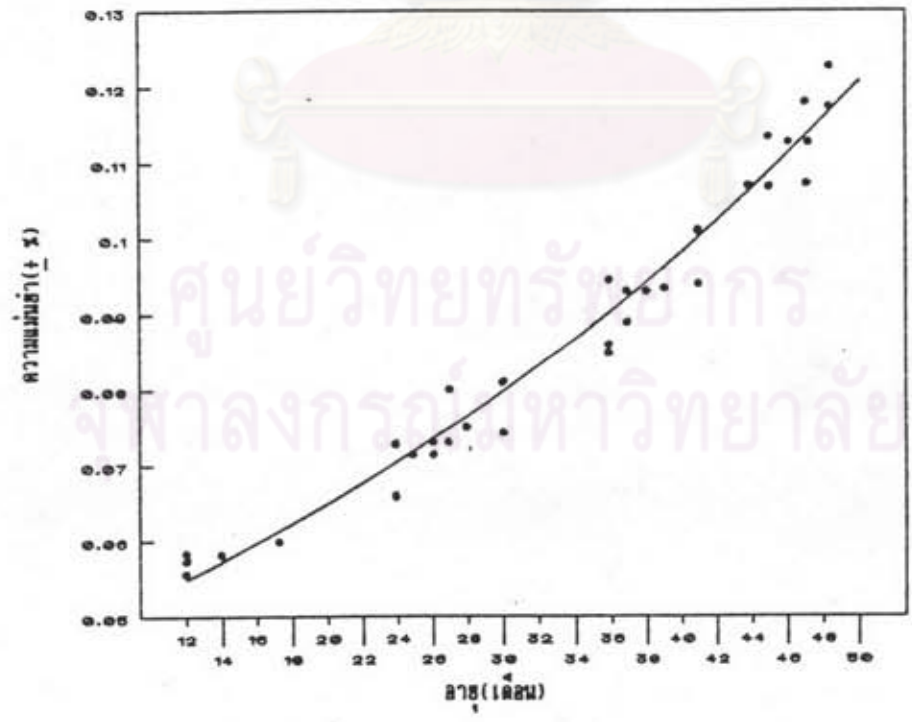
ตารางที่ 5.24 แสดงรูปแบบของสมการที่เหมาะสมกับความแม่นยำของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้ว ก่อนทำการซ่อม

กลุ่มที่	ยี่ห้อ	ปริมาณการใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร/เดือน)	สมการที่เหมาะสม
1	B	1200-2000	$y = (0.04184)(1.01974)^x$
2	B	2001-2700	$y = (0.04317)(1.02062)^x$
3	A	1200-2000	$y = (0.04905)(1.01884)^x$
4	A	2001-2700	$y = (0.05103)(1.01960)^x$
			เมื่อ y = ความแม่นยำ($\pm$ %) x = อายุ(เดือน)

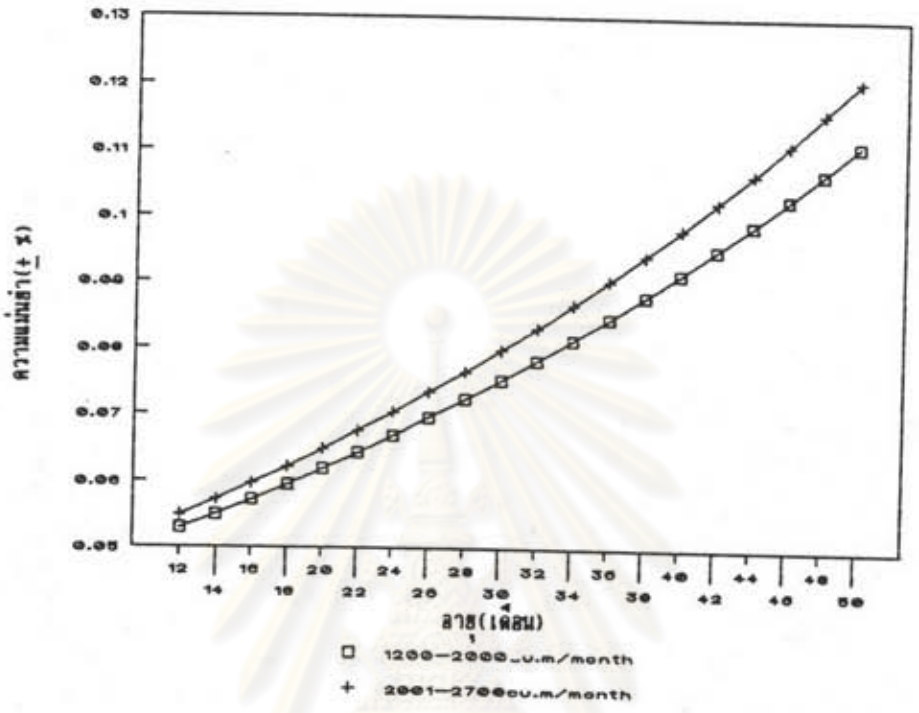
เมื่อนำเอาสมการที่เหมาะสมทั้ง 4 สมการที่อยู่ใน ตารางที่ 5.24 ไปเขียนเป็นกราฟพร้อมกับนำข้อมูลดิบ ซึ่งได้จากการทดลองลงจุดด้วยจะได้ทราบการกระจาย แสดงดัง รูปที่ 5.21 5.22 5.24 5.25 รูปที่ 5.23 และ 5.26 เป็นการเปรียบเทียบค่าความแม่นยำของมาตรยี่ห้อ B และยี่ห้อ A ตามลำดับที่ปริมาณการใช้น้ำต่างกัน



รูปที่ 5.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุการใช้งานกับค่าของ $t_{0.05}$ $Si/\sqrt{3}$ ของมาตร-ขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ B ปริมาณใช้น้ำ 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

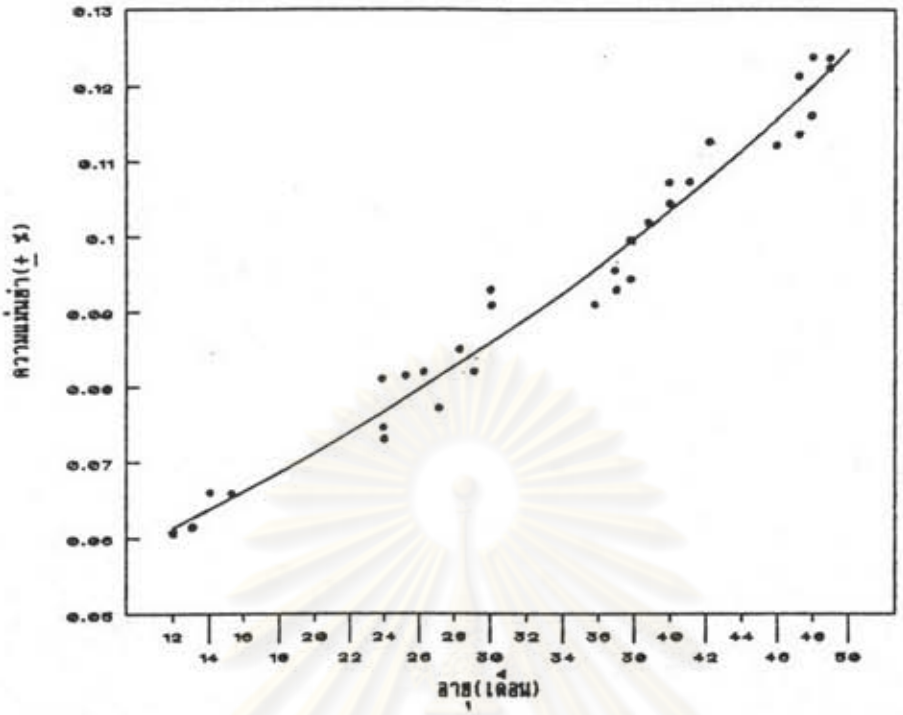


รูปที่ 5.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุการใช้งานกับค่าของ $t_{0.05}$ $Si/\sqrt{3}$ ของมาตร-ขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ B ปริมาณใช้น้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

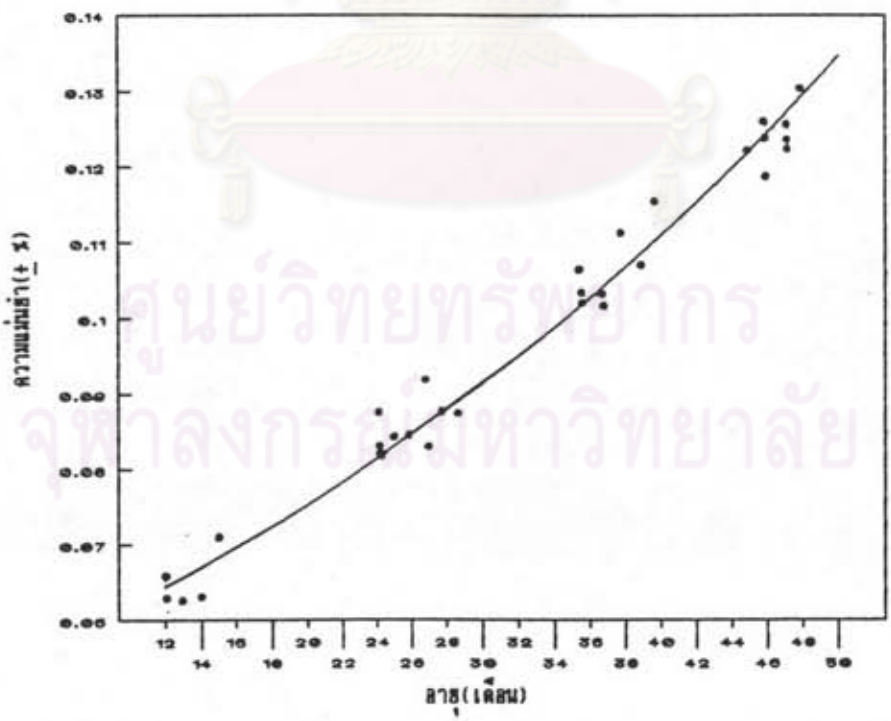


รูปที่ 5.23 แสดงการเปรียบเทียบค่า $t_{0.05}\ Si/\sqrt{3}$ ของมาตรวัดน้ำยี่ห้อ B มีปริมาณการใช้น้ำระหว่าง 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน กับปริมาณการใช้น้ำระหว่าง 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

จากรูปที่ 5.23 แสดงเปรียบเทียบให้เห็นว่ามาตรยี่ห้อ B ที่ปริมาณการใช้น้ำมากขึ้นค่าของ $t_{0.05}\ Si/\sqrt{3}$ จะมากขึ้นหมายถึงว่าปริมาณการใช้น้ำระหว่าง 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือนจะมีความแม่นยำมากกว่าปริมาณการใช้น้ำช่วง 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

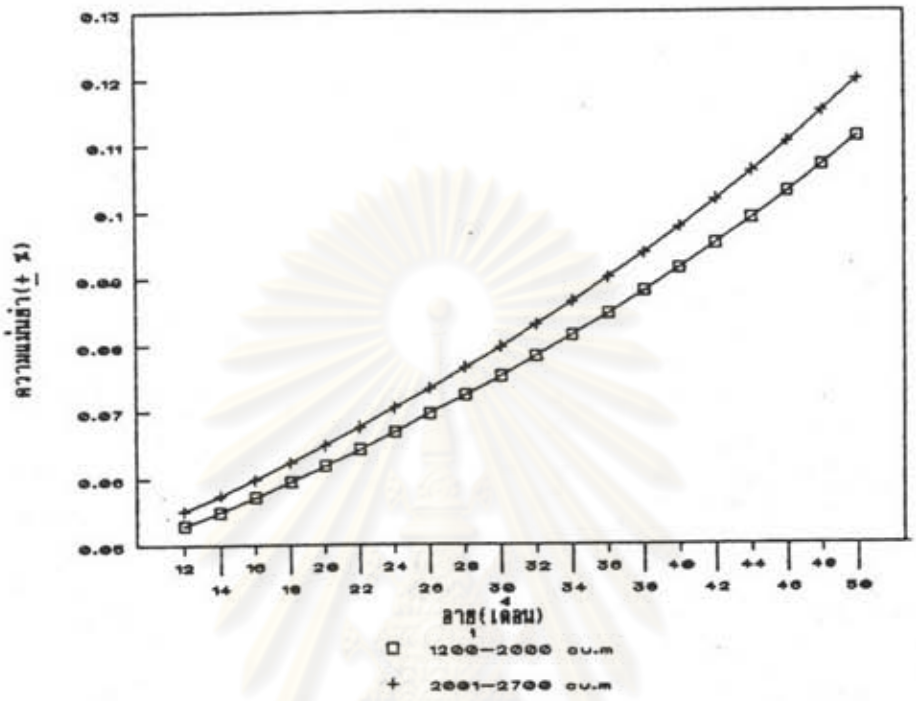


รูปที่ 5.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุการใช้งาน กับค่าของ $t_{0.05}$ $Si/\sqrt{n}$ ของมาตร-ขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ A ปริมาณการใช้น้ำช่วง 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน



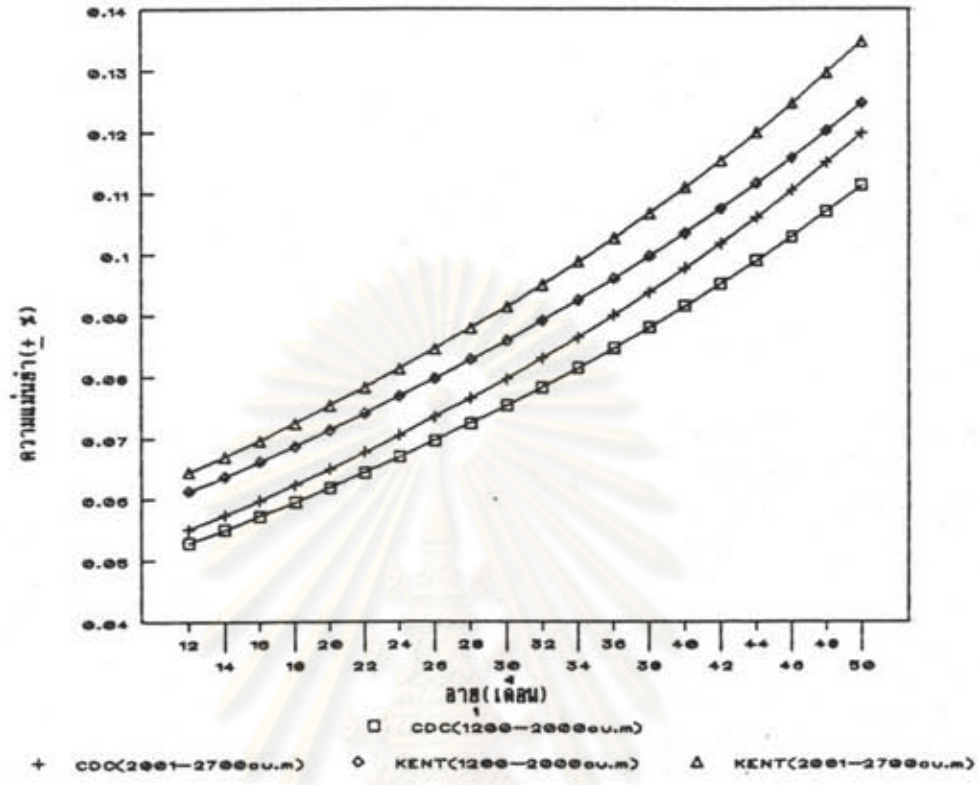
รูปที่ 5.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุการใช้งานกับค่าของ $t_{0.05}$ $Si/\sqrt{n}$ ของมาตร-ขนาด 4 นิ้ว ยี่ห้อ A ปริมาณการใช้น้ำช่วง 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.26 แสดงการเปรียบเทียบค่า $t_{0.05}\ Si/\sqrt{n}$ ของมาตรวัดน้ำยี่ห้อ A ที่มีปริมาณการใช้น้ำระหว่าง 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน กับปริมาณการใช้น้ำระหว่าง 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

จากรูปที่ 5.26 แสดงเปรียบเทียบให้เห็นว่า เมื่ออายุการใช้งานมากขึ้นมาตร ยี่ห้อ A ที่ปริมาณการใช้น้ำมากขึ้นค่าของ $t_{0.05}\ Si/\sqrt{n}$ จะมากขึ้น หมายถึงว่าปริมาณการใช้น้ำระหว่าง 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน จะมีความแม่นยำมากกว่าปริมาณใช้น้ำระหว่าง 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน



รูปที่ 5.27 แสดงการเปรียบเทียบค่า $t_{0.05}\ Si/\sqrt{n}$ ของมาตรวัดน้ำ ยี่ห้อ A และยี่ห้อ B ที่มีปริมาณใช้น้ำช่วง 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน และ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

จากรูปที่ 5.27 จะเห็นได้ว่าค่า $t_{0.05}\ Si/\sqrt{n}$ ของมาตรยี่ห้อ B จะสูงกว่ายี่ห้อเค้นท์ หมายความว่าเมื่ออายุการใช้งานนานขึ้นมาตรยี่ห้อ A มีความแม่นยำน้อยกว่ามาตรยี่ห้อ B ถ้าเรียงความแม่นยำจากน้อยไปหามากได้ดังนี้ ยี่ห้อ A ปริมาณน้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือนยี่ห้อ A ปริมาณน้ำ 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือนยี่ห้อ B ปริมาณการใช้น้ำ 2001-2700 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน และยี่ห้อ B ปริมาณการใช้น้ำ 1200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน เนื่องจากมาตรยี่ห้อ B ซึ่งเป็นแบบใบหมุนตั้ง ถูกออกแบบใช้กับน้ำไหลแรง การสึกหรอที่แบริ่งจะน้อยกว่าแบบ A เพราะน้ำหนักใบหมุนที่กดลงมาจะหักล้างกับแรงดันของน้ำด้านล่างได้บางส่วน

5. ผลการหาอายุการใช้งานโดยใช้ความเที่ยงตรง ความแม่นยำเป็นและปริมาณการใช้น้ำตัวกำหนด

ผลในการหาอายุการใช้งานโดยกำหนดจากค่าพิกัดความแม่นยำ ซึ่งกำหนดจากค่า $t_{0.05}\ Si/\sqrt{n}$ ไม่เกิน 0.15 % (American Water work Association, 1978)แทนค่าลงในสมการ

$$x = (\text{Log } y - \text{Log } a)/\ \text{Log } b)$$

เมื่อ x = เวลา

y = 0.15

ค่า a และ b จากสมการที่เหมาะสมที่ตารางที่ 5.18 เมื่อนำค่าต่าง ๆ คำนวณแล้วจะได้ค่าอายุดังตารางที่ 5.25

ตารางที่ 5.25 แสดงผลการหาอายุการใช้งานของมาตรวัดน้ำขนาด 4"
โดยกำหนดอายุจากความแม่นยำเป็นเกณฑ์

กลุ่มที่	ยี่ห้อ	ปริมาณการใช้น้ำ (ลูกบาศน้ำเมตร/เดือน)	อายุ (เดือน)	อายุ (ปี)
1	B	1200-2000	65.30	5.44
2	B	2001-2700	61.02	5.08
3	A	1200-2000	59.90	4.99
4	A	2001-2700	55.55	4.62

จากตารางที่ 5.25 มาตรวัดน้ำยี่ห้อ B อายุการใช้งานนานกว่ามาตรวัดน้ำ ยี่ห้อ A คือมาตรยี่ห้อ B อายุการใช้งานอยู่ ระหว่าง 5.08 ถึง 5.08 ปี ส่วนมาตรยี่ห้อ A อายุระหว่าง 4.62 ถึง 4.99 ปี

ผลการหาอายุการใช้งาน โดยกำหนดจากค่าคลาดเคลื่อนของความเที่ยงตรงเป็นเกณฑ์ ซึ่งกำหนดค่าความเที่ยงตรงไม่เกิน $\pm$ 3 % แทนค่าลงในสมการ

$$x = (\text{Log } (y+3) - \text{Log } a)/ \text{Log } b$$

เมื่อ x = เวลา

y = ความเที่ยงตรง

ค่า a และ b จากสมการที่เหมาะสมที่ตารางที่ 5.24

เมื่อนำค่าต่าง ๆ คำนวณแล้วจะได้ค่าอายุดังตารางที่ 5.26 (การคำนวณดูจากภาคผนวก ช หน้า 223)

ตารางที่ 5.26 แสดงผลการหาอายุการใช้งานของมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้ว โดยกำหนดอายุจากความเที่ยงตรงเป็นเกณฑ์

กลุ่มที่	ยี่ห้อ	ปริมาณการใช้น้ำ (ลูกบาศน้ำเมตร/เดือน)	อายุ (เดือน)	อายุ (ปี)	อายุเฉลี่ย (ปี)
1	B	1200-2000	43.90-49.76	3.66-4.15	3.90
2	B	2001-2700	42.35-48.21	3.53-4.02	3.78
3	A	1200-2000	45.98-52.15	3.83-4.35	4.09
4	A	2001-2700	43.68-49.77	3.64-4.14	3.89

จากตารางที่ 5.26 มาตรวัดน้ำยี่ห้อ B อายุการใช้งานนานกว่ามาตรยี่ห้อ A เล็กน้อย คือมาตรวัดน้ำยี่ห้อ B อายุอยู่ระหว่าง 3.53 ถึง 4.15 ปี ส่วนมาตรยี่ห้อ A อายุระหว่าง 3.64 ถึง 4.35 ปี เนื่องจากมาตรยี่ห้อ A ซึ่งเป็นมาตรแบบใบพัดนอนถูกออกแบบให้ทางเข้าและทางออกยาว ทำให้สนิมมีโอกาสจับได้สูงทำให้ความเร็วของน้ำที่กระทบใบพัดเพิ่มขึ้น จึงเป็นผลทำให้มาตรสามารถชะลอการเดินช้าลงของมาตรเมื่ออายุมากขึ้นได้ ดังนั้นอายุจึงมากกว่ามาตรยี่ห้อ B เล็กน้อย

7. เสนอแนะแผนการตรวจสอบมาตรวัดน้ำ

ก่อนทำการถอดเปลี่ยนมาตรวัดน้ำควรมีขั้นตอนการตรวจสอบและเตรียมการดังนี้

1) กำหนดระยะเวลาการถอดเปลี่ยนมาตรตั้งแต่เริ่มทำการติดตั้งจนครบอายุการใช้งาน [ตามแผนการถอดเปลี่ยนมาตร]

2) ตรวจสอบประวัติเมื่อใกล้ถึงระยะเวลาการถอดเปลี่ยน

3) ตรวจสอบปริมาณน้ำที่ใช้ต่อเดือนใกล้เคียงกับประวัติเก่าหรือไม่ เป็นข้อมูลในการเปลี่ยนขนาดมาตรให้เหมาะกับปริมาณการใช้น้ำ

4) ตรวจสอบความดันในเส้นท่อและสภาพแวดล้อมของมาตรที่ติดตั้งอยู่

5) ควรมีเครื่องตรวจสอบความถูกต้องของมาตร โดยไม่ต้องถอดมาตรออกมาทดสอบที่ปริมาณการใช้ 1000 ลิตร อัตราการไหล 50 ลิตรต่อนาที

ภายหลังการถอดเปลี่ยนมาตรแล้วทางโรงงานซ่อมควรทำมาตรฐานการตรวจสอบขนาดที่ยอมรับให้สึกหรอได้ อันได้แก่ตรวจสอบ เพลาใบพัด แบริ่งใบพัด ชุดเฟืองทด แรงแม่เหล็ก และชุดอ่านเลขน้ำ เป็นต้น มีการบันทึกประวัติไว้

8. เสนอแนะแผนการถอดเปลี่ยนมาตรวัดน้ำ

แผนการถอดเปลี่ยนมาตรวัดน้ำถูกกำหนดจากอายุการใช้งาน ซึ่งกำหนดด้วยปริมาณการใช้น้ำโดยใช้กับมาตรวัดน้ำยี่ห้อ A ที่มีค่าความแม่นยำ $\pm$ 0.025 % ค่าความเที่ยงตรง-0.6 % ถึง 1.2 % และมาตรยี่ห้อ B ที่มีค่าความแม่นยำ $\pm$0.02 % ค่าความเที่ยงตรง-0.5 % ถึง 1.5% เมื่อก่อนติดตั้ง ซึ่งแผนการถอดเปลี่ยนมาตรแสดงดัง ตารางที่ 5.27 และ 5.28 จะเห็นได้ว่าถ้าใช้น้ำมากขึ้นอายุการใช้งานจะน้อยลง

ตารางที่ 5.27 แสดงแผนการถอดเปลี่ยนมาตรยี่ห้อ A

ปริมาณการใช้น้ำ (ม.^{3}/เดือน)	ระยะเวลาการถอดเปลี่ยน	
	เดือน	ปี
1200-1299	50.57	4.21
1300-1399	49.99	4.67
1400-1499	49.42	4.12
1500-1599	48.86	4.07
1600-1699	48.28	4.02
1700-1799	47.71	3.98
1800-1899	47.13	3.93
1900-1999	46.55	3.88
2000-2099	45.96	3.83
2100-2199	45.37	3.78
2200-2299	44.78	3.73
2300-2399	44.17	3.68
2400-2499	43.55	3.63
2500-2599	42.93	3.58
2600-2699	42.29	3.52

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.28 แสดงแผนการถอดเปลี่ยนมาตรยี่ห้อ B

ปริมาณการใช้น้ำ (ม.^{3}/เดือน)	ระยะเวลาการถอดเปลี่ยน	
	เดือน	ปี
1200-1299	48.25	4.02
1300-1399	47.75	3.98
1400-1499	47.25	3.94
1500-1599	46.75	3.90
1600-1699	46.25	3.85
1700-1799	45.74	3.81
1800-1899	45.24	3.77
1900-1999	44.72	3.73
2000-2099	44.21	3.68
2100-2199	43.69	3.64
2200-2299	43.16	3.60
2300-2399	42.63	3.55
2400-2499	42.09	3.51
2500-2599	41.53	3.46
2600-2699	40.95	3.41

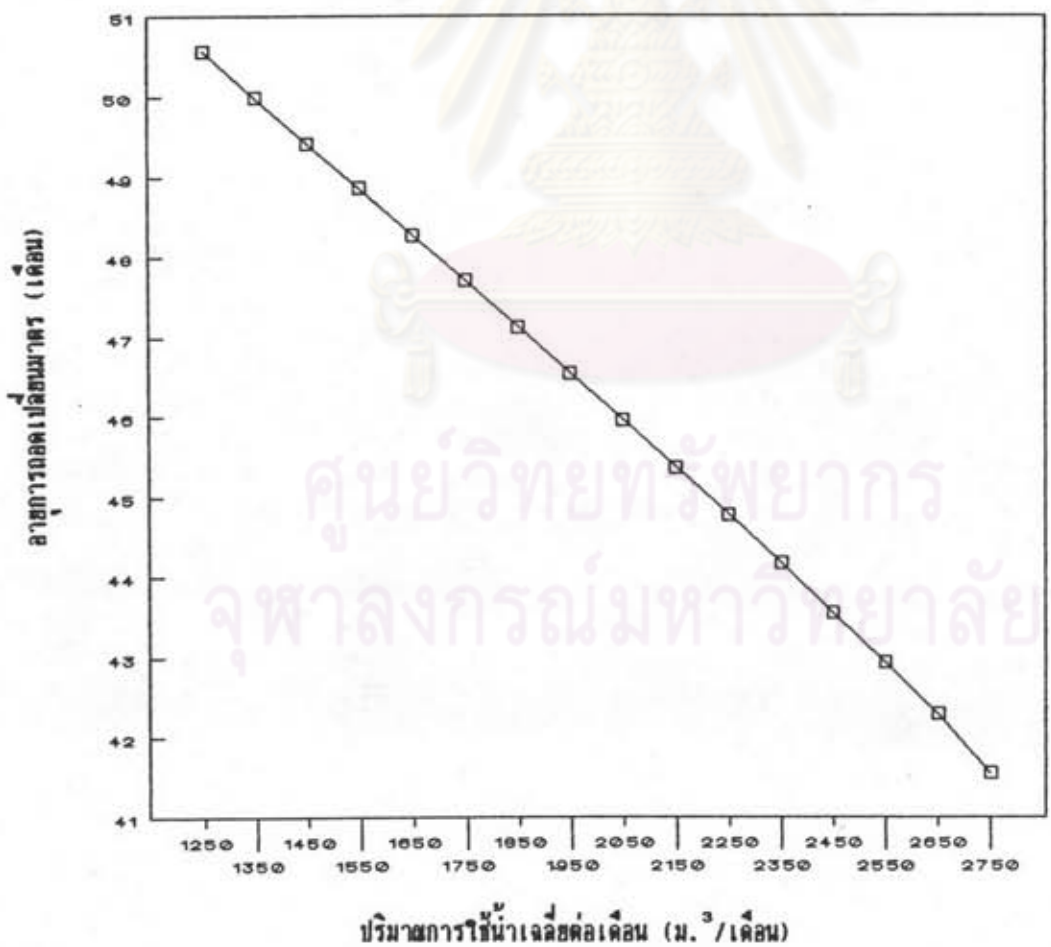
จากตารางที่ 5.27 และ 5.28 นั้นได้เผื่อค่าความปลอดภัย (Safety factor) 1 เดือนแล้ว ส่วนช่วงเวลานำ (Lead time) สำหรับการถอดเปลี่ยนขึ้นอยู่กับแต่ละพื้นที่ เช่น สาขาพญาไทอยู่ใกล้ช่วงเวลานำน้อย แต่ถ้าเป็นสาขาสมุทรปราการอาจใช้ช่วงเวลานำมากผู้ใช้นำตารางไปใช้หรืออาจใช้จากรูปกราฟรูปที่ 5.28 และรูปที่ 5.29 ได้

ตัวอย่างการใช้

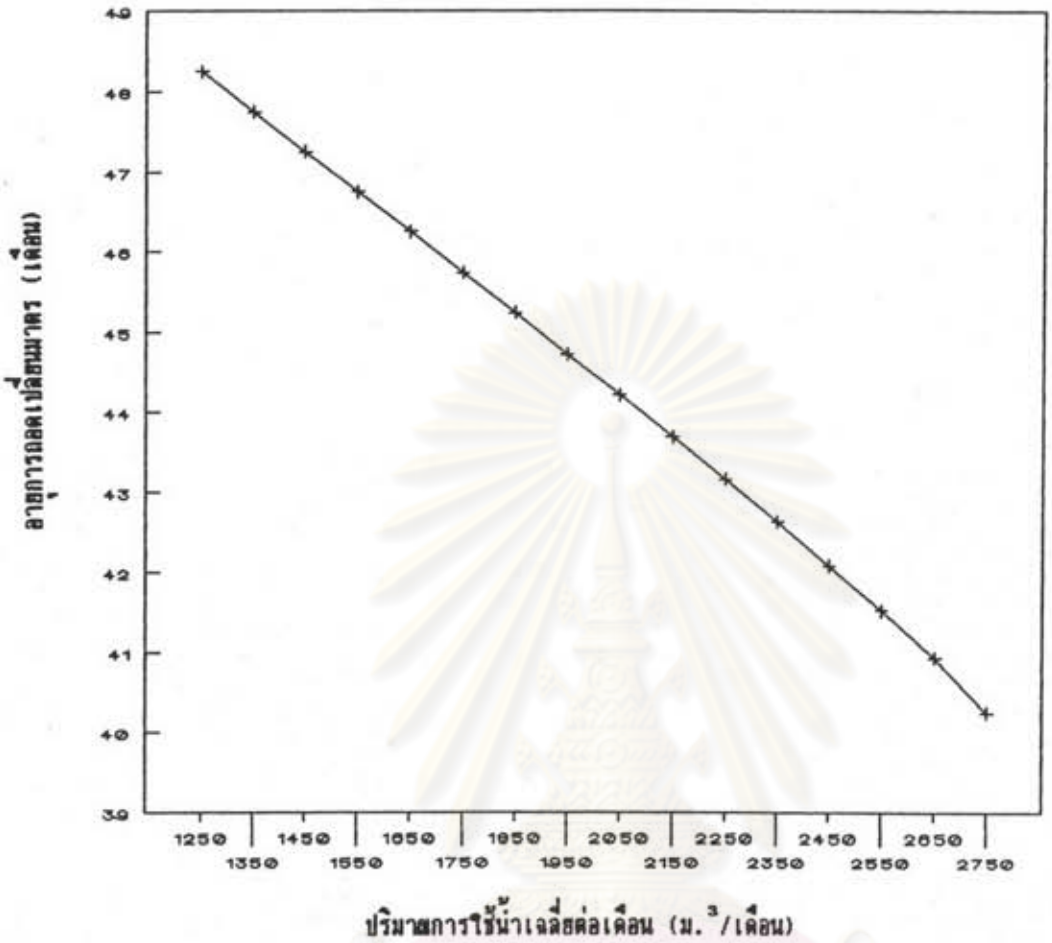
มาตรตัวหนึ่ง ยี่ห้อ A ขนาด 4 นิ้ว ต้องการนำไปติดตั้งที่ สาขาระโขนงในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2538 ได้ตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำประมาณ 1850 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ได้ทดสอบความเที่ยง และความแม่นยำแล้ว 1.00% และ $\pm$ .05 % ตามลำดับ จงหาว่าหลังจากติดตั้งแล้วควรกำหนดการถอดเปลี่ยนเมื่อไร ถ้าใช้เวลาเตรียมการ 1 เดือน (Lead Time)

วิธีทำ

ดูตารางที่ 5.27 ปริมาณน้ำอยู่ในช่วง 1800-1899 ได้อายุ 47.13 เดือน ติดตั้งวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2538 ควรถอด วันที่ 1 เมษายน 2541 แต่ถ้าเผื่อเวลาเตรียมการด้วยก็จะต้องออกคำสั่งตั้งแต่ วันที่ 1 มีนาคม 2541



รูปที่ 5.28 กราฟแสดงแผนการถอดเปลี่ยนมาตรยี่ห้อ B



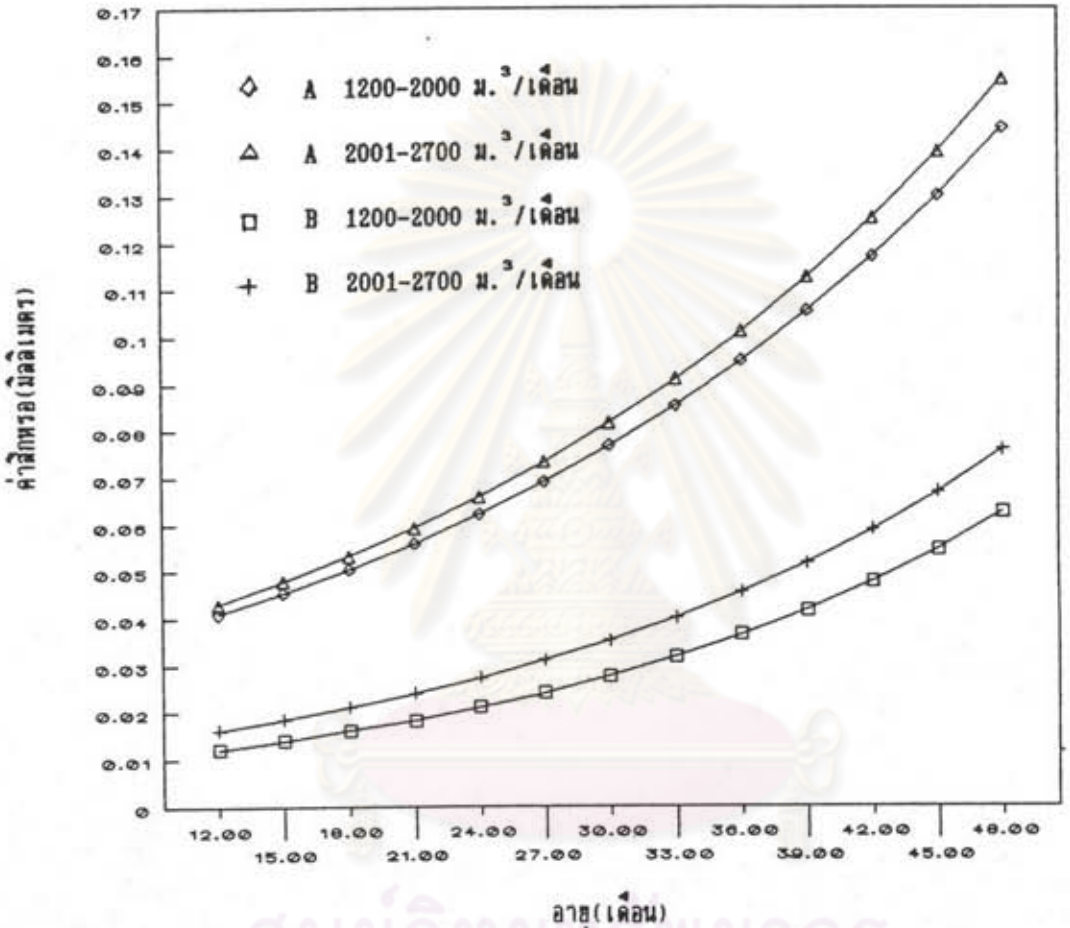
รูปที่ 5.29 กราฟแสดงแผนการถอดเปลี่ยนมาตรยี่ห้อ A

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

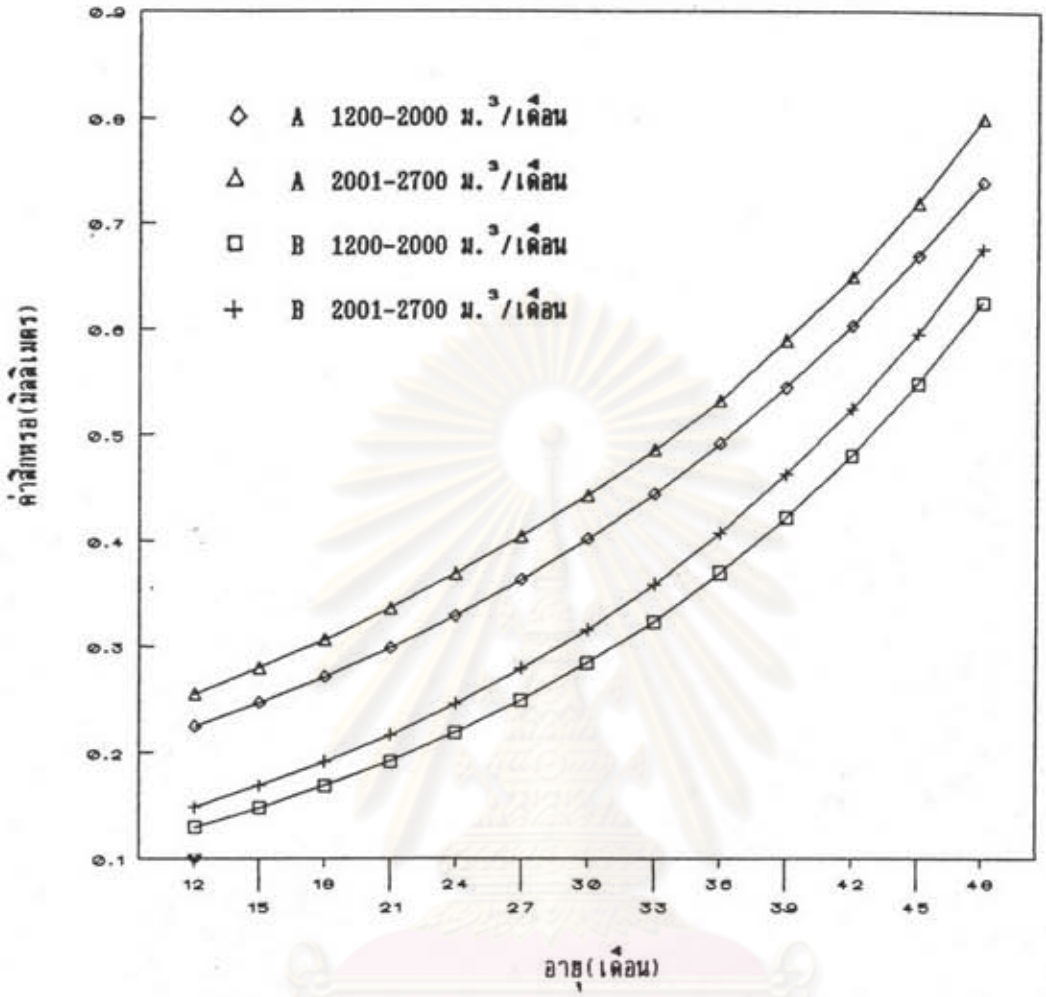
ผลการถอดและตรวจสอบมาตรวัดน้ำ

หลังจากได้ทดสอบความเที่ยงตรง และความแม่นยำ แล้วจึงนำมาตรมาถอดตรวจสอบดูสภาพชิ้นส่วนที่สำคัญ ปรากฏว่าภายในของมาตร มีสนิมเกาะตามส่วนต่าง ๆ เพิ่มหนาขึ้นตามอายุที่ใช้งาน หรือเวลาที่ติดตั้งอยู่โดยเฉพาะมาตรยี่ห้อ A เพราะขนาดของทางเข้า และทางออกยาว สนิมมีโอกาสเกาะจับได้ง่ายโดยเฉพาะด้านหน้ามาตรจะมีสนิมมากในปีที่ 4 หนาประมาณ 10 มม. จะมีผลทำให้ทางเข้าและทางออกของมาตรเล็กลง ความเร็วของใบพัดจะเปลี่ยนแปลง ส่วนสภาพชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญยังใช้งานได้ต่อไป แต่จะมีสนิมจับจึงต้องนำไปทำความสะอาดล้างด้วยน้ำยากัดสนิม ส่วนค่าของความสึกหรอของชิ้นส่วนต่าง ๆ ดูได้จากภาคผนวก ช หน้า 232 การสึกหรอชิ้นส่วนต่าง ๆ สามารถนำข้อมูลไปหาอายุของชิ้นส่วนได้ว่าจะเสียเมื่อไร มาตรวัดน้ำยี่ห้อ A ซึ่ง

เป็นแบบใบพัดนอนมีการสึกหรอของแกนเพลาหลัง [ความยาวลดลง] และแบริ่งหลังสูง [เส้นผ่าศูนย์กลาง] กว่ามาตรวัดน้ำยี่ห้อ B ดูรูปที่ 5.30 แสดงการสึกหรอของมาตรแบบใบพัดนอน



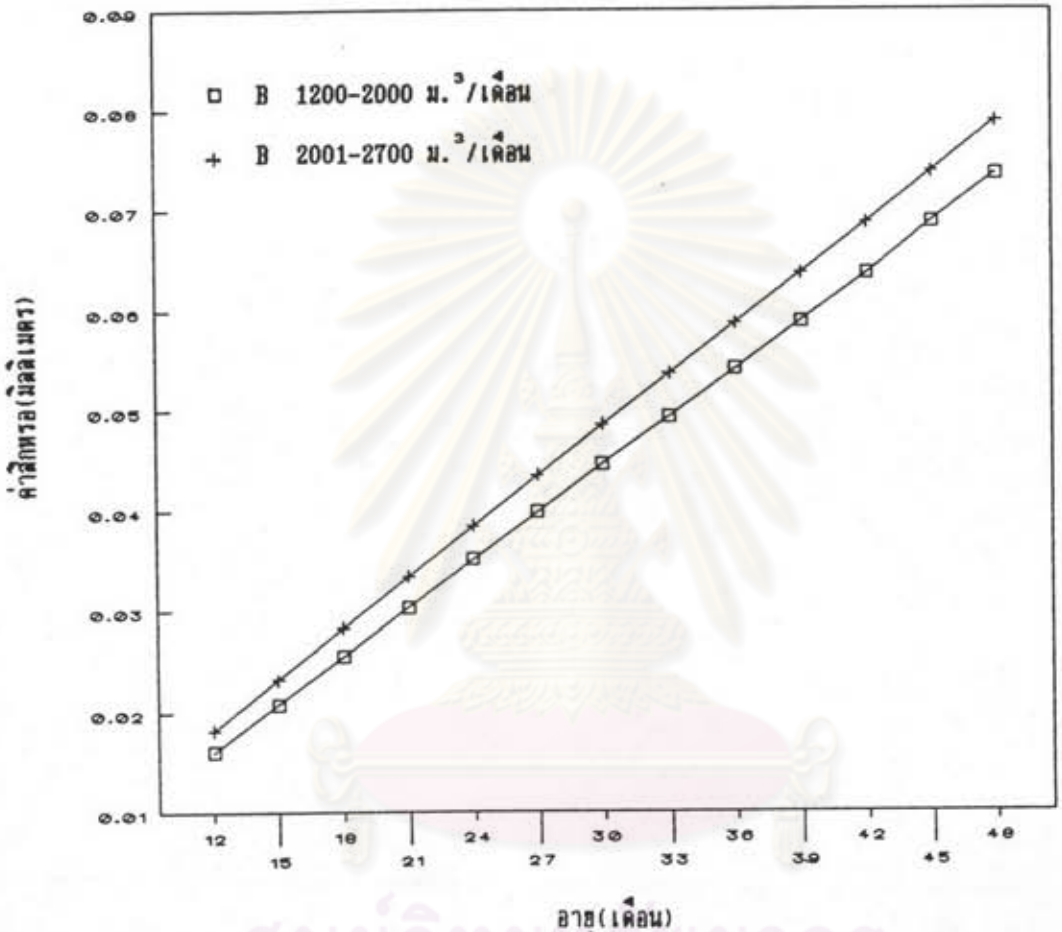
รูปที่ 5.30 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าการสึกหรอของเส้นผ่าศูนย์กลางแบริ่งหลังของมาตรวัดน้ำยี่ห้อ A และ B



รูปที่ 5.31 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าการสึกหรอของแกนเพลาหลังของมาตรวัดน้ำยี่ห้อ A และ B

จะมากกว่ามาตรแบบใบพัดตั้งที่ปล่อยน้ำเข้าด้านใต้ เพราะสาเหตุจากมาตรแบบใบพัดนอนรับแรงปะทะของน้ำเต็มที่ ส่วนมาตรแบบใบพัดตั้งจะมีแรงโน้มถ่วงของโลกช่วยลดแรงดันจากน้ำผ่านใบพัดได้ เมื่อการสึกหรอสูงค่าความแม่นยำย่อมน้อยลง ใบพัดจะหมุนไม่ได้ศูนย์ แกว่งและในระยะยาวก็จะทำให้แบริ่งหน้าแกนเพลาใบพัดโดยขึ้นด้วย ยิ่งทำให้เสียศูนย์มากขึ้น ชุดเฟืองทดของ ยี่ห้อ A จะทนทาน ส่วนของยี่ห้อ B ชุดเฟืองทดมีจุดอ่อนคือขนาดเฟืองบาง โดยเฉพาะเฟืองตัวเล็กจำนวนฟันน้อยกว่าทางทฤษฎี ในการออกแบบกำหนดว่า เฟืองที่ทำด้วยพลาสติก จะต้องมีจำนวนฟันไม่ต่ำกว่า 10 ฟัน (Plastics Products Design Handbook, 1990)แต่มีแค่ 8 ฟันจึงเกิดการสึกหรอสูง เมื่อขบกับตัวที่มีจำนวนฟันมากกว่า ดูรูปที่ 5.32 กราฟแสดงการค่าการสึกหรอของเฟืองทด 8 ฟัน ส่วนกำลังของแม่เหล็กลดลงเล็กน้อยแต่ยังใช้ได้ชุดอ่านเลขปกติฉะนั้นจะเห็นได้ว่า

เฟืองทด 8 ฟันจะเป็นตัวกำหนดอายุของมาตรยี่ห้อ B ส่วนแบริ่งหลังจะเป็นตัวกำหนดอายุของมาตรยี่ห้อ A กราฟแสดงการสึกหรออื่น ๆ ให้ดูจากภาคผนวก ช หน้า 250

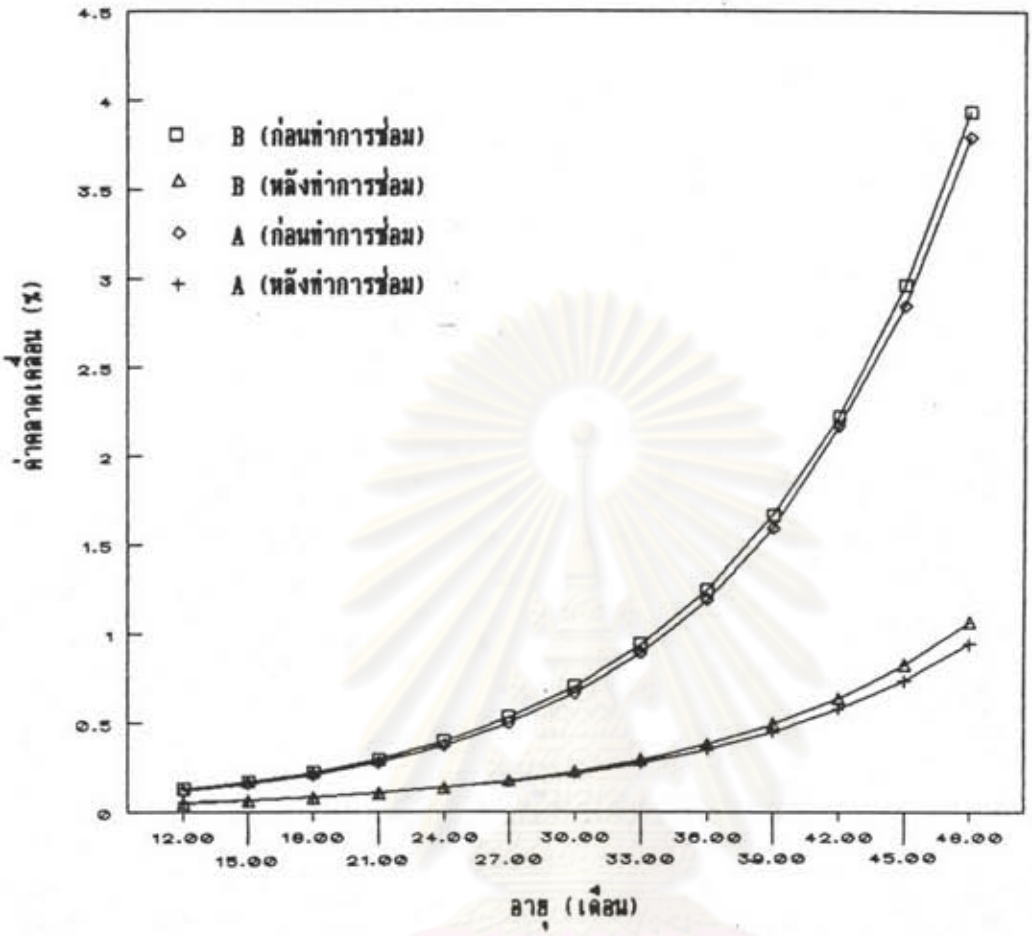


รูปที่ 5.32 กราฟแสดงค่าการสึกหรอของฟันเฟืองขนาด 8 ฟัน ของชุดเฟืองทดของมาตรยี่ห้อ B

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

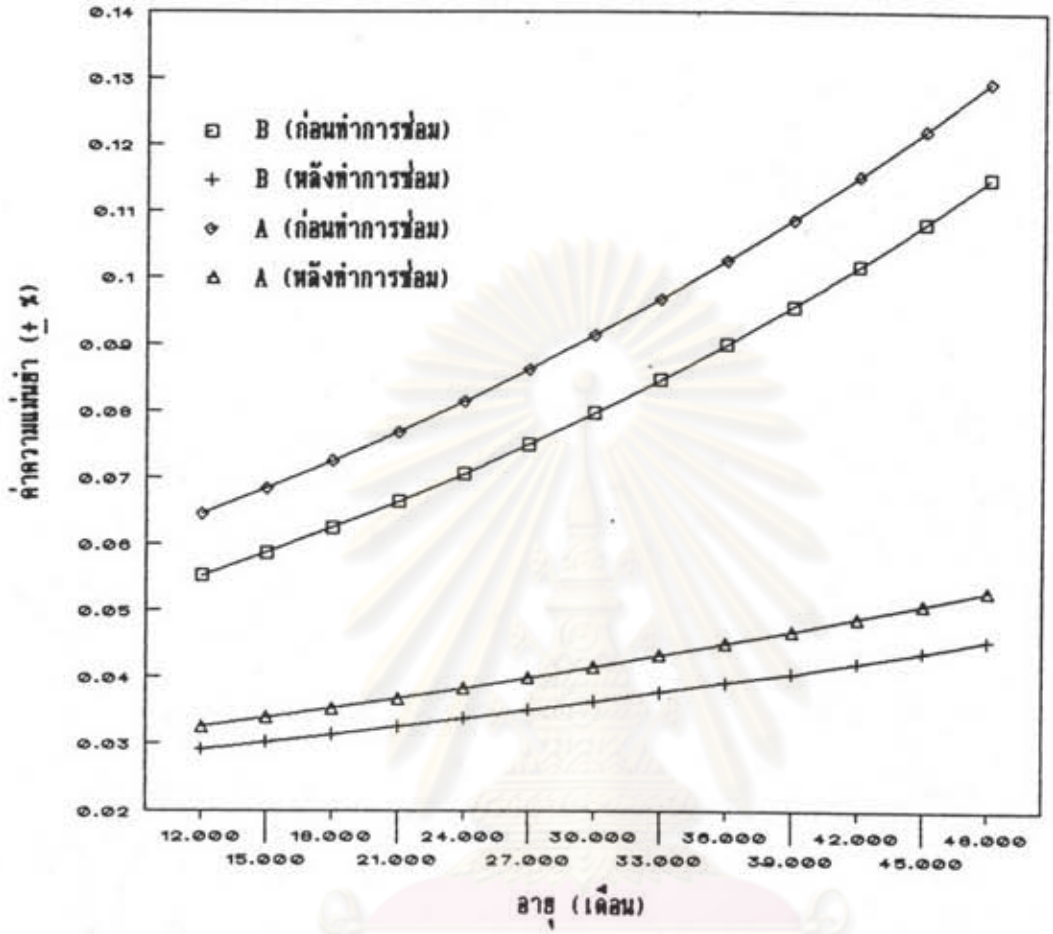
ผลการทดสอบความเที่ยงตรงและความแม่นยำหลังซ่อม

เมื่อล้างทำความสะอาดแล้วทำการประกอบมาตรแล้วนำไปทดสอบความเที่ยงตรง และความแม่นยำได้ผลดัง ภาคผนวกที่ ฌ หน้า 252 เมื่อนำเอาข้อมูลมาเปรียบเทียบกับก่อนซ่อมได้ผลดังรูปที่ 5.33 คือจะเห็นได้ว่าค่าของความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าก่อนซ่อม แต่ก็ยังไม่ต่ำถึงมาตรใหม่



รูป 5.33 กราฟ แสดงการเปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนก่อนทำการซ่อม และหลังทำการซ่อมของมาตรวัดน้ำยี่ห้อ A และ B ที่ปริมาณใช้น้ำ 2001-2700 ลบม./เดือน

คือยังหมุนช้าลงกว่าก่อนใช้งาน ส่วนความแม่นยำก็เช่นกัน ดูรูปที่ 5.34 จะเห็นได้ว่าแม่นยำดีกว่าก่อนซ่อม แต่ก็ยังแม่นยำไม่เท่ากับมาตรใหม่เช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามการเดินช้าของมาตรสามารถปรับได้ที่บังใบ โดยปรับให้บังใบเอียงตรงกันข้ามกับความเอียงของใบพัดจะทำให้ใบพัดหมุนเร็วขึ้น



รูป 5.34 กราฟ แสดงการเปรียบเทียบค่าความแม่นยำก่อนทำการซ่อม และหลังทำการซ่อมของมาตรวัดน้ำยี่ห้อ A และ B ที่ปริมาณใช้น้ำ 2001-2700 ลบม./เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย