

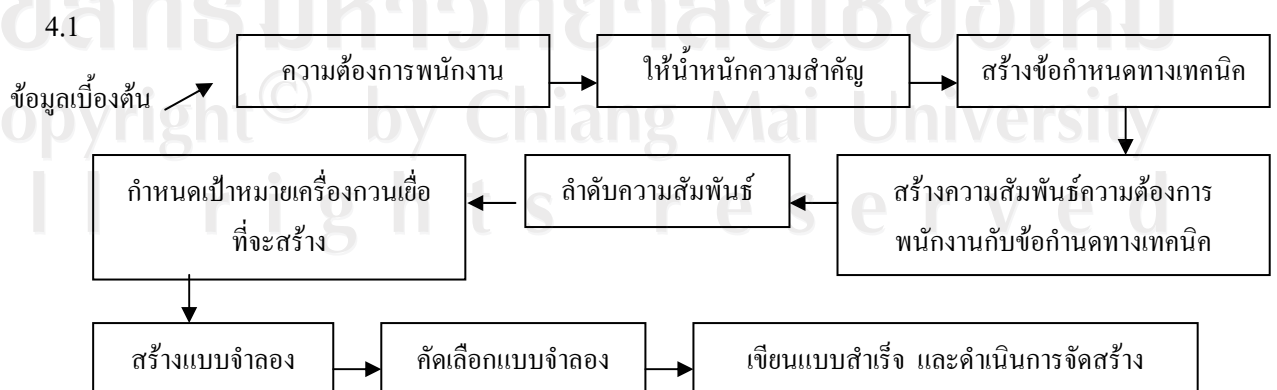
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

เมื่อดำเนินงานตามลำดับขั้นตอนที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 แล้วจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลต่างๆ ที่ได้เก็บรวบรวมจากการดำเนินงานมาวิเคราะห์ผล เพื่อให้ทราบผลการดำเนินงานโดยข้อมูลในส่วนต่างๆ สามารถวิเคราะห์ผลได้ตามหัวข้อดังนี้

4.1 การรวบรวมข้อมูลความต้องการคุณลักษณะของเครื่องกวนเยื่อกระดาษโดยใช้เทคนิคการกระจายการทำงานเชิงคุณภาพ QFD

ในการออกแบบเพื่อสร้างเครื่องกวนเยื่อนั้นเป็นการนำเอาเทคนิค QFD มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเพื่อให้เครื่องกวนเยื่อตรงกับความต้องการของผู้ใช้สิ่งจำเป็นเริ่มแรกคือการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับความต้องการของพนักงานและนำเอาความต้องการของพนักงานมาใช้ประกอบการพิจารณาข้อกำหนดทางเทคนิค จากนั้นจะทำการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของพนักงานกับข้อกำหนดทางเทคนิคและให้คะแนนความสัมพันธ์ในแต่ละความสัมพันธ์เพื่อพิจารณาข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีผลรวมของการให้คะแนนมากที่สุดมาใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาออกแบบเป็นลำดับแรกจากนั้นทำการกำหนดเป้าหมายของเครื่องกวนที่จะสร้างขึ้นมา หลังจากนั้นมีการระดมแนวคิดและนำแนวคิดที่ได้มาจัดสร้างเป็นแบบจำลองและทำการคัดเลือกแบบจำลองโดยการให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญและนำแบบจำลองที่ได้คะแนนมากที่สุดมาทำการเขียนแบบ แล้วทำการสร้างเครื่องกวนเยื่อต้นแบบขึ้นมา โดยรายละเอียดและวิธีการแสดงได้ดังรูปที่



รูปที่ 4.1 โครงสร้างการดำเนินการออกแบบเครื่องกวนเยื่อ

4.1.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการสอบถามเพื่อรวบรวมข้อมูลคุณลักษณะเครื่องกวนเยื่อกระดาษสาคือ กลุ่มที่ทำการผลิตกระดาษสาบ้านทรายมูลและกลุ่มที่ผลิตกระดาษจากที่อื่นรวมทั้งสิ้น 20 คน

4.1.2 การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

การเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับคุณลักษณะของเครื่องกวนเยื่อกระดาษสาโดยการใช้แบบสอบถามปลายเปิดดังภาคผนวก ก ซึ่งการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นสามารถจำแนกรายละเอียดได้ดัง ตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลเบื้องต้นจากการตอบแบบสอบถามของพนักงานที่เกี่ยวข้อง

กลุ่ม	ข้อมูลรายละเอียดจากการตอบแบบสอบถาม
รูปร่างและลักษณะของเครื่องกวนเยื่อกระดาษสา	มีโครงสร้างที่แข็งแรง
	รองรับปริมาณเยื่อที่ออกจากเครื่องดีเยื่อ
	สะดวกในการใส่วัตถุดิบ
ลักษณะการใช้งาน	สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง
	ใช้เวลาในการกวนเริ่มต้นไม่เกิน 1 นาที
	ใช้งานได้สะดวก
	ได้ปริมาณเยื่อกระดาษสามม้วนเสมอ
การประกอบและติดตั้ง	ถอดประกอบง่าย
	ใช้พื้นที่ในการทำงานน้อย
การบำรุงรักษา	ทำความสะอาดง่าย
	ป้องกันการสึกกร่อน (จากสนิม)
	อะไหล่หาเปลี่ยนง่าย
อื่นๆ	ปลอดภัยในการใช้งาน
	ต้นทุนในการผลิตต่ำ

จากตาราง 4.1 เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวกับความต้องการโดยข้อมูลจากแบบสอบถามเบื้องต้นนี้ ผู้วิจัยจะนำไปใช้ในการกำหนดน้ำหนักความสำคัญต่อไป

4.1.3 การให้น้ำหนักความสำคัญ

การให้น้ำหนักความสำคัญในแต่ละประเด็นของความต้องการคุณลักษณะเครื่องกวั่นเยื่อกระดาษที่จะทำการออกแบบและสร้างโดยให้พนักงานกลุ่มเป้าหมายตอบแบบสอบถาม ดังภาคผนวก ข เพื่อทราบถึงประเด็นที่พนักงานต้องการมากที่สุดซึ่งประเด็นที่พนักงานมีความต้องการมากที่สุดจะถูกนำมาพิจารณาในการออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดก่อนซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการออกแบบโดยแบบสอบถามและคะแนน(คิดเป็นร้อยละ) ในแต่ละประเด็น แสดงได้ดังภาคผนวก ค และภาคผนวก ง โดยผลของการตอบแบบสอบถามสามารถสรุปในแต่ละประเด็นได้ดัง ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สรุปน้ำหนักความสำคัญความต้องการแต่ละประเด็น

ลำดับ	ความต้องการ	น้ำหนักความสำคัญ
1	มีโครงสร้างที่แข็งแรง	5
2	รองรับปริมาณเยื่อที่ออกจากเครื่องดีเยื่อ	4
3	สะดวกในการใส่วัสดุดิบ	5
4	สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง	4
5	ใช้เวลาในการกวั่นเริ่มต้นไม่เกิน 1 นาที	4
6	ใช้งานได้สะดวก	4
7	ได้ปริมาณเยื่อกระดาษสามม้วนเสมอ	5
8	ถอดประกอบง่าย	4
9	ใช้พื้นที่ในการทำงานน้อย	4
10	ทำความสะอาดง่าย	4
11	ป้องกันการสึกกร่อน (จากสนิม)	5
12	อะไหล่หาเปลี่ยนง่าย	5
13	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	5
14	ปลอดภัยในการใช้งาน	5

จากตารางที่ 4.2 น้ำหนักความสำคัญของความต้องการที่พนักงานต้องการมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 5 และลดระดับความสำคัญลงมาเป็น 4 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งการให้น้ำหนักความสำคัญได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 เมื่อให้น้ำหนักความสำคัญเสร็จแล้วจากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการกำหนด ข้อกำหนดเชิงเทคนิคตามหัวข้อที่ 4.1.4

4.1.4 ข้อกำหนดเชิงเทคนิค

ในการออกแบบโดยใช้เทคนิค QFD นั้นข้อมูลความต้องการจะถูกนำมาพิจารณาแต่ละประเด็นเพื่อที่จะทำการออกแบบข้อกำหนดเชิงเทคนิคเพื่อที่จะนำข้อกำหนดเชิงเทคนิคมาสร้างเป็นตารางความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความต้องการกับข้อกำหนดเชิงเทคนิค ซึ่งจะทำให้เราทราบว่าความต้องการในประเด็นนี้จะตอบสนองโดยใช้เทคนิคใด ซึ่งการออกแบบข้อกำหนดเชิงเทคนิคทางผู้ออกแบบ วิศวกร และช่างเทคนิค จะเป็นผู้ทำการออกแบบข้อกำหนดโดยข้อกำหนดเชิงเทคนิคแสดงได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อกำหนดเชิงเทคนิค

ข้อกำหนดทางเทคนิค	1. ลักษณะรูปทรงถังกวน
	2. ขนาดถังกวน
	3. วัสดุที่ใช้ผลิตถังกวน
	4. วัสดุที่ใช้ผลิตโครงสร้างรองรับถังกวน
	5. มอเตอร์ 220 V
	6. วัสดุที่ใช้ผลิตฝาครอบมอเตอร์
	7. ระบบการกวน
	8. ระบบการควบคุมการปล่อยเยื่อกระดาษ
	9. ถังกวนและโครงสร้างแยกส่วน

จากตารางที่ 4.3 เป็นข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่พิจารณาให้มีความสอดคล้องกับความต้องการซึ่งสามารถกำหนดข้อกำหนดเชิงเทคนิคได้ทั้งหมด 7 ข้อ จากนั้นนำข้อมูลเหล่านี้ไปสร้างเป็นตารางความสัมพันธ์ต่อไป

4.1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความต้องการกับข้อกำหนดเชิงเทคนิค

การสร้างตารางความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความต้องการกับข้อกำหนดเชิงเทคนิคเพื่อให้วิศวกรหรือผู้ออกแบบได้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและข้อกำหนดเชิงเทคนิคซึ่งทำให้ทราบได้ว่าความต้องการในแต่ละข้อจะได้รับการตอบสนองโดยใช้วิธีการทางเทคนิคใด โดยตารางความสัมพันธ์ ดังภาคผนวกที่ 5 ซึ่งสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความต้องการกับข้อกำหนดเชิงเทคนิคได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความต้องการกับข้อกำหนดเชิงเทคนิค

ลำดับ	ความต้องการ	น้ำหนัก ความสำคัญ	ข้อกำหนด ทางเทคนิคที่
1	มีโครงสร้างที่แข็งแรง	5	3,4,6
2	รองรับปริมาณเชื้อที่ออกจากเครื่องดีเชื้อ	4	2
3	สะดวกในการใส่วัสดุดิบ	5	1,2
4	สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง	4	5,7,8
5	ใช้เวลาในการกววนเริ่มต้นไม่เกิน 1 นาที	4	7
6	ใช้งานได้สะดวก	4	1,2,5,7,8
7	ได้ปริมาณเชื้อกระดาษสามมั่วเสมอ	5	7,8
8	ถอดประกอบง่าย	4	7,9
9	ทำความสะอาดง่าย	4	1,9
10	ป้องกันการลืกร้อน (จากสนิม)	5	3,4,6
11	อะไหล่หาเปลี่ยนง่าย	5	3,4,5,6,7,8
12	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	5	3,4,5,6,7,8
13	ปลอดภัยในการใช้งาน	5	7,8

จากตารางที่ 4.4 เป็นตารางสรุปความสัมพันธ์ต่างๆ ของความต้องการกับข้อกำหนดเชิงเทคนิคว่ามีข้อมูลชุดไหนที่สัมพันธ์กัน จากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนลำดับความสัมพันธ์ต่อไป

4.1.6 การลำดับความสัมพันธ์

ในส่วนนี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับข้อกำหนดเชิงเทคนิคซึ่งทำให้เรามองเห็นว่าข้อกำหนดทางเทคนิคต่าง ๆ มีผลต่อความพึงพอใจของลูกค้ามากน้อยเพียงใด การกำหนดความสัมพันธ์นี้จะกระทำโดย วิศวกรและผู้ออกแบบ ที่จะกำหนดความสัมพันธ์ร่วมกัน ซึ่งการกำหนดระดับความสัมพันธ์ในงานวิจัยนี้จะกำหนดเป็นตัวเลข 4 อย่างคือ 0 (ไม่มีความสัมพันธ์) 1 (สัมพันธ์น้อย) 3 (สัมพันธ์ปานกลาง) 9 (สัมพันธ์มาก) โดยการกำหนดความสัมพันธ์แสดงได้ดังตารางที่ 4.5

ความต้องการ			Imp								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	มีโครงสร้างที่แข็งแรง	5		9	9		9				
2	รองรับปริมาณเชื้อที่ออกจากเครื่องดีเชื้อ	4		9							
3	สะดวกในการใส่วัสดุดิบ	5	9	9							
4	สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง	4				9		9	3		
5	ใช้เวลาในการกวานเริ่มต้นไม่เกิน 1 นาที	4						9			
6	ใช้งานได้สะดวก	4	3	3		3		9	9		
7	ได้ปริมาณเชื้อกระจายสม่ำเสมอ	5						9	9		
8	ถอดประกอบง่าย	4						3			9
9	ทำความสะอาดง่าย	4	3								9
10	ป้องกันการสีกกร่อน (จากสนิม)	5		9	9		3				
11	อะไหล่หาเปลี่ยนง่าย	5		1	1	9	1	3	3		
12	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	5		3	3	9	3	3	3		
13	ปลอดภัยในการใช้งาน	5						9	3		
น้ำหนัก			69	93	110	110	138	80	240	138	72

รูปที่ 4.2 ผลการลำดับความสำคัญคุณลักษณะทางเทคนิค

ตารางที่ 4.5 แสดงสัญลักษณ์ความสัมพันธ์และคะแนน

ความสัมพันธ์	ตัวเลข
ไม่มีความสัมพันธ์	0
สัมพันธ์น้อย	1
สัมพันธ์ปานกลาง	3
สัมพันธ์มาก	9

จากตาราง 4.5 ในการลำดับความสำคัญของคุณลักษณะทางเทคนิค ทำได้โดยนำตัวเลขที่แสดงความสัมพันธ์มาคูณกับคะแนนน้ำหนักความสำคัญความต้องการในแต่ละช่องที่ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความต้องการกับข้อกำหนดเชิงเทคนิค เมื่อคำนวณเรียบร้อยแล้วให้นำคะแนนทั้งหมดมารวมกันภายใต้คุณลักษณะทางเทคนิคแต่ละชนิด ซึ่งยอดรวมเหล่านี้แสดงถึงอิทธิพลของคุณลักษณะทางเทคนิคต่อความพึงพอใจโดยรวมของลูกค้า ซึ่งคุณลักษณะทางเทคนิคใดที่มีค่าอิทธิพลสูง เราจะต้องให้ความสำคัญกับคุณลักษณะทางเทคนิคนั้นมาก ๆ โดยผลการลำดับความสำคัญของคุณลักษณะทางเทคนิค ดังรูปที่ 4.2

จากรูปที่ 4.2 สรุปผลรวมน้ำหนักคะแนนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความต้องการกับข้อมูลเชิงเทคนิคพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการกับข้อมูลเชิงเทคนิคที่สำคัญโดยเรียงลำดับได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ลำดับความสำคัญของข้อมูลเชิงเทคนิค

ลำดับที่	ข้อมูลเชิงเทคนิค	คะแนน
1	ระบบการกวน	240
2	ระบบการควบคุมการปล่อยเชื้อกระดาศา	138
3	มอเตอร์ 220 V	138
4	วัสดุที่ใช้ผลิตโครงสร้างรองรับถังกวน	110
5	วัสดุที่ใช้ผลิตถังกวน	110
6	ขนาดถังกวน	93
7	วัสดุที่ใช้ผลิตฝาครอบมอเตอร์	80
8	ถังกวนและโครงสร้างแยกส่วน	72
9	ลักษณะรูปทรงถังกวน	69

จากตารางที่ 4.6 ผลการเรียงลำดับคะแนนความสำคัญของข้อมูลเชิงเทคนิคจากขั้นแรกสู่ขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายของเครื่องกวณเยื่อกระดาษต่อไป

4.1.7 การกำหนดเป้าหมายของเครื่องกวณเยื่อกระดาษ

เมื่อได้ลำดับความสำคัญของข้อมูลเชิงเทคนิคจากนั้นนำลำดับความสำคัญ จากตารางที่ 4.6 มาพิจารณาข้อกำหนดความคาดหวังในการเลือกใช้ชิ้นส่วนที่จะใช้สร้างเครื่องกวณเยื่อกระดาษซึ่งค่าที่คาดหวังตามตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความคาดหวัง

ลำดับ ที่	ข้อมูลเชิงเทคนิค	หน่วย	ค่าคาดหวัง
1	ระบบการกวณ		
2	ระบบการควบคุมการปล่อยเยื่อกระดาษ		
3	มอเตอร์ 220 V	แรงม้า	1/3
4	วัสดุที่ใช้ผลิตโครงสร้างรองรับถังกวณ		เหล็กโครงสร้าง
5	วัสดุที่ใช้ผลิตถังกวณ		สแตนเลส
6	ขนาดถังกวณ	ลิตร	150
7	วัสดุที่ใช้ผลิตฝาครอบมอเตอร์		สแตนเลส
8	ถังกวณและโครงสร้างแยกส่วน	ชิ้น	3
9	ลักษณะรูปทรงถังกวณ		ทรงกระบอก

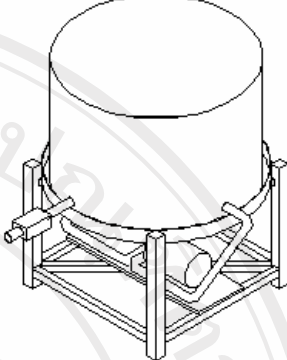
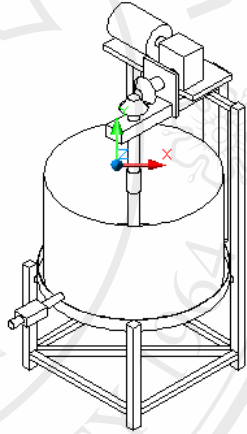
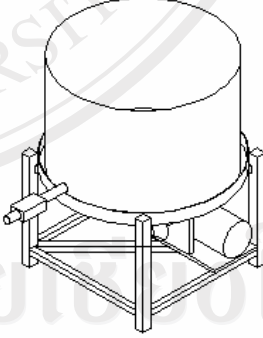
4.1.8 การสร้างแบบจำลอง

ในการสร้างแบบจำลองทางผู้วิจัยได้แยกส่วนที่ใช้ในการพิจารณาออกแบบเครื่องกวณเยื่อกระดาษที่จะสร้างขึ้นอยู่ 2 ส่วนคือ

- ระบบการกวณ
- ระบบการควบคุมการปล่อยเยื่อกระดาษ

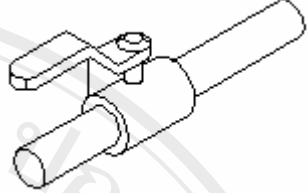
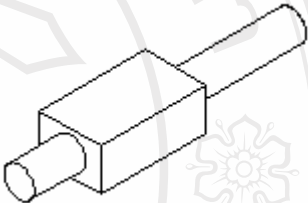
โดยระบบการกวณเยื่อกระดาษผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลองไว้ 3 แบบซึ่งรายละเอียดของแบบจำลองดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 รายละเอียดแบบจำลองของลักษณะระบบการกว่นเยื่อกระดาษ

ลักษณะการประกอบติดตั้งกับเกจวัด	ลักษณะแบบจำลอง
ระบบน้ำวน	
ระบบใบกวนติดตั้งด้านบนถึงก้น	
ระบบใบกวนติดตั้งด้านล่างถึงก้น	

ในส่วน of ระบบการปล่อยเยื่อกระดาษผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลองไว้ 2 แบบซึ่งรายละเอียดของแบบจำลองดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 รายละเอียดแบบจำลองของลักษณะการบีบจับกับเกจวัด

ลักษณะการบีบจับกับเกจวัด	ลักษณะแบบจำลอง
ใช้บอลวาล์วควบคุม	
ใช้โซลินอยด์วาล์วควบคุม	

4.1.9 การเลือกแบบจำลอง

ในการเลือกแบบจำลองทางผู้วิจัยได้นำส่วนที่ใช้ในการพิจารณาออกแบบเครื่องกวนเชื้อ กระดาษสาที่จะสร้างขึ้นทั้ง 2 ส่วนมาจัดทำเป็นภาพประกอบเพื่อใช้เป็นแนวทางประกอบการพิจารณาการให้คะแนนในแต่ละแนวทางและสร้างภาพประกอบขึ้นมาทั้งหมด 6 ภาพโดย รายละเอียดแนวทางและภาพประกอบดังภาคผนวก ข ทีมผู้ประเมินแบบได้นำภาพประกอบ ทั้งหมดมาทำการคัดเลือกซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกภาพประกอบมีเกณฑ์ทั้งหมด 6 เกณฑ์ดังนี้

- ใช้งานได้สะดวก
- ง่ายต่อการบำรุงรักษา
- ไม่รื้อซึม
- มีความสม่ำเสมอของเชื้อกระดาษสา
- ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ
- สร้างอุปกรณ์ได้ง่าย

จากนั้นทางทีมผู้ประเมินแบบนำเกณฑ์แต่ละเกณฑ์มาพิจารณาให้คะแนนร่วมกับภาพประกอบทั้ง 6 แนวทางโดยการพิจารณาคะแนนแสดงดังตารางที่ 4.10

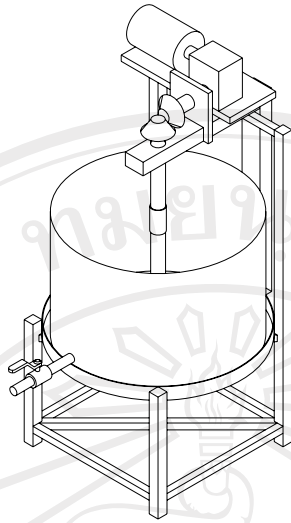
ตารางที่ 4.10 การพิจารณาให้คะแนนเครื่องกวณเขื่อแต่ละแบบ

เกณฑ์พิจารณา	แบบ 1	แบบ 2	แบบ 3	แบบ 4	แบบ 5	แบบ 6
ใช้งานได้สะดวก	0	0	+	+	+	+
ง่ายต่อการบำรุงรักษา	-	-	+	+	0	0
ไม่รื้อซึม	0	0	+	+	-	-
มีความสม่ำเสมอของเขื่อกระดาษ	+	+	+	+	+	+
ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ	-	-	+	0	+	0
สร้างอุปกรณ์ได้ง่าย	0	0	+	+	0	0
ผลรวม +	1	1	6	5	3	2
ผลรวม 0	3	3	0	1	2	3
ผลรวม -	2	2	0	0	1	1
รวมคะแนน	-1	-1	6	5	1	1
ลำดับ	5	5	1	2	3	3
การพิจารณา	-	-	เลือก	-	-	-

จากการให้คะแนนแบบจำลองทั้ง 6 แบบ โดยแบบจำลองที่ 3 มีคะแนนสูงที่สุดจึงเลือกแบบจำลองที่ 3 มาใช้ในการสร้างเครื่องกวณเขื่อกระดาษ

4.2 การสร้างเครื่องกวณเขื่อกระดาษ

เมื่อได้แบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับเครื่องกวณเขื่อกระดาษตามหัวข้อที่ 4.1.9 แล้ว จากนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการเขียนแบบโดยใช้โปรแกรม AUTO CAD ช่วยในการเขียนซึ่งแบบที่เขียนออกมาแสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ภาพประกอบเครื่องกวนเขี่ยกระดาดสา

จากรูปที่ 4.3 เป็นแบบภาพประกอบเครื่องกวนเขี่ยกระดาดสาที่จะนำไปดำเนินการสร้างเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดต้นแบบในส่วนขอแบบภาพฉายชิ้นส่วนต่าง ๆ ของอุปกรณ์ตรวจวัดจะแสดงในภาคผนวก ญ โดยอุปกรณ์ตรวจวัดที่สร้างขึ้นมาแสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 เครื่องกวนเขี่ยกระดาดสา

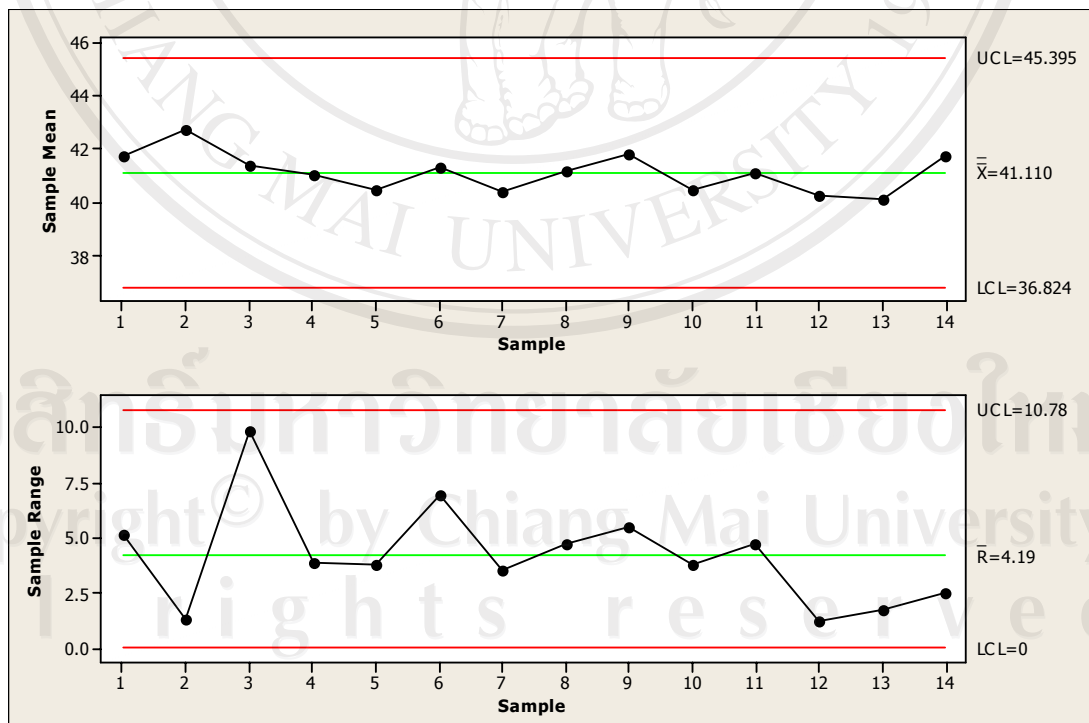
เมื่อได้เครื่องกวนเชื้อกระดาษสาเรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปเป็นขั้นตอนของการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลซึ่งมีขั้นตอนที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 เมื่อได้ข้อมูลแล้วจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในหัวข้อต่อไป

4.3 ผลการทดลอง

เมื่อได้เครื่องกวนเชื้อกระดาษสาต้นแบบตามหัวข้อที่ 4.2 จากนั้นนำเครื่องกวนเชื้อกระดาษสาไปทำการทดลองวัดน้ำหนักของกระดาษเพื่อเก็บข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบโดยมีขั้นตอนการทดลองดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.2.5 โดยผลการทดลองแสดงดังภาคผนวก ก เมื่อได้ผลการทดลองเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองดังนี้

4.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบโดยการผลิตกระดาษสาแบบเดิม

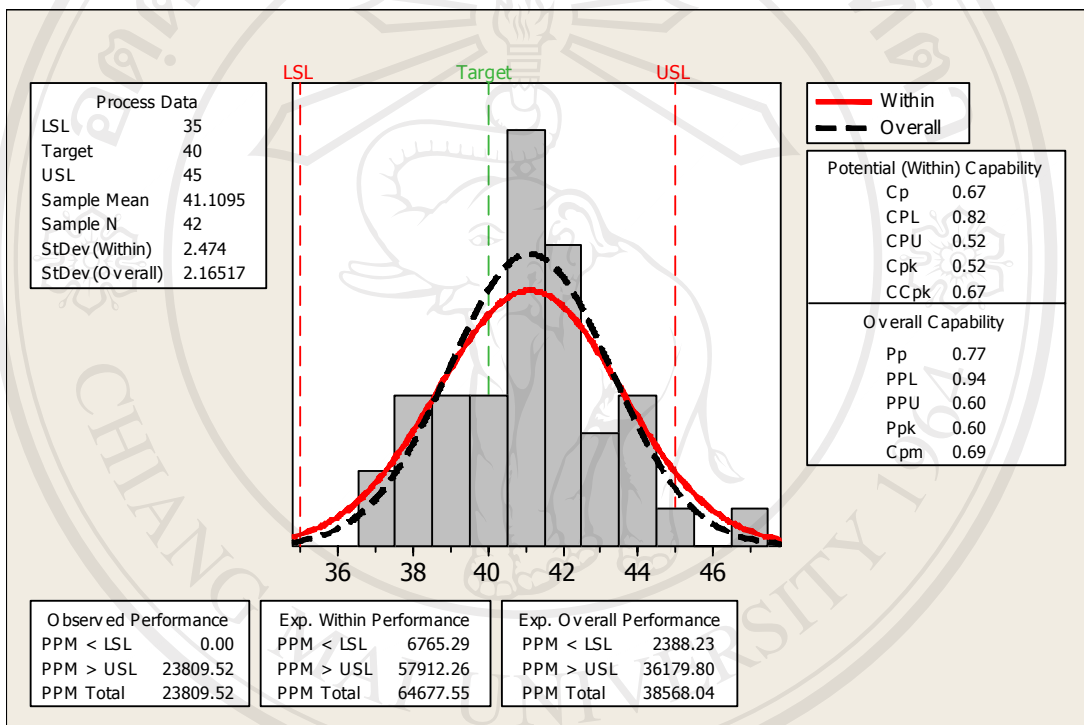
จากการเก็บข้อมูลการทดลองในการวัดน้ำหนักของกระดาษโดยใช้การผลิตแบบเดิมจำนวน 42 แผ่น (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาสร้างเป็นแผนภูมิควบคุมแผนภูมิ $\bar{x}$ - R Chart ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แสดงผลการทดลองเป็นแผนภูมิ $\bar{x}$ -R Chart (การผลิตแบบเดิม)

จากรูปที่ 4.5 แผนภูมิ $\bar{x}$ -R Chart ซึ่งแผนภูมิ $\bar{x}$ แสดงค่า UCL = 45.39 และค่า LCL = 36.82 และค่า $\bar{\bar{x}}$ = 41.11 จากข้อมูลทั้งหมดจะเห็นว่าการกระจายตัวเป็นแบบปกติชุดข้อมูลไม่มีการเกาะกลุ่มกันและไม่มีข้อมูลตัวที่ออกนอกเส้นควบคุม ส่วนแผนภูมิ R-Chart มีค่า UCL = 10.78 และค่า LCL = 0 และค่า $\bar{R}$ = 4.19 จากข้อมูลทั้งหมดพบว่าไม่มีข้อมูลออกนอกเส้นควบคุม

จากนั้นจึงได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.6 โดยน้ำหนักของกระดาสาที่ได้จากการคำนวณดังแสดงในภาคผนวก ฎ มีน้ำหนัก 40 กรัม/แผ่น และความคลาดเคลื่อนของน้ำหนัก ± 5

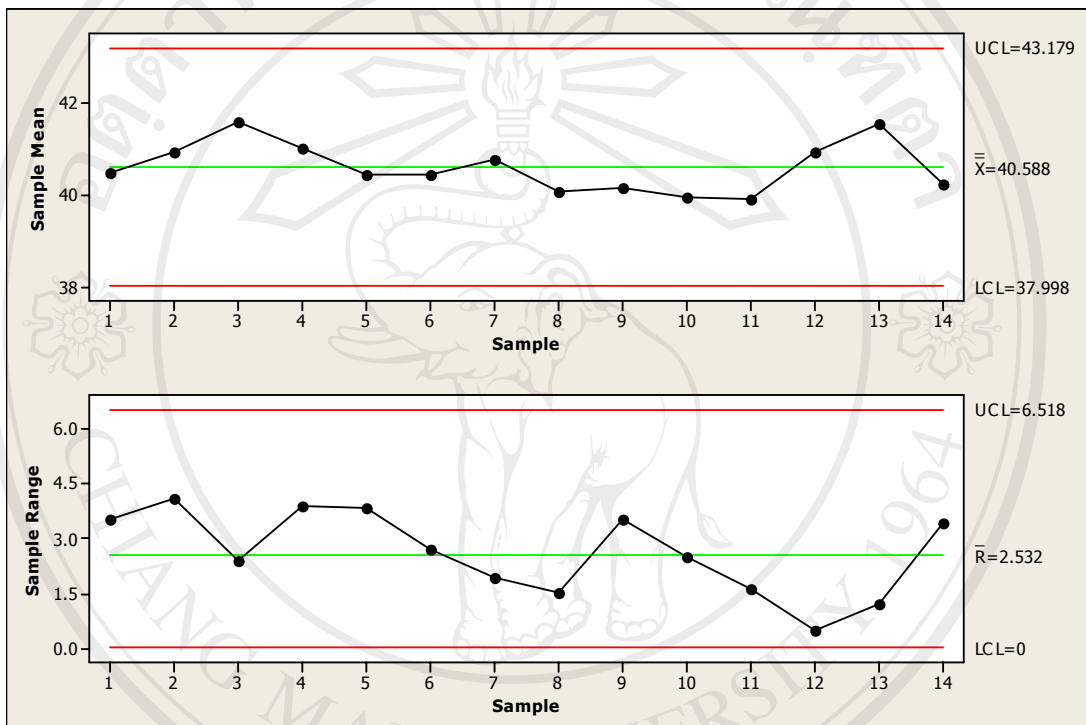


รูป 4.6 ความสามารถของกระบวนการในการวัดน้ำหนักของกระดาสา (การผลิตแบบเดิม)

จากรูปที่ 4.6 ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติโดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) = 2.17 และมีค่าที่ได้จากการวัดน้ำหนักของกระดาสาโดยรวม (Overall Performance) ที่ออกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 38568.04 PPM โดยออกนอกข้อกำหนดล่าง LSL เท่ากับ 2388.23 PPM และออกนอกข้อกำหนดบน USL เท่ากับ 36179.80 PPM ดังนั้นในข้อมูลชุดนี้ที่ผลิตกระดาสาด้วยการผลิตแบบเดิม ทำให้ความสามารถของกระบวนการมีค่า $C_p = 0.67$ และค่า $C_{pk} = 0.52$ แสดงว่าความสามารถของกระบวนการในการผลิตกระดาสาด้วยการผลิตแบบเดิม มีความสามารถไม่ดี ($C_p, C_{pk} < 1$)

4.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบการผลิตโดยใช้เครื่องกวนครั้งที่ 1

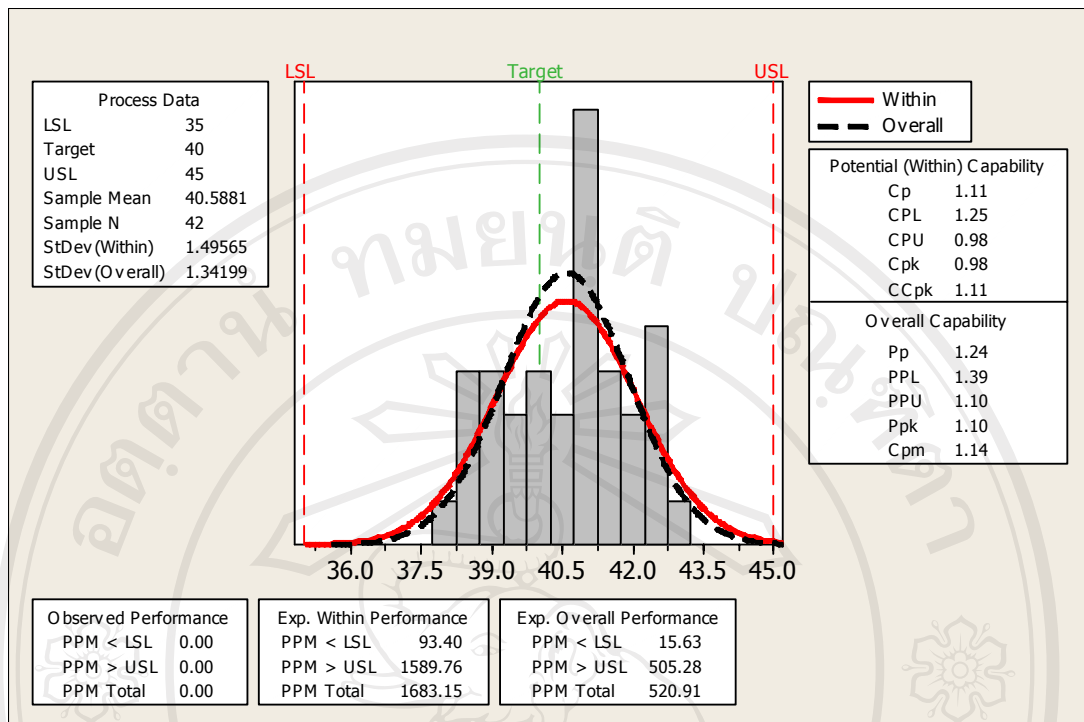
จากการเก็บข้อมูลการทดลองในการวัดน้ำหนักของกระดาษโดยใช้เครื่องกวนเชื้อจำนวน 42 แผ่น (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาสร้างเป็นแผนภูมิควบคุมแผนภูมิ $\bar{x}$ -R Chart ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงผลการทดลองเป็นแผนภูมิ $\bar{x}$ -R Chart (ใช้เครื่องกวนครั้งที่ 1)

จากรูปที่ 4.7 แผนภูมิ $\bar{x}$ -R Chart ซึ่งแผนภูมิ $\bar{x}$ แสดงค่า UCL = 43.17 และค่า LCL = 37.99 และค่า $\bar{x} = 40.58$ จากข้อมูลทั้งหมดจะเห็นว่า การกระจายตัวเป็นแบบปกติชุดข้อมูลไม่มีการเกาะกลุ่มกันและไม่มีข้อมูลตัวที่ออกนอกเส้นควบคุม ส่วนแผนภูมิ R-Chart มีค่า UCL = 6.51 และค่า LCL = 0 และค่า $\bar{R} = 2.53$ จากข้อมูลทั้งหมดพบว่าไม่มีข้อมูลออกนอกเส้นควบคุม

จากนั้นจึงได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.8 โดยน้ำหนักของกระดาษที่ได้จากการคำนวณดังแสดงในภาคผนวก ฎ มีน้ำหนัก 40 กรัม/แผ่น และความคลาดเคลื่อนของน้ำหนัก ± 5

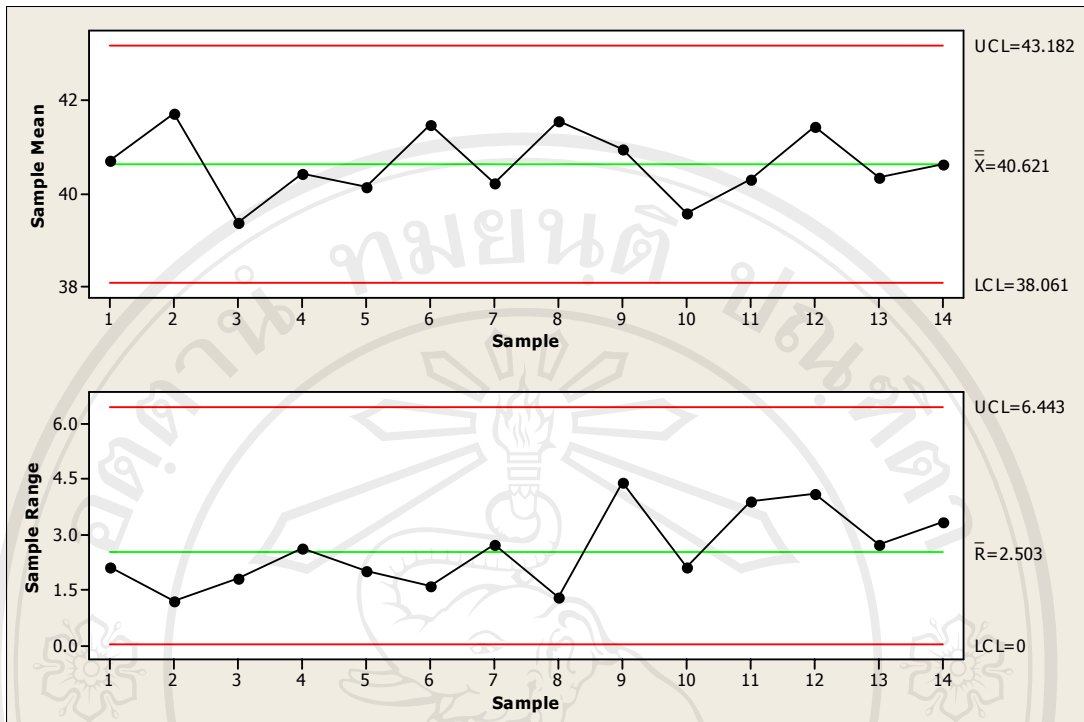


รูป 4.8 ความสามารถของกระบวนการในการวัดน้ำหนักของกระดาษสา (ใช้เครื่องกวนครั้งที่ 1)

จากรูปที่ 4.8 ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติโดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) = 1.34 และมีค่าที่ได้จากการวัดน้ำหนักของกระดาษสาโดยรวม (Overall Performance) ที่ออกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 502.91 PPM โดยออกนอกข้อกำหนดล่าง LSL เท่ากับ 15.63 PPM และออกนอกข้อกำหนดบน USL เท่ากับ 505.28 PPM ดังนั้นในข้อมูลชุดนี้ที่ผลิตกระดาษสาด้วยเครื่องกวนเยื่อกระดาษสา ทำให้ความสามารถของกระบวนการมีค่า $C_p = 1.11$ และค่า $C_{pk} = 0.98$ แสดงว่าความสามารถของกระบวนการในการผลิตกระดาษสาด้วยเครื่องกวนเยื่อกระดาษสา มีความสามารถที่ดีพอใช้ ($C_p > 1, C_{pk} < 1$)

4.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบการผลิตโดยใช้เครื่องกวนที่ 2

จากการเก็บข้อมูลการทดลองในการวัดน้ำหนักของกระดาษโดยใช้เครื่องกวนเยื่อจำนวน 42 แผ่น (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาสร้างเป็นแผนภูมิควบคุมแผนภูมิ $\bar{x}$ - R Chart ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.9

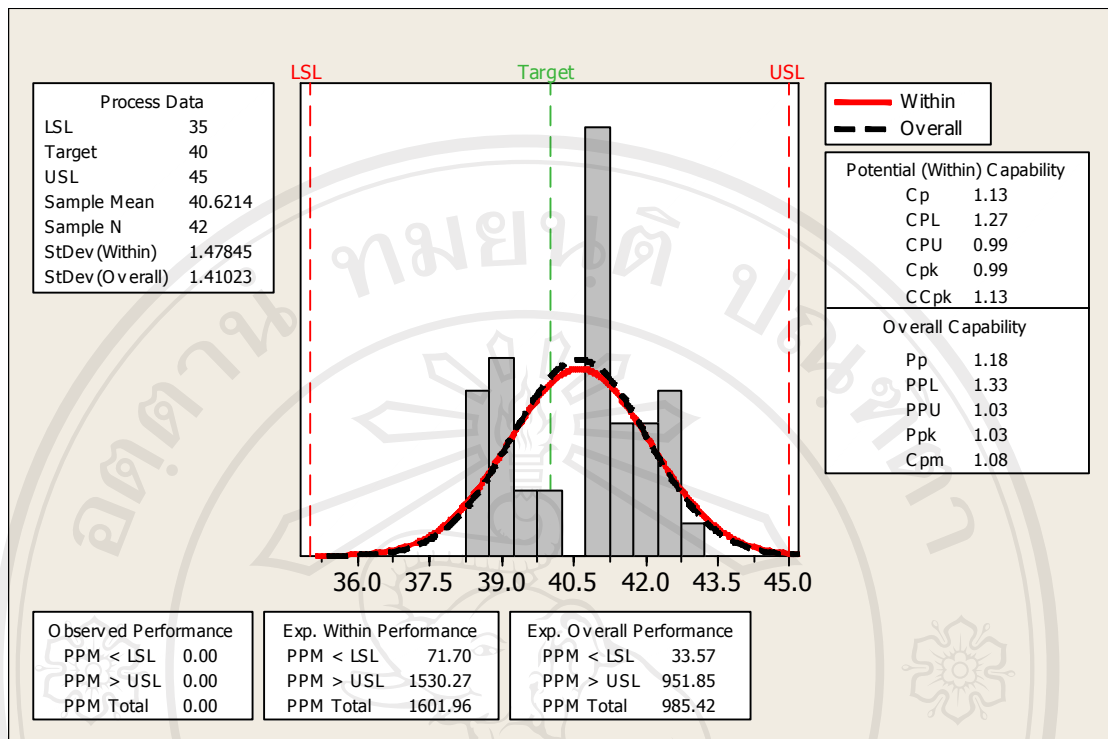


รูป 4.9 แสดงผลการทดลองเป็นแผนภูมิ $\bar{x}$ -R Chart (ใช้เครื่องกวั่นครั้งที่ 2)

จากรูปที่ 4.9 แผนภูมิ $\bar{x}$ -R Chart ซึ่งแผนภูมิ $\bar{x}$ แสดงค่า $UCL = 43.18$ และค่า $LCL = 38.06$ และค่า $\bar{\bar{x}} = 40.62$ จากข้อมูลทั้งหมดจะเห็นว่า การกระจายตัวของชุดข้อมูลเป็นการกระจายตัวแบบปกติแต่ข้อมูลเริ่มมีการกระจายตัวแคบลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลของครั้งแรก โดยจะเห็นได้จากค่า UCL และค่า LCL

ส่วนแผนภูมิ R-Chart มีค่า $UCL = 6.44$ ค่า $LCL = 0$ และค่า $\bar{R} = 2.50$ แสดงให้เห็นว่าพิสัยของข้อมูลมีความแคบลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลของครั้งแรก จากข้อมูลทั้งหมดพบว่าไม่มีจำนวนข้อมูลที่อยู่นอกเส้นควบคุมเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลชุดแรกแล้ว ไม่พบว่าจำนวนข้อมูลที่อยู่นอกเส้นควบคุม

จากนั้นจึงได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.10 โดยน้ำหนักของกระดาษที่ได้จากการคำนวณดังแสดงในภาคผนวก ก มีน้ำหนัก 40 กรัม/แผ่น และความคลาดเคลื่อนของน้ำหนัก ± 5



รูป 4.10 ความสามารถของกระบวนการในการวัดน้ำหนักของกระดาศา (ใช้เครื่องกวณครั้งที่ 2)

จากรูปที่ 4.10 ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติโดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) = 1.41 และมีค่าที่ได้จากการวัดน้ำหนักของกระดาศาโดยรวม (Overall Performance) ที่ออกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 985.42 PPM โดยออกนอกข้อกำหนดล่าง LSL เท่ากับ 33.57 PPM และออกนอกข้อกำหนดบน USL เท่ากับ 951.85 PPM ดังนั้นในข้อมูลชุดนี้ที่ผลิตกระดาศาด้วยเครื่องกวณเยื่อกระดาศา ทำให้ความสามารถของกระบวนการมีค่า $C_p = 1.13$ และค่า $C_{pk} = 0.99$ แสดงว่าความสามารถของกระบวนการในการผลิตกระดาศาด้วยเครื่องกวณเยื่อกระดาศา มีความสามารถที่ดีพอใช้ ($C_p > 1$, $C_{pk} < 1$)

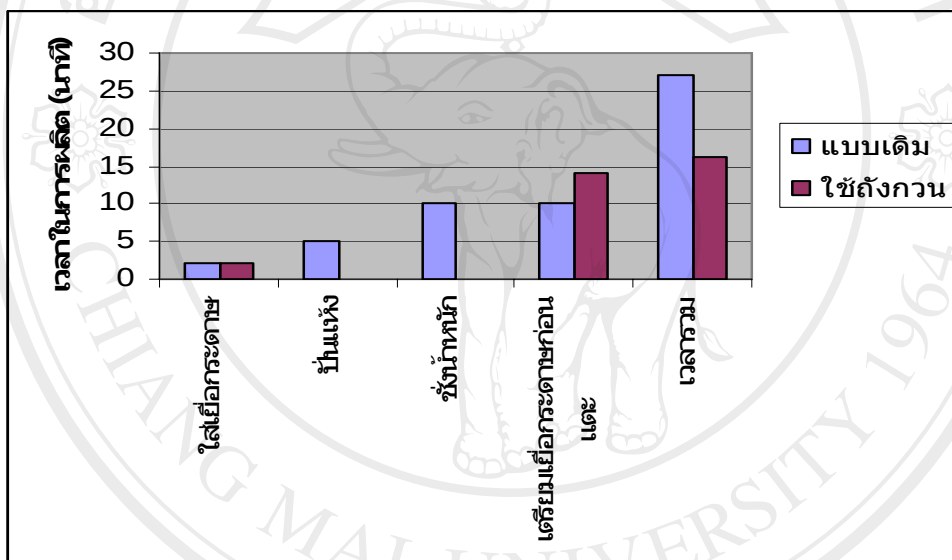
แต่เมื่อเปรียบเทียบกับความสามารถของกระบวนการในครั้งแรกแล้วพบว่าความสามารถในครั้งที่ 2 มีความสามารถของกระบวนการใกล้เคียงกับครั้งแรกโดยดูได้จากค่า C_p และ C_{pk}

4.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบการลดเวลาในการผลิต

โดยเปรียบเทียบระหว่างการผลิตแบบเดิมกับการใช้ถังกวณ ที่การผลิตกระดาศาหนัก 40 กรัม ในการผลิตกระดาศา 50 แผ่นต่อหนึ่งครั้ง แล้วทำการจับเวลาดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงเวลาในการผลิตกระดาษ

วิธีการ ผลิต	เวลาที่ใช้ (นาท)				เวลารวม
	ใส่เยื่อ กระดาษ	ปั่นแห้ง	ซังน้ำหนัก	เตรียมเยื่อกระดาษ ก่อนตะ	(นาท)
แบบเดิม	2	5	10	10.20	27.20
ใช้ถังกวน	2	0	0	14.10	16.10
เวลาที่ลดลง (นาท)					11.10



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงเวลาในการผลิตกระดาษ

จากรูป 4.11 จะเห็นได้ว่าเวลาในการผลิตแบบเดิมใช้เวลาในการผลิตทั้งหมด 27.20 นาที โดยใช้เวลาในการเตรียมเยื่อก่อนทำการตะกระดาษเป็นแผ่น ใช้เวลา 10.20 นาที ซังน้ำหนักของก้อนกระดาษ ใช้เวลา 10 นาที และใช้เวลาในการปั่นแห้ง 5 นาที แต่ในการผลิตกระดาษโดยใช้เครื่องกวนเยื่อจะใช้เวลาในการเตรียมเยื่อกระดาษมากที่สุด 14.10 นาที แต่เมื่อรวมเวลาในการผลิตแล้วใช้เวลาเพียง 16.10 นาที ทำให้เวลาในการผลิตลดลง 11.10 นาทีคิดเป็น 40.80 % ดังนั้นการผลิตกระดาษโดยใช้เครื่องกวนสามารถลดเวลาในการผลิตลงและยังสามารถเพิ่มผลผลิตจากเดิมวันละประมาณ 882 แผ่น เพิ่มขึ้นเป็น 1490 แผ่น เพิ่มขึ้น 608 แผ่นคิดเป็น 68.93 %

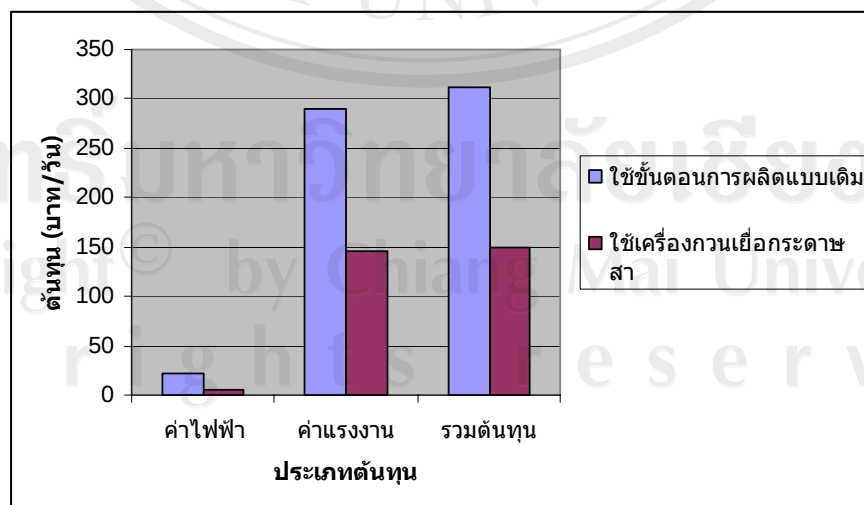
4.3.5 การวิเคราะห์ทางด้านต้นทุน

โดยการเปรียบเทียบในเรื่องของพลังงานที่ใช้ในการผลิต และค่าแรงงานในการผลิต ในขั้นตอนการทำแห้งเชื้อกระดาศระหว่างขั้นตอนการผลิตแบบเดิมและการใช้เครื่องกวนเยื่อที่การผลิตกระดาศในหนึ่งวันโดยการคิดต้นทุนในเรื่องพลังงานที่ใช้ในการผลิต และค่าแรงที่ใช้ในการผลิตโดยวิธีการคำนวณ แล้วนำมาเปรียบเทียบดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ตารางเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตกระดาศ

วิธีการผลิต	ขนาดมอเตอร์ที่ใช้ (แรงม้า)	ต้นทุนด้านพลังงาน			ต้นทุนด้านค่าแรงงาน			รวมต้นทุน (บาท/วัน)
		กระแสไฟฟ้า (แอมป์)	พลังงานที่ใช้ (หน่วย/วัน)	ค่าไฟฟ้า (บาท/วัน)	แรงงาน (คน/วัน)	ค่าแรงต่อคน (บาท/วัน)	ค่าแรงงาน (บาท/วัน)	
ใช้ขั้นตอนการผลิตแบบเดิม	1.5	6.2	10.91	19.64	2	145	290	309.64
ใช้เครื่องกวนเยื่อกระดาศ	1/3	1.9	3.34	6.01	1	145	145	151.01
ต้นทุนที่ลดลง		4.3	7.51	13.63	1	0	145	158.63

หมายเหตุ กระแสไฟฟ้าได้จากการวัดขณะมอเตอร์ทำงานในสภาวะที่มีโหลด การคิดพลังงานที่ใช้ และการคิดค่าไฟฟ้าได้จากภาคผนวก ร



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงต้นทุนในการผลิตกระดาศ

จากตาราง 4.12 ต้นทุนในการผลิตกระดาษสาในการผลิตในขั้นตอนการผลิตแบบเดิมมี ต้นทุน 309.64 บาทต่อวัน โดยแยกเป็นค่าพลังงาน 19.64 บาทต่อวัน และค่าแรงงาน 290 บาทต่อวัน ส่วนการผลิตกระดาษสาโดยใช้เครื่องกวนมีต้นทุน 151.01 บาทต่อวัน โดยแยกเป็นค่าพลังงาน 6.01 บาทต่อวัน และค่าแรงงาน 145 บาทต่อวัน หากเปลี่ยนขั้นตอนการผลิตจะทำให้ลดต้นทุนในการผลิตลง 158.63 บาทต่อวัน(51.12%) โดยแยกเป็นค่าพลังงาน 13.63 บาทต่อวัน(69.39%) และค่าแรงงาน 145 บาทต่อวัน(50%)

การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน โดยคิดจากต้นทุนในการผลิตเครื่องกวนเยื่อกระดาษสารวม 12,000 บาท ดังแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ก ต่อ ต้นทุนที่ลดลง

$$\begin{aligned} \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= \text{ต้นทุนในการผลิต} / \text{ต้นทุนที่ลดลง} \\ &= 12,000 / 158.63 \\ &= 75.65 \end{aligned}$$

ดังนั้น ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 76 วัน

4.4 สรุปผลการศึกษา

ในการศึกษาวิจัยการลดขั้นตอนการทำแห้งในอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษสาจาก การศึกษาในส่วนของการออกแบบอุปกรณ์พบว่าพนักงานมีความต้องการเครื่องกวนเยื่อกระดาษสา อยู่ 14 ประเด็นและผลจากการให้น้ำหนักความสำคัญความต้องการของพนักงานทั้ง 14 ประเด็น พบว่าสิ่งที่พนักงานมีความต้องการคุณลักษณะของเครื่องกวนเยื่อกระดาษสามากที่สุดคือ

- ได้ปริมาณเยื่อกระดาษสาสม่ำเสมอ
- ต้นทุนในการผลิตต่ำ

โดยมีเปอร์เซ็นต์ของการให้น้ำหนักคะแนนความต้องการเท่ากับ 73.33% และ 66.67% ตามลำดับคะแนนความสัมพันธ์ความต้องการกับข้อกำหนดทางเทคนิคที่ได้คะแนนรวมมากที่สุด คือ

- ระบบการกวน
- ระบบการควบคุมการปล่อยเยื่อกระดาษสา
- มอเตอร์ 220 V
- วัสดุที่ใช้ผลิตโครงสร้างรองรับถังกวน
- วัสดุที่ใช้ผลิตถังกวน
- ขนาดถังกวน
- วัสดุที่ใช้ผลิตฝาครอบมอเตอร์

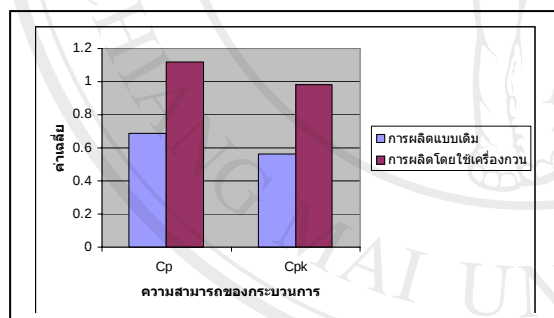
- ถังกวนและโครงสร้างแยกส่วน
- ลักษณะรูปทรงถังกวน

โดยคะแนนของข้อกำหนดทางเทคนิคคือ 240, 138, 138, 110, 110, 93, 80, 72 และ 69 ตามลำดับ

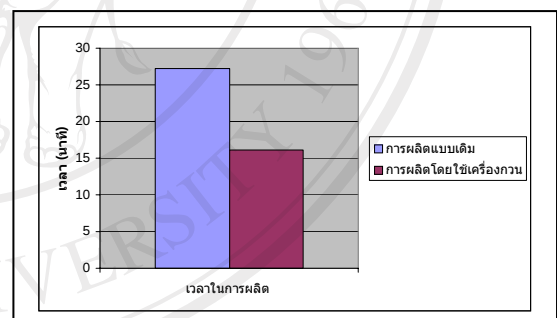
การเปรียบเทียบการใช้ขั้นตอนการผลิตแบบเดิมและการผลิตโดยใช้เครื่องกวนเขี่ยกระดาศสามารถบอถึงความสามารถของกระบวนการในการผลิตกระดาศสาโดยสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ตารางสรุปผลการศึกษา

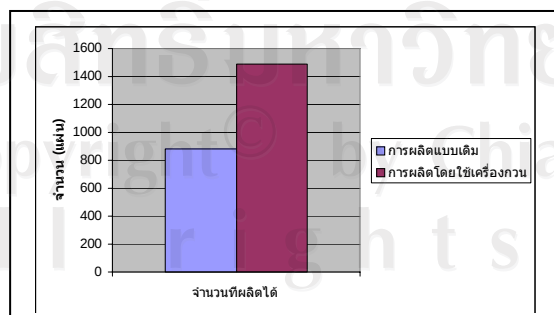
	การผลิตแบบเดิม	การผลิตโดยใช้เครื่องกวน
ความสามารถของกระบวนการโดยเฉลี่ย	$C_p = 0.69$ $C_{pk} = 0.56$	$C_p = 1.12$ $C_{pk} = 0.98$
เวลาในการผลิต / 50 แผ่น(นาท)	27.20	16.10
จำนวนที่ผลิตได้ / วัน (แผ่น)	882.00	1490.00
ต้นทุนในการผลิต/วัน (บาท)	309.64	151.01



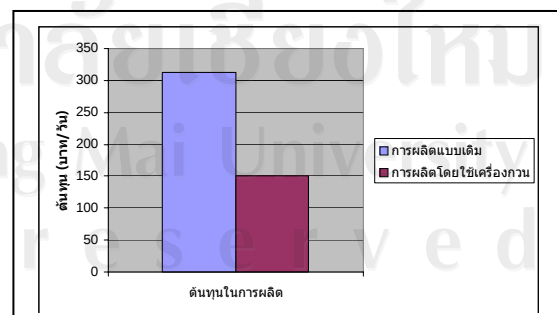
รูป 4.13 ก. ความสามารถของกระบวนการ



รูป 4.13 ข. เวลาในการผลิต



รูป 4.13 ค. จำนวนที่ผลิตได้



รูป 4.13 ง. ต้นทุนในการผลิต

รูปที่ 4.13 กราฟสรุปผลการศึกษา

จากตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.13 สามารถสรุปได้ว่าความสามารถของกระบวนการโดยเฉลี่ยจากการใช้เครื่องกวั่นเขื่อในการผลิตกระดาษสา ให้ความสามารถของกระบวนการในการควบคุมน้ำหนักของกระดาษสาได้ดีกว่าการผลิตแบบเดิม ซึ่งทำให้มีจำนวนกระดาษสาที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นประมาณ 608 แผ่นต่อวัน และเวลาในการผลิตลดลง 11.10 นาที ต่อการผลิต 50 แผ่น (40.80%) ต้นทุนในการผลิตลดลง 158.63 บาทต่อวัน(51.12%) งบประมาณที่ใช้ในการผลิตเครื่องกวั่นเขื่อ 12,000 บาท ดังนั้นระยะเวลาในการคืนทุน ประมาณ 76 วันเมื่อเทียบกับต้นทุนที่ลดลง



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved