

บทที่ 3

ขั้นตอนการวัดเพื่อระบุสาเหตุของปัญหา

ในบทนี้ขั้นตอนการวัดเพื่อระบุสาเหตุของปัญหา เริ่มต้นจากการวิเคราะห์ระบบการวัด เพื่อให้ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ จากนั้นเป็นการศึกษากระบวนการผลิต เพื่อค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในกระบวนการขึ้นรูปกล่องกระดาษลูกฟูก โดยผลการศึกษา มีดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด

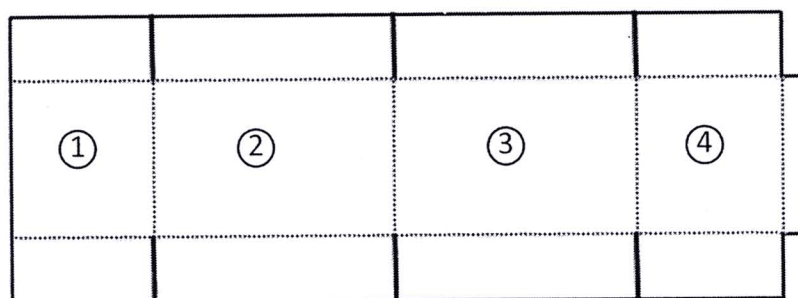
การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis) ระบบการวัดมีความสำคัญต่อการยืนยันผลการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อสามารถแน่ใจว่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นมีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือ ในการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความแม่นยำจะพิจารณาในส่วนของความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability) และความสามารถการทำเหมือน (Reproducibility) ซึ่งการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความแม่นยำของระบบการวัดจะพิจารณาดังนี้ที่เรียกว่า GR&R (Gage Repeatability and Reproducibility) ซึ่งในระบบการวัด จะสามารถจำแนกแหล่งของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการวัด เช่น ความคลาดเคลื่อนจากเครื่องมือวัด ความผิดพลาดของผู้วัด เป็นต้น ตัวแปรที่ทำการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้คือ ค่าระยะห่างร่องการของกล่องกระดาษลูกฟูก และเนื่องจากบริษัทได้มีการสอบเทียบเครื่องมือวัดเป็นประจำ จึงอาจอนุมานได้ว่าคุณสมบัติด้านความถูกต้องของเครื่องมือวัดดีแล้ว

3.1.1 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด

ในงานวิจัยนี้จึงวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความแม่นยำเพียงอย่างเดียวได้ทำการวางแผนขั้นตอนการศึกษาความแม่นยำ ดังนี้

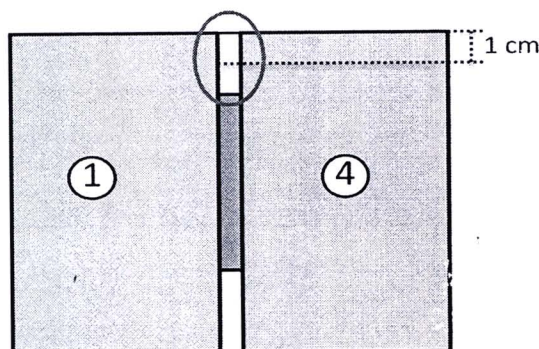
- 1) เครื่องมือวัด: โดยการใช้ตลับเมตรที่มีความละเอียด 0.5 มิลลิเมตร เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่พนักงานใช้ในการปฏิบัติงานวัดกล่องกระดาษลูกฟูก
- 2) วิธีการวัด: ลักษณะกล่องจะประกอบไปด้วย 4 ด้านโดยด้านสุดท้ายจะติดกับส่วนที่เรียกว่า ล้นกาบใช้สำหรับทากาว เพื่อประกบด้านที่หนึ่งกับด้านที่สี่เข้าไว้ด้วยกัน ดัง

รูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 มิติของกล่องกระดาษลูกฟูก

เมื่อกล่องผ่านชุดรางพับจะได้กล่องกระดาษลูกฟูกที่เสร็จสมบูรณ์ (กล่องกระดาษลูกฟูกด้านหนึ่งกับด้านที่สี่มาประกบเข้าด้วยกันตรงตำแหน่งล้นกาบ) นำกล่องดังกล่าวมาทำการวัดขนาดระยะห่างของร่องกาบ โดยกำหนดตำแหน่งในการวัดที่บริเวณไม่เกิน 1 เซนติเมตร นับจากปลายผาด้านบน ดังรูปที่ 3.2 ในการทดสอบใช้กล่องกระดาษลูกฟูกจำนวน 20 ใบ



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งในการวัดระยะห่างร่องกาบของกล่องกระดาษลูกฟูก

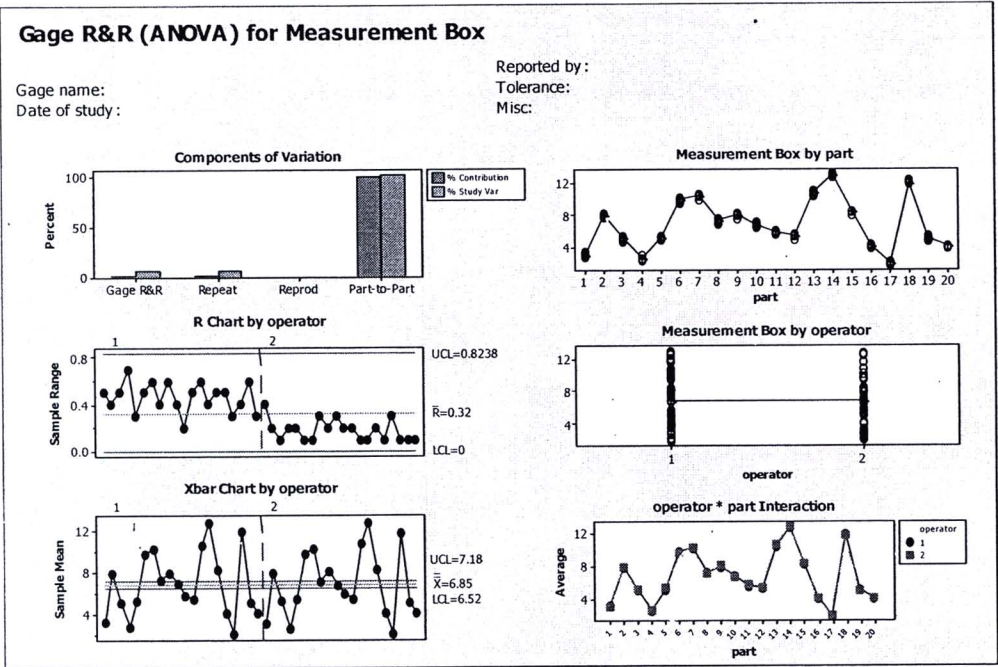
- 3) พนักงานวัด: โดยพนักงานทั้งหมดจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือกะเช้าและกะบ่าย เลือกพนักงานวัดกล่องที่ได้รับการฝึกอบรมขั้นตอนการวัดระยะร่องการของกล่องกระดาษลูกฟูกและการอ่านค่าได้อย่างถูกต้อง จำนวน 2 คน โดยในการทดลองทำการสุ่มลำดับกล่องที่ใช้ในการวัดค่ากำหนดให้วัดกล่องกระดาษลูกฟูกใบละ 3 ครั้ง
- 4) สิ่งแวดล้อมในการวัด: ระบบการวัดจะไม่ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยภายนอกเช่น อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น ปัจจัยที่ใช้ควบคุมในการวัด คือ แสงสว่าง ให้เพียงพอสำหรับการวัดและการอ่านค่า
- 5) ทำการวัดกล่องกระดาษลูกฟูก และบันทึกผลการวัดดังตารางที่ 3.1
- 6) วิเคราะห์ผลความแม่นยำของระบบการวัดด้วยโปรแกรม MINITAB โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประเภทแยกความผันแปรต่างๆ

ตารางที่ 3.1 ผลการวัดค่าระยะห่างร่องการของกล่องกระดาดขลุ่ยฟูกของพนักงาน 2 คน

ชั้นที่	พนักงานวัดคนที่ 1			พนักงานวัดคนที่ 2		
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3
1	3.5	3.2	3.0	3.1	3.0	3.4
2	8.1	8.2	7.8	8.0	7.9	8.1
3	5.4	5.1	4.9	5.3	5.2	5.3
4	3.1	2.8	2.4	2.6	2.6	2.8
5	5.2	5.4	5.1	5.5	5.3	5.4
6	10.0	9.9	9.5	9.8	9.7	9.8
7	10.5	10.3	9.9	10.3	10.2	10.3
8	7.5	7.4	7.1	7.2	7.0	7.3
9	8.2	8.1	7.6	8.2	8.0	8.2
10	7.1	6.8	6.7	6.8	6.6	6.9
11	5.8	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0
12	5.6	5.5	5.1	5.6	5.4	5.5
13	10.3	10.6	10.9	10.9	10.8	10.8
14	13.0	12.9	12.6	12.8	12.7	12.8
15	8.4	8.5	8.0	8.3	8.3	8.5
16	4.4	4.1	3.9	4.1	4.0	4.1
17	2.2	1.9	2.1	2.1	2.0	2.3
18	12.1	11.9	11.7	11.8	11.8	11.7
19	5.2	5.4	4.8	5.1	5.0	5.1
20	4.2	4.2	3.9	4.1	4.2	4.2

3.1.2 การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดของผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดนั้น ในส่วนแรกจะพิจารณาคุณสมบัติเชิงสถิติของค่าวัดมีความไวต่อเทคนิคของพนักงานวัดหรือไม่ และระบบการวัดมีความสามารถในการตรวจจับความผันแปรของกระบวนการผลิตนี้หรือไม่ ซึ่งนำข้อมูลจากการวัดค่ากล่องกระดาษลูกฟูก ของพนักงาน 2 คน ไปทำการวิเคราะห์ GR&R ดังรูปที่ 3.3 พบว่า R Chart by Operator ซึ่งพิสัยมากกว่า 3 ค่าที่อยู่ในพิสัยควบคุม ดังนั้นระบบการวัดมีความสามารถแยกความแตกต่างของข้อมูลวัดได้ และค่าพิสัยทั้งหมดอยู่ในพิสัยควบคุม สรุปได้ว่าระบบวัดนี้มีคุณสมบัติด้านความสม่ำเสมอ และ Xbar Chart by Operator พบว่าค่าของข้อมูลหลุดออกนอกพิสัยเสมอ สรุปได้ว่าสาเหตุความแปรปรวนมาจากความแปรปรวนของชิ้นงานตัวอย่าง และระบบการวัดสามารถตรวจจับความแตกต่างของกระดาษลูกฟูกตัวอย่างได้ ดังนั้นกล่องกระดาษลูกฟูกที่เลือกมามีความเหมาะสมแล้ว



รูปที่ 3.3 ผลการวิเคราะห์ GR&R จากโปรแกรม MINITAB

ในการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความแม่นยำจะแบ่งออกเป็น ความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability) และ ความสามารถในการทำเหมือน (Reproducibility) จากรูปที่ 3.4 จากผลการวิเคราะห์ ANOVA ในการวัดของพนักงานทั้ง 2 คน พบว่า ไม่มีอันตรกิริยาระหว่างพนักงานวัดกับกล่องตัวอย่าง มีค่า P-Value เท่ากับ 0.898 ซึ่งมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จากนั้นพิจารณาอิทธิพลของพนักงานวัด มีค่า P-Value เท่ากับ 0.547 ซึ่งมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปว่าอิทธิพลพนักงานวัดไม่มีนัยสำคัญ และพิจารณาอิทธิพลของกล่องกระดาษลูกฟูกตัวอย่าง มีค่าของ P-value เท่ากับ 0.000 น้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปว่าความผันแปรในระบบการวัดเกิดจากความผันแปรของกล่องตัวอย่างเท่านั้น

เมื่อประเมินผลความผันแปรของกระบวนการ (% Contribution of VerComp) จะพบว่าถ้าความผันแปรของกระบวนการผลิตที่ประเมินได้จากค่าวัดทั้งหมด 100 % แล้ว ความผันแปรจากสาเหตุของกล่องตัวอย่าง 99.65 % และความผันแปรจากระบบการวัด 0.35 % ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 10% ตามเกณฑ์มาตรฐาน พิจารณาค่าความผันแปรของระบบการวัด (%GR&R) มีค่าเท่ากับ 5.89% ซึ่งมาจากเครื่องมือวัด (Repeatability) 5.89% และจากพนักงานวัด (Reproducibility) 0.00% นอกนั้นเป็นความผันแปรจากกล่องกระดาษลูกฟูกตัวอย่าง ในระบบการวัดสามารถตรวจจับความผันแปรของกระบวนการได้ดีและพบว่าค่า Number of Distinct Categories = 23 แสดงว่าระบบการวัดที่ศึกษาทำการแยกข้อมูลที่วัดได้ออกเป็น 23 ประเภทที่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าข้อมูลที่ได้จะใช้ประมาณค่าความผันแปรของกระบวนการวัดได้ จึงสรุปได้ว่าระบบการวัดที่ทำการวัดนี้สามารถใช้ในการวัดค่าระยะห่างร่องกาวของกล่องกระดาษลูกฟูกจากกระบวนการผลิตได้อย่างเหมาะสม

Gage R&R Study - ANOVA Method

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
part	19	1077.75	56.7237	2663.30	0.000
operator	1	0.01	0.0120	0.56	0.462
part * operator	19	0.40	0.0213	0.60	0.898
Repeatability	80	2.85	0.0357		
Total	119	1081.02			

Two-Way ANOVA Table Without Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
part	19	1077.75	56.7237	1723.65	0.000
operator	1	0.01	0.0120	0.36	0.547
Repeatability	99	3.26	0.0329		
Total	119	1081.02			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.03291	0.35
Repeatability	0.03291	0.35
Reproducibility	0.00000	0.00
operator	0.00000	0.00
Part-To-Part	9.44846	99.65
Total Variation	9.48137	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.18141	1.0885	5.89
Repeatability	0.18141	1.0885	5.89
Reproducibility	0.00000	0.0000	0.00
operator	0.00000	0.0000	0.00
Part-To-Part	3.07383	18.4430	99.83
Total Variation	3.07918	18.4751	100.00

Number of Distinct Categories = 23

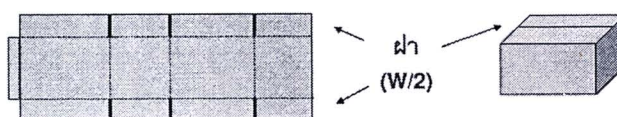
รูปที่ 3.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวัดชิ้นงานของพนักงาน 2 คน

3.2 การศึกษากระบวนการผลิตและเครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง

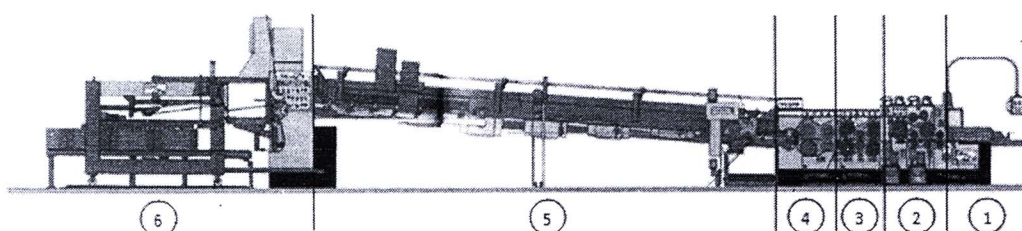
ผลิตภัณฑ์กล่องกระดาษลูกฟูก ส่วนประกอบของเครื่องจักรและการศึกษากระบวนการผลิตมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ผลิตภัณฑ์กล่องกระดาษลูกฟูกและเครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาผลิตภัณฑ์กล่องกระดาษลูกฟูกประเภท RSC (Regular Slotted Container) เป็นกล่องแบบมีร่องสลิต ที่มีฝามีความสูงเป็นครึ่งหนึ่งของด้านกว้าง และฝาทุกฝามีความสูงเท่ากัน ดังรูปที่ 3.5 ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้ในการพิมพ์และขึ้นรูปกล่องผลิตภัณฑ์ดังกล่าว คือ เครื่องจักร B ประเภท Flexo Folder Gluer ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างกล่อง RSC



รูปที่ 3.6 เครื่องจักร Flexo Folder Gluer

- หมายเลข 1 ชุดป้อนกระดาษ (Feed Section) ทำหน้าที่ ป้อนแผ่นลูกฟูกเข้าสู่ชุดพิมพ์
- หมายเลข 2 ชุดพิมพ์กระดาษ (Print Section) ทำหน้าที่ พิมพ์แผ่นลูกฟูก ใช้ระบบการพิมพ์แบบเฟล็กโซกราฟี (Flexography)
- หมายเลข 3 ชุดพับรอยและเจาะร่อง (Creaser & Slotter Section)
- หมายเลข 4 ชุดโรตารีไดคัท (Rotary Die-cutter Section)
- หมายเลข 5 ชุดทากาวและวางพับ (Folding & Gluing Section)
- หมายเลข 6 ชุดเคาน์เตอร์และอีเจ็คเตอร์ (Counter & Ejecter Section)

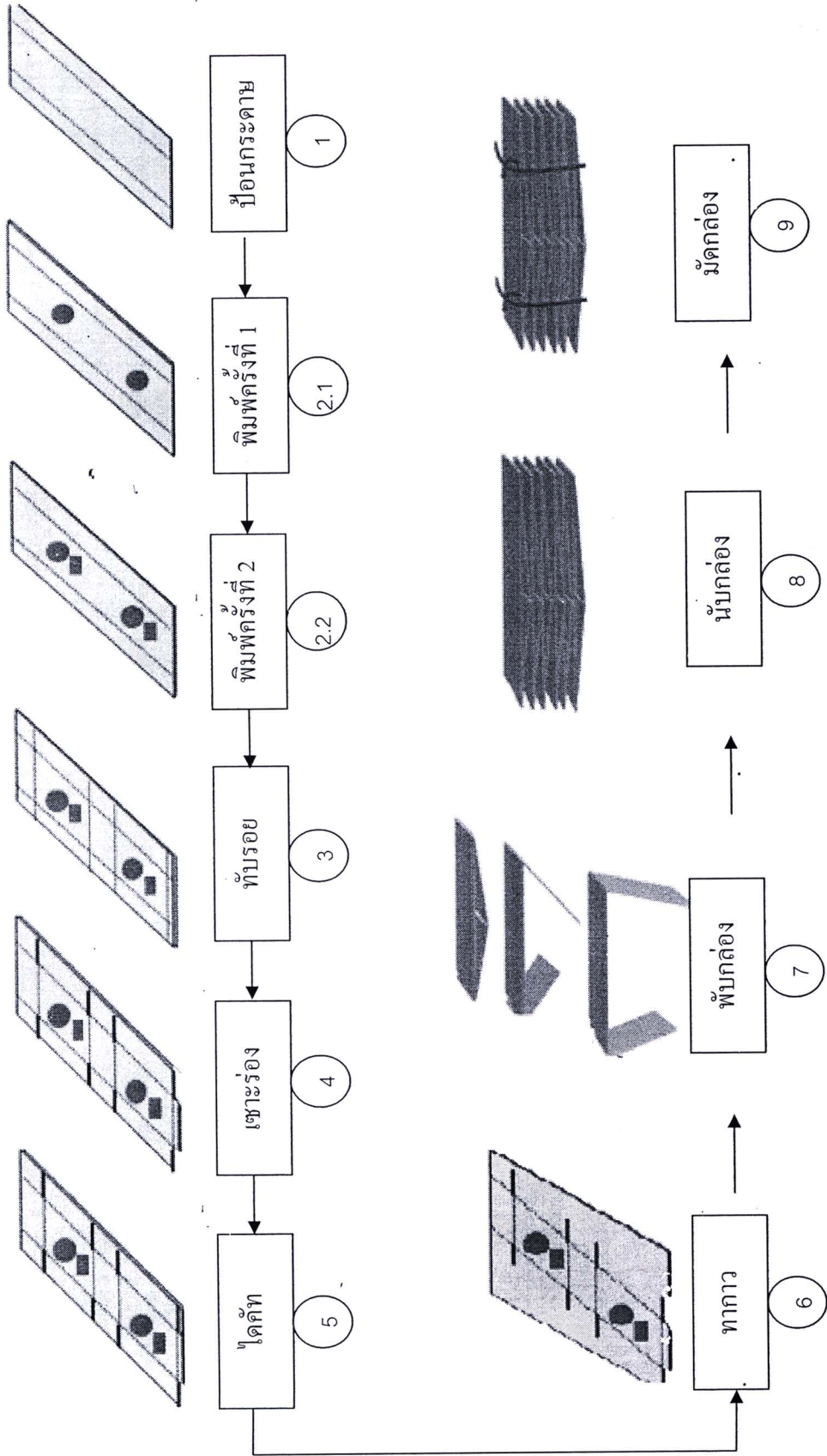
3.2.2 การศึกษากระบวนการผลิตในการขึ้นรูปกล่องกระดาษลูกฟูก

ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อระยะร่องกาบ จะเริ่มจากการศึกษากระบวนการขึ้นรูปกล่องกระดาษลูกฟูก มีขั้นตอนดังรูปที่ 3.7

- 1) นำแผ่นกระดาษลูกฟูกที่ประกอบลอนเรียบร้อยแล้วมาที่ชุดพรีฟีดเดอร์ (Pre-Feeder) เพื่อรับกองกระดาษส่งสู่ชุดป้อนกระดาษให้เป็นไปอย่างต่อเนื่องกระดาษถูกส่งมายังชุดป้อนกระดาษ (Feed Section) ซึ่งส่งผ่านกระดาษจากฟีดเทเบิล เข้าสู่ชุดพิมพ์ที่ละ 1 แผ่น กระดาษจะถูกส่งผ่านจากฟีดเทเบิล โดยอาศัยชุดฟีดเดอร์ผลักดันกระดาษเข้าสู่ฟีดโรล ซึ่งเป็นลูกกลิ้งไซลินเดอร์ (Cylinder) 2 ลูก บน-ล่าง หมุนดึงกระดาษให้ถูกส่งต่อไปยังชุดพิมพ์
- 2) กระดาษถูกส่งมายังชุดพิมพ์ (Print Section)
 - 2.1) หมึกพิมพ์จะถูกฉีดหรือปาดน้ำหมึกให้ได้ฟิล์มของหมึกบางที่สุด ถ่ายทอดจากอนิล็อกซ์โรล (Anilox roll) ซึ่งเป็นลูกกลิ้งที่ถูกเจาะรูให้มีความลึก และรูปร่างตามคุณภาพการพิมพ์ที่ต้องการ อนิล็อกซ์โรล (Anilox roll) จะรับหมึกเข้าไปในเซลล์ (cell) และจ่ายออกเมื่อสัมผัสกับหน้าแม่พิมพ์ และถ่ายทอดลงบนแผ่นกระดาษลูกฟูกอีกครั้ง
 - 2.2) กระดาษถูกส่งจากชุดพิมพ์ไปยังชุดทำงานถัดไป โดยอาศัยการหมุนสวนทางของไซลินเดอร์ (Cylinder) 2 ลูก คือพรีนไซลินเดอร์ (Print Cylinder) เป็นลูกกลิ้งทำด้วยโลหะที่มีการเจาะร่องไว้สำหรับเกี่ยวบล็อกพิมพ์ กับอิมเพรสชันไซลินเดอร์ (Impression Cylinder) เป็นลูกกลิ้งผิวโลหะมันทำหน้าที่กดกระดาษ เพื่อให้บล็อกพิมพ์สัมผัสกระดาษขณะพิมพ์
- 3) กระดาษถูกส่งมายังชุดทับรอย (Creaser Section) ซึ่งเป็นชุดลูกกลิ้งบน-ล่าง ที่ทำให้เกิดรอยทับด้านในของแผ่นกระดาษลูกฟูก ซึ่งทับรอยแบ่งรอยแผ่นกระดาษที่ผ่านการพิมพ์เป็นแนวทับรอยด้านยาวและกว้างของกล่อง โดยลูกทับรอยตัวผู้จะมีลักษณะเป็นวงแหวนที่มีสันนูน บีบอัดกับทับรอยตัวเมีย ซึ่งเป็นวงแหวนที่หุ้มด้วยยางยูริเทรน (Uritane) เป็นตัวรองกด ทำให้เกิดแนวเส้นทับรอย
- 4) กระดาษถูกส่งมายังชุดเจาะร่อง (Slotter Section) เป็นชุดใบมีดเจาะให้เกิดร่องที่ด้านบนและล่างของเส้นทับรอยทั้ง 4 เส้น แบ่งส่วนของแผ่นกระดาษเป็นฝากล่องบน-ล่าง ทั้งยาว

และด้านกว้างของกล่อง โดยที่ใบมีดชุดแรก จะมีใบมีดหัวโขกประกบอยู่ ซึ่งจะทำหน้าที่ตัดกระดาษให้เป็นส่วนของลิ้นกาวกล่อง

- 5) กระดาษถูกส่งมายังชุดโรตารีไดคัท (Rotary Die-cutter Section) ทำหน้าที่หลักในการตัดแผ่นกระดาษที่ผ่านจากชุดพิมพ์ ให้มีลักษณะเป็นช่องหรือรูตามที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เจาะรูหัวในกล่องขนาดใหญ่หรือช่องระบายอากาศในกล่องใส่สินค้าประเภทผักและผลไม้
- 6) กระดาษถูกส่งมายังชุดกาว (Gluing Section) มีลักษณะเป็นลูกล่อนบน-ล่างโดยมีลูกใดลูกหนึ่ง ทำหน้าที่ทาการที่ลิ้นของกล่องและอีกลูกหนึ่งประกอขณะทีกระดาษผ่านระหว่างลูกกลิ้งทั้ง 2 ลูก
- 7) กระดาษถูกส่งมายังชุดรางพับกล่อง (Floding Section) ชนิด RSC (Regular Slotted Container) เป็นกล่องที่ฝามีความสูงเป็นครึ่งหนึ่งของด้านกว้าง และฝาทุกฝามีมีความสูงขนาดเท่ากันหมด ซึ่งชุดรางพับกล่องทำหน้าที่ในการประกอและพับกล่องให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง โดยอาศัยสายพานบน-ล่าง เป็นตัวพากล่องให้เคลื่อนที่ไปบนรางพับ และมีโฟลด์ดิ้งรูดเป็นตัวประกอให้เกิดการพับที่องศาต่างๆกัน จนรอยต่อทั้ง 2 ด้าน เข้ามาประกบชิดกันพอดี ในตำแหน่งลิ้นกาว กระดาษถูกส่งมายังชุดสแควร์ริง (Squaring Section) เป็นชุดตบกระแทกกล่องที่มีการพับขึ้นรูปแล้ว โดยมีหลักการทำงานที่จะต้องทำให้ด้านที่ 4 ที่พับมาทับกับลิ้นกาวด้านที่ 1 มีแนวต่อเป็นเส้นตรงทั้งด้านบนและด้านล่างของตัวกล่อง
- 8) กระดาษถูกส่งมายังชุดเคาน์เตอร์และอีเจคเตอร์ (Counter & Ejector Section) เพื่อทำการนับกล่อง ซึ่งเมื่อครบตามจำนวนที่ตั้งไว้ กล่องนั้นก็จะถูกผลักออกมาและจะถูกส่งต่อไปยังชุดมัดมัดไป
- 9) กระดาษถูกส่งมายังชุดเครื่องมัด (Tying Machine Section) เพื่อรัดกล่องให้เป็นมัดด้วยเชือก เพื่อต่อการขนถ่ายและตรวจสอบจำนวนสินค้าที่ผลิตขั้นสุดท้ายก่อนส่งถึงลูกค้า



รูปที่ 3.7 แผนภาพขั้นตอนกระบวนการขึ้นรูปกล่องกระดาดสาน

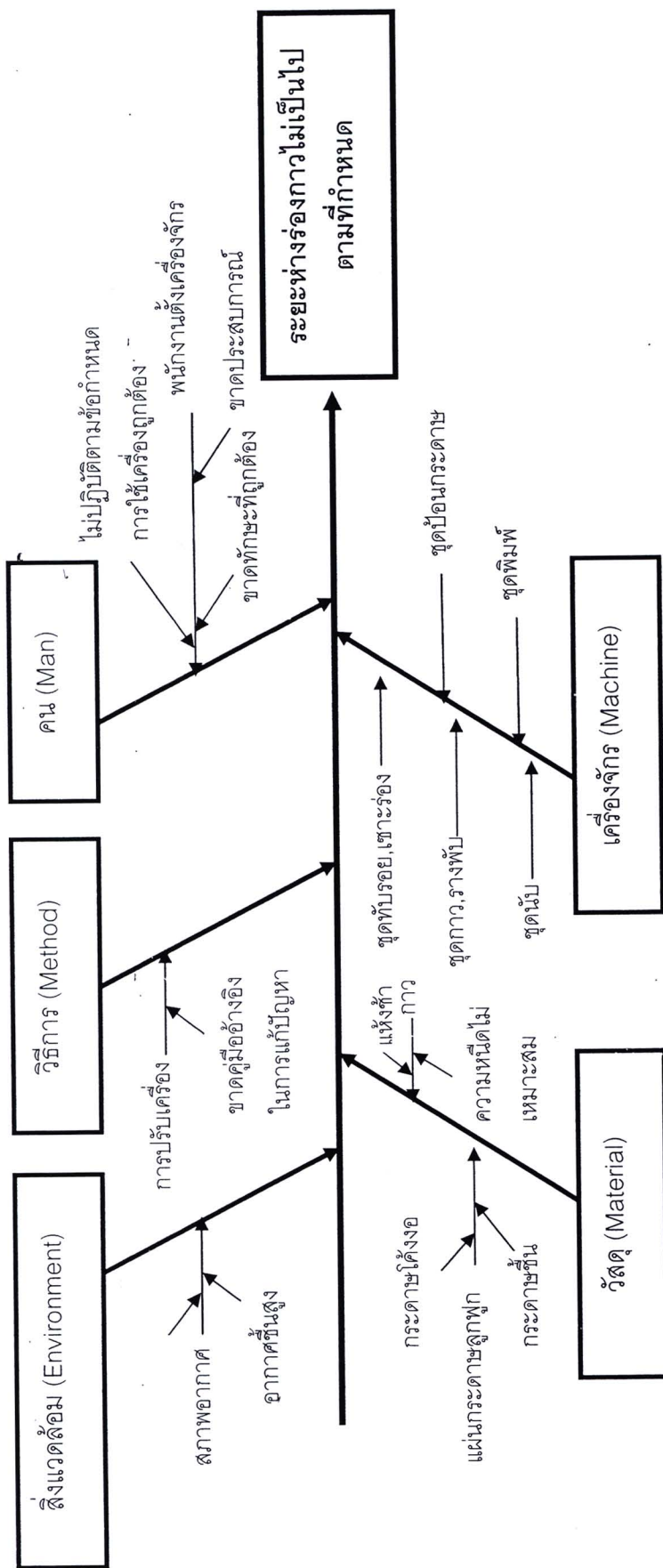
3.3 การค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะกระบวนการขึ้นรูปกล่องกระดาษลูกฟูกเท่านั้น เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อระยะห่างร่องกาว ในเบื้องต้นจะใช้การระดมสมอง (Brainstorming) จากผู้เชี่ยวชาญและผู้มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องของโรงงานกรณีศึกษาโดยอ้างอิงตามหลักการทางวิศวกรรม ข้อมูลจากการทดลองในอดีตที่ผ่านมา เพื่อระบุปัจจัยที่เป็นไปได้ที่มีผลกระทบต่อระยะร่องกาวไม่เป็นไปตามที่กำหนด

3.3.1 การค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

เครื่องมือที่นำมาประยุกต์ใช้ช่วยในการพิจารณา คือ แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เพื่อหาปัจจัยที่เป็นไปได้ทั้งหมด จากนั้นจะได้แผนภาพแสดงเหตุและผลขึ้นมา โดยจะใช้หลักการ 4M 1E ได้แก่ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัสดุ (Material) วิธีการ (Method) และสิ่งแวดล้อม (Environment) เป็นแนวทางในการพิจารณารายละเอียดของปัจจัยต่อไป ดังรูปที่ 3.8

ในส่วนเครื่องจักร (Machine) นั้นจะลงรายละเอียดย่อยเพื่อพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องตามส่วนการทำงานต่างๆของเครื่องจักร ซึ่งมีอยู่ 5 ส่วนหลักที่เกี่ยวข้องกับปัญหา คือ ชุดป้อนแผ่น (Feed Unit) ชุดทำการพิมพ์ (Printer Unit) ชุดเจาะร่อง (Slotter Unit) ชุดพับกล่อง (Folder Unit) และชุดนับ (Delivery Unit) ซึ่งสามารถอธิบายความเกี่ยวข้องของปัจจัยต่างๆ ได้ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.8 แผนภาพสาเหตุและผลของปัญหาระยะเวลาการไม่เป็นที่กำหนด โดยจะใช้หลักการ 4M 1E

3.3.2 ปัจจัยประเภทเครื่องจักรที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ

สำหรับรายละเอียดของแต่ละปัจจัยส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระยะห่างร่องการไม่เป็นไปตามที่กำหนด มีดังต่อไปนี้

3.3.2.1 ชุดป้อนกระดาษ (Feed Unit)

ชุดป้อนกระดาษ ทำหน้าที่นำแผ่นกระดาษลูกฟูกที่ประกอบลอนเรียบร้อยแล้วเข้าสู่เครื่องพิมพ์ โดยอาศัยลูกกลิ้งไซลินเดอร์หมุนดึงกระดาษให้ถูกส่งต่อไปยังชุดพิมพ์ถัดไป โดยปัจจัยที่มีผลต่อระยะห่างร่องการไม่เป็นไปตามที่กำหนดในชุดป้อนกระดาษ ดังนี้

- 1) **ความเร็วของเครื่องจักร (Running Speed)** ความเร็วที่ใช้ในการเดินเครื่องจักร หากเดินเครื่องที่ความเร็วสูงเกินไป อาจส่งผลให้ลูกกลิ้งและสายพานเกิดการลื่นไถลในระหว่างการลำเลียง ซึ่งส่งผลต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของกระดาษบิดเบี้ยวไปได้ แต่หากเดินเครื่องที่ความเร็วที่ต่ำเกินไป จะทำให้สูญเสียกำลังการผลิต และอาจเกิดการแห้งตัวก่อนถึงชุดนับได้
- 2) **ระยะกดของลูกกลิ้งป้อนกระดาษ (Feed Roll Gap)** ประกอบไปด้วยลูกกลิ้งไซลินเดอร์บน-ล่างอยู่ในส่วนชุดป้อนแผ่น ทำหน้าที่หมุนดึงกระดาษให้ลำเลียงต่อไปยังชุดพิมพ์ หากกำหนดระยะห่างของลูกกลิ้งป้อนกระดาษไม่เหมาะสม ทำให้แผ่นกระดาษเกิดการยุบตัวและคุณสมบัติบางประการเสียไปได้ อาจส่งผลต่อการทิศทางการเคลื่อนที่ของกระดาษบิดเบี้ยวไปได้ ทำให้ระยะห่างร่องการไม่เป็นไปตามที่กำหนด
- 3) **ตำแหน่งของตัวตบข้าง (Side Gauge Register)** ตำแหน่งของระยะของตัวกระแทกด้านข้างของชุดป้อนกระดาษ เพื่อให้แผ่นลูกฟูกเรียงซ้อนกันอย่างเป็นระเบียบ และตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่เข้าสู่เครื่องจักร ซึ่งหากอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดแรงกระแทกที่มากเกินไปจนแผ่นลูกฟูกยุบ หรือเบาเกินไปจนไม่สามารถจัดเรียงให้แผ่นลูกฟูกซ้อนกันอย่างเป็นระเบียบได้ อาจส่งผลต่อการทิศทางการเคลื่อนที่ของกระดาษบิดเบี้ยวไปได้ ทำให้ระยะห่างร่องการไม่เป็นไปตามที่กำหนด

- 4) **สภาพของล้อป้อนกระดาษ (Feed Wheel)** หากมีการสึกหรือชำรุดของสภาพล้อป้อนกระดาษด้านใดด้านหนึ่งหรือลูกโรลมีค่า Hardness ไม่เหมาะสม ทำให้ต้องออกแรงกดมากขึ้น ทำให้กระดาษเกิดการยุบตัวและคุณสมบัติบางประการของกระดาษเสียไปได้
- 5) **แรงลมดูดในชุดป้อนกระดาษ (Vacuum Holddown)** ทำหน้าที่ดูดกระดาษลูกฟูกที่กำลังลำเลียงให้แนบติดกับเครื่องก่อนที่จะผ่านเข้าชุดป้อนกระดาษ หากแรงลมดูดไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดทิศทางการเคลื่อนที่ของกระดาษบิดเบี้ยวไป

3.3.2.2 ชุดพิมพ์ (Printer Unit)

ชุดพิมพ์ ทำหน้าที่พิมพ์ลาย สี ลงกล่องกระดาษลูกฟูกตามที่ลูกค้าต้องการ โดยเครื่องจักรแบ่งเป็นชุดพิมพ์ย่อยๆ เป็น 3 ชุด แต่ละชุดพิมพ์ติดตั้งบล็อกพิมพ์และสีแตกต่างกัน โดยหมึกพิมพ์จะถูกรีดหรือปาดหมึกให้ได้ฟิล์มของหมึกที่บางที่สุด ถ่ายทอดจากอนิล็อกซ์โรล มายังผิวหน้าของแม่พิมพ์ แล้วจึงลำเลียงกระดาษไปยังชุดเซาะร่องต่อไป โดยปัจจัยที่มีผลต่อระยะห่างร่องกาวในชุดพิมพ์กระดาษ ดังนี้

- 1) **ระยะกดของลูกกลิ้งลำเลียงแผ่น (Pull Roll Gap)** มีลักษณะเป็นลูกกลิ้งไชลินเดอร์บน-ล่าง ทำหน้าที่หมุนดึงจากชุดป้อนกระดาษให้ลำเลียงเข้ามายังชุดพิมพ์ ซึ่งหากกำหนดระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งไม่เหมาะสม ทำให้แผ่นกระดาษเกิดการยุบตัวและคุณสมบัติบางประการเสียไปได้ อาจส่งผลต่อการทิศทางการเคลื่อนที่ของกระดาษบิดเบี้ยวไปได้ ซึ่งส่งผลต่อระยะห่างร่องกาวไม่เป็นไปตามที่กำหนด
- 2) **ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งพิมพ์ กับลูกกลิ้งกด (Print Roll Gap) ตัวที่ 1, 2 และ 3** ระยะห่างระหว่างพรีนซ์ไชลินเดอร์กับอิมเพรสชันไชลินเดอร์ ซึ่งเครื่องจักรประกอบไปด้วยตัวพิมพ์ 3 ตัว หากระยะดังกล่าวไม่เหมาะสม อาจทำให้แผ่นกระดาษเกิดการยุบตัวและคุณสมบัติบางประการเสียไปได้ ส่งผลในการเคลื่อนที่ของแผ่นลูกฟูกบิดเบี้ยวซึ่งส่งผลต่อระยะห่างร่องกาวไม่เป็นไปตามที่กำหนด

3.3.2.3 ชุดพับรอยและเซาะร่อง (Slotter Unit)

ชุดพับรอยและเซาะร่อง ทำหน้าที่พับรอยแบ่งรอยแผ่นกระดาษที่ผ่านการพิมพ์เป็นแนวพับรอยด้านยาวและกว้างของกล่อง จากนั้นกระดาษถูกส่งมายังชุดเซาะร่องเป็นชุดใบมีดเพื่อตัดกระดาษให้เกิดร่องที่ด้านบนและล่างของเส้นพับรอยและส่วนของลิ้นกาวยกกล่อง โดยปัจจัยที่มีผลต่อระยะห่างร่องกาวในชุดพับรอยและเซาะร่องกระดาษ ดังนี้

- 1) ระยะกดของชุดพับรอยชุดที่ 1 (precreaser) เป็นชุดลูกกลิ้งบน-ล่างที่ทำให้เกิดรอยพับด้านในของแผ่นกระดาษลูกฟูก ทำหน้าที่กดลอนลูกฟูกให้ยุบตัวลงไประดับหนึ่งก่อนหากกำหนดระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดปัญหาในการพับตัวของกล่องได้
- 2) ระยะกดของชุดพับรอยชุดที่ 2 (creaser) เป็นชุดลูกกลิ้งบน-ล่างที่ทำให้เกิดรอยพับด้านในของแผ่นกระดาษลูกฟูก ทำหน้าที่กดลอนลูกฟูกย่ำให้เกิดรอยพับที่ชัดเจนขึ้นหากกำหนดระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดปัญหาในการพับตัวของกล่องได้
- 3) ตำแหน่งมีดพับรอยชุดที่ 1 และ 2 (Creasing Register 1 and 2) หากมีดพับรอยแต่ละชุดกดลงในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้มิติด้านกว้าง-ยาวของกล่องคลาดเคลื่อน อาจทำให้ระยะห่างร่องกาวไม่ได้ตามที่กำหนด
- 4) ตำแหน่งของชุดเซาะร่อง (Slotter Register) หากมีดเซาะร่องกดลงในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้มิติด้านกว้าง-ยาวของกล่องคลาดเคลื่อนอาจทำให้ระยะห่างร่องกาวไม่ได้ตามที่กำหนดไว้
- 5) ตำแหน่งของมีดตัดเศษท้าย (Slitter Register) หากตั้งตำแหน่งของมีดตัดเศษท้ายไม่เหมาะสม จะทำให้มิติด้านที่ 4 ของกล่องมากหรือน้อยเกินไป ซึ่งส่งผลต่อระยะร่องกาวไม่ได้ตามที่กำหนด

3.3.2.4 ชุดทากาวและรางพับ (Folder Unit)

ชุดทากาวและรางพับ ทำหน้าที่ทากาวที่ลิ้นของกล่อง โดยใช้ลูกกลิ้งบน-ล่างลูกใดลูกหนึ่ง และอีกลูกหนึ่งประกอองกระดาษ จากนั้นกระดาษถูกส่งมายังชุดรางพับกล่อง โดยใช้สายพานบน-ล่างในการประกอองให้เคลื่อนที่ไปบนรางพับ และพับกล่องให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง และมีโฟลด์ดิ้งรูดเป็นตัวประกอองให้เกิดการพับที่องศาต่างๆกัน จนรอยต่อของกล่องกระดาษลูกฟูกทั้ง 2 ด้าน เข้ามาประกบชิดกันพอดี ในตำแหน่งลิ้นกาว โดยมีหลักการที่จะต้องทำให้ด้านที่ 4 ที่พับมาทับกับลิ้นกาวด้านที่ 1 มีแนวต่อเป็นเส้นตรงทั้งด้านบนและด้านล่างของตัวกล่อง โดยปัจจัยที่มีผลต่อระยะห่างร่องกาวในชุดทากาว และพับกล่องกระดาษลูกฟูก ดังนี้

- 1) **ระยะเบี่ยงของรางพับด้านซ้าย (Folding Beam OP Register)**
ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งในการประกอองและพับกล่องให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ซึ่งหากกำหนดระยะเบี่ยงของรางพับด้านซ้ายไม่เหมาะสม ส่งผลต่อระยะร่องกาวไม่ได้ตามที่กำหนด
- 2) **ระยะเบี่ยงของรางพับด้านขวา (Folding Beam DR Register)**
ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งในการประกอองและพับกล่องให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ซึ่งหากกำหนดระยะเบี่ยงของรางพับด้านขวาไม่เหมาะสม อาจส่งผลต่อการเคลื่อนที่และการพับของกระดาษคลาดเคลื่อนไปได้
- 3) **ความเร็วรางพับด้านซ้าย (Speed OP Register)** ความเร็วที่กล่องเคลื่อนที่บนรางพับ ซึ่งหากกำหนดความเร็วของรางพับด้านซ้ายไม่เหมาะสม อาจส่งผลต่อการเคลื่อนที่และการพับของกระดาษคลาดเคลื่อนไปได้ โดยทั่วไปจะค่าความเร็วของรางพับด้านซ้ายจะตั้งเป็นจำนวนเท่าของความเร็วของรางพับด้านขวา โดยการพับกล่องของด้านที่ 1 และด้านที่ 4 ให้มาประกบกันได้ ความเร็วรางพับด้านซ้ายจะช้ากว่าด้านขวาเสมอ

- 4) **ความเร็วรางพับด้านขวา (Speed DR Register)** ความเร็วที่กล่องเคลื่อนที่บนรางพับ ซึ่งหากกำหนดความเร็วของรางพับด้านขวาไม่เหมาะสม อาจส่งผลต่อการเคลื่อนที่และการพับของกระดาษคลาดเคลื่อนไป
- 5) **ความขนานของรางพับ (Parallel of Folding Beam)** หากรางพับไม่ขนานกัน อาจทำให้การเคลื่อนที่และการพับตัวคลาดเคลื่อนได้
- 6) **ตำแหน่งของสายพานประกอข้าง (Squaring Belt Register)** หากตำแหน่งของสายพานทั้งด้านซ้ายและขวาทำให้เกิดการบีบกล่องมากเกินไป จะทำให้ระยะร่องกาวแคบลงได้
- 7) **ระยะกดล้อกาว (Glue Wheel Gap)** ชุดกาวมีลักษณะเป็นลูกกลิ้งบนล่าง โดยมีลูกใดลูกหนึ่งทำหน้าที่ทาากาวที่ล้นของกล่อง และอีกลูกหนึ่งประกอกระดาษ ถ้าหากระยะกดล้อกาวกว้างเกินไป อาจทำให้ฟิล์มกาวมีความหนามาก กาวแห้งช้า อาจส่งผลต่อการเคลื่อนที่และการพับของกล่องคลาดเคลื่อนไปได้
- 8) **ความตึงของสายพานพับกล่อง (Upper & Lower Folding Belt Tension)** หากความตึงของสายพานพับกล่องไม่เหมาะสม อาจส่งผลการพับตัวกล่องคลาดเคลื่อนได้
- 9) **ความตึงของสายพานประกอข้าง (Squaring Belt Tension)** หากความตึงของสายพานประกอข้างไม่เหมาะสม ส่งผลการพับตัวของกล่องคลาดเคลื่อนได้
- 10) **แรงลมดูดใต้สายพานพับกล่องเส้นล่าง (Suction Force of Lower Belt)** รางลมดูดทำหน้าที่ดูดกล่องที่กำลังลำเลียงผ่านไปให้แนบติดกับ Belt หากแรงลมดูดดังกล่าวมีค่าไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดการเคลื่อนที่และการพับตัวของกล่องที่ไม่เหมาะสมได้

3.3:2.5 ชุดเคาน์เตอร์และอีเจคเตอร์ (Counter & Ejector Section)

ชุดเคาน์เตอร์และอีเจคเตอร์ ทำหน้าที่นับกล่อง ซึ่งเมื่อครบตามจำนวนที่ตั้งไว้ กล่องจะถูกผลักออกมาและจะถูกส่งต่อไปยังชุดมัดมัดไป เพื่อรัดกล่องให้เป็นมัดด้วยเชือก เพื่ออำนวยความสะดวกและตรวจสอบจำนวนสินค้าที่ผลิตขั้นสุดท้ายก่อนส่งถึงลูกค้า โดยปัจจัยที่มีผลต่อระยะห่างร่องกาวในชุดนับและมัดกล่องกระดาษลูกฟูก ดังนี้

- 1) **ระยะกดสายพานป้อนเข้าสู่ชุดนับ (Feed Belt Gap)** ทำหน้าที่ดึงกล่องต่อจาก Squaring Belt เพื่อป้อนเข้าสู่ชุด Squaring ฉะนั้นหากการตั้งระยะการกดของสายพานชุดนี้ไม่เหมาะสม อาจทำให้การเคลื่อนที่เข้าสู่ชุดนับไม่เหมาะสมได้
- 2) **จังหวะในการตบของตัวตบฉาก (Timing of Squaring Bar)** หากจังหวะในการตบของ Squaring Bar ไม่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่เข้ากระแทกกับ Back Stop และการเลื่อนยกขึ้นของชุดนับ อาจทำให้การตบฉากเพื่อให้เกิดความเรียบเสมของร่องกาวเป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ จนทำให้เกิดปัญหาร่องกาวเบี้ยวได้
- 3) **ระยะของตั้งกันท้าย (Back Stop Register)** หากตั้งค่าตำแหน่งของกันท้ายไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดปัญหากล่องติดในเครื่อง หรือทำให้ตัวตบฉากตบไม่ถึง ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาร่องกาวเบี้ยวได้

3.3.3 ปัจจัยประเภทวัตถุดิบที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องกาว

ปัจจัยวัตถุดิบที่ส่งผลต่อระยะห่างร่องกาวได้แก่ กระดาษลูกฟูก กาว มีรายละเอียดดังนี้

- 1) **ความโค้งงอของกระดาษลูกฟูก (Warp Sheet)** ความโค้งงอของกระดาษลูกฟูกส่งผลต่อความยากง่ายในการพับรอยขึ้นรูปกล่องกระดาษ ก่อให้เกิดปัญหาระยะห่างร่องกาวชิด ห่างไม่ได้ตามที่กำหนดไว้
- 2) **ปริมาณความชื้นในกระดาษลูกฟูก (Moisture Content)** ความชื้นของกระดาษลูกฟูกส่งผลต่อความยากง่ายในการพับรอยขึ้นรูปกล่องกระดาษ ก่อให้เกิดปัญหาระยะห่างร่องกาวชิด ห่างไม่ได้ตามที่กำหนดไว้

- 3) **ความหนืดของกาว (Glue Viscosity)** เนื่องจากความหนืดของกาว ส่งผลต่อความเสียดทานที่ตำแหน่งกล่องสัมผัสกับล้อยากาว ซึ่งส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของกล่องเคลื่อนที่เอียงบนรางพับ ทำให้ระยะห่างร่องกาวคลาดเคลื่อนได้
- 4) **เกรดกระดาษลูกฟูก (Board Combination)** เนื่องจากกระดาษลูกฟูกแต่ละชนิด มีคุณสมบัติที่ต่างกัน เช่น ความแข็งแรง หากเกรดกระดาษลูกฟูกเปลี่ยนไป ก็จะทำให้ความสามารถในการกดทับรอยหนัก-เบาไม่เท่ากัน ทำให้การพับตัวของกล่องกระดาษ ยากง่ายไม่เท่ากัน ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการพับ ส่งผลต่อระยะห่างของร่องกาวได้
- 5) **ชนิดลอนลูกฟูก (Flute Type)** เนื่องจากลอนลูกฟูกแต่ละชนิด มีคุณสมบัติที่ต่างกัน เช่น ความสูงของลอน หากชนิดลอนลูกฟูกเปลี่ยนไป ทำให้ความสามารถในการกดทับรอยยากง่ายไม่เท่ากัน ส่งผลต่อการพับตัวของกล่องกระดาษ ก่อให้เกิดปัญหาระยะห่างของร่องกาวได้
- 6) **ขนาดกล่องกระดาษลูกฟูก (Sheet Dimension)** หากกล่องมีขนาดของความกว้าง ความยาว ความสูง ที่แตกต่างกัน อาจส่งผลต่อความแม่นยำในการติดตั้งกาวได้

3.3.4 ปัจจัยประเภทคนที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องกาว

ปัญหาประเภทคนที่ส่งผลต่อระยะห่างร่องกาวโดยตรง คือพนักงานปรับตั้งเครื่องจักร ซึ่งสาเหตุในความผิดพลาดนั้นอาจเนื่องมาจาก พนักงานขาดทักษะที่ถูกต้อง ความชำนาญในการปรับตั้งเครื่องจักร ขาดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาเมื่อเกิดระยะห่างร่องกาวมากหรือน้อยเกินไป และการที่พนักงานปรับตั้งเครื่องจักร ไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดการใช้เครื่องจักรให้ถูกต้องตามที่ได้ฝึกอบรมมา จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องกาว

3.3.5 ปัจจัยประเภทวิธีการที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ

ปัญหาประเภทวิธีการที่ส่งผลต่อระยะห่างร่องการโดยตรง คือ ขาดคู่มืออ้างอิงในการแก้ปัญหา เนื่องจากปัญหาระยะห่างร่องการไม่เป็นไปตามที่กำหนดนั้น บางครั้งเกิดระยะห่างร่องการกว้างมากเกินไป หรือแคบมากเกินไป ขึ้นอยู่กับชนิดรหัสผลิตภัณฑ์การปรับตั้งในแต่ละครั้งไม่มีคู่มืออ้างอิง เป็นการลองผิดลองถูกแก้ปัญหาเฉพาะหน้าไป

3.3.6 ปัจจัยประเภทสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ

ปัจจัยที่ประเภทสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อระยะห่างร่องการ คือสภาพอากาศ เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษา มีสายการผลิตที่เป็นอาคารแบบเปิด ซึ่งเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเช่น อากาศขึ้นมากเกินไป อาจส่งผลต่อการแห้งตัวของการในกล่องกระดาษลูกฟูก หรือตัวกล่องกระดาษลูกฟูกเอง

3.4 การคัดเลือกปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

จากแผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) จากรูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9 พบว่า ในกระบวนการขึ้นรูปกล่องกระดาษลูกฟูก มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 33 ปัจจัย เนื่องจากปัจจัยมีจำนวนมากเกินไป ดังนั้นในขั้นตอนถัดไปจะเป็นการพิจารณาเพื่อจำแนกชนิดของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง จะสามารถตัดบางปัจจัยออกจากการทดลองได้ เพื่อให้เหมาะกับทรัพยากรและเวลาที่มีอย่างจำกัด

3.4.1 เกณฑ์ในการคัดเลือกปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

เนื่องจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องมีจำนวนมากเกินไป ดังนั้นจึงมีหลักเกณฑ์ที่ใช้จำแนกเพื่อคัดเลือกปัจจัยที่จะใช้ในการทดลองเบื้องต้น มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 พิจารณารวบรวมแต่ละปัจจัยจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้หรือปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ในการทดลอง

- จัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ (Controllable Factors) พิจารณาต่อขั้นตอนที่ 2
- จัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Uncontrollable Factors) พิจารณาต่อขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 2 หากจัดเป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ (Controllable Factors) จะพิจารณาว่าปัจจัยดังกล่าว ในแต่ละครั้งสามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ง่ายหรือยุ่งยาก

- ปรับเปลี่ยนค่าได้ง่ายในแต่ละสภาวะการทดลอง ซึ่งนำปัจจัยดังกล่าวไปทำพิจารณาขั้นตอนที่ 3
- ปรับเปลี่ยนค่ายุ่งยากในแต่ละสภาวะการทดลองอันเนื่องข้อจำกัดทางเทคโนโลยี ต้นทุนในการควบคุม จะกำหนดปัจจัยนั้นควบคุมให้มีค่าคงที่ไว้ที่ค่าใดค่าหนึ่งในการทดลอง (Held Constant Factor)

ขั้นตอนที่ 3 หากจัดเป็นปัจจัยที่ปรับเปลี่ยนค่าได้ง่ายในแต่ละสภาวะการทดลอง จะพิจารณาว่าปัจจัยดังกล่าวส่งผลกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถของเครื่องจักรหรือไม่

- หากส่งผลกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถของเครื่องจักร จะกำหนดปัจจัยนั้นควบคุมให้มีค่าคงที่ไว้ที่ค่าใดค่าหนึ่งในการทดลอง (Held Constant Factor)
- หากไม่ส่งผลกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถของเครื่องจักร จะนำปัจจัยไปใช้ในการออกแบบการทดลองเบื้องต้น โดยใช้เทคนิคทากูชิ เพื่อทราบอิทธิพลของปัจจัยด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ

ขั้นตอนที่ 4 พิจารณปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ (Uncontrollable Factors) นั้นมีส่วนร่วมในส่งผลกระทบต่อปัญหาระยะห่างร่องกาวมากหรือไม่

- ส่งผลกระทบปัญหาระยะห่างร่องกาวมาก ให้พิจารณาว่าสามารถควบคุมในระหว่างการทดลองได้หรือไม่
 - ถ้าควบคุมได้ ให้ทำการบล็อกปัจจัยดังกล่าวในการทดลอง
 - ถ้าควบคุมไม่ได้ให้ดำเนินการออกแบบการวิเคราะห์ตัวแปรร่วม (Analysis of Covariance)
- ไม่ส่งผลกระทบปัญหาระยะห่างร่องกาวมาก สามารถจัดปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยสิ่งรบกวน (Noise Factor) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบเล็กน้อยที่ไม่สามารถควบคุมได้

3.4.2 การพิจารณาคัดเลือกปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

จากการพิจารณาเลือกปัจจัยต่างๆ โดยการใช้เกณฑ์ในหัวข้อ 3.4.1 สามารถที่จะสรุปเหตุผลของการเลือกปัจจัยที่จะนำไปใช้ในการออกแบบการทดลอง ดังนี้

3.4.2.1 ปัจจัยที่ถูกคัดเลือกเพื่อใช้ในการทดลอง

เหตุผลในการเลือกปัจจัยที่จะนำไปใช้ในการออกแบบการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

- 1) **ความเร็วของเครื่องจักร (Running Speed)** ซึ่งปัจจัยความเร็วของเครื่องจักรจะพิจารณาจากข้อมูลการทดลองที่ได้ทำแล้วในอดีตโดยที่ทีมงานทักษะว่าปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ และจากแนวทางในการเลือกปัจจัยเบื้องต้น พบว่าปัจจัยดังกล่าวจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ ดังนั้นปัจจัยความเร็วของเครื่องจักร จึงถูกนำมาใช้ในการทดลองคัดเลือกปัจจัยต่อไป
- 2) **ระยะกดของลูกกลิ้งป้อนกระดาษ (Feed Roll Gap)** หากกำหนดระยะห่างของลูกกลิ้งป้อนกระดาษไม่เหมาะสม อาจส่งผลกระทบต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของกระดาษบิดเบี้ยวไปได้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อระยะห่างร่องการไม่เป็นไปตามที่กำหนด จากการระดมสมองจากผู้เชี่ยวชาญผู้มีประสบการณ์ในโรงงานกรณีศึกษา และแนวทางในการเลือกปัจจัยเบื้องต้น พบว่าปัจจัยดังกล่าวจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ ดังนั้นปัจจัยระยะกดของลูกกลิ้งป้อนกระดาษ จึงถูกนำมาใช้ในการทดลองคัดเลือกปัจจัยต่อไป
- 3) **ระยะกดของลูกกลิ้งลำเลียงแผ่น (Pull Roll Gap)** หากกำหนดระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งไม่เหมาะสม อาจส่งผลกระทบต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของกระดาษบิดเบี้ยวไปได้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อระยะห่างร่องการไม่เป็นไปตามที่กำหนด จากการระดมสมองจากผู้เชี่ยวชาญผู้มีประสบการณ์ในโรงงานกรณีศึกษาและแนวทางในการเลือกปัจจัยเบื้องต้น พบว่าปัจจัยดังกล่าวจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ ดังนั้นปัจจัยระยะกดของลูกกลิ้งลำเลียงแผ่น จึงถูกนำมาใช้ในการทดลองคัดเลือกปัจจัยต่อไป

- 4) ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งพิมพ์ กับลูกกลิ้งกด (Print Roll Gap) ตู้ที่ 1, 2 และ 3 หากระยะดังกล่าวไม่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดปัญหาในการเคลื่อนที่ของแผ่นลูกฟูกบิดเบี้ยวซึ่งส่งผลกระทบต่อระยะห่างร่องการไม่เป็นไปตามที่กำหนด จากการระดมสมองจากผู้เชี่ยวชาญผู้มีประสบการณ์ในโรงงานกรณีศึกษาและแนวทางในการเลือกปัจจัยเบื้องต้น พบว่าปัจจัยดังกล่าวจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ ดังนั้นปัจจัยระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งพิมพ์กับลูกกลิ้งกด จึงถูกนำมาใช้ในการทดลองคัดเลือกปัจจัยต่อไป ซึ่งเหตุผลในการเลือกปัจจัยระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งพิมพ์กับลูกกลิ้งกด ตู้ที่ 1, 2 และ 3 เหมือนกัน
- 5) ระยะกดของชุดทັบรอยชุดที่ 1 (precreaser) หากกำหนดระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดปัญหาในการพับตัวของกล่องได้ ซึ่งปัจจัยระยะกดของชุดทັบรอยชุดที่ 1 จะพิจารณาจากข้อมูลการทดลองที่ได้ทำแล้วในอดีต โดยทีมงานทักชะว่าปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ และจากแนวทางในการเลือกปัจจัยเบื้องต้น พบว่าปัจจัยดังกล่าวจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ ดังนั้นปัจจัยระยะกดของชุดทັบรอยชุดที่ 1 จึงถูกนำมาใช้ในการทดลองคัดเลือกปัจจัยต่อไป
- 6) ระยะกดของชุดทັบรอยชุดที่ 2 (creaser) หากกำหนดระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดปัญหาในการพับตัวของกล่องได้ ซึ่งปัจจัยระยะกดของชุดทັบรอยชุดที่ 2 จะพิจารณาจากข้อมูลการทดลองที่ได้ทำแล้วในอดีต โดยทีมงานทักชะว่าปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ และจากแนวทางในการเลือกปัจจัยเบื้องต้น พบว่าปัจจัยดังกล่าวจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ ดังนั้นปัจจัยระยะกดของชุดทັบรอยชุดที่ 2 จึงถูกนำมาใช้ในการทดลองคัดเลือกปัจจัยต่อไป

- 7) **ระยะเบี่ยงของรางพับด้านซ้าย (Folding Beam OP Register)** หากกำหนดระยะเบี่ยงของรางพับด้านซ้ายไม่เหมาะสม อาจส่งผลต่อการเคลื่อนที่และการพับของกระดาษคลาดเคลื่อนไปได้ จากการระดมสมองจากผู้เชี่ยวชาญผู้มีประสบการณ์ในโรงงานกรณีศึกษาและแนวทางในการเลือกปัจจัยเบื้องต้น พบว่าปัจจัยดังกล่าวจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องกาว ดังนั้นปัจจัยระยะเบี่ยงของรางพับด้านซ้าย จึงถูกนำมาใช้ในการทดลองคัดเลือกปัจจัยต่อไป
- 8) **ระยะเบี่ยงของรางพับด้านขวา (Folding Beam DR Register)** หากกำหนดระยะเบี่ยงของรางพับด้านขวาไม่เหมาะสม อาจส่งผลต่อการเคลื่อนที่และการพับของกระดาษคลาดเคลื่อนไปได้ ซึ่งปัจจัยระยะเบี่ยงของรางพับด้านขวา จะพิจารณาจากข้อมูลการทดลองที่ได้ทำแล้วในอดีตโดยทีมงานทักษะว่าปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องกาว และจากแนวทางในการเลือกปัจจัยเบื้องต้น พบว่าปัจจัยดังกล่าวจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องกาว ดังนั้นปัจจัยระยะเบี่ยงของรางพับด้านขวา จึงถูกนำมาใช้ในการทดลองคัดเลือกปัจจัยต่อไป
- 9) **ความเร็วรางพับด้านซ้าย (Speed OP Register)** หากกำหนดความเร็วของรางพับด้านซ้ายไม่เหมาะสม อาจส่งผลต่อการเคลื่อนที่และการพับของกระดาษคลาดเคลื่อนไปได้ โดยทั่วไปจะค่าความเร็วของรางพับด้านซ้ายจะตั้งเป็นจำนวนเท่าของความเร็วของรางพับด้านขวา โดยการพับกล่องของด้านที่ 1 และด้านที่ 4 ให้มาประกบกันได้นั้น ความเร็วรางพับด้านซ้ายจะช้ากว่าด้านขวาเสมอ จากการระดมสมองจากผู้เชี่ยวชาญผู้มีประสบการณ์ในโรงงานกรณีศึกษาและแนวทางในการเลือกปัจจัยเบื้องต้น พบว่าปัจจัยดังกล่าวจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องกาวที่นำมาใช้ในการทดลองต่อไป ดังนั้นปัจจัยความเร็วของรางพับด้านซ้าย จึงถูกนำมาใช้ในการทดลองคัดเลือกปัจจัยต่อไป

- 10) ระยะเวลาสายพานป้อนเข้าสู่ชุดนับ (Feed Belt Gap) หากการตั้งระยะการกดของสายพานชุดนี้ไม่เหมาะสม อาจทำให้การเคลื่อนที่เข้าสู่ชุดนับ ไม่เหมาะสมได้ ซึ่งปัจจัยระยะกดของสายพานป้อนเข้าสู่ชุดนับ จะพิจารณาจากข้อมูลการทดลองที่ได้ทำแล้วในอดีตโดยทีมงานทักษะว่าปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ และจากแนวทางในการเลือกปัจจัยเบื้องต้น พบว่าปัจจัยดังกล่าวจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ ดังนั้นปัจจัยระยะกดสายพานป้อนเข้าสู่ชุดนับ จึงถูกนำมาใช้ในการทดลองคัดเลือกปัจจัยต่อไป
- 11) ระยะเวลาของดั่งกันท้าย (Back Stop Register) หากตั้งค่าตำแหน่งของระยะกันท้ายไม่เหมาะสม ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาร่องการเบี้ยวได้ ซึ่งปัจจัยระยะของดั่งกันท้าย ซึ่งปัจจัยระยะของดั่งกันท้าย จะพิจารณาจากข้อมูลการทดลองที่ได้ทำแล้วในอดีตโดยทีมงานทักษะว่าปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ และจากแนวทางในการเลือกปัจจัยเบื้องต้น พบว่าปัจจัยดังกล่าวจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีอิทธิพลต่อระยะห่างร่องการ ดังนั้นปัจจัยระยะดั่งกันท้าย จึงถูกนำมาใช้ในการทดลองคัดเลือกปัจจัยต่อไป



3.4.2.2 ปัจจัยที่ไม่ถูกคัดเลือกเพื่อใช้ในการทดลอง

เหตุผลในการไม่เลือกปัจจัยที่จะนำไปใช้ในการออกแบบการทดลองมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) ตำแหน่งของตัวตบข้าง (Side Gauge Register) จัดเป็นปัจจัยตายตัว จึงตั้งค่าปัจจัยดังกล่าวให้คงที่ตามมาตรฐานเครื่องจักรตามความเหมาะสม
- 2) สภาพของล้อป้อนกระดาษ (Feed Wheel) จัดเป็นปัจจัยควบคุมได้แต่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ ควบคุมเบื้องต้นโดยการตรวจสอบสภาพของล้อป้อนกระดาษให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมได้ด้วยตาเปล่าก่อนเดินเครื่อง
- 3) แรงลมดูดในชุดป้อนกระดาษ (Vacuum Holddown) จัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ แต่ในทางปฏิบัติค่าแรงลมดูดในชุดป้อนกระดาษจะตั้งค่าคงที่ตามมาตรฐานเครื่องจักร จึงตั้งค่าปัจจัยคงที่ตายตัว
- 4) ตำแหน่งมิดท์บรอยชุดที่ 1 (Creasing Register 1) จัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ ในทางปฏิบัติปัจจัยดังกล่าวจะตั้งค่าคงที่ตามหน้ากว้างของแผ่นกระดาษถูกฟูกในแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งในงานวิจัยศึกษาเพียงผลิตภัณฑ์ชนิดเดียว ดังนั้นตั้งค่าปัจจัยให้คงที่ตายตัว
- 5) ตำแหน่งมิดท์บรอยชุดที่ 2 (Creasing Register 2) จัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ ในทางปฏิบัติปัจจัยดังกล่าวจะตั้งค่าคงที่ตามหน้ากว้างของแผ่นกระดาษถูกฟูกในแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งในงานวิจัยศึกษาเพียงผลิตภัณฑ์ชนิดเดียว ดังนั้นตั้งค่าปัจจัยให้คงที่ตายตัว
- 6) ตำแหน่งของชุดเจาะร่อง (Slotter Register) จัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ ในทางปฏิบัติปัจจัยดังกล่าวจะตั้งค่าคงที่ตามหน้ากว้างของแผ่นกระดาษถูกฟูกในแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งในงานวิจัยศึกษาเพียงผลิตภัณฑ์ชนิดเดียว ดังนั้นตั้งค่าปัจจัยให้คงที่ตายตัว
- 7) ตำแหน่งของมิดตัดพิเศษท้าย (Slitter Register) จัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ ในทางปฏิบัติปัจจัยดังกล่าวจะตั้งค่าคงที่ตามหน้ากว้างของแผ่นกระดาษถูกฟูกในแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งในงานวิจัยศึกษาเพียงผลิตภัณฑ์ชนิดเดียว ดังนั้นตั้งค่าปัจจัยให้คงที่ตายตัว

- 8) ความเร็วรางพับด้านขวา (Speed DR Register) จัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ ในทางปฏิบัติค่าความเร็วของรางพับด้านขวาจะตั้งค่าคงที่ตามมาตรฐานเครื่องจักร ซึ่งไม่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ จึงตั้งค่าปัจจัยไว้ที่ค่าค่าหนึ่งที่ควบคุมให้คงที่ตายตัว
- 9) ความขนานของรางพับ (Parallel of Folding Beam) จัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้แต่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ ควบคุมเบื้องต้นโดยการสามารถตรวจสอบความขนานของรางพับให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมได้เปลา่ก่อนเดินเครื่องจักร
- 10) ตำแหน่งของสายพานประกอ้งข้าง (Squaring Belt Register) จัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ ในทางปฏิบัติปัจจัยดังกล่าวจะตั้งค่าคงที่ตามหน้ากว้างของแผ่นกระดาษลูกฟูกในแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งในงานวิจัยศึกษาเพียงผลิตภัณฑ์ชนิดเดียว ดังนั้นตั้งค่าปัจจัยให้คงที่ตายตัว
- 11) ระยะกดล้อกา (Glue Wheel Gap) จัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ ในทางปฏิบัติปัจจัยดังกล่าวจะตั้งค่าคงที่ตามความหนาแผ่นกระดาษลูกฟูกในแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งในงานวิจัยศึกษาเพียงผลิตภัณฑ์ชนิดเดียว ดังนั้นตั้งค่าปัจจัยให้คงที่ตายตัว
- 12) ความตึงของสายพานพับกล่อ้ง (Upper & Lower Folding Belt Tension) จัดเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ แต่สามารถตรวจสอบความตึงของสายพานพับกล่อ้งให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมได้ก่อนเดินเครื่องจักร
- 13) ความตึงของสายพานประกอ้งข้าง (Squaring Belt Tension) จัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้แต่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ ควบคุมเบื้องต้นโดยสามารถตรวจสอบตึงของสายพานประกอ้งข้าง ให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมได้ด้วยตาเปลา่ก่อนเดินเครื่องจักร
- 14) แรงลมดูดใต้สายพานพับกล่อ้งเส้นล่าง (Suction Force of Lower Belt) จัดเป็นปัจจัยที่ค่าตายตัวคงที่ เนื่องจากในแต่ละผลิตภัณฑ์จะใช้ค่าเดียวกัน จึงตั้งค่าปัจจัยดังกล่าวให้คงที่ตามมาตรฐานเครื่องจักรตามความเหมาะสม
- 15) จังหวะในการตบของตัวตบจาก (Timing of Squaring Bar) จัดเป็นปัจจัยที่ค่าตายตัวคงที่ เนื่องจากในแต่ละผลิตภัณฑ์จะใช้ค่าเดียวกัน จึงตั้งค่าปัจจัยดังกล่าวให้คงที่ตามมาตรฐานเครื่องจักรตามความเหมาะสม

- 16) ความหนืดของกาว (Glue Viscosity) จัดเป็นปัจจัยที่ค่าตายตัวคงที่ เนื่องจากในแต่ละผลิตภัณฑ์จะใช้กาวชนิดเดียวกัน จึงตั้งค่าปัจจัยดังกล่าวให้เป็นปัจจัยคงที่ตามมาตรฐานเครื่องจักรตามความเหมาะสม
- 17) เกรดกระดาษลูกฟูก (Board Combination) จัดเป็นปัจจัยที่ค่าตายตัวคงที่ เนื่องจากศึกษาเฉพาะผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียว คือ ผลิตภัณฑ์รหัส A ดังนั้นเกรดกระดาษลูกฟูก จึงไม่เป็นปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ในการทดลองนี้
- 18) ชนิดลอนลูกฟูก (Flute Type) จัดเป็นปัจจัยที่ค่าตายตัวคงที่ เนื่องจากศึกษาเฉพาะผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียว คือ ผลิตภัณฑ์รหัส A ดังนั้นชนิดลอนกระดาษลูกฟูก จึงไม่เป็นปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ในการทดลองนี้
- 19) ขนาดกล่องกระดาษลูกฟูก (Sheet Dimension) จัดเป็นปัจจัยที่ค่าตายตัวคงที่ เนื่องจากศึกษาเฉพาะผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียว คือ ผลิตภัณฑ์รหัส A ดังนั้นขนาดกล่องกระดาษลูกฟูก จึงไม่เป็นปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ในการทดลองนี้
- 20) ปริมาณความชื้นในกระดาษลูกฟูก (Moisture Content) จัดเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวนี้จะขึ้นกับคุณภาพกระดาษที่รับมาจากบริษัทผู้ผลิตกระดาษ และการเก็บกระดาษ แต่ปัจจัยดังกล่าว ไม่ก่อให้เกิดปัญหาระยะห่างร่องกาวมาก สามารถจัดปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยสิ่งรบกวน โดยต้องตรวจสอบความเหมาะสมของกระดาษลูกฟูกก่อนทำการทดลอง โดยนำกระดาษมาวางไว้ในที่โล่งและมีความร้อน เพื่อไล่ความชื้นบางส่วนออกไป เพื่อควบคุมปัจจัยสิ่งรบกวนให้ได้มากที่สุด
- 21) ความโค้งของกระดาษลูกฟูก (Warp Sheet) จัดเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวนี้จะขึ้นกับคุณภาพกระดาษที่รับมาจากบริษัทผู้ผลิตกระดาษ แต่ปัจจัยดังกล่าว ไม่ก่อให้เกิดปัญหาระยะห่างร่องกาวมาก สามารถจัดปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยสิ่งรบกวน โดยต้องตรวจสอบความเหมาะสมของกระดาษลูกฟูกก่อนทำการทดลอง เพื่อควบคุมปัจจัยสิ่งรบกวนให้ได้มากที่สุด
- 22) พนักงานปรับตั้งเครื่องจักร ในการทดลองควบคุมเลือกพนักงานที่มีประสบการณ์และความชำนาญ โดยในทุกการทดลองมีกลุ่มพนักงานปรับตั้งเครื่องจักรชุดเดียวกัน

ปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ (Controllable Factor)	
ปัจจัยที่ปรับค่าได้	ปัจจัยควบคุมไม่ให้ได้
-ความเร็วเครื่องจักร	-ตำแหน่งของตัวบ่าข้าง
-ระยะกดลูกกลิ้งป้อนกระดาษ	-สภาพของล้อป้อนกระดาษ
-ระยะกดลูกกลิ้งไล่เสียงแผ่น	-แรงลมดูดในชุดป้อนกระดาษ
-ระยะห่างลูกกลิ้งพิมพ์กับลูกกลิ้งกดตัวที่ 1	-ตำแหน่งมีดทับรอยชุดที่ 1
-ระยะห่างลูกกลิ้งพิมพ์กับลูกกลิ้งกดตัวที่ 2	-ตำแหน่งมีดทับรอยชุดที่ 2
-ระยะห่างลูกกลิ้งพิมพ์กับลูกกลิ้งกดตัวที่ 3	-ตำแหน่งของชุดเซาะร่อง
-ระยะกดชุดทับรอยชุดที่ 1	-ตำแหน่งของมีดตัดเศษท้าย
-ระยะกดชุดทับรอยชุดที่ 2	-ความเร็วรางพับด้านขวา
-ระยะเบี่ยงรางพับด้านซ้าย	-ความขนานของรางพับ
-ระยะเบี่ยงรางพับด้านขวา	-ตำแหน่งสายพานประกอบข้าง
-ความเร็วรางพับด้านซ้าย	-ระยะกดล้อถาก
-ระยะกดสายพานป้อนเข้าชุดนับ	-ความตึงของสายพานพับกล่อง
-ระยะของตั้งกันท้าย	-ความตึงของสายพานประกอบข้าง
	-แรงลมดูดได้สายพานพับกล่องเส้นล่าง
	-จังหวะในการตบของตัวเบน
	-เกรดกระดาษ, ชนิดลอนลูกฟูก
	-ขนาดกล่องกระดาษลูกฟูก

ปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้
(Uncontrollable Factors)

- ความโค้งของกระดาษลูกฟูก
- ปริมาณความชื้นในกระดาษลูกฟูก
- ความหนานี้ดของถาก

รูปที่ 3.10 ผังกลุ่มความคิดในการจำแนกปัจจัยที่เกี่ยวข้องระหว่างร่องถากในกระบวนการขึ้นรูปกล่องกระดาษลูกฟูก

ในบทที่ 3 ขั้นตอนการวัดเพื่อระบุสาเหตุของปัญหา จากผลการวิเคราะห์ระบบการวัดผ่าน เป็นที่ยอมรับ สามารถใช้ในการวัดค่าระยะห่างร่องการของกลองกระดาดลูกฟูกจากกระบวนการผลิตได้อย่างเหมาะสม และในส่วนของพิจารณาเพื่อค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในกระบวนการขึ้นรูป กลองกระดาดลูกฟูก จนถึงการจัดจำแนกประเภทลักษณะของแต่ละปัจจัยที่จะใช้ในการทดลอง เบื้องต้น มีจำนวนทั้งหมด 13 ปัจจัย คือ ความเร็วของเครื่องจักร ระยะเวลาของลูกกลิ้งป้อน กระดาด ระยะเวลาของลูกกลิ้งลำเลียงแผ่น ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งพิมพ์กับลูกกลิ้งกดตัวที่ 1, 2 และ 3 ระยะเวลาของชุดทับรอยชุดที่ 1 และ 2 ระยะเบี่ยงของรางพับด้านซ้าย ระยะเบี่ยงของ รางพับด้านขวา ความเร็วรางพับด้านซ้าย ระยะเวลาสายพานป้อนเข้าสู่ชุดนับ และระยะของตั้งกัน ท้าย ซึ่งในบทถัดไปจะเป็นการเตรียมการทดลองและแผนการออกแบบการทดลองเบื้องต้น