บทที่ 4

การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา

4.1 บทนำ

หลังจากขั้นตอนการนิยามปัญหาเพื่อกำหนดแนวทางต่างๆ ในการแก้ไขปัญหาแล้ว ในขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหานี้ จะเป็นขั้นตอนเพื่อศึกษาถึงแหล่งที่มาที่เป็นสาเหตุของปัญหาด้วยการใช้เครื่องมือทางสถิติต่างๆ ช่วยในการศึกษา โดยจะเริ่มจากการศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดของกระบวนการผลิตในทุกๆ ขั้นตอน ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา และทำการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดที่ใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อที่จะประกันความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการวัดก่อนทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์ปัญหา

จากนั้นจะมีการระดมความคิดเห็นจากกลุ่มสมาชิกที่ได้คัดเลือกจากผู้ที่มีความรู้ความชำนาญและปฏิบัติงานในการระบวนการผลิตที่พิจารณา จากนั้นก็ทำการคัดเลือกปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผลกระทบในลำดับต้นๆ ต่อกระบวนการผลิตดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

4.2 การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด (GR&R)

ระบบการวัดเป็นเสมือนกลไกในการควบคุมผลิตภัณฑ์และกระบวนการเพื่อเป็นการประกันคุณภาพสู่ลูกค้า กระบวนการวัดมีองค์ประกอบหลักๆ คือ เครื่องมือวัด พนักงานวัด ซึ่งมีสาเหตุมาจากทักษะ ความชำนาญ ระดับการฝึกฝน วิธการวัด ชิ้นงานที่วัด และสิ่งแวดล้อมในการวัด มีสาเหตุมาจากอุณหภูมิ ความชื้น และธรรมชาติ เนื่องจากแต่ละองค์ประกอบมีความไม่เท่ากันจึงเกิดความผันแปรในระบบการวัด

การวิเคราะห์ระบบความแม่นยำของเครื่องมือวัดมีความสำคัญมาก เนื่องจากการแก้ ปัญหาทางด้านคุณภาพหรือการป้องกันปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ต้องมีความมั่นใจในเรื่องเสถียรภาพของเครื่องมือวัด ซึ่งการวิเคราะห์ระบบการวัดมีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของระบบการวัดในกระบวนการผลิตว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้หรือไม่ โดยการวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงสถิติของระบบการวัดเพื่อทำการแยกแหล่งความผันแปรที่เกิดขึ้นบนชิ้นงาน (Part-to-Part Variation) พนักงานวัด (Apprasier Veriation) ความผันแปรร่วม (Interaction Variation)

4.2.1 การออกแบบการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด

ขั้นตอนของการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดนี้ อ้างอิงมาจากการปฏิบัติจริงของโรงงานตัวอย่างที่ทำกันอยู่ในปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. คัดเลือกพนักงานที่มีทักษะและได้รับการฝึกอบรมมากเป็นอย่างดีจำนวนทั้งสิ้น 2 คน
2. คัดเลือกชิ้นงานในกระบวนการผลิตแบบสุ่ม จำนวนทั้งสิ้น 10 ชิ้น
3. ทำการสอบเทียบเครื่องมือวัดให้มั่นใจว่าเครื่องมือวัดมีความถูกต้องโดยอ้างอิงจากการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัด
4. ทำการวัดค่าของชิ้นงานจนครบทุกชิ้นและวัดซ้ำอีก 2 ครั้งด้วยวิธีการเดียวกัน บันทึกค่าลงในภาคผนวก
5. ป้อนค่าที่บันทึกได้ลงใน MINITAB และหาค่าของ GR&R

4.2.2 การศึกษาความถูกต้องของระบบการวัดค่าความสมดุลของ Main Nest

4.2.2.1 ผลลัพธ์ในการศึกษา

ผลการวิเคราะห์การประเมินความผันแปรของระบบการวัดความสมดุลของ Main Nest ที่เครื่อง Balancer แสดงดังตารางที่ 4.1การศึกษาความถูกต้องของระบบการวัด คือค่า Total Gage R&R ต้องน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ โดยอ้างอิงมาจากเกณฑ์ที่ใช้ในโรงงานตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์การประเมินระบบการวัดที่ Main Nest

Gage R&R Study - ANOVA Method

Gage R&R for Balancer MAIN NEST

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part no.	9	1.89086	0.210096	3497.28	0.00000
Operator	1	0.00013	0.000135	2.25	0.16809
Operator*Part no.	9	0.00054	0.000060	0.44	0.90315
Repeatability	40	0.00543	0.000136		
Total	59	1.89696			

Two-Way ANOVA Table Without Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part no.	9	1.89086	0.210096	1725.56	0.00000
Operator	1	0.00013	0.000135	1.11	0.29751
Repeatability	49	0.00597	0.000122		
Total	59	1.89696			

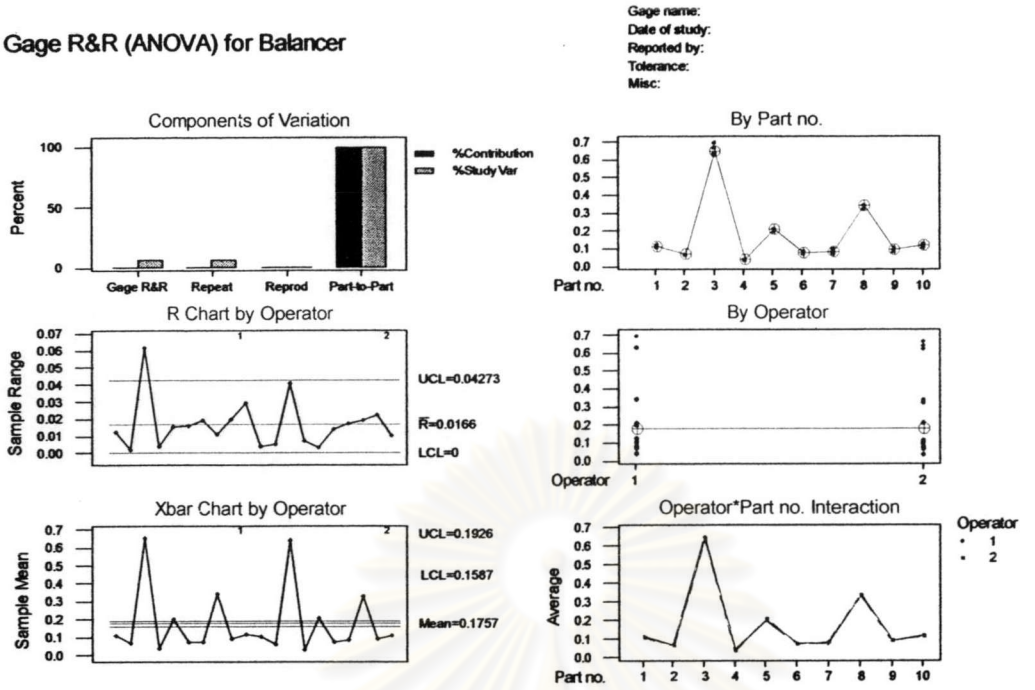
Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.000122	0.35
Repeatability	0.000122	0.35
Reproducibility	0.000000	0.00
Operator	0.000000	0.00
Part-To-Part	0.034996	99.65
Total Variation	0.035118	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15*SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.011054	0.056929	5.90
Repeatability	0.011034	0.056826	5.89
Reproducibility	0.000664	0.003422	0.35
Operator	0.000664	0.003422	0.35
Part-To-Part	0.187071	0.963417	99.83
Total Variation	0.187398	0.965097	100.00

Number of Distinct Categories = 24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 แผนภาพการประเมินระบบการวัดที่ Main Nest

4.2.2.2 วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

เมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดความสมดุลของ Main Nest ที่เครื่อง Balancer ในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ พบว่าเครื่องมือวัดนี้มีความสามารถในการตรวจจับความผันแปรของกระบวนการได้ดี โดยดูจากข้อมูลจริงจาก MINITAB ดังนี้

	% Contribution (Main Nest)
ค่าระบบการวัด (Total GR&R)	5.90
ค่าแปรผันมาจากเครื่องมือวัด (Repeatability)	5.89
ค่าแปรผันมาจากผู้ทำการทดลอง (Reproducibility)	0.35
ค่าความแปรผันจากชิ้นงาน (Part-to-Part)	99.83

สามารถสรุปได้ว่า ค่าที่วัดได้มีค่าระบบการวัด (Total GR&R) เพียง 5.90 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ Main Nest ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และจากกราฟ แสดงในรูปที่ 4.1 อธิบายได้ดังนี้ กราฟ By Part No แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างมากสำหรับชิ้นงานแต่ละตัวที่นำมาทำการวัด กราฟ By Opt แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างน้อยมากสำหรับพนักงานที่ทำการวัด จากกราฟ

$\overline{X}$ – R แสดงให้เห็นว่าค่าโดยส่วนมาอยู่นอกเหนือเส้นควบคุมซึ่งอาจจะความผันแปรที่เกิดจากความแตกต่างกันของชิ้นงาน กราฟ Opt*Part No Interaction แสดงให้เห็นว่าพนักงานที่ทำการวัดกับชิ้นงานที่วัดไม่มีผลกระทบซึ่งกันและกัน สรุปได้ว่าระบบการวัดนี้มีความสามารถในการแยกความแตกต่างของค่าวัดได้ค่อนข้างละเอียดนั่นคือ สามารถยอมรับในวามสามารถของระบบการวัดนี้ว่ามีความแม่นยำเพียงพอที่จะใช้สำหรับดำเนินการในขั้นต่อไป

4.2.3 การศึกษาความถูกต้องของระบบการวัดค่าความสมดุลที่ Verify Nest

4.2.3.1 ผลลัพธ์ในการศึกษา

ผลการวิเคราะห์การประเมินความผันแปรของระบบการวัดความสมดุลของ Verify Nest ที่เครื่อง Balancer แสดงดังตารางที่ 4.2 กฎของการศึกษาความถูกต้องของระบบการวัด คือค่า Total Gage R&R ต้องน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ โดยอ้างอิงมาจากเกณฑ์ที่ใช้ในโรงงานตัวอย่าง

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์การประเมินความผันแปรของระบบการวัดที่ Verify nest

Gage R&R Study - ANOVA Method

Gage R&R for Balancer Verify Nest

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part no.	9	2.22376	0.247085	1247.02	0.00000
Operator	1	0.00006	0.000056	0.28	0.60764
Operator*Part no.	9	0.00178	0.000198	0.74	0.66823
Repeatability	40	0.01068	0.000267		
Total	59	2.23628			

Two-Way ANOVA Table Without Interaction

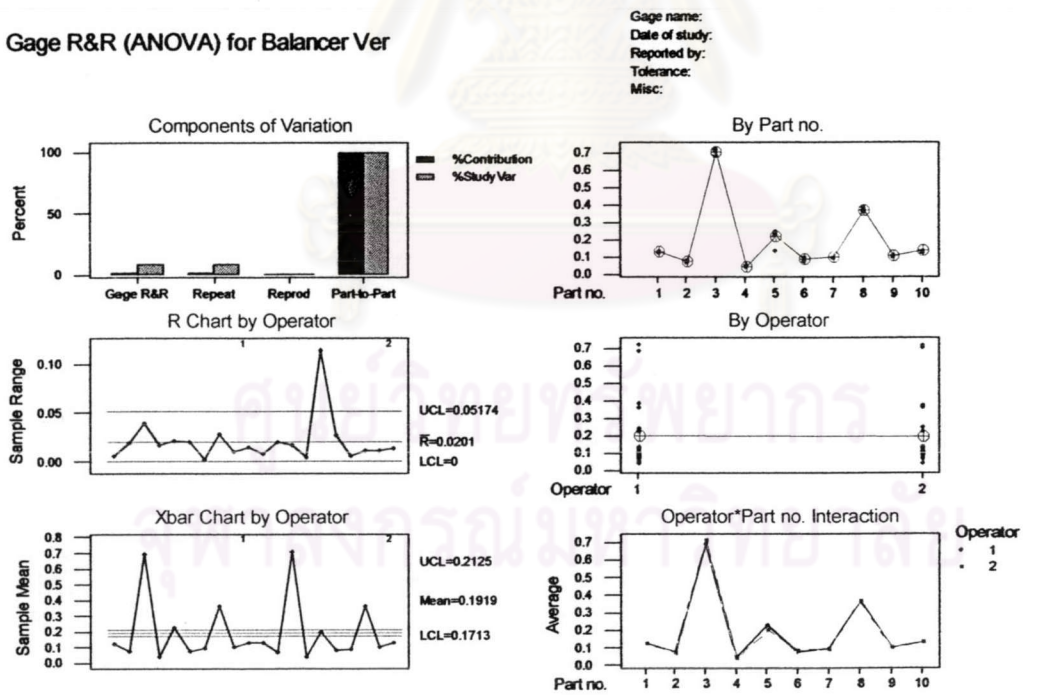
Source	DF	SS	MS	F	P
Part no.	9	2.22376	0.247085	971.739	0.00000
Operator	1	0.00006	0.000056	0.220	0.64074
Repeatability	49	0.01246	0.000254		
Total	59	2.23628			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.000254	0.61
Repeatability	0.000254	0.61
Reproducibility	0.000000	0.00
Operator	0.000000	0.00
Part-To-Part	0.041138	99.39
Total Variation	0.041393	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15*SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.015946	0.08212	7.84
Repeatability	0.015946	0.08212	7.84
Reproducibility	0.000000	0.00000	0.00
Operator	0.000000	0.00000	0.00
Part-To-Part	0.202826	1.04455	99.69
Total Variation	0.203452	1.04778	100.00

Number of Distinct Categories = 18



รูปที่ 4.2 แผนภาพการประเมินระบบการวัดที่ Verify Nest

4.2.3.2 วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

เมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดความสมดุลของ Verify Nest ที่เครื่อง Balancer พบว่าเครื่องมือวัดนี้มีความสามารถในการตรวจจับความผันแปรของกระบวนการได้ดี โดยดูจากข้อมูลจริงจาก MINITAB ดังนี้

	% Contribution (Verify Nest)
ค่าระบบการวัด (Total GR&R)	0.61
ค่าแปรผันมาจากเครื่องมือวัด (Repeatability)	0.61
ค่าแปรผันมาจากผู้ทำการทดลอง (Reproducibility)	0.00
ค่าความแปรผันจากชิ้นงาน (Part-to-Part)	99.39

สามารถสรุปได้ว่า ค่าที่วัดได้มีค่าระบบการวัด (Total GR&R) เพียง 0.61 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ Verify Nest ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และจากกราฟ แสดงในรูปที่ 4.2 อธิบายได้ดังนี้ กราฟ By Part No แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างมากสำหรับชิ้นงานแต่ละตัวที่นำมาทำการวัด กราฟ By Opt แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างน้อยมากสำหรับพนักงานที่ทำการวัดจากกราฟ $\overline{X}$ – R แสดงให้เห็นว่าค่าโดยส่วนมาอยู่นอกเหนือเส้นควบคุมซึ่งอาจจะความผันแปรที่เกิดจากความแตกต่างกันของชิ้นงาน กราฟ Opt*Part No Interaction แสดงให้เห็นว่าพนักงานที่ทำการวัดกับชิ้นงานที่วัดไม่มีผลกระทบซึ่งกันและกันสรุปได้ว่า ระบบการวัดนี้มีความสามารถในการแยกความแตกต่างของค่าวัดได้ค่อนข้างละเอียด นั่นคือสามารถยอมรับในความสามารถของระบบการวัดนี้ว่า มีความแม่นยำเพียงพอที่จะใช้สำหรับดำเนินการในขั้นต่อไป

4.3 การวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ (Cause & Effect Diagram)

เพื่อค้นพบสาเหตุสำหรับการวิเคราะห์ที่มีโอกาสเป็นไปได้มากที่สุด โดยการสร้างภาพความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ระหว่างสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และ จะเกิดในอนาคต ซึ่งต้องเจาะจงเงื่อนไขที่เป็นสาเหตุของข้อกำหนดจากลูกค้าด้วยการระดมความคิดจากทีมงาน จากแผนภาพแสดงกระบวนการผลิตรวมได้ตัวแปรต่างๆ ที่มีผลกับค่า Gramload ในกระบวนการผลิตต่าง ๆ แสดงปัจจัยที่ผลทั้งปัจจัยภายใน และปัจจัยภายนอก แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล

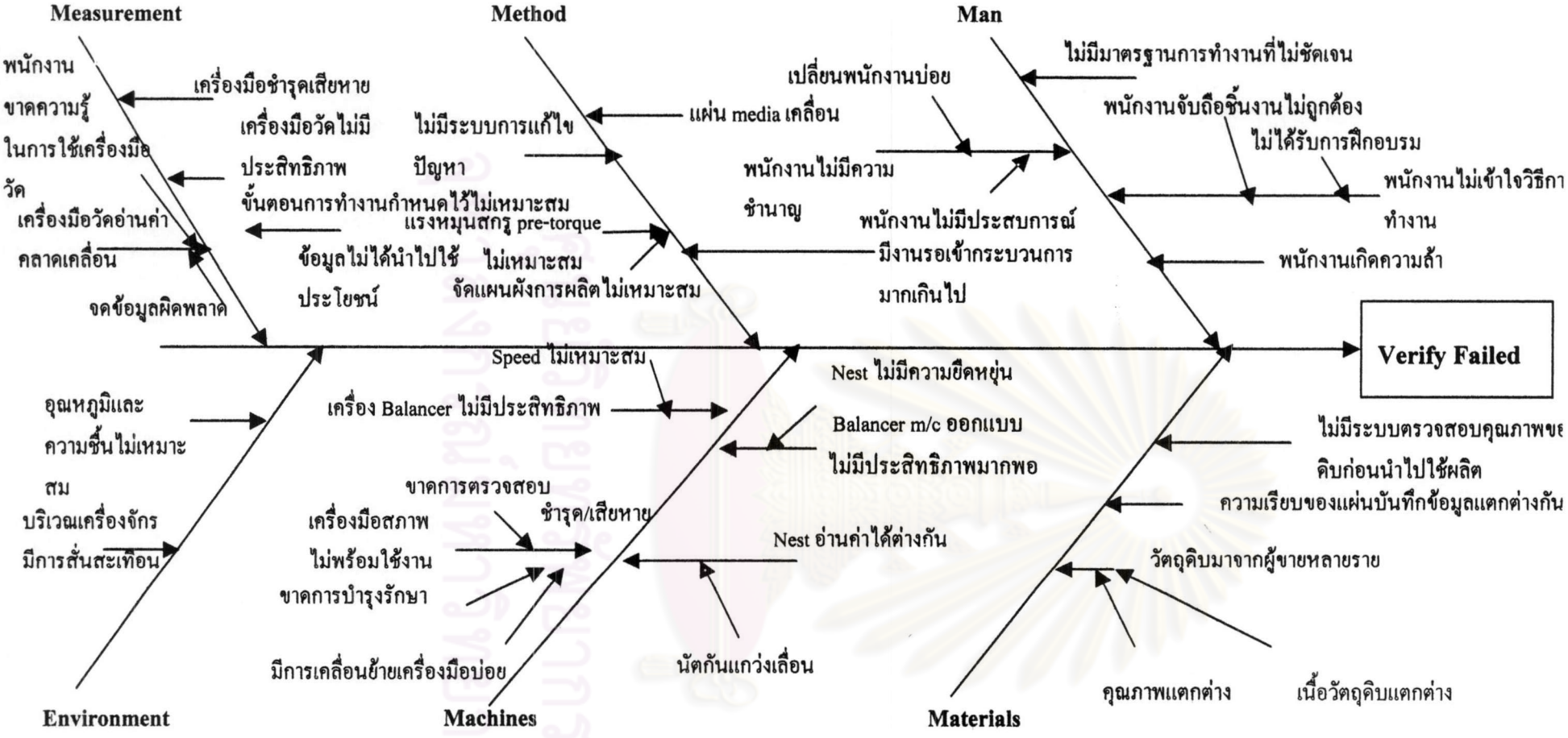
ขั้นตอนที่	ขั้นตอนการทำงาน	ปัจจัยนำเข้า (KPIV)		
		ปัจจัยภายใน	ปัจจัยภายนอก	Define Mode
1	ตรวจสอบ machine ว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ตาม Check Sheet	- Machine อยู่ในสภาพที่ชำรุดเสียหายที่สามารถตรวจสอบไ ด้เองด้วยพนักงาน		Machine
2	วางตัวงานลงบน main nest	- พนักงานจับถือชิ้นงานไม่ถูกต้อง		Man
		- พนักงานขาดความรู้ความชำนาญ		Man
		- พนักงานขาดประสบการณ์ในการทำงาน		Man
		- พนักงานเกิดความล้า		Man
		- พนักงานวางชิ้นงานแรงเกินไป		Man
		- Main Nest ชำรุด		Machine
		- นัตกันแกว่งเลื่อน		Machine
		- เปลี่ยนพนักงานบ่อย		Man
		- ขั้นตอนการทำงานกำหนดไว้ไม่เหมาะสม		Method
		- จัดแผนผังการผลิตไม่เหมาะสม		Method
		- มีงานรอเข้ากระบวนการมากเกินไป		Method
3	กดปุ่ม start ให้เครื่องเริ่มการทำงาน	- พนักงานทำงานงานไม่ถูกต้อง		Man
4	เครื่องทำการคลายสกรูแล้วหมุนย้ำ	- เครื่องหาหัวสกรูไม่เจอ		Machine
		- เครื่องคลายสกรูไม่ออก		Machine
		- คลายสกรูออกมากเกินไป		Method
		- คลายสกรูออกน้อยเกินไป		Method
		- หมุนย้ำสกรูด้วยแรงน้อยเกินไป ไม่แน่น		Machine

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5	เครื่องทำการปรับความสมดุล	- ระยะการเคาะ - การอ่านค่าผิดพลาด - เครื่องมือวัดชำรุดเสียหาย	-บริเวณเครื่องจักรมีการสั่นสะเทือน - แผ่น Media ไม่เรียบ	Machine Measurement Environment Measurement Material
6	เครื่องทำการหมุนย้ำสกรูครั้งสุดท้าย	- เครื่องหาหัวสกรูไม่เจอ - หมุนสกรูแน่นเกินไป - แผ่น Media เลื่อน		Machine Method Method
7	นำชิ้นงานไปวางที่ Verify Nest	- พนักงานจับถือชิ้นงานไม่ถูกวิธี - การอ่านค่าผิดพลาด - เครื่องมือวัดชำรุดเสียหาย - Nest มีผลต่อการอ่านค่าความสมดุล - สกรูกันแกว่งคลายตัว	- บริเวณเครื่องจักรมีการสั่นสะเทือน	Man Measurement Environment Measurement

จากตารางแสดงปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อค่าความสมดุล สามารถสร้างแผนภาพการวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) ดังรูปที่ 4.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 แผนผังแสดงเหตุและผล

4.4 การวิเคราะห์ปัญหาจากการหาความสัมพันธ์สาเหตุและผล (Cause & Effect Matrix)

จากตารางปัจจัยภายในและภายนอกมีผลต่อค่าความสมดุล ได้นำปัจจัยเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์สาเหตุและผล (Cause & Effect Matrix) ดังแสดงในตาราง 4.3 กำหนดให้อัตราส่วนความสำคัญต่อลูกค้ามีค่า 0 – 10 โดยที่

0 = ไม่มีผลต่อค่าความสมดุล

10 = มีผลต่อค่าความสมดุล อย่างยิ่ง

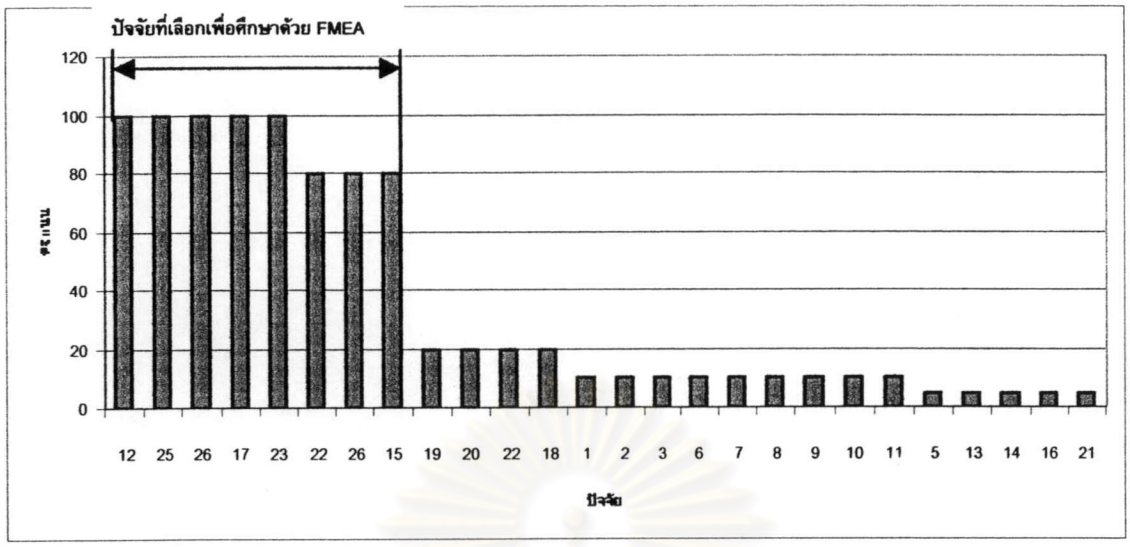
จากเกณฑ์คะแนน ได้ให้ทีมงานให้คะแนนปัจจัยที่มีผลกับตัวแปรตอบสนอง โดยให้ทีมงานแต่ละคนให้คะแนนในกระดาษ ดังแสดงแบบฟอร์มการให้คะแนนแสดงในภาคผนวก ง แล้วนำคะแนนที่ได้จากแต่ละคนในทีมงานมาทำการโวต แล้วเลือกคะแนนที่มีทีมงานโวตมากที่สุด หรือถ้ามีการโวตแล้วมีคะแนนเท่ากัน ทีมงานก็จะมีการประชุม เพื่อหาข้อสรุปว่าควรจะใช้คะแนนเป็นเท่าใดจึงจะเหมาะสมที่สุด เหตุที่ต้องทำการให้คะแนนแบบนี้ ก็เนื่องมาจากต้องการลดอคติที่อาจจะเกิดขึ้นในทีมงาน เช่น ความเกรงใจเนื่องจากความอาวุโส เป็นต้น

จากความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลในตาราง 4.4 เมื่อนำการให้คะแนนมาใช้ผัง พาเรโต้ดังแสดงในรูปที่ 4.4 จะทำให้สามารถคัดเลือกเฉพาะปัจจัยที่สอดคล้องกับตัวแปรตอบสนองที่มีผลต่อค่า Gramload จริงๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์ปัญหาจากการหาความสัมพันธ์สาเหตุและผล (Cause & Effect Matrix)

อัตราความสำคัญต่อผลกระทบต่อค่าความสมดุล			10
			รวม
ลำดับที่	จำแนกตามสาเหตุ	ปัจจัยที่มีผล	
1	Man	พนักงานจับถือชิ้นงานไม่ถูกวิธี	10
2		พนักงานขาดความรู้ ความชำนาญ	10
3		พนักงานขาดประสบการณ์ในการทำงาน	10
4		พนักงานวางชิ้นงานแรงเกินไป	5
5		พนักงานขาดประสบการณ์	10
6		เปลี่ยนพนักงานบ่อย	10
7		พนักงานขาดความชำนาญ	10
8		พนักงานเกิดความล้า	10
9		พนักงานทำงานงานไม่ถูกต้อง	10
10	Machine	Machine อยู่ในสภาพที่ชำรุดเสียหายที่สามารถตรวจสอบได้เองด้วยพนักงาน	10
11		Nest มีผลต่อการอ่านค่าความสมดุล	100
12		เครื่องหาหัวสกรูไม่เจอ	5
13		เครื่องคลายสกรูไม่ออก	5
14		หมุนย้ำสกรูด้วยแรงน้อยเกินไป	80
15		ระยะการเคาะ	5
16		สกรูกันแกว่งคลายตัว	100
17		เครื่องมือชำรุด/เสียหาย	20
18	Method	ขั้นตอนการทำงานกำหนดไว้ไม่เหมาะสม	20
19		จัดแผนผังการผลิตไม่เหมาะสม	20
20		มีงานรอเข้ากระบวนการมากเกินไป	5
21		คลายสกรูออกน้อยเกินไป	20
22		หมุนสกรูแน่นเกินไป	100
23		แรงหมุนสกรู pre-torque ไม่เหมาะสม	80
24		แผ่น Media เลื่อน	100
25	Material	แผ่น Media ไม่เรียบ	80
26	Measurement	ระบบวัดไม่ดี	100
รวม			900



รูปที่ 4.4 แผนภูมิพาเรโต้เรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ จากการวิเคราะห์ด้วย Cause & Effect Matrix

จากผลการให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยที่มีต่อค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล โดยสมาชิกในกลุ่ม พบว่าคะแนนรวมทั้งหมดของปัจจัยมีค่าเท่ากับ 895 และทำการเลือกปัจจัยจากลำดับคะแนนที่ได้จัดเรียงไว้ในแผนภูมิพาเรโต เพื่อนำไปศึกษาต่อด้วย FMEA ต่อไป โดยปัจจัยที่เลือกไว้มีดังต่อไปนี้

1. Nest มีผลต่อการอ่านค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล
2. หมุนสกรูแน่นเกินไปในขั้นตอนการขันสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque)
3. แผ่น Media เลื่อนในขั้นตอนขันสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque)
4. สกรูกันแกว่งคลายตัว
5. แผ่นบันทึกข้อมูลไม่เรียบ
6. คลายสกรูออกมากเกินไป
7. หมุนสกรูด้วยแรงที่ไม่เหมาะสมในขั้นตอนการหมุนสกรูก่อนการปรับดุล (Pre-Torque)
8. ระบบวัดไม่ดี

ผลรวมของคะแนนความสำคัญของปัจจัยทั้งหมดที่ได้เลือกไว้นี้ มีค่าเท่ากับ 720 ซึ่งเป็นสัดส่วนประมาณ 80% ของคะแนนรวมทั้งหมด

4.5 การให้เหตุผลถึงสาเหตุของปัจจัยที่ถูกตัดทิ้ง

รายละเอียดของปัจจัยที่ถูกตัดไปดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การให้เหตุผลถึงสาเหตุของปัจจัยที่ถูกตัดทิ้ง

หัวข้อ	จำแนกตามสาเหตุ	ปัจจัยที่มีผล	เหตุผลที่ตัดปัจจัย	ผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำอธิบาย
1	Man	- พนักงานจับถือชิ้นงานไม่ถูกวิธี - พนักงานขาดความรู้ ความชำนาญ - พนักงานขาดประสบ การณ์ในการทำงาน - พนักงานวางชิ้นงานแรงเกินไป	- พนักงานทุกคนได้รับการฝึกอบรมและมีการสอบก่อนจะมีการทำงานจริง - ทุกเดือนจะมีการทดสอบวิธีการทำงานจากฝ่ายฝึกอบรม - ทุกวันทำงานจะมีการตรวจจับพนักงานที่ทำงานไม่ถูกวิธีอย่างเคร่งครัดเพื่อที่จะนำไปฝึกอบรมซ้ำ - มีอัตราส่วนพนักงานที่ต้องฝึกอบรมซ้ำเพียงร้อยละ3 ซึ่งถือว่าต่ำมาก	-Process Engineer -Trainner -QC -Production
2	Machine	- machine อยู่ในสภาพที่ชำรุดเสียหายที่สามารถตรวจสอบได้เองด้วยพนักงาน	- ทุกเดือนมีการทำการตรวจสอบเครื่องจักรโดยช่างเทคนิคอย่างละเอียด - ทุกวันจะมีกาตรวจสอบเครื่องจักรก่อนทำงานตอนเช้าอย่างเคร่งครัด	-Process Engineer -Tooling Engineer
		- เครื่องหาหัวสกรูไม่เจอ	- ไม่มีความเกี่ยวข้องกับการไม่ผ่านการทวนสอบ(Verify Failed)	-Process Engineer -Tooling Engineer
		-เครื่องคลายสกรูไม่ออก	- มีอัตราส่วนน้อยมากประมาณ 0.3 %และเป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมได้	-Process Engineer -Tooling Engineer
		- ระยะการเคาะ	-ไม่มีความเกี่ยวข้องกับการไม่ผ่านการทวนสอบ(Verify Failed)	-Process Engineer -Tooling Engineer

		- เครื่องมือชำรุด/เสียหาย	- ทุกเดือนมีการทำการตรวจสอบเครื่องจักรโดยช่างเทคนิคอย่างละเอียด - ทุกวันจะมีกาตรวจสอบเครื่องจักรก่อนทำงานตอนเช้าอย่างเคร่งครัด	-Tooling Engineer
		- ขั้นตอนการทำงานกำหนดไว้ไม่เหมาะสม	-ขั้นตอนการทำงานได้รับการออกแบบและเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญในการผลิตจากสหรัฐเมริกา และไม่มีงานวิจัยใดที่ยืนยันได้ว่าไม่เหมาะสม	-Process Engineer
		- มีงานรอเข้ากระบวนการมากเกินไป - มีงานรอเข้ากระบวนการมากเกินไป	- ไม่มีความเกี่ยวข้องกับการไม่ผ่านการทวนสอบ(Verify Failed)	-Process Engineer -Tooling Engineer
		- คลายสกรูออกน้อยเกินไป	- นำไปวิเคราะห์รวมกับหัวข้อการหมุนสกรูแน่นแน่นเกินไป	-Six Sigma Team

4.6 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)

หลังจากที่ได้พิจารณาเลือกปัจจัยที่สำคัญจากกการพิจารณาด้วย Cause & Effect Matrix แล้ว ในขั้นตอนนี้จะนำปัจจัยเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์ลักษณะของข้อบกพร่องและผลกระทบด้วยการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) ดังแสดงในตารางที่ 4.6 เพื่อที่จะศึกษาถึงลักษณะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นของปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ พร้อมกับพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นด้วย เพื่อที่จะกลั่นกรองให้เหลือแต่ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อปัญหาที่ทำการศึกษาอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นทำการใช้ผังพาเรโตเพื่อจัดลำดับความสำคัญดังแสดงในตารางที่ 4.7 ก่อนที่จะนำไปทดลองในขั้นตอนถัดไป

การคำนวณค่า RPN ได้มาจากผลคูณค่าพารามิเตอร์ 3 ตัวคือ O x S x D เมื่อ

S = Seveity คือระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหาขึ้น

เกณฑ์การให้คะแนนคือ 1 – 10 โดย 1 คือความรุนแรงน้อยที่สุดของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหาขึ้น และ 10 คือความรุนแรงมากที่สุดของผลกระทบ

เมื่อเกิดปัญหาเกิดขึ้น แสดงดังตารางที่ 4.6

O = Occurrence คือระดับความถี่ของการเกิดปัญหาความล้มเหลวหรือความผิดพลาด
เกณฑ์การให้คะแนนคือ 1 – 10 โดย 1 คือความถี่น้อยที่สุดของการเกิด
ความล้มเหลวหรือความผิดพลาด และ 10 คือความถี่มากที่สุดของการเกิด
ปัญหาความล้มเหลวหรือความผิดพลาด แสดงดังตารางที่ 4.6

D = Detecting คือระดับความสามารถในการตรวจจับปัญหานั้นก่อนที่จะส่งมอบ
งานหรือผลิตภัณฑ์ไปให้ลูกค้า
เกณฑ์การให้คะแนนคือ 1 – 10 โดย 1 คือความสามารถในการตรวจจับปัญหา
ที่ดีที่สุด และ 10 คือความสามารถในการตรวจจับปัญหาที่แย่ที่สุด แสดงดังตารางที่ 4.6

ค่า O, S และ D นิยมใช้เป็นตัวเลขจำนวนเต็มมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 10 ดังนั้นค่าระดับความเสี่ยงต่ำสุดของการเกิดปัญหาคือค่า RPN เท่ากับ 1 ซึ่งมาจาก 1x1x1 หมายความว่าความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีน้อยมากและความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานี้มีน้อยมากเช่นกัน และสามารถตรวจจับปัญหานี้ได้ก่อนส่งมอบให้แก่ลูกค้าอย่างสมบูรณ์

ในขณะที่ค่าระดับความเสี่ยงสูงสุดของการเกิดปัญหาคือค่า RPN เท่ากับ 1,000 ซึ่งมาจาก 10x10x10 หมายความว่าความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีมากและความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานี้มีมากรวมถึงความสามารถในการตรวจจับปัญหามีต่ำ

ในการทำ FMEA ได้ทำการรวมรวมปัจจัยที่มีความใกล้เคียงกันมากเข้าด้วยกัน เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. แผ่น Media เลื่อนจะรวมเข้ากับการหมุนสกรูก่อนการปรับดุล(Pre-Torque)
2. แรงในการหมุนสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque)

ดังนั้นในการวิเคราะห์ FMEA จึงเหลือปัจจัยเพียง 5 ปัจจัยดังนี้

1. Nest มีผลต่อการอ่านค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล
2. การหมุนสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque)
3. แผ่น Media เลื่อนในขั้นตอนขันสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque)
4. สกรูกันแกว่งของที่วางงานเพื่อทวนสอบคลายตัว
5. แผ่นบันทึกข้อมูลไม่เรียบ
6. ระบบวัดไม่ดี

4.6.1 การกำหนดความรุนแรงและผลกระทบของปัจจัย

4.6.1.1 Nest มีผลต่อการอ่านค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล

ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นถ้าชุด Nest มีผลต่อการอ่านค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล คือจะทำให้อัตราส่วนของเสียที่เกิดจากการทวนสอบเพิ่มขึ้นซึ่งสามารถส่งผลต่อขบวนการทำงานขั้นตอนต่อไปที่จะมีการรองานเกิดขึ้น ความสมดุลของการไหลของวัสดุในสายการผลิตไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ งานที่เสียจะถูกนำไปซ่อมที่สายการผลิตที่ถูกกำหนดไว้สำหรับซ่อมงานโดยเฉพาะเมื่อเทียบตารางประเมินความรุนแรงตามตารางภาคผนวก ค.1 แล้วพบว่าอยู่ในช่วงระดับที่ 5 และ 6 ดังนั้นในทีมงานผู้ชำนาญการจึงเลือกเอาระดับสูงสุดคือระดับที่ 6

4.6.1.2 การหมุนสกรูครั้งสุดท้าย

ในกระบวนการหมุนสกรูครั้งสุดท้ายนั้นถ้ามีการใช้แรงในการหมุนสกรูไม่เหมาะสมคืออาจจะแน่นไปหรือหลวมไปอาจจะส่งผลโดยตรงต่อค่าความสมดุลที่ถูกปรับให้อยู่ในระดับกำหนดเรียบร้อยแล้วในขั้นตอนการปรับความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูลเปลี่ยนไปจากเดิมทำให้อัตราส่วนของเสียที่เกิดจากการทวนสอบเพิ่มขึ้นซึ่งสามารถส่งผลต่อขบวนการทำงานขั้นตอนต่อไปที่จะมีการรองานเกิดขึ้น ความสมดุลของการไหลของวัสดุในสายการผลิตไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ งานที่เสียจะถูกนำไปซ่อมที่สายการผลิตที่ถูกกำหนดไว้สำหรับซ่อมงานโดยเฉพาะเมื่อเทียบตารางประเมินความรุนแรงตามตารางภาคผนวก ค.1 แล้วพบว่าอยู่ในช่วงระดับที่ 5 และ 6 ดังนั้นในทีมงานผู้ชำนาญการจึงเลือกเอาระดับสูงสุดคือระดับที่ 6

4.6.1.3 แผ่นบันทึกข้อมูลเลื่อนในขั้นตอนการหมุนสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque)

การเลื่อนของแผ่นบันทึกข้อมูลในขั้นตอนการหมุนสกรูครั้งสุดท้ายนั้นอาจเกิดจากการใช้แรงไม่เหมาะสมในการหมุนสกรูหลังจากกระบวนการปรับดุลสิ้นสุดลง การเลื่อนของแผ่นบันทึกข้อมูลจะส่งผลให้ค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูลไป ทำให้อัตราส่วนของเสียที่เกิดจากการทวนสอบเพิ่มขึ้นซึ่งสามารถส่งผลต่อขบวนการทำงานขั้นตอนต่อไปที่จะมีการรองานเกิดขึ้น ความสมดุลของการไหลของวัสดุในสายการผลิตไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ งานที่เสียจะถูกนำไปซ่อมที่สายการผลิตที่ถูกกำหนดไว้สำหรับซ่อมงานโดยเฉพาะเมื่อเทียบตารางประเมินความรุนแรงตามตารางภาคผนวก ค.1 แล้วพบว่าอยู่ในช่วงระดับที่ 5 และ 6 ดังนั้นในทีมงานผู้ชำนาญการจึงเลือกเอาระดับสูงสุดคือระดับที่ 6

4.6.1.4 สกรูกันแกว่งของที่วางงานเพื่อทวนสอบคลายตัว

สกรูกันแกว่งเป็นชิ้นส่วนประกอบของที่วางงานเพื่อทวนสอบ(Verify Nest) ทำหน้าที่กำหนดระยะการแกว่งตัวของที่วางงาน (Verify Nest) ขณะที่ทำการทวนสอบ

กระบวนการทวนสอบหลังจากที่วางตัวงานลงบนที่วางงานแล้วเครื่องจักรจะทำการจับยึดตัวงานในขณะเดียวกันชุดจับยึดที่วางงานก็จะปล่อยให้ที่วางงานลอยตัว เมื่อที่วางงานถูกปล่อยให้เป็นอิสระก็จะเกิดการแกว่งตัวโดยมีนัตกันแกว่งเป็นตัวควบคุมระยะ ถ้าระยะควบคุมการแกว่งนี้ไม่เหมาะสมที่วางงานจะแกว่งตัวนานหรือมีการกระแทกกัน เมื่อเครื่องพยายามอ่านค่าความสมดุลและถึงเวลาที่กำหนดไว้ว่าต้องตัดสินใจ เครื่องจะเกิดการตัดสินใจผิดพลาดเพราะรวมเอาค่าที่เกิดจากการแกว่งมารวมเป็นค่าความสมดุล ทำให้อัตราส่วนของเสียที่เกิดจากการทวนสอบเพิ่มขึ้นซึ่งสามารถส่งผลต่อขบวนการทำงานขั้นตอนต่อไปที่จะมีการรองานเกิดขึ้น ความสมดุลของการไหลของวัสดุในสายการผลิตไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ งานที่เสียจะถูกนำไปซ่อมที่สายการผลิตที่ถูกกำหนดไว้สำหรับซ่อมงานโดยเฉพาะเมื่อเทียบตารางประเมินความรุนแรงตามตารางภาคผนวก ค.1 แล้วพบว่าอยู่ในช่วงระดับที่ 5 , 6 ,8 , 9 ดังนั้นในทีมงานผู้ชำนาญการจึงเลือกเอาระดับสูงสุดคือระดับที่ 9

4.6.1.5 แผ่นบันทึกข้อมูลไม่เรียบ

แผ่นบันทึกข้อมูลมีลักษณะเป็นแผ่นแบนเรียบกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางห้านิ้ว การควบคุมจะควบคุมความเรียบเป็นประเด็นสำคัญที่สุดเพราะจากข้อมูลของฝ่ายออกแบบฮาร์สดิสก์ของบริษัทกรณีศึกษาและกลุ่มบริษัทผลิตฮาร์สดิสก์ทั่วโลกยืนยันว่าความเรียบของแผ่นบันทึกข้อมูลเป็นสิ่งที่ควบคุมการผลิตยากที่สุดและความไม่เรียบของแผ่นบันทึกข้อมูลเป็นสิ่งที่ทำให้กระบวนการปรับดุลทำได้ยาก และยิ่งไปกว่านั้นแผ่นบันทึกข้อมูลที่ไม่เรียบจะส่งผลให้ความสามารถในการอ่านและเขียนข้อมูลไม่ดีและส่งผลให้อายุการใช้งานลดลง และทำให้อัตราส่วนของเสียที่เกิดจากการทวนสอบเพิ่มขึ้นซึ่งสามารถส่งผลต่อขบวนการทำงานขั้นตอนต่อไปที่จะมีการรองานเกิดขึ้น ความสมดุลของการไหลของวัสดุในสายการผลิตไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ งานที่เสียจะถูกนำไปซ่อมที่สายการผลิตที่ถูกกำหนดไว้สำหรับซ่อมงานโดยเฉพาะเมื่อเทียบตารางประเมินความรุนแรงตามตารางภาคผนวก ค.1 แล้วพบว่าอยู่ในช่วงระดับที่ 5 , 6 ,8 , 9 ดังนั้นในทีมงานผู้ชำนาญการจึงเลือกเอาระดับสูงสุดคือระดับที่ 9

4.6.1.6 ระบบวัดไม่ดี

ระบบการวัดที่มีคุณภาพถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมากอีกอย่างหนึ่ง กระบวนการผลิตทุกอย่างถ้ามีระบบวัดที่มีปัญหาจะทำให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพของการผลิตได้เพราะไม่รู้ว่ากระบวนการผลิตนั้นอยู่ในสถานการณ์เช่นไรกระบวนการปรับดุลแผ่นบันทึกข้อมูลก็เช่นกันที่ต้องการระบบการวัดที่ดี ถ้าระบบการวัดไม่ดีจะทำให้การอ่านค่าที่ได้เป็นค่าที่ไม่เป็นจริง

อาจส่งผลให้อัตราส่วนของเสียที่เกิดจากการทวนสอบเพิ่มขึ้นซึ่งสามารถส่งผลต่อขบวนการทำงานขั้นตอนต่อไปที่จะมีการรองานเกิดขึ้น ความสมดุลของการไหลของวัสดุในสายการผลิตไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ งานที่เสียจะถูกนำไปซ่อมที่สายการผลิตที่ถูกกำหนดไว้สำหรับซ่อมงานโดยเฉพาะเมื่อเทียบตารางประเมินความรุนแรงตามตารางภาคผนวก ค.1 แล้วพบว่าอยู่ในช่วงระดับที่ 5 และ 6 ดังนั้นในทีมงานผู้ชำนาญการจึงเลือกเอาระดับสูงสุดคือระดับที่ 6

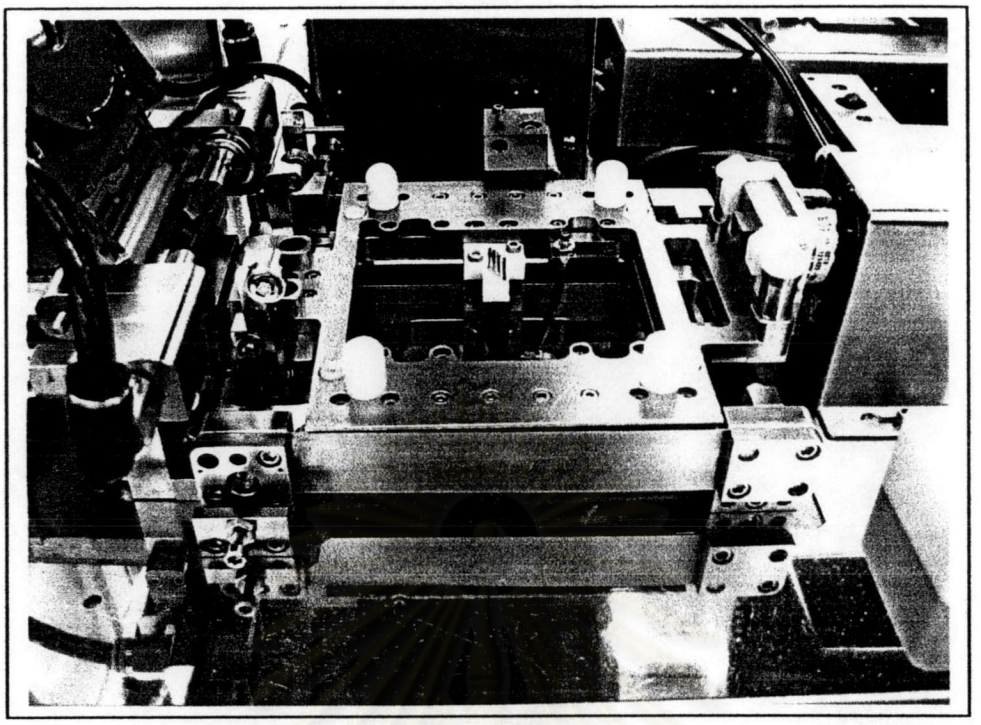
4.6.2 ความถี่ในการเกิดปัญหาในปัจจุบัน

หลังจากที่ทีมผู้ชำนาญการได้ข้อมูลระดับความรุนแรง (S) ที่เกิดจากแต่ละปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ สำหรับความถี่ของปัญหาที่เกิดจากแต่ละปัจจัยทีมงานได้ทำการรวบรวมในช่วงเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม 2546 ซึ่งมีการผลิตชิ้นงานรุ่น Ecl จำนวน 431,523 ชิ้น

4.6.2.1 Nest มีผลต่อการอ่านค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล

เนื่องจาก Nest มีส่วนประกอบมากมายหลายชิ้นการปรับดุลใช้วิธีการเคาะที่ตัวงานทำให้ชุดวางงานเกิดการสะเทือนซึ่งเมื่อมีการทำงานไปนานๆ อาจจะมีการหลวมคลอนได้ ซึ่งส่งความสามารถในการปรับดุลไม่ดี หรือ การอ่านค่าความสมดุลผิดไปจากค่าที่แท้จริงลักษณะของที่วางงาน แสงดังรูปที่ 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะที่วางงาน (Nest)

จากข้อมูลของแผนกซ่อมบำรุงในช่วงเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม 2546 พบว่าเครื่อง Balancerทั้ง 10 เครื่องที่มีการตรวจสอบทุกสัปดาห์โดยการใช้ตัวงานที่ทราบค่าความสมดุล (Golden Drive) 3 ตัวที่มีค่าแตกต่างกันไปวัดค่าความสมดุลที่แต่ละเครื่องโดยมีข้อกำหนดว่าต้องอ่านค่าได้แตกต่างจากค่าของ Golden Drive ไม่เกิน 5 % จากการตรวจสอบพบว่ามีการค่าออกนอกค่ากำหนด 14 ครั้งที่มีการตรวจสอบทั้งหมด 40 ครั้ง (80 ที่วางงาน) คิดเป็น 18% ของจำนวนการตรวจสอบทั้งหมดตัวอย่างแบบฟอร์มการตรวจสอบแสดงดังรูปที่ 4.6 แต่ข้อมูลปัจจุบันข้อมูลของบริษัทที่มียังไม่สามารถระบุแน่นอนว่าของเสียที่เกิดขึ้นนั้นมาจากสาเหตุที่ Nest มีผลต่อการอ่านค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูลเป็นสาเหตุหลักดังนั้นทางกลุ่มผู้ชำนาญการจึงใช้หลักการมองโลกในแง้ร้ายในการวิเคราะห์ปัญหาว่า Nest มีผลต่อการอ่านค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูลเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียเมื่อนำข้อมูลของเสียจากการทวนสอบดังรูปที่ 3.3 และ 3.7 จากงานทั้งหมด 431,523 ชิ้นงานที่ไม่ผ่านการปรับดุลมี 8,833 ชิ้นงานไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ความถี่การเกิดปัญหาดังตารางภาคผนวก ค.2 พบว่าอยู่ในระดับ 10

WEEKLYPREVENTIVE MAINTENANCE CHECKLIST

Machine : Disk Balancer Module:..... Date perform:.....

Product:..... Model:.....

Tool ID:.....

No.	Description							
	Nest Verification							
1	Ensure nest mechanism clamp with base is float easily,smoothly both x and y axis	Done	Condition before setting			Remark		
			Good	Fair	Bad			
2	Ensure all componests and all screws of nest is tighten.Tighten if required.	Done	Condition before setting			Remark		
			Good	Fair	Bad			
3	Check POGO pin not bent.Replace if require	Pass	Fail	Rect.	Pend	Bend		Jammed
						Loose		Others
4	Check the adjusting lock nuts are not loose.Tighten if require.(3-6 mm distance)	Pass	Fail	Rect.	Pend	Remark		
5	Check POGO receptacles are set to 0.6" height Adjust if require	Pass	Fail	Rect.	Pend	Higher		Loose
						Lower		Others
6	Check reading of Main nest with 3 Goled Drive Spec : within 5% Golden Drive	Golden Drive Value			Passed	Failed	Remark	
		Nest Reading Value						
7	Check reading of Verify nest wit 3 Golden Drive Spec : within 5% Golden Drive	Golden Drive Value			Passed	Failed	Remark	
		Nest Reading Value						
8	Check the nest clampling spring are intact Replace if require	Pass	Fail	Rect.	Pend	Missing		Others

รูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มการตรวจสอบที่วางงาน(Nest)เป็นสัปดาห์

4.6.2.2 การหมุนสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque)

กระบวนการหมุนสกรูครั้งสุดท้ายเป็นการหมุนย้ำสกรูให้แน่นหลังจากผ่านกระบวนการปรับดุลกระบวนการนี้อาจจะทำให้ค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูลเปลี่ยนแปลงไปได้ เนื่องจากการใช้แรงที่ไม่เหมาะสม แรงในการหมุนสกรูในกระบวนการ Final Torque ใช้ที่ 3.4 +/-1 lb.in จากข้อมูลของแผนกซ่อมบำรุงในช่วงเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม 2546 ของเครื่อง Balancer ที่มีการตรวจสอบค่าแรงการหมุนสัปดาห์ละ 1 ครั้งพบว่าจากการตรวจสอบ 40 ครั้งพบว่า 17 ครั้งมีค่าออกห่าง 3.4 ib.in มากกว่า 0.5 ib.in (42.5%) ตัวอย่างแบบฟอร์มการตรวจสอบแสดงดังรูปที่ 4.7 แต่ข้อมูลปัจจุบันของบริษัทที่มียังไม่สามารถระบุแน่นอนว่าของเสียที่เกิดขึ้นนั้นมาจากสาเหตุที่สกรูของ Verify Nest เป็นสาเหตุหลัก ดังนั้นทางกลุ่มผู้ชำนาญการจึงใช้หลักการมองโลกในแง้ร้ายในการวิเคราะห์ปัญหาว่าการคลายตัวสกรูของแรงในการทำ Final Torque ที่ไม่เหมาะสม เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียเมื่อนำข้อมูลของเสียจากการทวนสอบดังรูปที่ 3.3 และ 3.7 จากงานทั้งหมด 431,523 ชิ้นงานที่ผ่านเครื่องปรับดุลมี 8,833 ชิ้นงานไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ความถี่การเกิดปัญหาดังตารางภาคผนวก ค.2 พบว่าอยู่ในระดับ 10

WEEKLY PREVENTIVE MAINTENANCE CHECKLIST

Machine : Disk Balancer Module:..... Date perform:.....

Product:..... Model:.....

Tool ID:.....

No.	Description							
	Balancer Endeffector Verification							
1	Check the U-Joint move freely along the motor shaft and bit able to move	Pass	Fail	Rect.	Pend	Remark		
2	Ensure driver move smoothly n the slider Rectify if require	Pass	Fail	Rect.	Pend	Remark		
3	Check the driver springs are intact Rectify if require	Pass	Fail	Rect.	Pend	Remark		
4	Check the adjusting lock nuts are not loose.Tighten if require.	Pass	Fail	Rect.	Pend	Remark		
4	Verify bit bearing is free to rotate	Pass	Fail	Rect.	Pend	Remark		
5	Check driver bit tips are level within 0.010 of each.Adjust if require	Pass	Fail	Rect.	Pend	Remark		
6	Ensure bit guide move freely on the slider Rectify if require	Pass	Fail	Rect.	Pend	Alignment out	Fastening loose	
						Jammed	Others	
7	Check driver torque by "Torque Mate 2000" Final Torque Spec : 3.4+/-1 in.lb	Driver 0	Driver 1	Driver 2	Driver 3	Driver 4	Driver 5	Remark
		Before						
		After						
	Pre-Torque spec : 0.3 - 0.9 in.lb	Before						
		After						

รูปที่ 4.7 แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มการตรวจสอบค่า Final Torque

4.6.2.3 แผ่นบันทึกข้อมูลเลื่อนในขั้นตอนการขันสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque)

การเลื่อนของแผ่นบันทึกข้อมูลอาจจะมีผลมาจากแรงที่ใช้ในการหมุนสกรูก่อนจากการปรับดุล (Pre-Torque)ไม่เหมาะสม การปรับดุลแผ่นบันทึกข้อมูลเครื่องจะทำการหมุนย้ำสกรูด้วยแรง 0.3 – 0.9 lb.in ก่อนที่จะทำการเคาะชิ้นงานเพื่อทำการปรับดุล จากข้อมูลของแผนกซ่อมบำรุงในช่วงเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม 2546 ของเครื่อง Balancer ที่มีการตรวจสอบค่าแรงการหมุนสัปดาห์ละ 1 ครั้งพบว่าจากการตรวจสอบ 40 ครั้งมี 21 ครั้ง มีค่าออกห่างจากค่ากลางมากกว่า 0.2 lb.in (52.5%) ตัวอย่างแบบฟอร์มการตรวจสอบแสดงดังรูปที่ 4.7 แต่ข้อมูลปัจจุบันของบริษัทที่มียังไม่สามารถระบุแน่นอนว่าของเสียที่เกิดขึ้นนั้นมาจากสาเหตุการใช้แรงในการทำ Pre-Torque ไม่เหมาะสมเป็นสาเหตุหลักของปัญหาการไม่ผ่านการทวนสอบ ดังนั้นทางกลุ่มผู้ชำนาญการจึงใช้หลักการมองโลกในแง่ร้ายในการวิเคราะห์ปัญหาว่าการใช้แรงในการทำ Pre-Torque ไม่เหมาะสม เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสีย

ดังนั้นเมื่อนำข้อมูลของเสียจากการทวนสอบดังรูปที่ 3.3 และ 3.7 จากงานทั้งหมด 431,523 ชิ้นงานที่ผ่านเครื่องปรับดุลมี 8,833 ชิ้นงานไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ความถี่การเกิดปัญหาดังตารางภาคผนวก ค.2 พบว่าอยู่ในระดับ 10

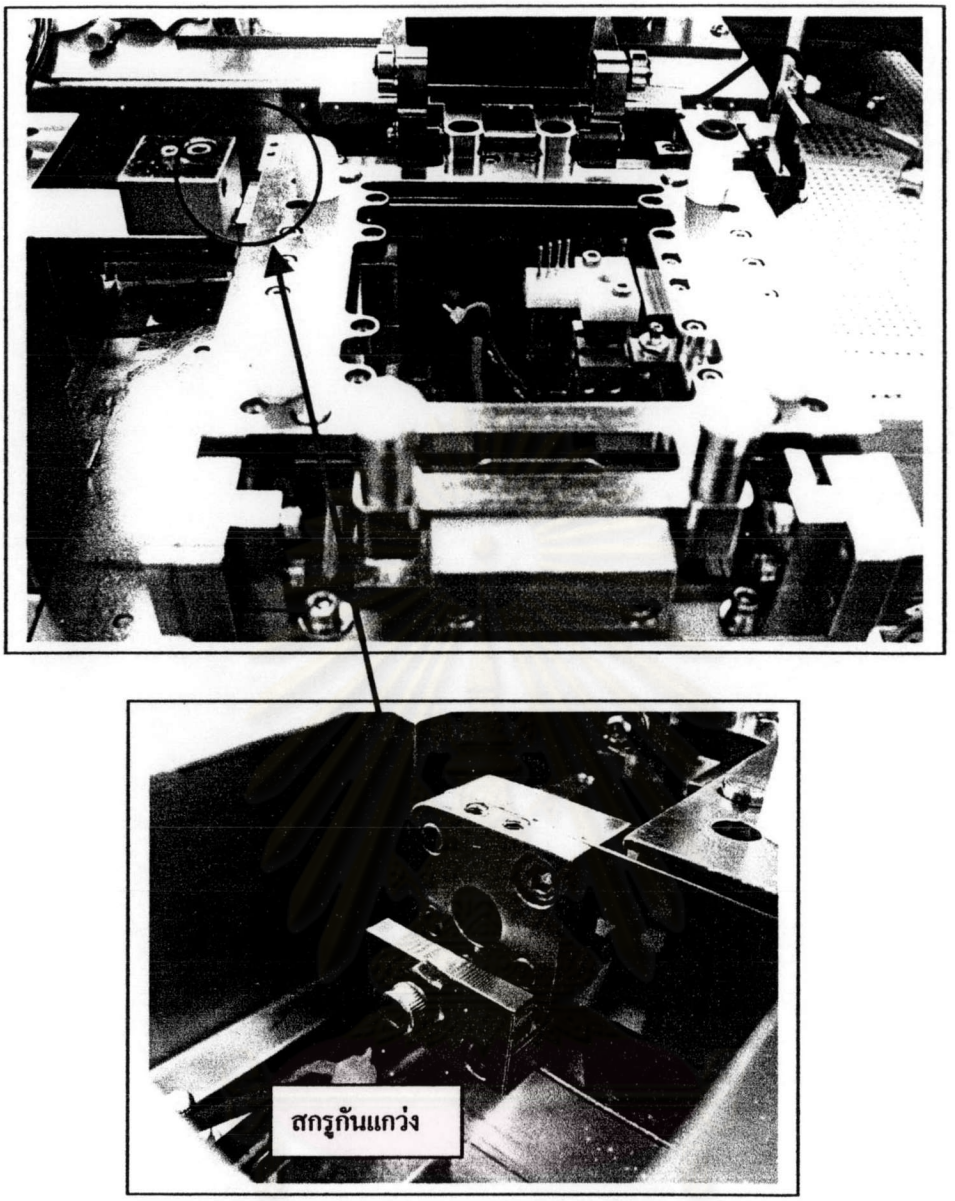
4.6.2.4 สกรูกันแกว่งของที่วางงานเพื่อทวนสอบ(Verify Nest)คลายตัว

การคลายตัวของนัตกันแกว่งเกิดจากการที่เครื่องจักรทำการปรับดุลแผ่นบันทึกข้อมูล การปรับดุลแผ่นบันทึกข้อมูลเครื่องจักรจะทำการเคาะตัวงานทำให้เกิดความสั่นสะเทือน เมื่อใช้ไปนานๆนัตจึงเกิดการคลายตัว สาเหตุอีกอย่างคือรูปแบบการออกแบบไม่เหมาะสมง่ายต่อการคลายตัว บางครั้งพบว่าการคลายตัวเกิดจากพนักงานที่นั่งประจำเครื่องทำการปรับโดยไม่มีหลักการ ตามมาตรฐานแล้วระยะของสกรูต้องห่างจากที่วางงาน 3-6 มิลลิเมตร

จากข้อมูลของแผนกซ่อมบำรุงในช่วงเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม 2546 ของเครื่อง Balancer ที่มีการตรวจสอบค่าระยะการแกว่งสัปดาห์ละ 1 ครั้งพบว่าจากการตรวจสอบ 40 ครั้งมี 12 ครั้ง มีค่าออกจากค่ากลาง 4.5 มิลลิเมตร (30%) แต่ข้อมูลปัจจุบันของบริษัทที่มียังไม่สามารถระบุแน่นอนว่าของเสียที่เกิดขึ้นนั้นมาจากสกรูกันแกว่งคลายตัวเป็นสาเหตุหลักของปัญหาการไม่ผ่านการทวนสอบ ดังนั้นทางกลุ่มผู้ชำนาญการจึงใช้หลักการมองโลกในแง่ร้ายในการวิเคราะห์ปัญหาว่าการใช้แรงในการทำ Pre-Torque ไม่เหมาะสม เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสีย

ดังนั้นเมื่อนำข้อมูลของเสียจากการทวนสอบดังรูปที่ 3.3 และ 3.7 จากงานทั้งหมด 431,523 ชิ้นงานที่ผ่านเครื่องปรับดุลมี 8,833 ชิ้นงานไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ความถี่การเกิดปัญหาดังตารางภาคผนวก ค.2 พบว่าอยู่ในระดับ 10

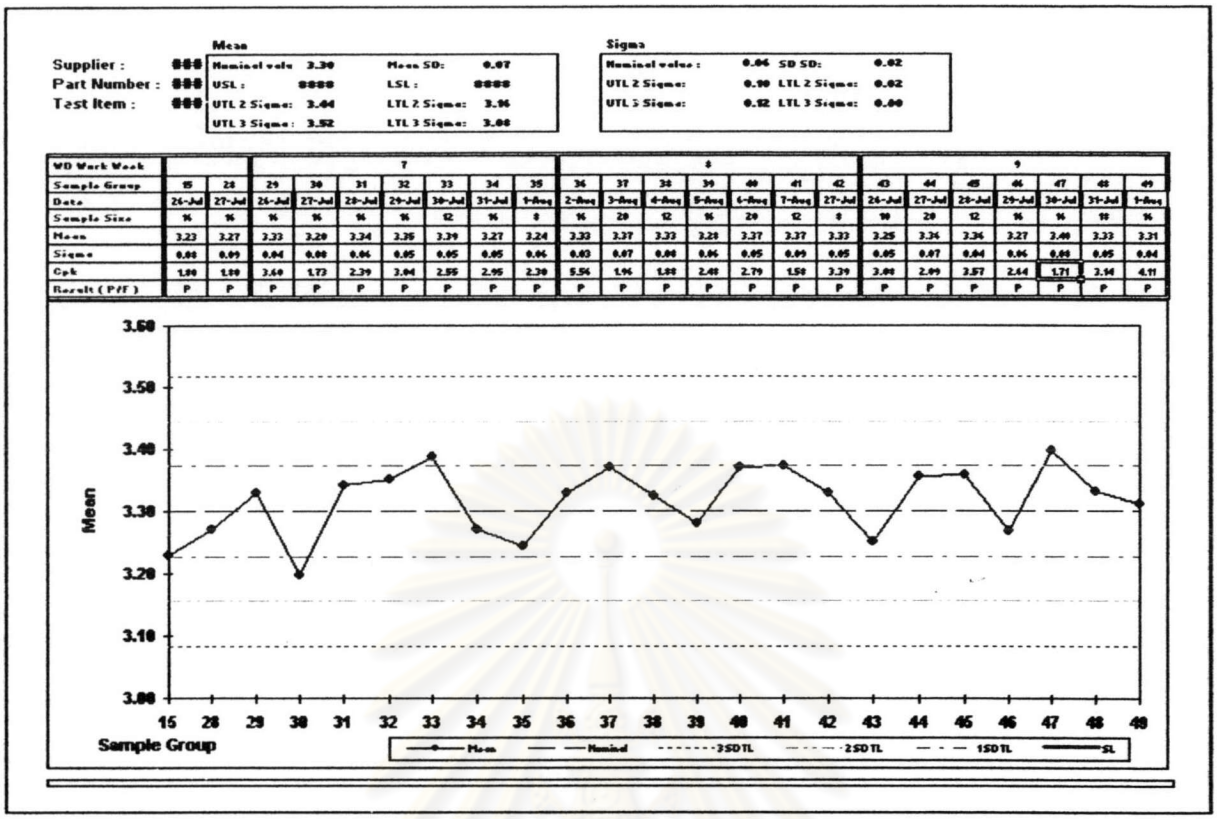
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 แสดงตัวอย่างในการตรวจสอบแผ่นบันทึกข้อมูล

4.6.2.5 แผ่นบันทึกข้อมูลไม่เรียบ

ในการตรวจสอบวัสดุก่อนที่จะนำเข้าสู่กระบวนการผลิตจะเป็นหน้าที่ของฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ หลังจากการตรวจสอบคุณภาพของวัสดุทุกอย่างหรือรวมแม้แต่แผ่นบันทึกข้อมูลทางฝ่ายควบคุมคุณภาพจะทำการแสดงข้อมูลการตรวจสอบทาง Website ของบริษัทเพื่อให้ทุกฝ่ายที่ต้องการทราบข้อมูลเข้าไปตรวจสอบได้ตลอดเวลา จากข้อมูลของฝ่ายตรวจสอบคุณภาพทางพบว่าใช้เกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพที่ระดับ AQL 0.65 จากข้อมูลของฝ่ายควบคุมคุณภาพในช่างเดือน กรกฎาคม – สิงหาคม 2546 พบว่าไม่พบของเสีย เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ความถี่การเกิดปัญหาดังตารางภาคผนวก ค.2 พบว่าอยู่ในระดับ 1



รูปที่ 4.9 แสดงตัวอย่างในการตรวจสอบแผ่นบันทึกข้อมูล

4.6.2.6 ระบบวัดไม่ดี

ระบบวัดของเครื่อง Balancer จะถูกควบคุมด้วยค่า GR&R ซึ่งจะมีการตรวจสอบทุกๆ 2สัปดาห์ มาตรฐานของบริษัทระบุว่าเครื่อง Balancer ต้องมีค่า GR&R ไม่เกิน 10 จากข้อมูลของแผนกซ่อมบำรุงในช่วงเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม 2546 พบว่าจากการตรวจสอบ 20 ครั้งไม่มีเครื่องใดที่มีค่า GR&R เกิน 10 เมื่อนำข้อมูลไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ความถี่การเกิดปัญหาดังตาราง ภาคผนวก ค.2 พบว่าอยู่ในระดับ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage GR&R Bi-Weekly Check

Machine : Disk Balancer Module:.....All.....

Product:.....Eclipse.....

Machine no.	Date											
	4-Jun		18-Jun		2-Jul		16-Jul		30-Jul		6-Aug	
	Main Nest	Verify Nest	Main Nest	Verify Nest	Main Nest	Verify Nest	Main Nest	Verify Nest	Main Nest	Verify Nest	Main Nest	Verify Nest
MT-4512	4.16	3.95	3.64	4.45	4.34	4.29	3.57	5.46	3.46	4.31		
MT-4522	4.55	3.76	3.57	5.06	2.97	3.59	3.70	3.76	2.48	3.89		
MT-4535	4.25	4.45	3.81	4.95	4.08	3.98	4.20	4.75	3.54	4.17		
MT-4541	3.76	3.55	4.08	4.74	4.21	5.03	3.20	5.07	5.75	3.19		
MT-4555	4.24	4.18	4.08	4.45	5.92	4.83	6.26	4.46	6.00	3.87		
MT-4562	4.14	4.55	3.28	5.04	3.65	4.10	4.53	5.17	4.03	3.40		
MT-4535	4.23	4.23	3.72	4.10	4.58	4.45	6.10	4.28	4.49	3.41		
MT-4580	3.97	3.99	3.60	5.32	3.69	3.65	4.54	4.49	7.00	3.09		
MT-4511	4.27	4.29	4.34	4.61	5.20	4.52	4.58	3.86	5.91	3.08		
MT-4613	3.79	3.94	3.73	4.44	6.54	4.52	6.88	4.02	5.13	3.01		
Acknowledged by												
Tooling Engineer	Banphot C.		Banphot C.		Banphot C.		Banphot C.		Banphot C.			
Quality Engineer	Nirunrat P.		Nirunrat P.		Nirunrat P.		Nirunrat P.		Nirunrat P.			
Process Engineer	Teesawut T.		Teesawut T.		Teesawut T.		Teesawut T.		Teesawut T.			

รูปที่ 4.10 แสดงตัวอย่างการตรวจค่า GR&R

4.6.3 การควบคุมปัจจัยในปัจจุบัน

หลังจากทีมงานได้ทราบลักษณะของเสียและความถี่ที่เกิดขึ้น แล้วจะมาทำการประเมินการควบคุมในปัจจุบัน

4.6.3.1 Nest มีผลต่อการอ่านค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล

จากการพิจารณากระบวนการในปัจจุบันพบว่ามีการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องจักรโดยรวมทุกๆสัปดาห์นอกจากว่ามีความถี่ของการเกิดของเสียสูงผิดปกติพนักงานจะเรียกช่างเทคนิคตรวจสอบเครื่องเป็นกรณีพิเศษ การตรวจสอบความพร้อมของ Nest ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ต้องกระทำตามเวลาที่กล่าวถึง การตรวจสอบจะเป็นการตรวจสอบด้วยช่างเทคนิคที่มีความชาญมากเกี่ยวกับเครื่อง Balancer เนื่องด้วยการตรวจสอบไม่ได้เป็นการตรวจสอบทุกชั่วโมงดังนั้นการตรวจสอบมักจะตรวจพบข้อบกพร่องของเครื่องจักรหลังจากที่มีงานบางส่วนที่อาจจะไมดีได้ผลิตผ่านเครื่องไป ตามปกติแล้วถ้ามีความถี่ของการเกิดของเสียสูงผิดปกติ (ติดต่อกัน 4 ตัว หรือ 6 ใน 10 ตัว) พนักงานจะเรียกช่างเทคนิคตรวจสอบเครื่องเป็นกรณีพิเศษ เป็นการมั่นใจได้ว่าจะมีงานเสียไม่มากก่อนที่ช่างเทคนิคจะเข้ามาทำการแก้ไข

เมื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) ดังตารางภาคผนวก ค.3 พบว่าอยู่ในช่วงระดับ 4

4.6.3.2 การหมุนสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque)

การควบคุมกระบวนการหมุนสกรูครั้งสุดท้ายจะทำการควบคุมค่าแรงที่ใช้ การตรวจวัดค่าแรงหมุนสกรูจะทำโดยแผนกควบคุมคุณภาพโดยการสุ่มตรวจวันละ 4 ครั้งในช่วงเริ่มต้นกะ และหลังจากพักรับประทานอาหาร (1 วันมี 2 กะ) หลังจากมีการตรวจพบว่าค่าแรงหมุนสกรูเกินค่ากำหนด (3.4 +/- 1 lb.in) เครื่องจักรจะถูกปรับค่าแรงให้เท่ากับ 3.4 lb.in ทันที และงานที่ผลิตก่อนหน้าจะต้องทำการตรวจสอบ 100% เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) ดังตารางภาคผนวก ค.3 พบว่าอยู่ในช่วงระดับ 4

4.6.3.3 แผ่น Media เลื่อนในขั้นตอนขันสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque)

การเลื่อนของแผ่นบันทึกข้อมูลอาจจะมีผลมาจากแรงที่ใช้ในการหมุนสกรูก่อนจากการปรับดุลไม่เหมาะสม การปรับดุลแผ่นบันทึกข้อมูลเครื่องจะทำการหมุนย้ำสกรูด้วยแรง 0.3 – 0.9 lb.in ก่อนที่จะทำการเคาะชิ้นงานเพื่อทำการปรับดุล จากข้อมูลของแผนกซ่อมบำรุงในช่วงเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม 2546 ของเครื่อง Balancer ที่มีการตรวจสอบค่าแรงการหมุนสัปดาห์ละ 1 ครั้งพบว่าจากการตรวจสอบ 40 ครั้งพบว่า 21 ครั้ง มีค่าออกห่างจากค่ากลางมากกว่า 0.2 lb.in (52.5%)

อย่างไรก็ตามข้อมูลปัจจุบันของบริษัทที่มียังไม่สามารถระบุแน่นอนว่าของเสียที่เกิดขึ้นนั้นมาจากสาเหตุการใช้แรงในการทำ Pre-Torque ไม่เหมาะสมเป็นสาเหตุหลักของปัญหาการไม่ผ่านการทวนสอบ ดังนั้นทางกลุ่มผู้ชำนาญการจึงใช้หลักการมองโลกในแง่ร้ายในการวิเคราะห์ปัญหาว่าการใช้แรงในการทำ Pre-Torque ไม่เหมาะสม เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสีย ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการทวนสอบ

ดังนั้นเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) ดังตารางภาคผนวก ค.3 พบว่าอยู่ในช่วงระดับ 1

4.6.3.4 สกรูกันแกว่งของที่วางงานเพื่อทวนสอบคลายตัว

การเกิดการคลายตัวของสกรูกันแกว่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการไม่ผ่านการทวนสอบแต่อย่างไรก็ตามเมื่อปัญหานี้เกิดขึ้นจะสามารถตรวจจับด้วยระบบการทวนสอบ

ดังนั้นเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) ดังตารางภาคผนวก ค.3 พบว่าอยู่ในช่วงระดับ 1

4.6.3.5 แผ่นบันทึกข้อมูลไม่เรียบ

การตรวจสอบความเรียบของแผ่นบันทึกข้อมูลจะทำโดยฝ่ายควบคุมคุณภาพโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง โดยใช้ระดับ AQL 0.65 ถ้ามีงานล็อตไหนไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบจะทำการส่งกลับทั้งหมดจากข้อมูลของฝ่ายตรวจสอบคุณภาพช่วงเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม พบว่าไม่มีงานที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ

ดังนั้นเมื่อพิจารณาเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) ดังตารางภาคผนวก ค.3

การตรวจสอบสามารถป้องกันแผ่นบันทึกข้อมูลที่ไม่ได้ตามมาตรฐานเข้าสู่กระบวนการผลิตได้ และในช่วงเดือนที่ทำการเก็บข้อมูลทางสมาชิกผู้ชำนาญการไม่พบความผิดปกติของกระบวนการผลิตที่เกิดจากการไม่ได้คุณภาพของแผ่นบันทึกข้อมูล ดังนั้นจึงสอดคล้องกับระดับ 1

4.6.3.6 ระบบวัดไม่ดี

ระบบวัดของเครื่อง Balancer จะถูกควบคุมด้วยค่า GR&R ซึ่งจะมีการตรวจสอบทุกๆ 2 สัปดาห์ มาตรฐานของบริษัทระบุว่าเครื่อง Balancer ต้องมีค่า GR&R ไม่เกิน 10 จากข้อมูลของแผนกซ่อมบำรุงในช่วงเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม 2546 พบว่าจากการตรวจสอบ 20 ครั้งไม่มีเครื่องใดที่มีค่า GR&R เกิน 10

ดังนั้นเมื่อพิจารณาเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) ดังตารางภาคผนวก ค.3 พบว่าตรงกับระดับ 1

4.6.4 สรุปการวิเคราะห์ FMEA แสดงดังตารางภาคผนวก ค.5 – ค.9

4.6.5 การคำนวณค่า RPN

หลังจากทีมงานได้ทราบระดับความรุนแรง (Severity) ที่เกิดจากแต่ละปัจจัย ความถี่ในการเกิดของเสีย (Occurrence) และความสามารถในการตรวจสอบของเสีย (Detection) ที่มีในการดำเนินงานในปัจจุบันแล้วได้ดำเนินการในการคำนวณค่าตัวเลขที่แสดงระดับความรุนแรง (Risk Priority Number) เพื่อเป็นข้อมูลในการในการกำหนดเกณฑ์ในการปรับปรุงลดอัตราการเกิดของเสียที่เกิดจากการทวนสอบต่อไป

ตารางที่ 4.6 การสรุปการวิเคราะห์ FMEA สำหรับกระบวนการประกอบฮาร์สดิสก์

FMEA สำหรับกระบวนการ

Process Name : Balancing **Product : Eclipse**

FMEA Commitee : Process, QC, SQE, Production, Maintenance & Tooling **FMEA Number : WD-001**

Process Step	Key Process Input	Potential Failure Mode	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Action Recommeded	SEV	OCC	DET	RPN
1	Nest มีผลต่อการวัดค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล	Nest A และ B วัดค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูลได้แตกต่างกัน	6	Nest มีส่วนประกอบหลายชิ้นบางชิ้นส่วนอาจจะเกิดการหลวม	10	มีการตรวจสอบทุกสัปดาห์	4	240	ทำการตรวจวัดความสามารถในการวัดของ Nest แล้วทำการปรับตั้งใหม่ถ้าต้องการ				
2	การหมุนสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque)	แน่นไป/หลวมไป	6	มีขอบเขตในการออกแบบกว้างเกินไป กลุ่มของ Tooling สามารถตั้งได้หลายค่า โดยที่ไม่ออกนอก spec	10	ค่า Process specification procedure	4	240	ทำการทดลองเพื่อหา แรงหมุนที่ให้ค่าความสมดุลที่ดีที่สุด				
3	แผ่น Media เลื่อนในขั้นตอนการหมุนสกรูครั้งสุดท้าย(Final Torque)	Pre-Torque แน่นหรือหลวมไป	6	มีขอบเขตในการออกแบบกว้างเกินไป กลุ่มของ Tooling สามารถตั้งได้หลายค่า โดยที่ไม่ออกนอก spec	10	ค่า Process specification procedure	2	120	ทำการทดลองเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงและจุดที่เหมาะสม				

FMEA สำหรับกระบวนการ

Process Name : Balancing

Product : Eclipse

FMEA Commitee : Process, QC, SQE, Production, Maintenance & Tooling

FMEA Number : WD-001

Process Step	Key Process Input	Potential Failure Mode	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Action Recommeded	SEV	OCC	DET	RPN
4	สกรูกันแกว่งของ Verify Nest คลายตัว	ห่างหรือชิดเกินไป	6	มีขอบเขตในการออกแบบกว้างเกินไป กลุ่มของ Tooling สามารถตั้งได้หลายค่า โดยที่ไม่ออกนอก spec	10	มีการตรวจสอบทุกสัปดาห์	4	240	ทำการทดลองเพื่อหาระยะที่ดีที่สุด				
5	แผ่นบันทึกข้อมูลไม่เรียบ	สูงไป/ต่ำไป ไม่เรียบ	9	กระบวนการตรวจสอบไม่ดี	10	มีการตรวจสอบอย่างเป็นระบบ	1	90	ทำการอย่างต่อเนื่อง				
6	ระบบวัดไม่ดี	วัดค่าผิดพลาด	6	คนและเครื่องมือวัด	1	Gage GR&R	1	6	ทำการตรวจสอบค่า Gage GR&R ของแต่ละ Nest ทุกสัปดาห์				

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ FMEA สำหรับกระบวนการประกอบฮาร์สดิสก์

ลำดับที่	สาเหตุของปัญหา	ค่า RPN
1	Nest มีผลต่อการวัดค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล	240
2	การหมุนสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque)	240
4	สกรูกันแกว่งคลายตัว	240
3	แผ่น Media เลื่อนในขั้นตอนการหมุนสกรูครั้งสุดท้าย(Final Torque)	120
5	แผ่นบันทึกข้อมูลไม่เรียบ	90
6	ระบบวัดไม่ดี	6

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ได้นำผลคะแนน RPN มาจัดเรียงจากมากไปน้อยและพล็อตแผนภูมิพาเรโต เพื่อพิจารณาลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยและทำการเลือกปัจจัยที่มีค่า RPN เกิน 100 ปัจจัยนำเข้าที่สำคัญและถูกเลือกเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อ มีดังต่อไปนี้

1. แผ่น Media เลื่อนในขั้นตอนการหมุนสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque) เพราะการใช้แรงในการหมุนสกรูก่อนปรับดุลไม่เหมาะสม
2. การหมุนสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque)
3. สกรูกันแกว่งคลายตัว
4. Nest มีผลต่อการวัดค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล

4.7 สรุปผลขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา

ผลลัพธ์จากขั้นตอนนี้คือ ผลของการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด ผลจากการวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล โดยนำผลลัพธ์ที่ได้เหล่านี้ไปใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

4.7.1 ผลจากการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด

จากการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดที่มีการวัดพบว่าระบบการวัดทั้ง Main Nest และ Verify Nest มีความสามารถในการตรวจจับความผันแปรของกระบวนการได้ดี โดยมีค่าระบบการวัด ค่าแปรผันมาจากเครื่องมือวัด ค่าแปรผันมาจากผู้ทำการทดลอง และ ค่าความแปรผันมาจากชิ้นงาน น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ นั่นคือหากความผันแปรของกระวนการมีค่า 100

หน่วย จะมีความแปรผันเนื่องจากระบบกาวัดน้อยกว่า 10 หน่วย ซึ่งสามารถที่จะใช้ข้อมูลที่ได้จากระบบการวัดนี้ในการวิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่ทำการศึกษา

4.7.2 ผลจากการวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล (Cause & Effect Matrix)

ได้นำปัจจัยนำเข้าทั้งหมด 26 ปัจจัยมาทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลของกระบวนการ (KPOV) และปัจจัยนำเข้า (KPIV) ด้วยตารางสาเหตุและผล (Cause & Effect Matrix) แล้วจัดเรียงลำดับคะแนนตามความสำคัญด้วยผังพาเรโต จึงเหลือปัจจัยนำเข้าที่ส่งผลต่อตัวแปรตอบสนองเพียง 8 ปัจจัย จากนั้นนำไปวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)

4.7.3 ผลจากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)

จากการจัดลำดับความสำคัญด้วยผังพาเรโต ในขั้นตอนการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) พบว่าปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูลซึ่งจะส่งผลไปถึงปัญหา Verify Failed มีทั้งสิ้น 4 ปัจจัย คือ แผ่น Media เลื่อนในขั้นตอนการหมุนสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque) การหมุนสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque) สกรูกันแกว่งคลายตัว และ Nest มีผลต่อการวัดค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย