

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2542. การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2542. สถิติสำหรับงานวิศวกรรมเล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2542. สถิติสำหรับงานวิศวกรรมเล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2542. การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- กิตติศักดิ์ อนุรักษ์สกุล. 2545. การวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนโครงร่างยานยนต์โดยเทคนิค FMEA. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2539. หลักสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ชาญชัย บวรโชคชัย. 2545. การลดของเสียแขนจับหัวอ่านด้วยวิธีการซิกซ์ ซิกม่า กรณีศึกษากระบวนการผลิตแขนจับหัวอ่าน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- คำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. 2538. การควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหารและกรณีศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัทเอ็มแอนด์ดี
- ทรงพล พิเชษฐวัฒนา. 2541. การประยุกต์การออกแบบการทดลองในการปรับปรุงคุณภาพของแรงดึงหัวอ่านเขียนข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ไคร์ฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ธนกร เกียรติบรรลือ. 2543. "FMEA การวิเคราะห์ความล้มเหลวในการผลิต". วารสาร Industrial Technology Review. ฉบับที่ 73. หน้า 101-105
- ธนิยา ลิ้มชูเชื้อ. 2543. การลดของเสียจากกระบวนการผลิต TOWER HEAT SINK โดยประยุกต์ใช้วิธีการ SIX SIGMA. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นवलพรรณ ใจงาม. 2542. การลดของเสียที่เกิดจากการถ่ายเทกระแสไฟฟ้าสถิตในกระบวนการประกอบหัวอ่านโดยใช้ระเบียบวิธีซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญสม ประเสริฐอักษรกุล. 2539. การปรับปรุงการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติในโรงงานผลิตคอมเพรสเซอร์ตู้เย็น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปารเมศ ชูติมา. 2545. การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ภัทรา อายุวัฒน์. 2546. การลดของเสียที่เกิดจากค่าการรับน้ำหนักกดของชุดหัวอ่านสำเร็จไม่ได้ตามข้อกำหนดในกระบวนการประกอบหัวอ่านโดยใช้แนวทางซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีรพจน์ เหล่าโพธิ์วิหาร. 2544. การปรับปรุงผลิตภาพโดยใช้ระบบ SIX SIGMA ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ กรณีศึกษา : บริษัทซีเทคเทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด. สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาวิทยาการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- อิโตชิ คุเมะ เขียน. วีระพงษ์ เณิมจิระรัตน์ แปล. 2536. วิธีการทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 6 .กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

**ภาษาอังกฤษ**

Antony, J. and Coronado B. 2002. Design for Six Sigma Manufacturing Engineer , Volume. 81 Issue. 1

Forrest, W. B., John, W. and Son. 1999 . Implementing Six Sigma Smarter Solutions Using Statistic Methods.

Montgomery, D.C. 1979 . Design and Analysis of Experiment. 4<sup>th</sup> ed. USA : John Wiley and Sons.

Montgomery, D.C. 1985 .Introduction to Statistic Quality Control 2<sup>nd</sup> ed. : John Wiley and Sons.

Mongomery, D.C., and Runger. G.C. 1994. Applied Statistic and Probability for Engineers. USA. : John Wiley and Sons.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ก

### ค่าผลการทดสอบค่าความแม่นยำของระบบการวัด

ตารางที่ ก.1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการของที่วางงานเพื่อปรับตุล(Main Nest)

ตารางที่ ก.2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการของที่วางงานเพื่อการตรวจสอบ  
(Verify Nest)



ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการของที่วางงานเพื่อปรับคูล(Main Nest)

Part No. and Name		-		Gage Name		Main Nest			
CONDITION		Normal		PART		Hard Drive			
Total Part Tolerance Zone		0-0.3 in. lb		Date					
Operator	A			B			C		
Sample	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 1	Trial 2	Trial 3
1	0.326	0.212	0.110	0.125	0.315	0.109			
2	0.096	0.066	0.087	0.145	0.072	0.092			
3	0.633	0.678	0.912	0.575	0.787	0.686			
4	0.042	0.017	0.056	0.035	0.032	0.135			
5	0.207	0.323	0.198	0.325	0.331	0.200			
6	0.076	0.323	0.198	0.068	0.197	0.103			
7	0.069	0.145	0.054	0.059	0.165	0.088			
8	0.347	0.496	0.325	0.433	0.298	0.375			
9	0.209	0.112	0.109	0.127	0.231	0.125			
10	0.129	0.178	0.056	0.259	0.215	0.143			
TOTAL	2.13	2.55	2.11	2.151	2.643	2.056			

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการของที่วางงานเพื่อการตรวจสอบ  
(Verify Nest)

Part No. and Name - _____				Gage Name Verify Nest					
CONDITION Normal				PART Hard Drive					
Total Part Tolerance Zone 0-0.3 in.lb				Date sep10'03					
Operator	A _____			B _____			C _____		
Sample	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 1	Trial 2	Trial 3
1	0.314	0.496	0.312	0.433	0.298	0.375			
2	0.038	0.017	0.056	0.035	0.032	0.135			
3	0.069	0.145	0.054	0.059	0.165	0.082			
4	0.326	0.212	0.230	0.125	0.315	0.109			
5	0.135	0.176	0.056	0.259	0.212	0.143			
6	0.644	0.678	0.912	0.523	0.787	0.686			
7	0.332	0.496	0.324	0.433	0.298	0.375			
8	0.212	0.112	0.109	0.127	0.231	0.125			
9	0.215	0.323	0.198	0.325	0.331	0.200			
10	0.071	0.323	0.198	0.068	0.197	0.099			
<b>TOTAL</b>	1.94	2.32	2.03	1.860	2.371	1.737			

ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ข

แบบฟอร์มการให้คะแนนเพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาจากการหาความสัมพันธ์  
สาเหตุและผล (Cause & Effect Matrix)

ตาราง ข.1 แบบฟอร์มการให้คะแนนเพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาจากการหาความสัมพันธ์  
สาเหตุและผล (Cause & Effect Matrix)



ศูนย์วิทยพัชกร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตาราง ข.1 แบบฟอร์มการให้คะแนนเพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาจากการหาความสัมพันธ์สาเหตุและผล (Cause & Effect Matrix)

การให้คะแนนปัจจัยที่มีผลต่อค่าความสมดุล													
กำหนดให้อัตราส่วนความสำคัญต่อลูกคามีค่า 0 – 10 โดยที่													
0 = ไม่มีผลต่อค่าความสมดุล													
10 = มีผลต่อค่าความสมดุลอย่างยิ่ง													
ลำดับที่	จำแนกตามสาเหตุ	ปัจจัยที่มีผล	อัตราความสำคัญต่อลูกค้ำ/ผลกระทบต่อค่า Gramload (0-10)										
1	Man	พนักงานจับต้อชิ้นงานไม่ถูกวิธี	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Man	พนักงานขาดความรู้ ความชำนาญ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Man	พนักงานขาดประสบการณ์ในการทำงาน	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Man	พนักงานวางชิ้นงานแรงเกินไป	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Man	พนักงานขาดประสบการณ์	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	Man	เปลี่ยนพนักงานบ่อย	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	Man	พนักงานขาดความชำนาญ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	Man	พนักงานเกิดความล่า	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	Man	พนักงานทำงานไม่ถูกต้อง	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	Machine	Machine อยู่ในสภาพที่ชำรุดเสียหายที่สามารถตรวจสอบได้เองด้วยพนักงาน	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

การให้คะแนนปัจจัยที่มีผลต่อค่าความสมดุล

กำหนดให้อัตราส่วนความสำคัญต่อลูกคามีค่า 0 - 10 โดยที่

0 = ไม่มีผลต่อค่าความสมดุล

10 = มีผลต่อค่าความสมดุลอย่างยิ่ง

11	Machine	Nest มีผลต่อการอ่านค่าความสมดุล	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	Machine	เครื่องหาหัวสกรูไม่เจอ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	Machine	เครื่องคลายสกรูไม่ออก	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	Machine	หมูนย้าสกรูด้วยแรงน้อยเกินไป	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	Machine	ระยาะการเกาะ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	Machine	สกรูกันแกว่งคลายตัว	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17	Machine	เครื่องมือชำรุด/เสียหาย	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	Method	ขั้นตอนการทำงานกำหนดไว้ไม่เหมาะสม	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19	Method	จัดแผนผังการผลิตไม่เหมาะสม	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

การให้คะแนนปัจจัยที่มีผลต่อค่า Gramload													
กำหนดให้อัตราส่วนความสำคัญต่อลูกค้ามีค่า 0 – 10 โดยที่													
0 = ไม่มีความสำคัญต่อลูกค้า/ไม่มีผลต่อค่า Gramload													
10 = มีความสำคัญต่อลูกค้าอย่างยิ่ง/มีผลต่อค่า Gramload อย่างยิ่ง													
20	Method	จัดแผนผังการผลิตไม่เหมาะสม	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	Method	มีงานรอเข้ากระบวนการมากเกินไป	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	Method	คล้ายสกรูออกน้อยเกินไป	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23	Method	หมุนสกรูแน่นเกินไป	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24	Method	แรงหมุนสกรู pre-torque ไม่เหมาะสม	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	Method	แผ่น Media เลื่อน	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26	Material	แผ่น Media ไม่เรียบ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27	Measurement	ระบบวัดไม่ดี	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

## ภาคผนวก ค

### แบบฟอร์มเกณฑ์การประเมินของการทำ FMEA

ตาราง ค.1 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง(S)สำหรับ FMEA

ตาราง ค.2 เกณฑ์การประเมินความถี่ในการเกิด(O)สำหรับ FMEA

ตาราง ค.3 เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ(D)สำหรับ FMEA

ตาราง ค.4 สรุปการให้คะแนนในการทำ FMEA ของปัจจัย Nest มีผลต่อการวัดค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล

ตาราง ค.5 สรุปการให้คะแนนในการทำ FMEA ของปัจจัย การหมุนสกรูครั้งสุดท้าย

ตาราง ค.6 สรุปการให้คะแนนในการทำ FMEA ของปัจจัย การคลายตัวของสกรูกันแกว่ง

ตาราง ค.7 สรุปการให้คะแนนในการทำ FMEA ของปัจจัย แผ่นบันทึกข้อมูลเลื่อนในขั้นตอนการหมุนสกรูครั้งสุดท้าย (Final Torque)

ตาราง ค.8 สรุปการให้คะแนนในการทำ FMEA ของปัจจัย แผ่นบันทึกข้อมูลไม่เรียบ

ตาราง ค.9 สรุปการให้คะแนนในการทำ FMEA ของปัจจัย ระบบวัดไม่ดี

ตาราง ค.1 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง (S) สำหรับ FMEA

Severity Ranking Table	Criteria: Severity of Effect	Ranking
Effect		
Liability	Failure affects safety or compliance to law	10
Reliability/Reputation at Risk	Intermittent failures, minor reliability failures	9
	Catastrophic customer impact, end user recalls, major reliability failures, Premature end of life.	8
Customer Quality Inconvenience	Special customer handling, processes, customer annoyance processes.	7
	Customer line impact, customer yield hit, marginal product performance, customer process damage, incorrect product marking	6
Internal Yield or special handling required	Special handling, annoyance processes	5
	Minor Yield Loss	4
Unnoticed	Significant Yield Loss	3
	Major Yield Hit, Damage to downstream process	2
	Unnoticed issue either internally or externally	1

ตาราง ค.2 เกณฑ์การประเมินความถี่ในการเกิด (O) สำหรับ FMEA

Occurance Ranking Table	Possibility Failure Rate	Ranking
<b>Effect</b>		
<b>Extreme</b>	DPPM>3000	10
<b>Very High</b>	2500<DPPM<3000	9
<b>High</b>	2000> DPPM > 2500	8
	1500> DPPM > 2000	7
<b>Moderate</b>	1000< DPPM <1500	6
	500< DPPM <1000	5
	100< DPPM <500	4
<b>Low</b>	<500 DPPM	3
	<100 DPPM	2
<b>Remote</b>	<10 DPPM	1

ตาราง ก.3 เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ FMEA

Control Ranking Table	Effect	Criteria: Severity of Effect	Ranking
Extremely Low		Absolute certainty that the control will not detect the failure	10
Very Low		customer receives and uses product before control can detect failure, or control probably will not detect failure	9
Low		Control detects failure after shipping but before customer utilizes product	7 - 8
Moderate		Control may not detect failure until a moderate quantity is produced but before shipping	6 - 6
High		control detects failure after a few assemblies are produced	3 - 4
Very High		Control detects or prevents failure	1 - 2

ตาราง ค.4 สรุปการให้คะแนนในการทำ FMEA ของปัจจัย Nest มีผลต่อการวัดค่าความสมดุลของแผนบันทึกข้อมูล

FMEA Table Item	Definition																				
Key Process Input	Nest มีผลต่อการวัดค่าความสมดุลของแต่ละบันทึกข้อมูล																				
Potential Failure Mode	Nest A และ B วัดค่าความสมดุลของแต่ละบันทึกข้อมูลได้แตกต่างกัน																				
Potential Effect	ส่งผลกระทบต่อส่วนเพิ่มเติมเพิ่มขึ้นและกระทบต่อกระบวนการทำงานที่จำเป็นต้องมีการงานเกิดขึ้น รวมเวลาการทำงาน(cycle time)เพิ่มขึ้น จำนวนการติดตั้งเวลาลดลง																				
Severity Ranking	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Internal Yield or special handling required</td> <td colspan="3">Customer Quality Inconvenience</td> <td colspan="3">Reliability/Reputation at Risk</td> <td>Liability</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Internal Yield or special handling required			Customer Quality Inconvenience			Reliability/Reputation at Risk			Liability
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
Internal Yield or special handling required			Customer Quality Inconvenience			Reliability/Reputation at Risk			Liability												
Potential causes	Nest มีส่วนประกอบหลายชิ้นมีโอกาสดูสูงที่จะเกิดการหลวมคลอน จากข้อมูลของฝ่ายซ่อมบำรุงพบว่าการตรวจสอบ 100 ครั้งจะพบ Nest ที่ต้องปรับใหม่ 4-5 ครั้ง																				
Occurance Ranking	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Low</td> <td colspan="3">Moderate</td> <td colspan="3">High</td> <td>Extreme</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Low			Moderate			High			Extreme
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
Low			Moderate			High			Extreme												
Current Controls	มีการตรวจสอบและแก้ไขสภาพเครื่อง																				
Control Ranking	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">High</td> <td colspan="3">Moderate</td> <td>Extremely Low</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				High			Moderate			Extremely Low
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
			High			Moderate			Extremely Low												
Control Ranking	Define how effective the control is in containing each potential cause																				



ตาราง ด.5 สรุปการให้คะแนนในการทำ FMEA ของปัจจัย การหมุนสกรูครั้งสุดท้าย

FMEA Table	Item	Definition																														
Key Process Input	การหมุนสกรูครั้งสุดท้าย																															
Potential Failure Mode	แน่นไปหรือหลวมไป																															
Potential Effect	แรงที่ใช้ในการหมุนสกรูครั้งสุดท้ายอาจส่งผลให้ค่าความสมดุลของแผ่นที่ขยับเปลี่ยนไป ส่งผลให้สัดส่วนของเสียและรอบการทำงานเพิ่มขึ้น																															
Severity Ranking	Define the severity of the issue	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Internal Yield or special handling required</td> <td colspan="2">Customer Quality Inconvenience</td> <td colspan="3">Responsibility/Disposition</td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="3">Liability</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Internal Yield or special handling required					Customer Quality Inconvenience		Responsibility/Disposition										Liability		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																							
Internal Yield or special handling required					Customer Quality Inconvenience		Responsibility/Disposition																									
							Liability																									
Potential causes	มีขอบเขตในการออกแม่พิมพ์เกินปี(4- 1 ปี) ทำให้แผนกซ่อมบำรุงสามารถปรับได้หลายค่า จากการตรวจสอบพบว่า 80 % ของเครื่องจักรที่ทำการตรวจสอบต้องมีการปรับใหม่เพราะมีค่าออกห่างจากค่ากลางถึงแม้ว่าจะอยู่ภายในได้ที่กำหนด																															
Occurance Ranking	How often does the issue occur	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Low</td> <td colspan="3">Moderate</td> <td colspan="3">High</td> <td colspan="1">Extreme</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Low			Moderate			High			Extreme										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																							
Low			Moderate			High			Extreme																							
Current Controls	Process Specification Procedure																															
Control Ranking	Define how effective the control is in containing each potential cause	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td colspan="3">High</td> <td colspan="3">Moderate</td> <td colspan="3">Very Low</td> <td colspan="1">Extremely Low</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	High			Moderate			Very Low			Extremely Low										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																							
High			Moderate			Very Low			Extremely Low																							

ตาราง ค.6 สรุปการให้คะแนนในการทำ FMEA ของปัจจัย การกลายตัวของสกรูกันแกว่ง

FMEA Table	Item	Definition																				
Key Process Input	การกลายตัวของสกรูกันแกว่ง																					
Potential Failure Mode	โถงไม่พื่อห่างไป																					
Potential Effect	ระบะการแกว่งตัวของงานอาจจะส่งผลกระทบต่อค่าความตึงของแผ่นบันทึกข้อมูล																					
Severity Ranking	Define the severity of the issue	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Internal Yield or special handling required</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Customer Quality Inconvenience</td> <td></td> <td></td> <td>Reliability/Reputation at Risk</td> <td>Liability</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Internal Yield or special handling required				Customer Quality Inconvenience			Reliability/Reputation at Risk	Liability
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
	Internal Yield or special handling required				Customer Quality Inconvenience			Reliability/Reputation at Risk	Liability													
Potential causes	มีขอบเขตในการออกแบบกว้างเกินไป(3- 6 ๒๓) ทำให้แผนกซ่อมบำรุงสามารถปรับได้หลายค่า จากการตรวจสอบพบว่า 60 % ของเครื่องจักรที่ทำการตรวจสอบต้องมีการปรับใหม่เพราะมีค่าออกห่างจากค่ากลางถึงแม้ว่าจะอยู่ภายในได้กำหนด																					
Occurance Ranking	How often does the issue occur	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Low</td> <td></td> <td></td> <td>Moderate</td> <td></td> <td>High</td> <td></td> <td>Very High</td> <td>Extreme</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Low			Moderate		High		Very High	Extreme
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
	Low			Moderate		High		Very High	Extreme													
Current Controls	Process Specification Procedure																					
Control Ranking	Define how effective the control is in containing each potential cause	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>High</td> <td></td> <td>Moderate</td> <td></td> <td>Low</td> <td></td> <td>Very Low</td> <td>Extremely Low</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			High		Moderate		Low		Very Low	Extremely Low
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
		High		Moderate		Low		Very Low	Extremely Low													

ตาราง ๑.7 สรุปการให้คะแนนในการทำ FMEA ของปัจจัย แผ่มันที่ข้อมูลเลื่อนในขั้นตอนการหมุนงูครั้งสุดท้าย (Final Torque)

FMEA Table	Item	Definition																																																																		
Key Process Input	ตำแหน่งที่ข้อมูลเลื่อนในขั้นตอนการหมุนงูครั้งสุดท้าย (Final Torque)																																																																			
Potential Failure Mode	แรงที่ใช้ในการหมุนงูก่อนการปรับจุดแน่นหรือหลวมไป (Pre-Torque) หรือไม่เหมาะสม																																																																			
Potential Effect	แรงที่ใช้ในการหมุนงูก่อนการปรับจุดอาจส่งผลให้ค่าความตมจุดของแฉ่งเปลี่ยนไป ส่งผลให้สัดส่วนให้สัดส่วนของแฉ่งและรอบการทำงานเพิ่มขึ้น																																																																			
Severity Ranking	Define the severity of the issue	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Value</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Internal Yield or special handling required</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Customer Quality Inconvenience</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reliability/Reputation at Risk</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Liability</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Value	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Internal Yield or special handling required											Customer Quality Inconvenience											Reliability/Reputation at Risk											Liability																					
Value	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
Internal Yield or special handling required																																																																				
Customer Quality Inconvenience																																																																				
Reliability/Reputation at Risk																																																																				
Liability																																																																				
Potential causes	มีขอบเขตในการออกแบกว้างเกินไปคือ 0.3 - 0.9 ใน ทำไม่แนกข้อมยบางสามารถปรับให้เห็นค่า จากการตรวจสอบพบว่า 60 % ของเครื่องจักรที่ทำการตรวจสอบ ต้องมีการปรับใหม่เพราะมีค่าออกห่างจากค่ากลางถึงแม้ว่าจะอยู่ภายในค่ากำหนด																																																																			
Occurance Ranking	How often does the issue occur	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Value</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Low</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Moderate</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>High</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Very High</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Extreme</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Value	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Low											Moderate											High											Very High											Extreme										
Value	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
Low																																																																				
Moderate																																																																				
High																																																																				
Very High																																																																				
Extreme																																																																				
Current Controls	Process Specification Procedure																																																																			
Control Ranking	Define how effective the control is in containing each potential cause	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Value</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>High</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Moderate</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Low</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Very Low</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Extremely Low</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Value	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	High											Moderate											Low											Very Low											Extremely Low										
Value	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
High																																																																				
Moderate																																																																				
Low																																																																				
Very Low																																																																				
Extremely Low																																																																				

ตาราง ค.8 สรุปการให้คะแนนในการทำ FMEA ของปัจจัย แผนบันทึกข้อมูลไม่เรียง

<b>FMEA Table</b>																					
<b>Item</b>	<b>Definition</b>																				
<b>Key Process Input</b>	แต่บันทึกข้อมูลไม่เรียง																				
<b>Potential Failure Mode</b>	สูงหรือต่ำเกินไป ไม่เรียง																				
	<b>Value Attribute</b>																				
<b>Potential Effect</b>	มีผลโดยตรงต่อค่าความสมดุลของแต่ละข้อมูลและอายุการใช้งานของชาร์ตรวมทั้งคุณภาพในการอ่านเช่นข้อมูลของชาร์ตผิด																				
<b>Severity Ranking</b>	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Internal Yield or special handling required</td> <td></td> <td></td> <td>Customer Quality Inconvenience</td> <td></td> <td>Reliability/Reputation at Risk</td> <td></td> <td>Liability</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			Internal Yield or special handling required			Customer Quality Inconvenience		Reliability/Reputation at Risk		Liability
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
		Internal Yield or special handling required			Customer Quality Inconvenience		Reliability/Reputation at Risk		Liability												
<b>Potential causes</b>	กระบวนการตรวจสอบ																				
<b>Occurrence Ranking</b>	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Low</td> <td></td> <td>Moderate</td> <td></td> <td>High</td> <td></td> <td>Very High</td> <td></td> <td>Extreme</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Low		Moderate		High		Very High		Extreme
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
	Low		Moderate		High		Very High		Extreme												
<b>Current Controls</b>	มีการตรวจสอบอย่างเป็นระบบโดยมีเป้าหมายอยู่ที่ไม่เกิน 500 ppm ฝ่ายควบคุมคุณภาพจะนำข้อมูลการตรวจสอบมาเสนอฝ่ายต่าง ๆ ผ่าน Website ของบริษัท																				
<b>Control Ranking</b>	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>High</td> <td></td> <td>Moderate</td> <td></td> <td>Low</td> <td></td> <td>Very Low</td> <td>Extremely Low*</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			High		Moderate		Low		Very Low	Extremely Low*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
		High		Moderate		Low		Very Low	Extremely Low*												
	Define how effective the control is in containing each potential cause																				

ตาราง ค.9 สรุปการให้คะแนนในการทำ FMEA ของปัจจัย ระบบวัดไม่ได้

FMEA Table	Item	Definition																				
Key Process Input	ระบบวัดไม่ได้																					
Potential Failure Mode	การอ่านค่าผิดพลาด																					
Potential Effect	มีผลโดยตรงต่อค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูลส่งผลให้สัดส่วนของเสียและรอบการทากานเพิ่มขึ้น																					
Severity Ranking	Define the severity of the issue	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Internal Yield or special handling required</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Customer Quality Inconvenience</td> <td></td> <td>Reliability/Reputation at Risk</td> <td></td> <td>Liability</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Internal Yield or special handling required				Customer Quality Inconvenience		Reliability/Reputation at Risk		Liability
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
	Internal Yield or special handling required				Customer Quality Inconvenience		Reliability/Reputation at Risk		Liability													
Potential causes	คนและเครื่องมีข้อบก																					
Occurrence Ranking	How often does the issue occur	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Low</td> <td></td> <td>Moderate</td> <td></td> <td>High</td> <td></td> <td>Very High</td> <td></td> <td>Extreme</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Low		Moderate		High		Very High		Extreme
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
	Low		Moderate		High		Very High		Extreme													
Current Controls	Gage GR&R																					
Control Ranking	Define how effective the control is in containing each potential cause	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>High</td> <td></td> <td>Moderate</td> <td></td> <td>Low</td> <td></td> <td>Very Low</td> <td>Extremely Low</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			High		Moderate		Low		Very Low	Extremely Low
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
		High		Moderate		Low		Very Low	Extremely Low													

## ภาคผนวก ง

### ค่าผลการทดสอบสมมติฐานของปัจจัยทั้งหมด

- ตารางที่ ง.1 ผลทดสอบสมมติฐานของปัจจัยแผ่นบันทึกข้อมูลในการหมุนสกรูหลังการปรับ  
ดุล(Final Torque) โดยการใช้แรงในการหมุนสกรูก่อนปรับดุลที่ 0.4 และ 0.8  
in.lb
- ตารางที่ ง.2 ผลทดสอบสมมติฐานของปัจจัยการหมุนสกรูหลังการปรับดุล(Final Torque)มี  
ผลต่อค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล
- ตารางที่ ง.3 ผลทดสอบสมมติฐานของปัจจัยการหมุนสกรูหลังการปรับดุล(Final Torque)มี  
ผลต่อค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล
- ตารางที่ ง.4 ผลทดสอบสมมติฐานของปัจจัยการหมุนสกรูหลังการปรับดุล(Final Torque)มี  
ผลต่อค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล

ตารางที่ ง.1 ผลทดสอบสมมติฐานของปัจจัยแผ่นบันทึกข้อมูลในการหมุนสกรูหลังการปรับตุล (Final Torque) โดยการใช้แรงในการหมุนสกรูก่อนปรับตุลที่ 0.4 และ 0.8 in.lb

No.	Before final -T using Pre-T 0.4 in.lb	After final-T usagPre-T 0.4 in.lb	Delta. 4 in.lb	Before final -T using Pre-T 0.8 in.lb	After final-T usagPre-T 0.8 in.lb	Delta. 8 in.lb
1	-0.010	0.305	-0.315	0.057	0.056	0.001
2	-0.011	0.039	-0.049	0.052	0.060	-0.008
3	-0.018	0.165	-0.183	0.030	0.041	-0.012
4	0.025	0.106	-0.081	0.018	0.087	-0.069
5	0.057	0.349	-0.292	-0.002	0.018	-0.020
6	0.013	0.091	-0.078	0.010	0.146	-0.137
7	0.008	0.054	-0.046	0.014	-0.019	0.033
8	0.046	0.220	-0.174	0.030	0.075	-0.045
9	0.032	0.345	-0.313	-0.012	0.037	-0.049
10	0.044	0.017	0.027	0.027	0.036	-0.069
11	0.016	0.030	-0.014	-0.007	0.070	-0.077
12	0.042	0.069	-0.027	0.035	-0.064	0.099
13	-0.007	0.040	-0.047	0.033	0.101	-0.068
14	0.028	0.238	-0.210	0.034	0.028	0.007
15	0.056	0.094	-0.038	-0.021	-0.048	0.027
16	0.057	-0.230	0.287	0.052	0.052	0.000
17	0.039	0.004	0.036	0.020	0.019	0.000
18	0.020	0.170	-0.149	0.050	-0.044	0.094
19	-0.011	-0.126	0.114	0.062	0.007	0.055
20	0.034	0.027	0.006	-0.020	-0.040	0.020
21	0.036	0.162	-0.127	0.004	0.106	-0.102
22	0.073	0.236	-0.163	0.050	-0.011	0.061
23	0.028	0.286	-0.258	-0.013	0.069	-0.081
24	0.018	0.034	-0.017	0.022	0.018	0.004
25	0.033	0.327	-0.293	0.068	0.041	0.028
26	0.040	0.037	0.002	0.092	0.037	0.055
27	0.030	0.232	-0.202	0.029	-0.052	0.081
28	0.038	0.133	-0.095	-0.015	0.116	-0.131
29	0.012	0.203	-0.191	0.050	-0.051	0.102
30	0.062	0.213	-0.152	0.028	0.076	-0.049
31	0.035	-0.148	0.182	0.059	0.041	0.018
32	0.032	0.207	-0.175	0.030	-0.111	0.140
33	-0.013	0.119	-0.132	0.036	0.056	-0.020
34	0.018	0.158	-0.139	0.058	0.082	-0.024
35	0.075	0.094	-0.019	0.017	0.094	-0.077

ตารางที่ ง.2 ผลทดสอบสมมติฐานของปัจจัยการหมุนสกรูหลังการปรับดูล (Final Torque) มีผลต่อค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล

No.	Before Final Torque	After Final Torque	No.	Before Final Torque	After Final Torque
1	0.024	0.155	18	0.032	0.343
2	0.008	0.510	19	0.063	0.175
3	0.031	-0.053	20	0.040	0.142
4	0.039	0.274	21	0.072	0.319
5	0.004	0.054	22	0.056	0.037
6	0.009	-0.140	23	0.040	0.155
7	0.064	0.047	24	0.027	0.169
8	0.081	0.062	25	0.030	-0.063
9	0.031	-0.001	26	0.002	0.065
10	0.060	-0.036	27	-0.018	0.316
11	0.002	0.107	28	0.019	-0.163
12	0.010	0.211	29	-0.013	-0.178
13	0.025	0.121	30	0.039	0.081
14	0.002	0.061	31	0.036	0.200
15	0.066	0.162	32	0.037	0.226
16	0.067	0.192	33	0.041	0.250
17	0.016	0.313	34	0.053	0.206
			35	0.019	-0.144

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ ง.3 ผลทดสอบสมมติฐานของปัจจัยการหมุนสกรูหลังการปรับตุล (Final Torque) มีผลต่อค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล

No	Screw gap 3 mm	Screw gap 5 mm	No	Screw gap 3 mm	Screw gap 5 mm
1	0.237	0.241	19	0.116	0.153
2	0.106	0.255	20	0.168	0.178
3	0.169	0.265	21	0.179	0.195
4	0.141	0.269	22	0.087	0.201
5	0.169	0.267	23	0.131	0.242
6	0.159	0.148	24	0.071	0.109
7	0.142	0.209	25	0.152	0.297
8	0.146	0.262	26	0.094	0.205
9	0.102	0.196	27	0.163	0.112
10	0.124	0.108	28	0.110	0.117
11	0.273	0.103	29	0.090	0.199
12	0.214	0.145	30	0.132	0.149
13	0.207	0.260	31	0.131	0.002
14	0.098	0.075	32	0.117	0.330
15	0.128	0.124	33	0.193	0.235
16	0.146	0.220	34	0.121	0.184
17	0.195	0.211	35	0.110	0.206
18	0.153	0.113			

ศูนย์วิทยพัชกร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.4 ผลทดสอบสมมติฐานของปัจจัยการหมุนสกรูหลังการปรับดูล (Final Torque) มีผลต่อค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูล

No.	Golden Drive	Main Nest	Verify Nest	No.	Golden Drive	Main Nest	Verify Nest
1	0.097	0.134	0.127	11	0.001	0.009	0.004
2	0.289	0.301	0.258	12	0.265	0.246	0.260
3	0.203	0.157	0.256	13	0.411	0.421	0.431
4	0.145	0.156	0.135	14	0.432	0.479	0.480
5	0.328	0.342	0.318	15	0.306	0.297	0.374
6	0.003	0.012	0.017	16	0.014	0.027	0.010
7	0.157	0.146	0.137	17	0.156	0.147	0.135
8	0.244	0.237	0.221	18	0.112	0.109	0.103
9	0.019	0.037	0.007	19	0.251	0.257	0.212
10	0.257	0.249	0.277	20	0.413	0.379	0.375

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก จ

## ค่าผลการทดสอบการยืนยันผลการทดสอบ

ตารางที่ จ.1 ค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูลในขั้นตอนการยืนยันผลการทดลอง

0.077	0.094	0.080	0.028	0.151	0.068	0.093	0.175	0.203	0.082	0.193	0.156	0.105
0.037	0.061	0.225	0.061	0.077	0.094	0.145	0.074	0.035	0.015	0.126	0.090	0.033
0.081	0.126	0.118	0.048	0.060	0.088	0.073	0.136	0.065	0.114	0.131	0.025	0.127
0.076	0.065	0.166	0.119	0.014	0.106	0.133	0.174	0.092	0.086	0.170	0.146	0.139
0.162	0.047	0.083	0.029	0.112	0.074	0.065	0.194	0.036	0.025	0.194	0.089	0.100
0.050	0.234	0.063	0.144	0.130	0.139	0.097	0.114	0.088	0.127	0.061	0.059	0.009
0.056	0.095	0.162	0.062	0.205	0.065	0.125	0.088	0.076	0.004	0.062	0.050	0.166
0.169	0.080	0.125	0.132	0.230	0.095	0.003	0.121	0.131	0.161	0.072	0.116	0.194
0.186	0.080	0.034	0.090	0.132	0.067	0.207	0.090	0.091	0.008	0.144	0.082	0.087
0.007	0.024	0.072	0.064	0.195	0.101	0.069	0.170	0.034	0.142	0.121	0.072	0.041
0.170	0.069	0.054	0.097	0.171	0.081	0.093	0.177	0.082	0.170	0.310	0.048	0.155
0.120	0.029	0.228	0.122	0.101	0.014	0.118	0.004	0.125	0.093	0.172	0.093	0.112
0.145	0.063	0.093	0.095	0.111	0.091	0.067	0.192	0.166	0.204	0.145	0.173	0.164
0.085	0.035	0.050	0.112	0.030	0.085	0.169	0.042	0.100	0.061	0.170	0.110	0.111
0.041	0.320	0.113	0.080	0.167	0.059	0.095	0.031	0.202	0.122	0.089	0.042	0.162
0.163	0.126	0.166	0.059	0.123	0.170	0.071	0.036	0.160	0.094	0.143	0.112	0.089
0.076	0.032	0.067	0.200	0.170	0.147	0.069	0.125	0.195	0.136	0.201	0.147	0.127
0.078	0.025	0.031	0.134	0.040	0.070	0.133	0.039	0.083	0.169	0.147	0.053	0.062
0.149	0.077	0.156	0.018	0.107	0.087	0.163	0.150	0.087	0.099	0.137	0.107	0.106
0.182	0.170	0.101	0.062	0.052	0.065	0.166	0.034	0.230	0.078	0.125	0.086	0.083
0.131	0.100	0.145	0.176	0.052	0.030	0.060	0.033	0.039	0.208	0.149	0.109	0.093
0.182	0.045	0.128	0.208	0.099	0.130	0.103	0.177	0.136	0.104	0.037	0.051	0.162
0.002	0.190	0.169	0.139	0.263	0.099	0.118	0.115	0.052	0.104	0.047	0.046	0.113
0.099	0.135	0.095	0.087	0.086	0.141	0.162	0.115	0.125	0.070	0.128	0.041	0.113
0.044	0.146	0.149	0.040	0.043	0.052	0.150	0.107	0.099	0.118	0.091	0.124	0.002
0.068	0.188	0.198	0.113	0.064	0.195	0.164	0.182	0.117	0.175	0.110	0.138	0.107
0.100	0.127	0.101	0.163	0.035	0.118	0.012	0.132	0.035	0.028	0.072	0.154	0.130
0.083	0.219	0.170	0.098	0.084	0.068	0.113	0.164	0.153	0.062	0.181	0.175	0.122
0.011	0.051	0.194	0.126	0.081	0.050	0.100	0.090	0.141	0.162	0.023	0.092	0.141

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.1 ค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกรหัสข้อมูลในขั้นตอนการยืนยันผลการทดลอง (ต่อ)

0.148	0.136	0.169	0.061	0.097	0.084	0.145	0.070	0.172	0.160	0.123	0.030	0.161
0.088	0.125	0.195	0.081	0.053	0.174	0.103	0.083	0.035	0.150	0.177	0.194	0.067
0.093	0.035	0.011	0.229	0.083	0.143	0.099	0.086	0.032	0.153	0.136	0.084	0.121
0.061	0.052	0.028	0.030	0.150	0.025	0.064	0.126	0.062	0.097	0.063	0.057	0.147
0.213	0.107	0.097	0.124	0.160	0.088	0.210	0.104	0.066	0.022	0.106	0.129	0.085
0.120	0.296	0.110	0.181	0.191	0.036	0.119	0.196	0.027	0.111	0.126	0.037	0.150
0.051	0.050	0.045	0.147	0.114	0.049	0.116	0.141	0.195	0.090	0.099	0.101	0.125
0.091	0.127	0.088	0.135	0.182	0.018	0.229	0.089	0.193	0.047	0.137	0.119	0.069
0.078	0.043	0.085	0.126	0.062	0.080	0.096	0.044	0.060	0.129	0.030	0.169	0.072
0.058	0.174	0.119	0.123	0.016	0.058	0.025	0.029	0.132	0.175	0.109	0.130	0.125
0.136	0.095	0.107	0.032	0.063	0.118	0.111	0.093	0.147	0.104	0.126	0.095	0.114
0.159	0.093	0.216	0.180	0.199	0.087	0.082	0.102	0.141	0.078	0.116	0.170	0.193
0.125	0.074	0.070	0.149	0.148	0.082	0.075	0.163	0.051	0.138	0.075	0.225	0.078
0.106	0.098	0.063	0.076	0.015	0.109	0.179	0.191	0.045	0.141	0.120	0.118	0.098
0.086	0.172	0.117	0.122	0.060	0.182	0.029	0.164	0.060	0.169	0.155	0.043	0.185
0.024	0.082	0.185	0.103	0.165	0.126	0.057	0.077	0.116	0.052	0.107	0.111	0.023
0.048	0.046	0.194	0.141	0.085	0.133	0.013	0.056	0.192	0.111	0.170	0.168	0.031
0.110	0.091	0.102	0.069	0.002	0.199	0.053	0.144	0.105	0.064	0.095	0.116	0.087
0.097	0.100	0.092	0.141	0.116	0.077	0.014	0.103	0.167	0.118	0.122	0.194	0.056
0.110	0.132	0.184	0.088	0.083	0.092	0.030	0.124	0.162	0.070	0.312	0.034	0.096
0.014	0.125	0.021	0.121	0.059	0.113	0.134	0.170	0.141	0.106	0.092	0.163	0.141
0.114	0.034	0.046	0.136	0.197	0.004	0.028	0.114	0.030	0.078	0.031	0.075	0.160
0.136	0.192	0.088	0.209	0.079	0.049	0.177	0.190	0.039	0.140	0.074	0.030	0.066
0.143	0.145	0.121	0.105	0.108	0.187	0.215	0.072	0.166	0.122	0.101	0.181	0.134
0.077	0.009	0.025	0.241	0.123	0.037	0.072	0.078	0.045	0.083	0.075	0.043	0.162
0.103	0.107	0.023	0.175	0.094	0.080	0.013	0.101	0.024	0.051	0.086	0.088	0.106
0.100	0.142	0.041	0.022	0.119	0.145	0.090	0.051	0.118	0.036	0.080	0.128	0.241
0.134	0.027	0.097	0.053	0.115	0.149	0.030	0.101	0.160	0.161	0.095	0.142	0.139
0.081	0.050	0.105	0.082	0.045	0.044	0.067	0.069	0.059	0.097	0.023	0.173	0.102

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.1 ค่าความสมดุลของแผ่นบันทึกรายข้อมูลในขั้นตอนการยืนยันผลการทดลอง (ต่อ)

0.209	0.025	0.148	0.176	0.025	0.196	0.088	0.045	0.138	0.054	0.066	0.152	0.109
0.119	0.108	0.094	0.122	0.147	0.129	0.065	0.095	0.069	0.146	0.147	0.161	0.076
0.035	0.043	0.057	0.215	0.030	0.148	0.130	0.166	0.086	0.119	0.032	0.059	0.178
0.039	0.117	0.119	0.057	0.030	0.028	0.111	0.054	0.183	0.108	0.055	0.145	0.068
0.064	0.098	0.096	0.144	0.250	0.047	0.026	0.073	0.097	0.202	0.144	0.140	0.095
0.061	0.111	0.102	0.087	0.186	0.117	0.077	0.028	0.054	0.146	0.056	0.137	0.174
0.170	0.132	0.028	0.107	0.110	0.057	0.094	0.133	0.103	0.048	0.130	0.103	0.112
0.133	0.093	0.084	0.067	0.164	0.135	0.088	0.191	0.072	0.116	0.097	0.026	0.110
0.025	0.128	0.086	0.114	0.144	0.117	0.047	0.115	0.168	0.057	0.073	0.178	0.016
0.157	0.147	0.132	0.035	0.046	0.141	0.055	0.082	0.007	0.074	0.085	0.140	0.139
0.070	0.061	0.188	0.025	0.115	0.055	0.044	0.204	0.075	0.100	0.036	0.004	0.089
0.062	0.095	0.109	0.122	0.188	0.071	0.075	0.025	0.067	0.193	0.076	0.106	0.074
0.081	0.077	0.204	0.068	0.022	0.060	0.108	0.097	0.126	0.008	0.223	0.026	0.042
0.170	0.116	0.077	0.037	0.073	0.065	0.076	0.062	0.042	0.108	0.128	0.097	0.104
0.064	0.165	0.116	0.119	0.117	0.174	0.081	0.178	0.094	0.062	0.003	0.210	0.122
0.000	0.014	0.155	0.220	0.097	0.090	0.143	0.088	0.037	0.167	0.116	0.132	0.135
0.225	0.110	0.139	0.168	0.116	0.101	0.105	0.143	0.046	0.148	0.179	0.168	0.168
0.140	0.164	0.122	0.153	0.230	0.119	0.162	0.139	0.025	0.135	0.008	0.170	0.159
0.104	0.111	0.077	0.203	0.179	0.129	0.104	0.044	0.051	0.061	0.058	0.155	0.132
0.064	0.104	0.075	0.031	0.057	0.077	0.147	0.116	0.114	0.221	0.122	0.108	0.037
0.036	0.132	0.215	0.191	0.149	0.098	0.129	0.146	0.075	0.076	0.156	0.106	0.163
0.130	0.191	0.161	0.109	0.172	0.143	0.027	0.059	0.146	0.094	0.122	0.089	0.043
0.099	0.190	0.025	0.077	0.162	0.137	0.063	0.086	0.171	0.043	0.065	0.089	0.176
0.077	0.030	0.134	0.196	0.083	0.104	0.126	0.110	0.146	0.070	0.130	0.043	0.104
0.123	0.125	0.180	0.025	0.062	0.124	0.118	0.120	0.215	0.090	0.117	0.048	0.120
0.044	0.163	0.025	0.047	0.074	0.187	0.047	0.144	0.134	0.078	0.155	0.095	0.026
0.245	0.160	0.082	0.030	0.159	0.066	0.043	0.194	0.030	0.088	0.026	0.115	0.053
0.094	0.140	0.041	0.054	0.152	0.135	0.145	0.110	0.142	0.125	0.102	0.104	
0.091	0.134	0.153	0.131	0.139	0.212	0.118	0.200	0.113	0.085	0.081	0.045	

  

0.171	0.017	0.147	0.179	0.008	0.186	0.121	0.109	0.062	0.079	0.132	0.069	
0.096	0.163	0.110	0.086	0.149	0.069	0.028	0.049	0.136	0.037	0.073	0.160	
0.090	0.098	0.074	0.150	0.173	0.065	0.153	0.058	0.189	0.068	0.128	0.109	
0.143	0.124	0.310	0.135	0.148	0.127	0.220	0.108	0.056	0.149	0.191	0.073	
0.054	0.156	0.092	0.177	0.069	0.110	0.109	0.022	0.089	0.150	0.105	0.171	

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายปรีชา สุดาทิพย์ เกิดเมื่อวันที่ 12 มิถุนายน พ.ศ. 2516 ที่จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษาระดับปริญญา สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2542 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2545



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย