

การลดอัตราของเสียเนื่องจากความสูงเฮดลิฟของฮาร์ดไดรฟ์
โดยใช้แนวทางซิกซ์ ซิกมา



นาย สันธนะ ทัศนสันต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

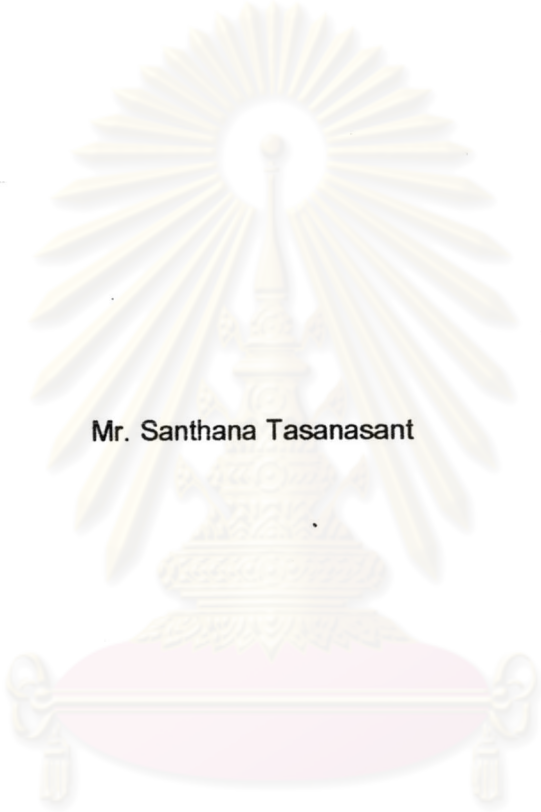
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-53-2284-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEFECTIVE RATE REDUCTION IN HEAD LIFT STEP HEIGHT OF HARD DRIVE
BY SIX SIGMA APPROACH



Mr. Santhana Tasanasant

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-53-2284-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การลดอัตราของเสียเนื่องจากความสูงเสดลิฟของฮาร์ดไดรฟ์
โดยใช้แนวทาง ซิกซ์ ซิกมา

โดย

นายสันธนะ ทศนสันต์

สาขาวิชา

วิศวกรรมอุตสาหการ

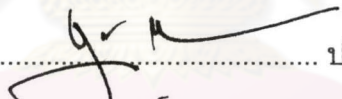
อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชูติมา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเวช ชาญสง่าเวช)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชูติมา)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เกาประเสริฐวงศ์)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.นภัสดวงศ์ ไอสถศิลาปี)

สันธนะ ทศนสันต์ : การลดอัตราของเสียเนื่องจากความสูงเฮดลิฟของฮาร์ดไดรฟ์โดยใช้
แนวทางซิกซ์ ซิกมา (DEFECTIVE RATE REDUCTION IN HEAD LIFT STEP HEIGHT
OF HARD DRIVE BY SIX SIGMA APPROACH) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ปารเมศ ชูติมา,
94 หน้า. ISBN 974-53-2284-9

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากค่าความสูงเฮดลิฟของ
แขนจับหัวอ่านไม่ได้ความสูงตามข้อกำหนดของลูกค้า และปรับปรุงกระบวนการผลิต ให้สามารถ
ผลิตงานที่มีคุณภาพมากขึ้นโดยวัดจากค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการหรือ Ppk ให้มีค่า
มากกว่าหรือเท่ากับ 1.00 โดยในการลดของเสียและปรับปรุงคุณภาพจะใช้แนวทางซิกซ์ ซิกมา มา
ช่วยในการแก้ปัญหาโดยเมื่อเริ่มต้นงานวิจัย มีปริมาณของเสียเท่ากับ 14,147 ชิ้นในหนึ่งล้านชิ้น
(Defect Part Per Million : DPPM) และมีค่า Ppk เท่ากับ 0.79

การแก้ปัญหานี้จะใช้แนวทางซิกซ์ ซิกมา ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน เริ่มจากการนิยามปัญหา
(Define Phase) เพื่อกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน ต่อมาเป็นขั้นตอนการวัด
เพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure Phase) และการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze
Phase) ซึ่งพบ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความสูงเฮดลิฟคือ ความสูงของ Dimple, ระยะเวลาของ Lift Tab
และความสูงของ Spherical ต่อมาในขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve Phase)
จะได้ค่าที่เหมาะสมสำหรับการผลิต นั่นคือ ความสูงของ Dimple เท่ากับ 0.150 +/- 0.006 ม.ม.,
ระยะเวลาของ Lift Tab เท่ากับ 0.391 +/- 0.010 ม.ม. และความสูงของ Spherical เท่ากับ 0.220 +/-
0.006 ม.ม. จากนั้นจึงนำไปทดสอบเพื่อยืนยันผลก่อนนำไปใช้งานจริงในกระบวนการผลิต และ
ทำการกำหนดระบบการควบคุมปัจจัยทั้งสามเหล่านั้น ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายตามแนวทาง
ซิกซ์ ซิกมา

ภายหลังการปรับปรุงกระบวนการไม่พบค่าของเสีย และค่า Ppk เท่ากับ 1.41 ซึ่งบรรลุ
วัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา 2547

ลายมือชื่อนิสิต ³คิงน. ทักกัน วัลย์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4571474021 : MAJOR INDUSTRY ENGINEERING

KEY WORD : SIX SIGMA / HEAD LIFT STEP HEIGHT/ SUSPENSION IN HARD DISK / DEFECT PART PER MILLION / DEFINE PHASE / MEASURE PHASE / ANALYZE PHASE / IMPROVE PHASE / CONTROL PHASE

SANTHANA TASANASANT : DEFECTIVE RATE REDUCTION IN HEAD LIFT STEP HEIGHT OF HARD DRIVE BY SIX SIGMA APPROACH : THESIS ADVISOR : ASST. PROF. DR. PARAMES CHUTIMA, 94 pp. ISBN 974-53-2284-9

The objective of this research is to reduce a number of suspensions defect which have head lift step height out of product specification limit and improve process capability (Ppk) to be equal or greater than 1.00 by applying Six Sigma methodology. Current process has 14,147 Defect Part Per Million (DPPM) and 0.79 Ppk.

The step of problem solving will follow five-phase improvement model of Six Sigma methodology which begins with define phase, measure phase, analyze phase. After finishing analyze phase, found three key process input variables (KPIVs) which are Dimple height, Lift tab distant and Spherical height. Next step will be optimize phase to optimize these KPIVs for getting the best of head lift step height. The optimum setting are Dimple height 0.150 +/- 0.006 mm., Lift tab distant 0.391 +/- 0.010 mm. and Spherical height 0.220 +/- 0.006 mm. After that pre-running in order to confirm the result before applying in production line. Then setting the control system for three KPIVs in control phase which is the last step of Six Sigma methodology.

After process improvement, not found number of defect and get Ppk equal to 1.41 that archive project target.

Department Industrial Engineering
Field of study Industrial Engineering
Academic year 2004

Student's signature
Advisor's signature
Co-advisor's signature

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๔
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๕
กิตติกรรมประกาศ.....	๖
สารบัญ.....	๗
สารบัญตาราง.....	๘
สารบัญรูป.....	๙
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.5 ขอบเขตการศึกษาวิจัย.....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	5
บทที่ 2 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความรู้เกี่ยวกับฮาร์ดไดรฟ์.....	7
2.2 ความรู้เกี่ยวกับแขนจับหัวอ่าน.....	8
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
3.1 Define phase (การกำหนดปัญหาและขอบเขตของโครงการ).....	14
3.2 Measurement phase (การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา).....	14
3.3 Analyze phase (การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา).....	17
3.4 Improve phase (การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ).....	18
3.5 Control phase (การควบคุมตัวแปรต่างๆ).....	18
บทที่ 4 การนิยามปัญหา	
4.1 บทนำ.....	19
4.2 ที่มาของปัญหา.....	19

4.3 วัตถุประสงค์ของการทดลอง.....	19
4.4 เป้าหมายในการปรับปรุง.....	19
4.5 หน่วยวัดผล.....	20
4.6 ขอบเขตในการดำเนินการ.....	20
4.7 ระยะเวลาในการดำเนินการ.....	20
4.8 การกำหนดสมาชิก.....	20
บทที่ 5 การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา	
5.1 การศึกษากระบวนการผลิตแขนจับหัวอ่าน.....	22
5.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยผังแสดงเหตุและผล	31
5.3 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA).....	35
5.4 การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด.....	38
5.6 สรุปผลขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา.....	40
บทที่ 6 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	
6.1 บทนำ.....	41
6.2 การทดสอบสมมติฐาน.....	41
6.3 สรุปผลขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา.....	60
บทที่ 7 การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ	
7.1 บทนำ.....	61
7.2 แบบการทดลอง.....	61
7.3 ปัจจัยนำเข้าและระดับของปัจจัยในการทดลอง.....	62
7.4 การเตรียมการทดลอง.....	63
7.5 ขั้นตอนในการทดลอง.....	63
7.6 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	65
7.7 การทดสอบยืนยันผล.....	77
7.8 สรุปผลขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ.....	79

บทที่ 8 การควบคุมกระบวนการผลิต

8.1 บทนำ.....	81
8.2 แผนการควบคุม.....	81
8.3 ข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต.....	85
8.4 สรุปขั้นตอนการควบคุมกระบวนการผลิต.....	85

บทที่ 9 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

9.1 บทนำ.....	87
9.2 บทสรุปขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา.....	87
9.3 บทสรุปขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา.....	88
9.4 บทสรุปขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ.....	88
9.5 บทสรุปขั้นตอนการควบคุมกระบวนการผลิต.....	89
9.6 ข้อจำกัดในงานวิจัย.....	90
9.7 ข้อเสนอแนะ.....	90
9.8 ประโยชน์ของซิกซ์ ซิกมา เมื่อเปรียบเทียบกับ TQM.....	91
รายการอ้างอิง.....	92
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	94

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ.....	20
ตารางที่ 5.1 ตาราง Cause & Effect.....	32
ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA).....	36
ตารางที่ 5.3 ตาราง ANOVA ของการศึกษา GR&R ของการวัดความสูง Head Lift.....	39
ตารางที่ 5.4 ผลการประเมินความผันแปรของการวัดความสูง Head Lift.....	39
ตารางที่ 6.1 ระดับของปัจจัยต่างๆที่จะทำการทดสอบ.....	41
ตารางที่ 6.2 ผลการคำนวณหาขนาดตัวอย่าง.....	43
ตารางที่ 6.3 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่เกิดจากความสูงของ Dimple ที่ระดับ 0.145 ม.ม. และ 0.155 ม.ม.....	47
ตารางที่ 6.4 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยความสูง Head Lift ที่เกิดจากความสูงของ Dimple ที่ระดับ 0.145 ม.ม. และ 0.155 ม.ม.....	47
ตารางที่ 6.5 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่เกิดจากมุม Pitch ที่ -0.30 องศาและ 0.00 องศา.....	50
ตารางที่ 6.6 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยความสูง Head Lift ที่เกิดจากมุม Pitch ที่ -0.30 องศาและ 0.00 องศา.....	50
ตารางที่ 6.7 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่เกิดจากมุม Arm ที่ -0.20 องศาและ 0.00 องศา.....	53
ตารางที่ 6.8 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยความสูง Head Lift ที่เกิดจากมุม Pitch ที่ -0.20 องศาและ 0.00 องศา.....	53
ตารางที่ 6.9 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่ระยะ Lift Tab เท่ากับ 0.370 ม.ม. และ 0.400 ม.ม.	56
ตารางที่ 6.10 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยความสูง Head Lift ที่ระยะ Lift Tab เท่ากับ 0.370 ม.ม. และ 0.400 ม.ม.....	56
ตารางที่ 6.11 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่เกิดจากความสูง Spherical ที่ระดับ 0.205 ม.ม. และ 0.220 ม.ม.....	59
ตารางที่ 6.12 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยความสูง Head Lift ที่เกิดจากความสูงของ Spherical ที่ระดับ 0.205 ม.ม. และ 0.220 ม.ม.....	59
ตารางที่ 7.1 Design Matrix.....	62
ตารางที่ 7.2 ระดับของปัจจัยที่จะทำการทดลอง.....	63

ตารางที่ 7.3	แผนการทดลอง.....	64
ตารางที่ 7.4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน.....	66
ตารางที่ 7.5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบลดรูป.....	67
ตารางที่ 7.6	แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น.....	71
ตารางที่ 8.1	แผนการควบคุมปัจจัยนำเข้า.....	84



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1	ที่פקขณะที่ไม่ได้ทำการอ่านเขียนแบบเก่าและแบบใหม่.....	2
รูปที่ 1.2	การพักของแขนจับหัวอ่านเมื่อไม่ถูกใช้งานใน ฮาร์ดไดรฟ์ รุ่นใหม่.....	2
รูปที่ 1.3	Head Lift Step Height.....	2
รูปที่ 1.4	ความสามารถของกระบวนการของ Head Lift Step Height.....	3
รูปที่ 2.1	ส่วนประกอบต่างๆของฮาร์ดไดรฟ์.....	7
รูปที่ 2.2	ส่วนประกอบของแขนจับหัวอ่าน ก) Base Plate ข) Arm ค) Hinge และ ง) Trace Laminated Gimbal.....	9
รูปที่ 2.3	แขนจับหัวอ่านที่ผลิตเสร็จ.....	10
รูปที่ 5.1	แขนจับหัวอ่านในรุ่นต่างๆ.....	22
รูปที่ 5.2	ชิ้นงานและส่วนประกอบต่างๆ.....	23
รูปที่ 5.3	แผนผังกระบวนการผลิต.....	24
รูปที่ 5.4	เครื่องขึ้นรูปชิ้นงาน (Janome machine).....	25
รูปที่ 5.5	รหัสบาร์โค้ดบนแผ่นงาน.....	25
รูปที่ 5.6	TG ที่อยู่บนโครงเฟรม.....	26
รูปที่ 5.7	TG แต่ละตัวที่หลุดออกจากโครงเฟรม.....	27
รูปที่ 5.8	เครื่องเชื่อมด้วยแสงเลเซอร์.....	28
รูปที่ 5.9	ชิ้นงานหลังเชื่อมเสร็จ.....	28
รูปที่ 5.10	ชิ้นงานที่ขึ้นรูปแล้วมีลักษณะงอขึ้น.....	29
รูปที่ 5.11	เครื่องจักร “ Cpk enhancement “	30
รูปที่ 5.12	การตัดแยกชิ้นงานเป็นตัว.....	31
รูปที่ 5.13	กราฟพาเรโตสรุปปัจจัยนำเข้าที่ได้จาก Cause & Effect Matrix.....	34
รูปที่ 5.14	กราฟพาเรโตสรุปปัจจัยที่ได้จาก FMEA.....	38
รูปที่ 6.1	ขั้นตอนในการทดลองปัจจัยความสูงของ Dimple, มุมของ Arm, ระยะของ Lift Tab และความสูงของ Spherical.....	44
รูปที่ 6.2	ขั้นตอนในการทดลองปัจจัยค่ามุม Pitch ของตัวงาน.....	45
รูปที่ 6.3	กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ที่ความสูง Dimple 0.145 ม.ม.....	46
รูปที่ 6.4	กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ที่ความสูง Dimple 0.155 ม.ม.....	46

รูปที่ 6.5	กราฟ Box plot แสดงการเปรียบเทียบความสูง Head Lift ที่ความสูง Dimple 2 ระดับ.....	48
รูปที่ 6.6	กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีมุม Pitch -0.30 องศา.....	49
รูปที่ 6.7	กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีมุม Pitch 0.00 องศา.....	49
รูปที่ 6.8	กราฟ Box plot แสดงการเปรียบเทียบความสูง Head Lift ที่มีมุม Pitch 2 มุม.....	51
รูปที่ 6.9	กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีมุม Arm -0.20 องศา.....	52
รูปที่ 6.10	กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีมุม Arm 0.00 องศา.....	52
รูปที่ 6.11	กราฟ Box plot แสดงการเปรียบเทียบความสูง Head Lift ที่มีมุม Arm 2 มุม.....	54
รูปที่ 6.12	กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ที่ระยะ Lift Tab 0.370 ม.ม.....	55
รูปที่ 6.13	กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ที่ระยะ Lift Tab 0.400 ม.ม.....	55
รูปที่ 6.14	กราฟ Box plot แสดงการเปรียบเทียบความสูง Head Lift ที่ความสูง Tip Tap 2 ระดับ.....	57
รูปที่ 6.15	กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ที่ความสูง Spherical 0.205 ม.ม.....	58
รูปที่ 6.16	กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ที่ความสูง Spherical 0.220 ม.ม.....	58
รูปที่ 6.17	กราฟ Box plot แสดงการเปรียบเทียบความสูง Head Lift ที่ Spherical 2 ระดับ.....	60
รูปที่ 7.1	ขั้นตอนในการทดลอง.....	65
รูปที่ 7.2	แผนภูมิพาเรโตแสดงอิทธิพลของเทอมปัจจัยที่เกี่ยวข้อง.....	66
รูปที่ 7.3	กราฟแสดงการกระจายของค่าเศษเหลือ.....	68
รูปที่ 7.4	แผนภาพแสดงความสัมพันธ์เศษเหลือและลำดับการทดลอง.....	69
รูปที่ 7.5	แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ค่าเศษเหลือและค่า Fitted value.....	70
รูปที่ 7.6	แสดงการหาค่าของปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสม.....	72
รูปที่ 7.7	แสดงความสัมพันธ์ความสูง Head Lift กับปรับปัจจัยนำเข้า.....	72
รูปที่ 7.8	แผนภาพแสดงการกระจายของความสูง Dimple.....	73
รูปที่ 7.9	แผนภาพแสดงการกระจายของระยะ Lift Tab.....	74
รูปที่ 7.10	แผนภาพแสดงการกระจายของความสูง Spherical.....	75
รูปที่ 7.11	แสดงค่าความสูง Head Lift จากเหตุการณ์เลวร้ายด้านต่ำ.....	76
รูปที่ 7.12	แสดงค่าความสูง Head Lift จากเหตุการณ์เลวร้ายด้านสูง.....	76
รูปที่ 7.13	แผนภาพแสดงขั้นตอนในการทดสอบยืนยันผล.....	78
รูปที่ 7.14	แผนภาพการศึกษาความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการ.....	79

	หน้า
รูปที่ 8.1 ลักษณะของข้อมูลในแผนภูมิควบคุมที่ออกนอกการควบคุม.....	83
รูปที่ 8.2 ความสามารถของกระบวนการของความสูง Head Lift หลังการปรับปรุง.....	85



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย