การประยุกต์เทคนิคแผนผังสายธารคุณค่า เพื่อปรับปรุงกระบวนงาน
: กรณีศึกษาผู้ผลิตวงล้อรถยนต์

นางสาวธยานี ตั้งวงศ์ศิริ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLICATION OF VALUE STREAM MAPPING TECHNIQUE FOR PROCESS IMPROVEMENT : CASE OF AN ALLOY-WHEEL MANUFACTURER

Miss Thayanee Tangwongsiri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Logistics Management

(Interdisciplinary Program)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

491613

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์เทคนิคแผนผังสายธารคุณค่า เพื่อปรับปรุงกระบวนงาน กรณีศึกษาผู้ผลิตวงล้อรถยนต์
โดย	นางสาวธยานี ตั้งวงศ์ศิริ
สาขาวิชา	การจัดการด้านโลจิสติกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ม.ร.ว.กัลยา ติงศภัทิย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. พงศา พรชัยวิเศษกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. วิทยา สุหฤทดำรง)

ธยานี ตั้งวงศ์ศิริ : การประยุกต์เทคนิคแผนผังสายธารคุณค่า เพื่อปรับปรุงกระบวนงาน กรณีศึกษาผู้ผลิตวงล้อรถยนต์ (APPLICATION OF VALUE STREAM MAPPING TECHNIQUE FOR PROCESS IMPROVEMENT: CASE OF AN ALLOY-WHEEL MANUFACTURER) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์, 147 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษากระบวนการการผลิตวงล้อรถยนต์ เพื่อกำจัดกิจกรรมที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตด้วยกรอบความคิดระบบการผลิตแบบลีน ด้วยการเขียนแผนผังสายธารคุณค่าตั้งแต่การรับวัตถุดิบจากซัพพลายเออร์ ไปจนถึงการจัดส่งสินค้าไปให้ลูกค้า แต่เดิมบริษัทใช้นโยบายการผลิตแบบผลักโดยทำการผลิตตามตารางที่วางแผนไว้ล่วงหน้าเป็นรายเดือน จึงเกิดสต็อกสินค้ามากเกินไป เพื่อรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการของลูกค้า

การศึกษาได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม iGrafx® Process™ 2006 ในการเขียนแผนผังสายธารคุณค่า ซึ่งผลการศึกษาแสดงว่า ปัจจุบันรอบเวลาในการผลิตรวม เท่ากับ 54 นาที และเวลานำที่ใช้ในสายธารคุณค่าเท่ากับ 120 วัน จึงต้องกำจัดกิจกรรมที่ไม่ถือเป็นการเพิ่มคุณค่าออกไปเพื่อให้อัตราการผลิตสอดคล้องกับอัตราการขายสินค้า โดยใช้เครื่องมือการผลิตแบบลีนมาปรับปรุง ประกอบด้วย วิธีการปรับตั้งเครื่องจักร การใช้ซูเปอร์มาร์เก็ต การทำงานที่เป็นมาตรฐาน การผลิตแบบเซลล์ การใช้ "คันบัง" และการใช้ "ไคเซ็น" แนวทางการปรับปรุงที่นำเสนอคาดว่าจะสามารถลดเวลานำรวมได้ 89% และรอบเวลาในการผลิตรวมเหลือเพียง 24 นาที ซึ่งมีผลทำให้สินค้าคงคลังระหว่างทางลดลง 89% และปริมาณสินค้าสำเร็จรูปคงคลังลดลง 90%

สาขาวิชา การจัดการด้านโลจิสติกส์ ลายมือชื่อนิสิต.....ธยานี ตั้งวงศ์ศิริ.....

ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4789091620 : MAJOR LOGISTICS MANAGEMENT
KEY WORD: VALUE STREAM MAPPING / LEAN MANUFACTURING / ALLOY-WHEEL INDUSTRY

THAYANEE TANGWONGSIRI : APPLICATION OF VALUE STREAM MAPPING TECHNIQUE FOR PROCESS IMPROVEMENT: CASE OF AN ALLOY-WHEEL MANUFACTURER. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SOMPONG SIRISOPONSILP, Ph.D., 147 pp.

The objective of this research is to investigate a selected Alloy Wheel production process in order to eliminate the process wastes. The lean manufacturing framework is adopted to enhance the efficiency of the production process with the application of the "Value Stream Mapping" to map the process from the receiving of raw materials from suppliers to the delivery of products to customers. The company has operated under the "Push" system and the products have been produced according to the monthly production plans, resulting in substantial overstocks in coping with changes in customers' needs.

The study applies the program iGrafx®Process™2006 to complete the "Value Stream Mapping". The results of the study show that the total processing time is only 54 minutes while the total lead time in the value steam reaches 120 days. There is a need to eliminate non-value-added activities to enable the company to effectively match its production with the customers' needs. The lean tools recommended for improving the process include the quick changeover, the supermarket, the standardized work, the cellular manufacturing, the use of "Kanban", the use of "Kaizen". These improvement initiatives would likely lead to a 89% reduction in total lead time, total processing time of 24 minutes, a 89% reduction in work-in-process stock, and a 90% reduction in finished goods stock.

Field of study Logistics Management Student's signature Thayanee T.

Academic year 2006 Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ข้าพเจ้าได้รับความรู้ประสบการณ์เพิ่มเติมหลายอย่าง ทั้งในเรื่องเนื้อหาที่ข้าพเจ้าใช้ทำวิจัย การได้เรียนรู้ถึงการลำดับความสำคัญของความคิดเป็นขั้นเป็นตอน การรู้ถึงผลของความทุ่มเท และตั้งใจทำอย่างเต็มที่ ทำให้ข้าพเจ้าเรียนรู้ถึงคุณค่าในการทำวิทยานิพนธ์อย่างแท้จริง และวิทยานิพนธ์เล่มนี้คงไม่สำเร็จถ้าไม่ได้รับความช่วยเหลือ คำสอนสั่ง คำแนะนำ จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ. ดร. พงศา พรชัยวิเศษกุล และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร. วิทยา สุหฤทดำรง ที่ได้ให้คำแนะนำ และแหล่งข้อมูลอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งกับงานวิจัย และขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสาทวิชาให้แก่ข้าพเจ้า และบริษัทกรณีศึกษา ที่เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าศึกษาปฏิบัติงาน อันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นอกจากนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ และเพื่อนๆ พี่ๆ สหสาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ทุกคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพู่ ที่คอยชี้แนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ ขอบคุณพี่แทน และเพื่อนๆ ที่ทำงานทุกคน สำหรับความห่วงใย คำแนะนำดีๆ ตลอดเวลาในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ที่ขาดมิได้ ขอขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้า และเจโร่ ที่คอยห่วงใย ส่งเสริม และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมาให้กับข้าพเจ้าในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ... จ

กิตติกรรมประกาศ... ฉ

สารบัญ... ช

สารบัญตาราง... ฌ

สารบัญภาพ... ฎ

บทที่

1 บทนำ... 1

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา... 1

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย... 6

1.3 ขอบเขตของการทำวิจัย... 6

1.4 ขั้นตอน และวิธีดำเนินการวิจัย... 6

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิจัย... 7

2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย... 8

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการผลิตแบบลีน... 8

2.2 Monden (1993) เสนอว่าอุตสาหกรรมการผลิตมักประสบปัญหาความสูญเปล่า 7 ประการ... 11

2.3 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการผลิตแบบลีน... 14

2.4 เทคนิคการใช้ Value Stream Mapping (VSM)... 16

2.5 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคการเขียนแผนผังสายธารคุณค่า (VSM)... 20

2.6 เครื่องมือในการปฏิบัติไปสู่การผลิตแบบลีน (แผนภาพที่ 2.2)... 25

3 สถานการณ์กระบวนการผลิตปัจจุบันของกรณีศึกษา... 31

3.1 ลักษณะสินค้า และปัญหาที่เกิดในกระบวนการผลิตปัจจุบัน... 32

3.2 ศึกษาความต้องการของลูกค้า (Customer Requirement)... 40

บทที่ หน้า

3.3 กำหนดตระกูลของสินค้า (Product Family)..... 41

3.4 วาดแผนผังกระบวนการผลิตสภาวการณ์ปัจจุบัน (Current State Mapping)..... 42

3.5 สรุปจากแผนผังกระบวนการผลิตในสภาวการณ์ปัจจุบัน..... 55

4 ตัวชี้วัดการวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา และแผนผังกระบวนการผลิตในอนาคตของกรณีศึกษา..... 60

4.1 ตัวชี้วัดความสามารถในการแข่งขัน..... 61

4.2 การกำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ..... 63

4.3 กำหนดมาตรวัดของลีน (Lean Metrics)..... 67

4.4 กำหนดวิธีการปรับปรุงที่จะนำไปประยุกต์เขียนแผนผังสภาวการณ์อนาคต..... 75

4.5 เขียนแผนผังสภาวการณ์อนาคต (Future state mapping)..... 84

4.6 เปรียบเทียบแผนผังสภาวการณ์ปัจจุบัน และอนาคต..... 128

5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 132

5.1 สรุปผลการศึกษา..... 132

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 134

รายการอ้างอิง..... 137

ภาคผนวก..... 140

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 147

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.1	ประเภทของสินค้าในอุตสาหกรรมการผลิตวงล้อรถยนต์แยกตามลักษณะการใช้งาน	3
ตารางที่ 1.2	จำนวนสินค้าคงคลัง ณ สิ้นเดือน เมษายน 2549 จำนวนยอดขายรวมของสินค้า ยอดขายสินค้าเฉลี่ยต่อเดือน และรายรับรวมจากการขายสินค้า ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2548 ถึง เดือนเมษายน 2549	5
ตารางที่ 2.1	ตารางเปรียบเทียบระดับของความสูญเปล่า	13
ตารางที่ 2.2	ตารางเปรียบเทียบแต่ละเทคนิควิเคราะห์ กับระดับการวิเคราะห์การกำจัดความสูญเปล่าแต่ละด้าน	20
ตารางที่ 3.1	ปัญหาจากการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 6 เดือน (พฤศจิกายน 2548 ถึง เมษายน 2549)	39
ตารางที่ 3.2	แสดงยอดการผลิตตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2548 ถึง เมษายน 2549	41
ตารางที่ 3.3	แสดงยอดการขายตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2548 ถึง เมษายน 2549	42
ตารางที่ 3.4	แสดงสินค้าคงคลังที่ยังขายได้ในปัจจุบัน กับสินค้าที่ตกรุ่นแล้วไม่สามารถขายได้	52
ตารางที่ 3.5	แสดงมูลค่าที่สูญเสียจากการผลิตสินค้าแล้วไม่สามารถขายได้	53
ตารางที่ 3.6	แสดงความสามารถในการผลิต (Capacity) ในแต่ละขั้นตอนการผลิต	57
ตารางที่ 3.7	ตารางแสดงถึง Work Balancing ของกระบวนการผลิตในสภาวการณ์ปัจจุบัน	58
ตารางที่ 4.1	แสดงตัวชี้วัดความสามารถในการแข่งขัน	62
ตารางที่ 4.2	แสดงถึงปริมาณสินค้าคงคลัง (WIP) ของสายธารคุณค่ารวมในแต่ละกระบวนการผลิต	67
ตารางที่ 4.3	แสดงถึงจำนวนวันที่จัดเก็บสินค้าคงคลัง (Days of inventory on-hand) ในแต่ละกระบวนการผลิต	68
ตารางที่ 4.4	แสดงถึงรอบเวลาในการผลิตสินค้า (Product cycle time) แต่ละกระบวนการ	69
ตารางที่ 4.5	แสดงถึงเวลานำรวมของสายธารคุณค่า (Total value stream lead time) ในแต่ละกระบวนการผลิต	70

ตารางที่ 4.6	คำนวณหาค่าช่วงเวลาทำงานสะสม (Cumulative Uptime) ของสายธารคุณค่า โดยใช้ค่าช่วงเวลาทำงาน (Uptime) ของแต่ละจุดปฏิบัติงาน.....	72
ตารางที่ 4.7	แสดงถึงการบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance).....	80
ตารางที่ 4.8	แสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในขั้นตอนปริมาณความต้องการ (Demand Stage).....	89
ตารางที่ 4.9	ตารางสรุปอุปสรรคหลักๆ ในการผลิตให้ได้ตามปริมาณความต้องการสินค้า และวิธีการจัดการกับอุปสรรคเหล่านั้น.....	92
ตารางที่ 4.10	แสดงไอคอนที่ใช้ในขั้นตอนการไหล(Flow Stage).....	94
ตารางที่ 4.11	การทบทวนข้อมูลของสภาวการณ์ในปัจจุบัน (Current State).....	95
ตารางที่ 4.12	ตารางจำลองแสดงการปรับปรุงรอบเวลาการผลิตในอนาคต.....	97
ตารางที่ 4.13	แสดงช่วงเวลานำ และความถี่ที่เกิดขึ้นของช่วงเวลานำของสินค้าวงล้อรถยนต์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 นิ้ว 15 นิ้ว 16 นิ้ว และ 17 นิ้ว.....	105
ตารางที่ 4.14	แสดงการคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำ ระหว่าง ขั้นตอนสุดท้ายที่เป็นสินค้าสำเร็จรูป กับขั้นตอนที่จะส่งมอบสินค้าให้ลูกค้า.....	105
ตารางที่ 4.15	แสดงช่วงเวลานำ ความถี่ที่เกิดขึ้นของช่วงเวลานำ การคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำของสินค้าทุกขนาด ระหว่างขั้นตอนการตกแต่งตะไบล้อ กับขั้นตอนการพ่นสี แล็คเกอร์.....	108
ตารางที่ 4.16	แสดงช่วงเวลานำ ความถี่ที่เกิดขึ้นของช่วงเวลานำ การคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำของสินค้าทุกขนาด ระหว่างขั้นตอนการขั้นตอนการเจาะ P.C.D / ขั้นตอนการเจาะรูที่ล้อ / ขั้นตอนการทดสอบรั่วด้วยแรงดันน้ำ กับขั้นตอนการตกแต่งตะไบล้อ.....	110
ตารางที่ 4.17	แสดงช่วงเวลานำ ความถี่ที่เกิดขึ้นของช่วงเวลานำ การคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำของสินค้าทุกขนาด ระหว่างขั้นตอนการกลึง กับขั้นตอนการเจาะ P.C.D / ขั้นตอนการเจาะรูที่ล้อ / ขั้นตอนการทดสอบรั่วด้วยแรงดันน้ำ.....	111
ตารางที่ 4.18	แสดงช่วงเวลานำ ความถี่ที่เกิดขึ้นของช่วงเวลานำ การคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำของสินค้าทุกขนาด ระหว่างขั้นตอนการหล่ออลูมิเนียม กับขั้นตอนการกลึง.....	113

ตารางที่ 4.19 แสดงช่วงเวลานำ ความถี่ที่เกิดขึ้นของช่วงเวลานำ การคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำของสินค้าทุกขนาด ระหว่างขั้นตอนซัพพลายเออร์มาส่งวัตถุดิบ กับขั้นตอนการหล่ออลูมิเนียม..... 114
ตารางที่ 4.20 แสดงถึงสัญลักษณ์ของกล่องเฮอิจุงกะ และเส้นทางของผู้ควบคุมวัตถุดิบ..... 123
ตารางที่ 4.21 ตารางเปรียบเทียบลักษณะองค์กรที่ทำลีน และยังไม่ได้ทำลีน..... 128
ตารางที่ 4.22 ตารางเปรียบเทียบกลยุทธ์ธุรกิจ ความพอใจของลูกค้า โครงสร้างองค์กร นโยบายกำหนดการผลิต และระบบสารสนเทศของการผลิตแบบเดิม และแบบลีน..... 129

สารบัญภาพ

		หน้า
แผนภาพที่ 2.1	แสดงถึงเส้นทางการไหลของข้อมูลและวัตถุดิบ.....	10
แผนภาพที่ 2.2	แสดงให้เห็นว่า VSM เป็นเครื่องมือพื้นฐานก่อนตัดสินใจใช้เครื่องมืออื่น....	17
แผนภาพที่ 2.3	ลักษณะการวางผังการผลิตแบบเซลล์ (Cell Manufacturing).....	29
แผนภาพที่ 3.1	แสดงถึงขนาด และประเภทของออฟเซ็ต.....	34
แผนภาพที่ 3.2	การวัดขนาด P.C.D.....	36
แผนภาพที่ 3.3	แสดงจุดจัดส่งสินค้า และจุดการรับสินค้า.....	46
แผนภาพที่ 3.4	แผนภาพแสดงถึงกิจกรรมในกระบวนการผลิต.....	54
แผนภาพที่ 3.5	แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูล และวัตถุดิบ.....	55
แผนภาพที่ 3.6	แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตทั้งหมด รวมทั้งแสดง Lead Time และ Processing Time ในสภาวการณ์ปัจจุบัน.....	56
แผนภาพที่ 4.1	แสดงถึงเส้นทางเดินของเวลานำในกระบวนการผลิต (Production lead time).....	61
แผนภาพที่ 4.2	แสดงถึงเวลาที่ใช้ในการหาอัตราเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ.....	72
แผนภาพที่ 4.3	แสดงถึงความถี่ในการสั่งสินค้า และการพยากรณ์การผลิตทั้ง 3 ฝ่าย คือ ลูกค้า ฝ่ายควบคุมการผลิต และผู้จัดส่งวัตถุดิบ.....	86
แผนภาพที่ 4.4	แสดงถึงข้อมูลในการจัดส่งสินค้า.....	87
แผนภาพที่ 4.5	แสดงการกำหนดซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูป ชิ้นงานสำรอง และสินค้าคงคลังสำรอง.....	92
แผนภาพที่ 4.6	แผนภาพแสดงรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของจุดปฏิบัติงานแต่ละจุดกับ Takt Time ในสภาวการณ์ปัจจุบัน.....	96
แผนภาพที่ 4.7	แผนภาพแสดงรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของจุดปฏิบัติงานแต่ละจุดกับ Takt Time ในสภาวการณ์อนาคต.....	97
แผนภาพที่ 4.8	แสดงการออกแบบเซลล์ และข้อมูลแบบจำลองในสภาวการณ์อนาคต (Future state demand map).....	100
แผนภาพที่ 4.9	แสดงการวางตำแหน่งซูเปอร์มาร์เก็ตในกระบวนการผลิต.....	103

แผนภาพที่ 4.10	แสดงปริมาณสินค้าคงคลังที่ควรมีของวงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 นิ้ว ระหว่างขั้นตอนสุดท้ายที่เป็นสินค้าสำเร็จรูป กับขั้นตอนที่จะส่งมอบสินค้าให้ลูกค้า.....	107
แผนภาพที่ 4.11	แสดงเวลานำที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการผลิต.....	116
แผนภาพที่ 4.12	แสดงถึงวิธีการใช้ Withdrawal Kanban และ Production Kanban.....	120
แผนภาพที่ 4.13	แสดงถึงระบบการผลิตแบบผลัก (Push manufacturing system).....	122
แผนภาพที่ 4.14	แสดงถึงระบบการผลิตแบบดึง (Pull manufacturing system).....	123
แผนภาพที่ 4.15	แสดงตำแหน่งของการปรับเรียบการผลิต (Load Leveling).....	124
แผนภาพที่ 4.16	แสดงเส้นทางการเดินของผู้ควบคุมวัตถุดิบ.....	126
แผนภาพที่ 4.17	แสดงสภาวการณ์อนาคตหลังจากที่ได้มีการปรับปรุงแล้ว.....	127
แผนภาพที่ 4.18	แผนภาพ และตารางสรุปสภาวการณ์ปัจจุบัน.....	130
แผนภาพที่ 4.19	แผนภาพ และตารางสรุปสภาวการณ์อนาคต.....	131