การวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติเพื่อหาสาเหตุการทำงานซ้ำของ
กระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์

นายปฐมชัย สุวรรณปิณฑะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

MULTI-DIMENSIONAL DATA ANALYSIS FOR CAUSES OF REWORK IN WHEEL ALIGNMENT PROCESS

Mr. Pathomchai Suwanpinta

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติเพื่อหาสาเหตุการทำงานซ้ำของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์
โดย	นายปฐมชัย สุวรรณปิณฑะ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานพ เรี่ยวเดชะ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……. ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปวีณา เชาวลิตวงศ์)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานพ เรี่ยวเดชะ)

……. กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ)

……. กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุณี รักษาเกียรติศักดิ์)

ปฐมชัย สุวรรณปิณฑะ : การวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติเพื่อหาสาเหตุการทำงานซ้ำของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์. (Multi-Dimensional Data Analysis for Causes of Rework in Wheel Alignment Process) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร. มานพ เรี่ยวเดชะ, 98 หน้า.

ปัญหาการทำงานซ้ำที่สายการประกอบรถยนต์ของโรงงานกรณีศึกษา เกิดขึ้นกับรถที่ผ่านกระบวนการประกอบแล้วแต่ไม่ผ่านมาตรฐานการปรับตั้งมุมล้อจากการตรวจสอบ ส่งผลให้ต้องนำรถกลับเข้ามาปรับแก้ค่ามุมล้อใหม่อีกครั้ง การทำงานซ้ำที่เกิดขึ้นนี้ส่งผลให้ปริมาณงานของสถานีปรับตั้งมุมล้อเพิ่มมากขึ้น จนมักต้องทำงานล่วงเวลาเพื่อให้ยอดการผลิตบรรลุเป้าหมายที่วางเอาไว้ ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนแรงงานสูงขึ้น และตัวพนักงานก็เกิดความเมื่อยล้าจากการปฏิบัติงานเป็นเวลานาน นอกจากนี้การที่กระบวนการปรับตั้งมุมล้อเป็นกระบวนการที่เป็นคอขวดในปัจจุบันของสายการผลิตจึงเป็นอุปสรรคต่อการเพิ่มกำลังการผลิตของสายงานการประกอบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต แม้โรงงานกรณีศึกษาได้บันทึกข้อมูลประวัติการปรับตั้งมุมล้อของรถทุกคันไว้ในฐานข้อมูลของเครื่องปรับตั้ง แต่ก็ไม่ได้นำออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ งานวิจัยนี้จึงได้นำเอาข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติเพื่อหาปัจจัยสาเหตุที่ทำให้การปรับตั้งมุมล้อเป็นปัญหา โดยการวิเคราะห์จะใช้การตั้งคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาที่เกิดกับปัจจัยที่อาจเป็นสาเหตุของปัญหา เมื่อการวิเคราะห์พบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา จึงเสนอวิธีการแก้ไขที่มีประสิทธิผล หลังจากได้การดำเนินการตามวิธีที่นำเสนอเป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่าการทำงานซ้ำของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์ลดลงจากร้อยละ 4.99 เหลือร้อยละ 3.90

ภาควิชา....วิศวกรรมอุตสาหการ..... ลายมือชื่อ.....

สาขาวิชา...วิศวกรรมอุตสาหการ..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.2554.....

5271432721: MAJOR Industrial Engineering

KEYWORDS: Industrial Data / Manufacturing Data / Data Warehouse / OLAP

Pathomchai Suwanpinta: Multi-Dimensional Data Analysis for Causes of Reworks in Wheel Alignment Process. Advisor: Asst.Prof. Manop Reodecha, Ph.D, 98 pp.

The problems of reworks in the car assembly process of the case study plant occurred when cars that had completed the assembly process did not pass the quality inspection standards of the wheel alignment process and needed rework. Reworking increased the workload of the wheel alignment process. This often caused overtime work in order to meet production targets. Over-time work added production cost and exhausted workers. Since the wheel alignment process was already the bottleneck of the assembly line, it would also be a restriction when the company would try to increase its production capacity in the future. Although, the company collected wheel alignment data of every car, it did not make any use of it. This research attempted to analyze the data with multi-dimensional data model in order to find the causes of the wheel alignment problems. The analysis asked questions on relationships between problems and factors that might cause them. When the analysis revealed the real causes of the problems, effective solutions were proposed. After implementing the proposed solutions for two months, it was found that the reworks of the wheel alignment process reduced significantly from 4.99 percent to 3.9 percent.

Department : Industrial Engineering Student's Signature .....

Field of Study : Industrial Engineering Advisor's Signature .....

Academic Year : 2011 .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้เสร็จสิ้นลงได้ทางผู้วิจัยต้องขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. มานพ เรี่ยวเดชะ ที่กรุณาให้คำปรึกษาด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีตลอดมา คุณทวีชัย วีระชัยกิตติ และคุณนพนันท์ ขันเพ็ชร์ สำหรับข้อแนะนำต่าง ๆ คณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน สำหรับข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัย ขอบคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน และขอขอบคุณพนักงานแผนกตรวจสอบคุณภาพ ของโรงงานกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำ ตลอดจนความอนุเคราะห์ในด้านต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลงได้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ รวมทั้งทุกคนในครอบครัวข้าพเจ้า ที่คอยเป็นแรงผลักดัน และให้กำลังใจในการทำงานตลอดมา ประโยชน์และคุณค่าใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขออุทิศแด่ทุกท่านที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา..... 2

1.2.1 ข้อมูลเบื้องต้นสถานีงานปรับตั้งมุมล้อรถยนต์..... 2

1.2.2 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา..... 4

1.3 สภาพปัญหาและแนวทางการวิเคราะห์ปัญหา..... 4

1.3.1 สภาพปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา..... 4

1.3.2 ปัจจัยในการวิเคราะห์ปัญหา..... 9

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 12

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย..... 12

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 13

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 14

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 15

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 15

2.1.1 มุมล้อรถยนต์..... 15

2.1.2 ระบบสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์ปัญหา..... 18

2.1.5 การทดสอบสมมุติฐาน..... 24

2.2 การทบทวนวรรณกรรม..... 25

3 การพัฒนาระบบเพื่อการวิเคราะห์ปัญหา..... 29

3.1 ข้อมูลที่ใช้พื่อการวิเคราะห์..... 29

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์..... 30
3.3 กระบวนการในการวิเคราะห์..... 30
3.3.1 Data Cleansing..... 31
3.3.2 Data Transformation..... 32
3.3.3 Data Storage..... 34
3.4 การสร้างโมเดลเพื่อการวิเคราะห์..... 34
3.4.1 ตารางความจริง..... 36
3.4.2 ตารางมิติ..... 37
3.5 คำตอบที่ต้องการจากการวิเคราะห์..... 45
4 ผลการวิเคราะห์ และดำเนินการ..... 47
4.1 ผลการวิเคราะห์..... 47
4.2 การทดสอบสมมุติฐาน..... 73
4.3 สรุปแนวทางการดำเนินการ..... 78
4.4 ผลการดำเนินการ..... 79
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 83
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 83
5.2 อภิปรายผลการวิจัย..... 85
5.3 ปัญหาในการดำเนินงานวิจัย..... 86
5.2.1 ปัญหาด้านข้อมูล..... 86
5.2.2 ปัญหาด้านเทคนิค..... 87
5.4 ข้อเสนอแนะ..... 87
รายการอ้างอิง..... 89
ภาคผนวก..... 91
ภาคผนวก ก คำสั่งในการสร้างตารางความจริงและตารางมิติ..... 92
ภาคผนวก ข คำสั่งในการแปลงข้อมูล..... 95
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 98

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ข้องมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์.....	30
3.2	ตัวอย่างของรถที่ผ่านการแปลงค่ามาตรฐานการปรับตั้งมุมล้อ.....	34
3.3	ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางความจริง.....	36
3.4	ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติรุ่นรถ.....	37
3.5	ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติเวลา.....	38
3.6	ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติเครื่องตั้งมุมล้อ.....	39
3.7	ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติค่าการปรับตั้งมุมล้อ.....	39
3.8	ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติสถานะการตรวจสอบ.....	40
3.9	ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติพนักงาน.....	41
3.10	ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติสถานะการปรับตั้ง.....	42
4.1	ผลการทดสอบสมมุติฐานความแตกต่างของค่าการปรับตั้ง.....	74
4.2	ผลการทดสอบสมมุติฐานความแตกต่างของรุ่นรถที่เข้ารับการปรับตั้ง.....	75
4.3	ผล Tukey Test ของรุ่นรถที่เข้ารับการปรับตั้ง.....	76

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กระบวนการต่างๆ ในสายงานการตรวจสอบขั้นสุดท้าย……	3
1.2	ระเบียบปฏิบัติเมื่อพบรถที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน……..	5
1.3	การแทรกงานเพื่อเข้าปรับตั้งมุมล้อ……..	7
1.4	แผนภูมิแสดงปริมาณการทำงานซ้ำเพื่อปรับแก้มุมล้อ……	8
1.5	แผนภูมิแสดงปริมาณการทำงานล่วงเวลาเพื่อปรับแก้มุมล้อ……..	8
1.6	Tie Rod……	11
2.1	มุมคาสเตอร์……..	16
2.2	มุมแคมเบอร์……..	16
2.3	มุมโทอินและโทเอ้าท์……	17
2.4	โครงสร้างของคลังข้อมูล……	20
2.5	โครงสร้างแบบรูปดาว (Star Schema)……	22
2.6	โครงสร้างแบบเกล็ดหิมะ(Snowflake Schema)……..	23
3.1	ตัวอย่างข้อมูลดิบจากเครื่องปรับตั้งมุมล้อรถยนต์……	29
3.2	กระบวนการของระบบการวิเคราะห์……..	31
3.3	โมเดลเพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการทำงานซ้ำของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อ…..	31
3.4	ตัวอย่างข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางความจริง……..	37
3.5	การเก็บข้อมูลในตารางมิติรุ่นรถ……	37
3.6	การเก็บข้อมูลในตารางมิติเวลา……	39
3.7	การเก็บข้อมูลในตารางมิติเครื่องตั้งมุมล้อ……	39
3.8	ตัวอย่างการเก็บข้อมูลในตารางมิติค่าการปรับตั้งมุมล้อ……..	40
3.9	การเก็บข้อมูลในตารางมิติสถานะการตรวจสอบ……..	40
3.10	การเก็บข้อมูลในตารางมิติพนักงาน……..	42
3.11	การเก็บข้อมูลในตารางมิติสถานะการปรับตั้ง……..	44
3.12	มิติในการวิเคราะห์……	44
4.1	แผนภูมิแสดงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อ……	48
4.2	แผนภูมิแสดงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อจำแนกตามรุ่นรถ……	49

ภาพที่		หน้า
4.3	แผนภูมิแสดงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อจำแนกตามพนักงาน……..	50
4.4	แผนภูมิแสดงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อจำแนกตามช่วงอายุของพนักงาน...	51
4.5	แผนภูมิแสดงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อจำแนกตามช่วงประสบการณ์ของพนักงาน…….....	52
4.6	แผนภูมิแสดงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อจำแนกตามเวลาในการปรับตั้ง….	53
4.7	แผนภูมิแสดงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อจำแนกตามเครื่องปรับตั้ง……	54
4.8	แผนภูมิแสดงจำนวนรถที่ต้องเข้ารับการปรับตั้งมุมล้อซ้ำจำแนกตามเครื่องปรับตั้งและรุ่นรถที่เข้ารับการปรับตั้ง……	56
4.9	แผนภูมิแสดงแนวโน้มของค่าการปรับตั้งของรถทุกคันโดยเครื่องที่ 1……..	57
4.10	แผนภูมิแสดงแนวโน้มของค่าการปรับตั้งของรถทุกคันโดยเครื่องที่ 2……..	58
4.11	แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของค่าปรับตั้งโดยเครื่องที่ 1……	59
4.12	แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของค่าปรับตั้งโดยเครื่องที่ 2……..	60
4.13	แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของรถขับเคลื่อน 2 ล้อโดยเครื่องที่ 1……	61
4.14	แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของรถขับเคลื่อน 2 ล้อโดยเครื่องที่ 2……	62
4.15	แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของรถขับเคลื่อน 2 ล้อยกสูงโดยเครื่องที่ 1……	63
4.16	แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของรถขับเคลื่อน 2 ล้อยกสูงโดยเครื่องที่ 2……	64
4.17	แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของรถขับเคลื่อน 4 ล้อโดยเครื่องที่ 1……	65
4.18	แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของรถขับเคลื่อน 4 ล้อโดยเครื่องที่ 2……	66
4.19	แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 2 ล้อที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 1……	67

ภาพที่ หน้า

4.20 แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูงที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่1..... 68
4.21 แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 4 ล้อที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 1..... 69
4.22 แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 2 ล้อที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 2..... 70
4.23 แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูงที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้น..... 71
4.24 แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 4 ล้อที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 2..... 72
4.25 แผนภูมิเปรียบเทียบก่อนและหลังจากการดำเนินการลดปัญหาการทำงานซ้ำของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์..... 80
4.26 แผนภูมิเปรียบเทียบก่อนและหลังจากการดำเนินการลดปัญหาการปรับตั้งมุมล้อซ้ำแยกตามรุ่นรถและเครื่องปรับตั้ง..... 81
4.27 แผนภูมิเปรียบเทียบก่อนและหลังจากการดำเนินการลดปัญหาการปรับตั้งมุมล้อซ้ำแยกตามรุ่นรถและเครื่องปรับตั้ง..... 82

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

มุมล้อรถยนต์ คือ การวางตำแหน่งของล้อรถยนต์ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อเสถียรภาพของการขับขี่ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนที่หรือการทรงตัวของรถ มุมล้อรถยนต์ที่สำคัญประกอบด้วย มุมแคมเบอร์ (Camber) มุมคาสเตอร์ (Caster) มุมโทอิน (Toe in) และมุมโทเอ้าท์ (Toe out) ค่ามุมล้อที่เหมาะสมจะทำให้การขับขี่เป็นไปอย่างมีเสถียรภาพ ดังนั้นความถูกต้องของการปรับตั้งค่ามุมล้อจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่บริษัทผู้ผลิตจะต้องควบคุมให้ได้ตามมาตรฐาน เพราะไม่เพียงแค่จะส่งผลทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์เท่านั้น แต่ยังส่งผลต่อสวัสดิภาพของผู้ขับขี่อีกด้วย

ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษากำลังประสบความยากลำบากในการจัดการทำงานของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อ ซึ่งอุปสรรคที่สำคัญได้แก่ การถูกแทรกงานเข้ามาในกระบวนการซึ่งเกิดขึ้นบ่อยครั้งในแต่ละวัน สาเหตุที่ต้องมีการแทรกงานก็เนื่องมาจากรถบางคันที่ได้รับการปรับตั้งมุมล้อเป็นที่เรียบร้อยแล้วเมื่อถูกนำเข้าตรวจสอบคุณภาพในหัวข้อการตรวจสอบที่เกี่ยวข้องกับมุมล้อ ผลปรากฏว่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ ทำให้รถเหล่านั้นต้องถูกนำกลับเข้ามาสู่สถานีงานปรับตั้งมุมล้ออีกครั้งเพื่อทำการปรับตั้งแก้ไข ซึ่งจนถึงในขณะนี้ทางโรงงานเองก็ยังไม่สามารถระบุถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงยังคงใช้วิธีการแก้ไขปัญหาโดยการนำรถที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบกลับมาแทรกเข้าในกระบวนการตามที่ได้ปฏิบัติต่อเนื่องกันมาเป็นเวลานาน ซึ่งทำให้เกิดปัญหาตามมามากมาย

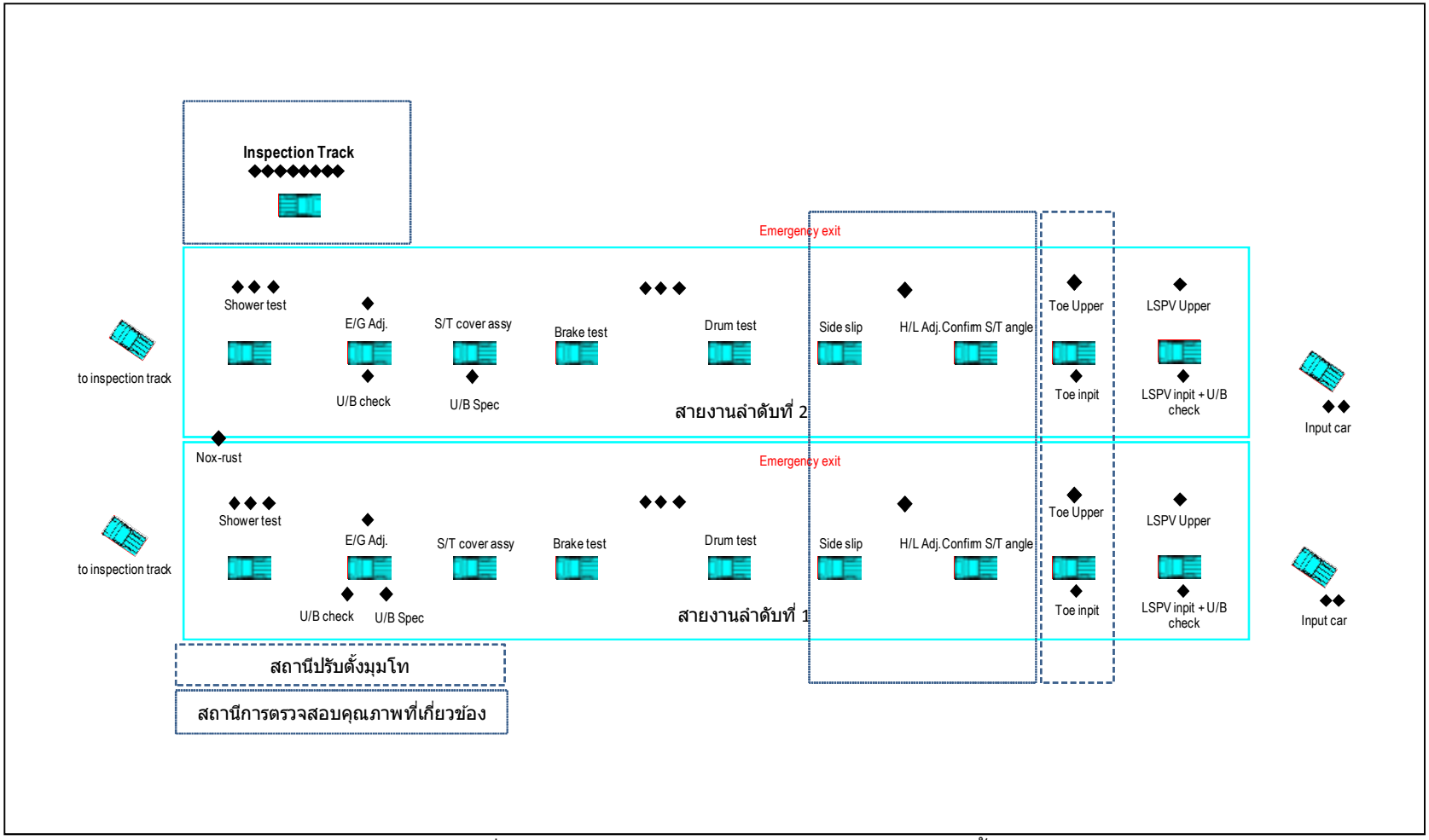
ถึงแม้ว่าแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ทางโรงงานได้นำมาใช้จะก่อให้เกิดผลกระทบตามข้างต้น แต่อย่างไรก็ตามทางโรงงานก็ได้พิจารณาแล้วว่าสามารถยอมรับถึงผลกระทบต่างๆ เหล่านี้ได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นจะได้กล่าวไว้ในลำดับถัดไป สำหรับงานวิจัยนี้เกิดขึ้นเนื่องจากผู้วิจัยได้ทราบว่าในโรงงานกรณีศึกษามีการเก็บข้อมูลจากการปรับตั้งมุมล้อของรถทุกคันที่ถูกปรับตั้งเอาไว้ ซึ่งปัจจุบันข้อมูลเหล่านั้นมีอยู่เป็นจำนวนมากแต่ในปัจจุบันยังไม่ได้มีการนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์แต่ประการใด จึงเสนอที่จะนำข้อมูลเหล่านี้มาทำการการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

1.2 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นหนึ่งใน 3 โรงงาน ของบริษัทผู้ผลิตและจัดจำหน่ายยานยนต์ราใหญ่ของประเทศไทย ซึ่งในส่วนของโรงงานกรณีศึกษาก็ยังแบ่งออกเป็น 3 โรงงานย่อย ได้แก่ โรงงานปั๊มตัวถัง โรงงานทำสีและเรซิ่น และโรงงานประกอบ ซึ่งในแต่ละโรงงานก็ยังประกอบด้วยสายงานต่างๆแยกย่อยออกไปอีก โดยสถานีปรับตั้งมุมล้อจะอยู่ภายใต้สายงานการตรวจสอบขั้นสุดท้าย ซึ่งเป็นสายงานลำดับสุดท้ายของโรงงานประกอบ และเนื่องจากที่เป็นสายงานสุดท้ายของโรงงานกรณีศึกษา ทำให้หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการของสายงานดังกล่าวรถก็จะถูกส่งออกไปยังลูกค้าทันที ในปัจจุบันสายงานการตรวจสอบขั้นสุดท้าย มีอยู่ด้วยกัน 2 สายงาน คือสายงานลำดับที่ 1 และสายงานลำดับที่ 2 ดังรูปที่ 1 สำหรับสายงานการตรวจสอบขั้นสุดท้ายนั้นจะอยู่ภายใต้การบริหารงานของแผนกตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งรถที่จะเข้าสู่สายงานการตรวจสอบขั้นสุดท้ายได้นั้นจะต้องเป็นรถที่ถูกประกอบเสร็จสมบูรณ์แล้วจากสายงานก่อนหน้าซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นกระบวนการประกอบบนสายพานลำเลียงทั้งสิ้น

1.2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของสถานีงานปรับตั้งมุมล้อรถยนต์

จากที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อก่อนหน้านี้ว่าสถานีงานปรับตั้งมุมล้อนั้นเป็นส่วนหนึ่งของสายงานการตรวจสอบขั้นสุดท้าย โดยที่สถานีงานปรับตั้งมุมล้อนั้นจะอยู่ในลำดับที่ 2 ดังภาพที่ 1.1 ซึ่งมี takt time ของการปฏิบัติงานในแต่ละสถานีงานอยู่ที่ 92 วินาที องค์ประกอบในการปฏิบัติงานของสถานีปรับตั้งมุมล้อจะประกอบด้วยพนักงานปรับตั้งมุมล้อซึ่งจะปฏิบัติงานอยู่ใต้ท้องรถ และพนักงานที่ทำหน้าที่ปฏิบัติงานอยู่กับตัวรถ ซึ่งทำหน้าที่ขับรถเข้าและออกจากสถานีงาน เครื่องจักรปรับตั้งซึ่งจะทำหน้าที่อ่านค่ามุมล้อก่อนปรับตั้งและแสดงค่ามาตรฐานมุมล้อสำหรับการปรับตั้งรวมถึงแสดงค่าจริงระหว่างการปรับตั้ง การจัดการทำงานของโรงงานกรณีศึกษาจะแบ่งออกเป็น 2 กะ ๆ ละ 8 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย กะกลางวัน คือ เริ่มงานตั้งแต่ 07.30 น. – 16.30 น. และ กะกลางคืน คือ เริ่มงานตั้งแต่ 19.30 น. – 04.30 น.



ภาพที่ 1.1 กระบวนการต่างๆ ในสายงานการตรวจสอบขั้นสุดท้าย

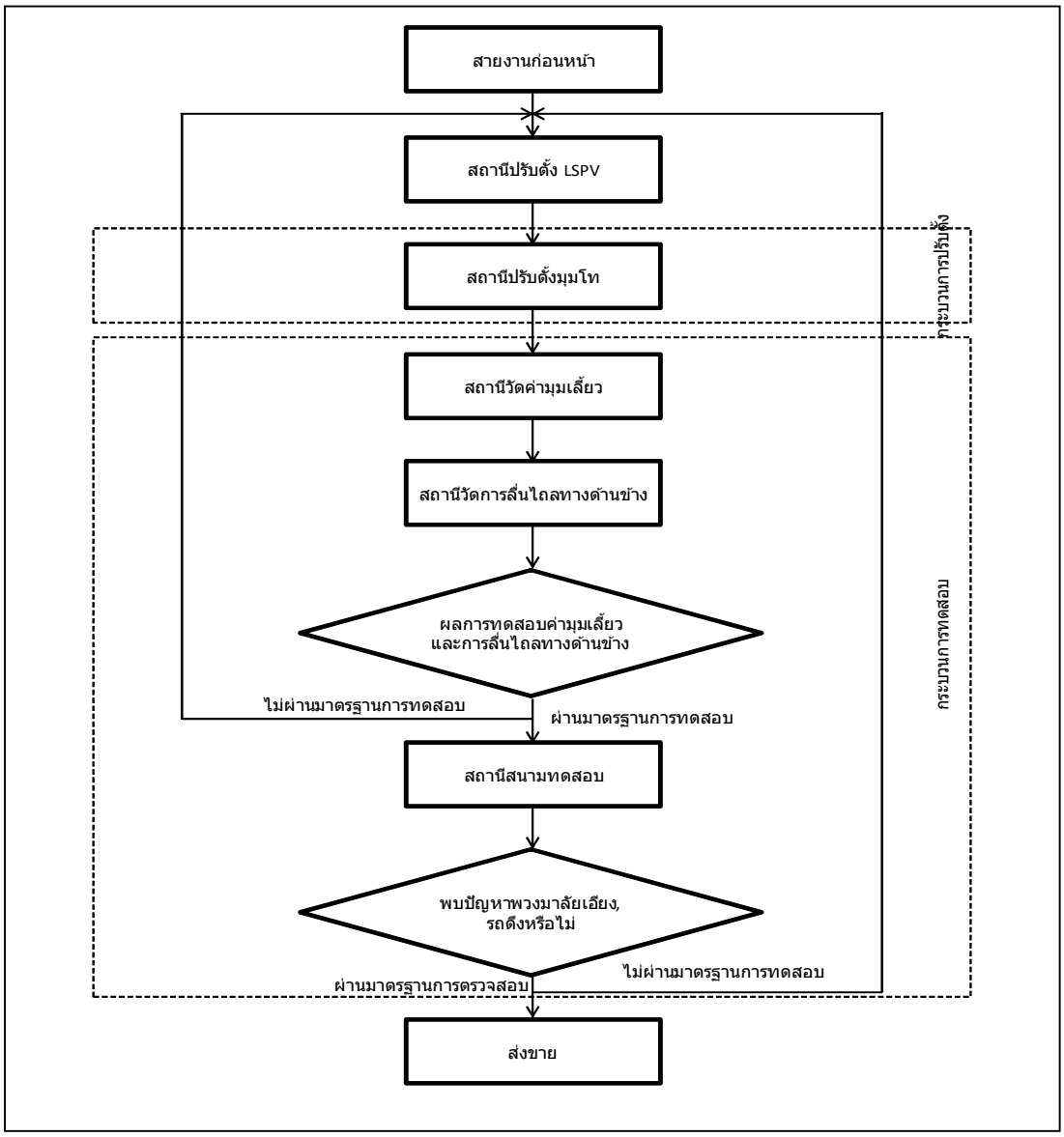
1.2.2 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา

ผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษาจะเป็นรถยนต์ในกลุ่มเพื่อการพาณิชย์ซึ่งสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้ 3 ประเภทหลัก ได้แก่ ประเภทขับเคลื่อน 4 ล้อ ประเภทขับเคลื่อน 2 ล้อ และประเภทขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูง

1.3 สภาพปัญหาและแนวทางการวิเคราะห์ปัญหา

1.3.1 สภาพปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา

สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นส่งผลกระทบต่อโรงงานกรณีศึกษาในหลายด้าน ซึ่งเส้นทางการเกิดปัญหาและระเบียบปฏิบัติมื่อพบรถที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานได้แสดงไว้ดังภาพที่ 1.2



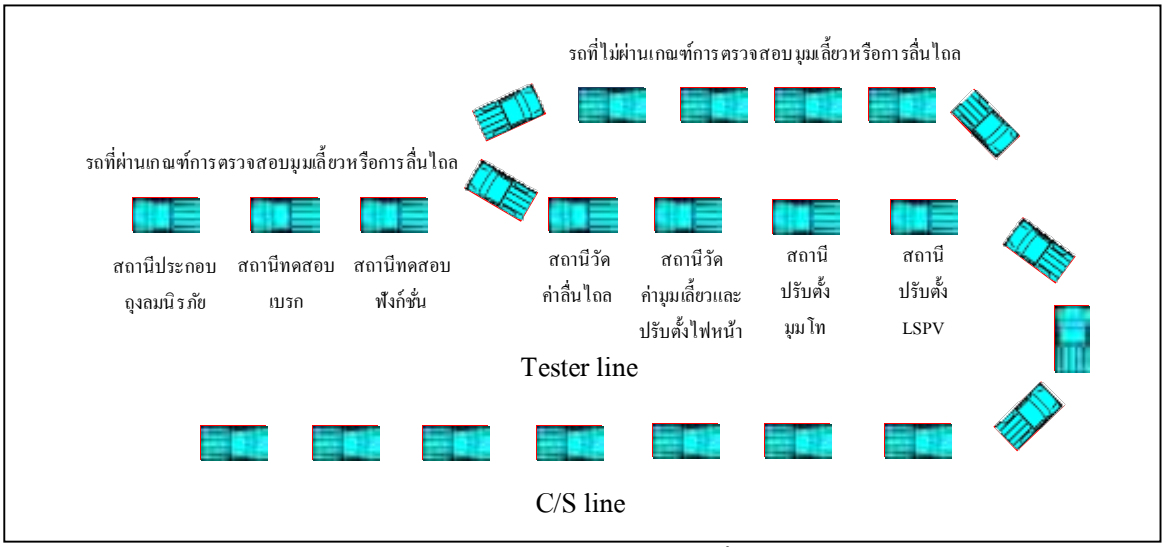
ภาพที่ 1.2 ระเบียบปฏิบัติเมื่อพบรถที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

รถทุกคันที่ถูกประกอบเสร็จสมบูรณ์จากสายการผลิต จะต้องถูกเข้าตรวจสอบที่สายงานตรวจสอบคุณภาพการประกอบ ซึ่งเป็นสายการตรวจสอบความถูกต้องและสมบูรณ์ของการประกอบ หลังจากผ่านกระบวนการตรวจสอบของสายงานตรวจสอบคุณภาพการประกอบแล้ว พนักงานจะขับรถเข้าสู่สายงานการตรวจสอบขั้นสุดท้ายซึ่งประกอบด้วยสถานีงานต่างๆ ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือสถานีปรับตั้งมุมล้อ โดยหลังจากที่รถได้รับการตั้งมุมล้อเสร็จสิ้นแล้วก็จะต้องถูกตรวจสอบเพื่อยืนยันความถูกต้องของการปรับตั้งมุมล้อในสถานีวัดค่ามุมเลี้ยวและสถานีวัดค่าการลื่นไถล ซึ่งเป็นสถานีงานในลำดับถัดไป โดยหากผลการตรวจสอบพบว่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจากสถานีงานใดสถานีงานหนึ่ง พนักงานต้องขับรถออกจากสายงานการตรวจสอบขั้นสุดท้ายทันทีหลังจากผ่านสถานีวัดค่าการการลื่นไถล โดยจะมีช่องทางฉุกเฉินไว้รองรับ ดังภาพที่ 1.3 ในกรณีที่ตรวจสอบแล้วไม่พบปัญหาจาก 2 สถานีงานดังกล่าว ก็จะต้องนำรถเข้าสู่ทุกสถานีงานที่เหลือในสายงานการตรวจสอบขั้นสุดท้ายต่อไปจนกระทั่งถึงสถานีขับทดสอบในสนามทดสอบซึ่งเป็นสถานีงานสุดท้ายในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพตามลำดับ และถึงแม้ว่ารถที่ผ่านมาจนถึงสถานีขับทดสอบแล้ว แต่ยังไม่ได้หมายความว่ารถคันนั้นๆ จะผ่ามาตรฐาน โดยยังมีโอกาสที่จะพบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อจากการขับทดสอบในสนามได้อีกสถานีหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยปัญหาพวงมาลัยเอียงและปัญหารถวิ่งไม่ตรง โดยหากตรวจสอบพบปัญหาใดปัญหาหนึ่งก็จะต้องนำรถกลับเข้ามาปรับแก้ไขเช่นเดียวกัน ซึ่งการที่จะต้องนำรถกลับมาปรับแก้ไขมุมล้อใหม่นั้นส่งผลกระทบต่อโรงงานกรณีศึกษา ดังนี้

- เกิดความยากลำบากในการนำรถที่มีปัญหากลับเข้ารับการปรับตั้งซ้ำ เนื่องจากสายงานการตรวจสอบขั้นสุดท้ายจะต้องพร้อมรับรถจากสายงานตรวจสอบคุณภาพการประกอบซึ่งมีความสำคัญเป็นอันดับแรกก่อนเสมอ และสืบเนื่องมาจากสายงานตรวจสอบคุณภาพการประกอบ รวมถึงสายการประกอบก่อนหน้าล้วนเป็นสายพานลำเลียงสิ้น ดังนั้นหากสายงานการตรวจสอบขั้นสุดท้ายไม่สามารถรับรถจากสายงานตรวจสอบคุณภาพการประกอบได้ทัน อาจส่งผลทำให้สายงานก่อนหน้าต้องหยุดชะงัก ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถผลิตรถได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ได้
- ในกรณีที่ไม่สามารถนำรถเข้ารับการปรับตั้งซ้ำในสายงานการตรวจสอบขั้นสุดท้ายได้ในช่วงเวลาปกติของการปฏิบัติงาน ก็จำเป็นที่จะต้องนำรถเข้าแก้ไขและทดสอบใหม่ในช่วงเวลาหลังเลิกงาน ซึ่งโดยปกติแล้วโรงงานกรณีศึกษาจะกำหนดให้มีการทำงานล่วงเวลาเป็นระยะเวลาไม่เกิน 2 ชม. อยู่เป็นประจำเกือบทุกวัน ซึ่งมีการปฏิบัติงานเหมือนช่วงเวลาทำงานปกติทุกประการ ทำให้อาจไม่สามารถแทรกรถเข้าเพื่อปรับแก้

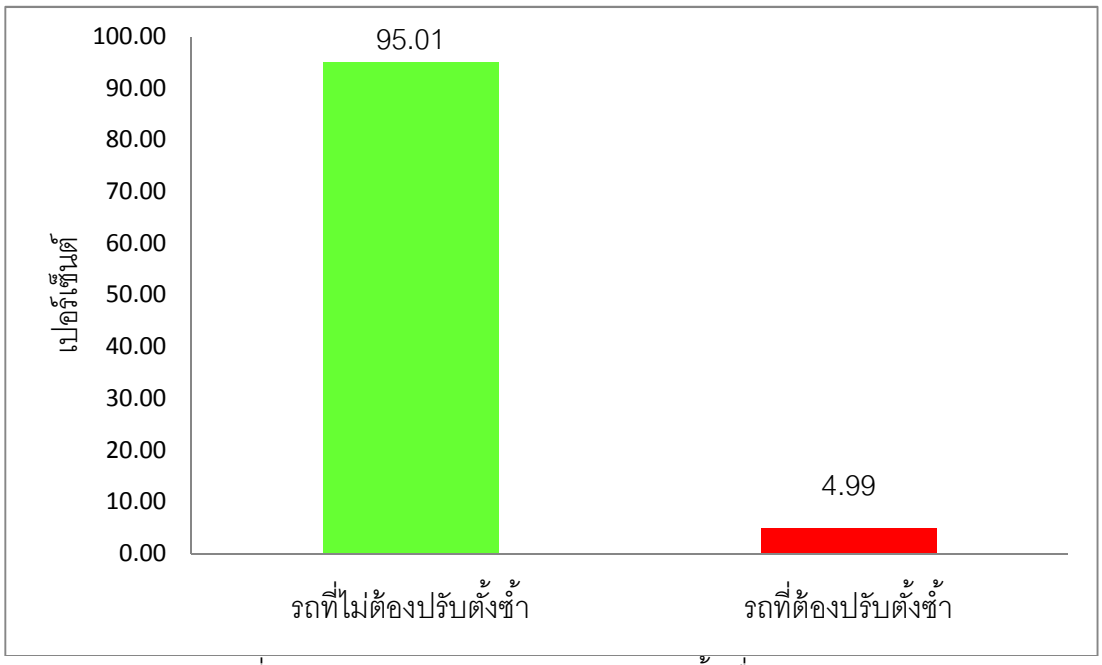
ไขในช่วงเวลาดังกล่าวได้อีก ดังนั้นพนักงานก็ต้องทำงานต่อออกไปจากช่วงเวลาของการทำงานล่วงเวลาที่ทางโรงงานได้วางแผนไว้เป็นเวลาอย่างน้อยวันละครึ่งชั่วโมง แต่ไม่เกิน 1 ชั่วโมง ซึ่งผลให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้า และทางโรงงานก็ยังต้องรับภาระเรื่องต้นทุนแรงงานที่สูงขึ้นด้วย

- การที่ไม่สามารถปล่อยรถออกจากโรงงานได้ตามเวลาที่กำหนดนั้น บางครั้งส่งผลให้ไม่สามารถจัดส่งรถถึงลูกค้าตามระยะเวลาที่ได้สัญญาไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งรถที่จะต้องถูกจัดส่งไปในจุดหมายบางประเทศที่รอบการจัดส่งมีอยู่อย่างจำกัด ทำให้หากพลาดรอบการจัดส่งที่กำหนดแล้วจะต้องรอการจัดส่งรอบถัดไป ซึ่งบางครั้งอาจใช้เวลามากกว่า 1 อาทิตย์
- อาจทำให้เกิดอุปสรรคหากจะมีการเพิ่มกำลังการผลิตมากขึ้นอีกในอนาคต เนื่องจากการปรับแก้มุมล้อส่งผลให้ไม่สามารถรับรถจากสถานีงานก่อนหน้าได้ทัน ทำให้ต้องนำรถที่ผลิตเสร็จสมบูรณ์แล้วออกมารอเป็นบัฟเฟอร์ ทำให้ไม่สามารถปรับแก้ไขรถที่เกิดปัญหาได้หมดภายในเวลาอันสั้น

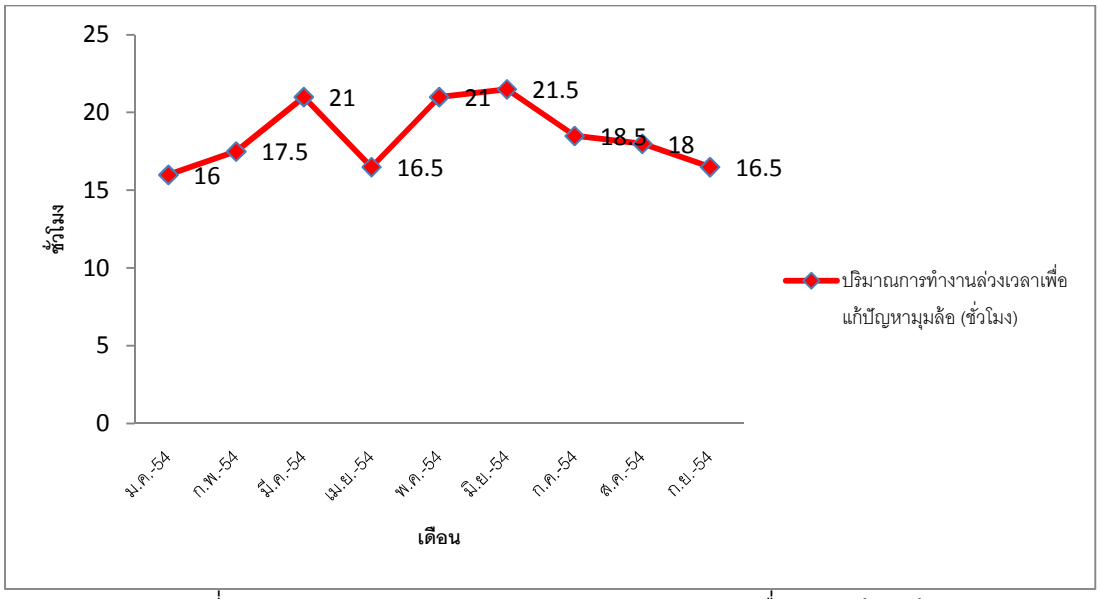


ภาพที่ 1.3 การแทรกงานเพื่อเข้าปรับตั้งมุมล้อ

สำหรับปริมาณการทำงานซ้ำเพื่อปรับแก้มุมล้อที่เกิดขึ้นในรอบสองปีที่ผ่านมาเทียบกับปริมาณรถที่ผลิตในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นดังภาพที่ 1.4 และปริมาณการทำงานล่วงเวลาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานซ้ำเพื่อปรับแก้มุมล้อ เป็นดังภาพที่ 1.5



ภาพที่ 1.4 แผนภูมิแสดงปริมาณการทำงานซ้ำเพื่อปรับแก้มุมล้อ



ภาพที่ 1.5 แผนภูมิแสดงปริมาณการทำงานล่วงเวลาเพื่อปรับแก้มุมล้อ

สำหรับการทำงานล่วงเวลาดังที่ปรากฏในภาพที่ 1.5 นั้น เป็นการทำงานล่วงเวลาเฉพาะในส่วนที่เกินจากการทำงานล่วงเวลาปกติที่ทางบริษัทกำหนดไว้ในแต่ละวันเพื่อปรับแก้ค่ามุมล้อ ซึ่งไม่สามารถทำได้ในช่วงเวลาปกติ รวมถึงช่วงของการทำงานช่วงเวลาที่ทางโรงงานกรณีศึกษากำหนดไว้ในแต่ละวันด้วย การทำงานล่วงเวลาที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นส่วนที่ส่งผลกระทบต่อตัวพนักงาน

เป็นอย่างมาก เนื่องจากทำให้พนักงานต้องทำงานมากขึ้นในแต่ละวัน และยังทำให้พนักงานไม่สามารถกลับพร้อมกับรถบริการของทางโรงงานได้ เป็นผลให้ค่าแรงที่ได้ส่วนหนึ่งจะต้องถูกใช้เป็นค่าใช้จ่ายในการเดินทางนั่นเอง

จากการข้อมูลเบื้องต้นของทางโรงงานกรณีศึกษาพบว่ามีรถที่ไม่ผ่านมาตรฐานการตรวจสอบจำนวนมากที่ถูกปรับตั้งเอาไว้ในช่วงของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเป็นอย่างดีแล้ว แต่เมื่อนำเข้าทดสอบกลับพบว่ารถเหล่านั้นไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบมาตรฐาน ทำให้ต้องมีการนำกลับมาปรับแก้อีกครั้งโดยที่ไม่ทราบหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ซึ่งในทางทฤษฎีแล้วรถเหล่านี้ควรต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ และถึงแม้ว่าทางโรงงานกรณีศึกษาจะใช้ความพยายามในการหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหามาอย่างยาวนานแล้วก็ตาม แต่ไม่สามารถระบุถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการหาแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปัญหากับปัจจัยต่างๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ ที่จะถูกใช้ในการวิเคราะห์นั้นได้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในเครื่องปรับตั้งมุมล้อด้วย

1.3.2 ปัจจัยในการวิเคราะห์ปัญหา

การวิเคราะห์ปัญหาในงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลการปรับตั้งมุมล้อ ซึ่งถูกบันทึกไว้ในเครื่องปรับตั้งมุมล้อรถยนต์ทั้งสองเครื่อง ซึ่งการปรับตั้งมุมล้อนั้นประกอบด้วยข้อมูลหลายอย่าง แต่ข้อมูลที่จะถูกนำมาใช้เพื่อการวิเคราะห์จะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์ โดยปัจจัยต่างๆเหล่านี้ล้วนมีผลต่อคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อทั้งสิ้น ปัจจัยที่จะถูกใช้ในการวิเคราะห์ มีดังนี้

1. พนักงานปรับตั้ง

การปฏิบัติงานของพนักงานปรับตั้งนั้นมีผลต่อคุณภาพการปรับตั้งเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากความถูกต้องแม่นยำของการปรับตั้งนั้นส่วนหนึ่งมาจากตัวพนักงานผู้ปรับตั้งเอง หน้าที่ของพนักงานปรับตั้งคือการปรับตั้งมุมล้อโดยการปรับที่ tie rod ซึ่งอยู่ใต้ท้องรถดังภาพที่ 1.6 โดยพนักงานจะต้องปรับค่ามุมล้อให้อยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนดของรถรุ่นนั้นๆ ซึ่งจะแสดงไว้บนหน้าจอแสดงผลของเครื่องจักร โดยในแต่ละวันการทำงานของพนักงานปรับตั้งในแต่ละกะจะแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ช่วง แต่ละช่วงจะมีพนักงานหนึ่งคนทำหน้าที่ปรับตั้งครั้งละ 2 ชม ดังนั้นในแต่

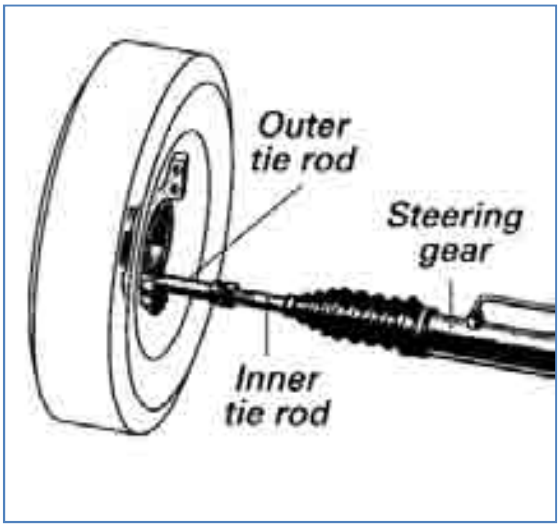
ละกะของการทำงาน จะมีพนักงานทั้งหมด 8 คนหมุนเวียนกันเข้ามาทำการปรับตั้ง สาเหตุที่ต้องมีการหมุนเวียนพนักงานก็เนื่องจากท่าทางในการปรับตั้งมุมล้อนั้นก่อให้เกิดความเมื่อยล้าได้ง่ายนั่นเอง ในการวิเคราะห์การทำงานของพนักงานจะรวมไปถึงการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อคุณภาพการทำงานของพนักงานได้ โดยปัจจัยต่างๆ ที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้มีดังนี้

- อายุ

  เป็นหนึ่งในปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวพนักงาน ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของการปรับตั้ง ในการวิเคราะห์จะจำแนกอายุออกเป็น 3 ช่วง คือ 21 – 25 ปี ซึ่งเป็นช่วงแรกของการทำงาน ช่วง 26 – 30 ปี ซึ่งเป็นช่วงที่ทางโรงงานกรณีศึกษาเชื่อว่าเหมาะสมต่อการปฏิบัติงานในการปรับตั้งมุมล้อมากที่สุด และช่วงตั้งแต่ 30 ปีขึ้นไป ซึ่งเป็นช่วงสุดท้ายของการปฏิบัติงานในกระบวนการการปรับตั้งมุมล้อ เนื่องจากท่าทางในการปรับตั้งมุมล้อก่อให้เกิดความเมื่อยล้าได้ง่าย รวมถึงสภาพแวดล้อมของบริเวณสถานที่ทำงานอาจไม่เหมาะสมกับพนักงานที่มีอายุมาก

- ประสบการณ์

  อีกปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับพนักงาน และอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพการทำงานของพนักงานเช่นเดียวกับอายุนั่นก็คือ ประสบการณ์ในการทำงาน ในการวิเคราะห์จะจำแนกประสบการณ์ออกเป็น 3 ช่วง คือ 1 - 5 ปี ซึ่งเป็นกลุ่มที่ถือว่าเป็นช่วงเริ่มต้นของการทำงานอาจยังไม่คุ้นเคยกับเทคนิคบางอย่างในการปรับตั้ง ช่วง 6 – 10 ปี จัดเป็นพนักงานระดับชำนาญการ ซึ่งคุ้นเคยกับเทคนิคต่างๆในการปรับตั้งเป็นอย่างดี และในขณะเดียวกันก็เป็นช่วงของการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มทักษะเพื่อการย้ายไปปฏิบัติหน้าที่ยังกระบวนการอื่นต่อไป และช่วง 10 ปีขึ้นไป ถือเป็นพนักงานระดับหัวหน้างาน สามารถถ่ายทอดเทคนิคต่างๆ ให้กับพนักงานใหม่ได้



รูปที่ 1.6 Tie Rod (http://www.motoristpassion.com, 16 มีนาคม 2554)

2. เครื่องปรับตั้งมุมล้อรถยนต์

ถูกติดตั้งไว้ในสถานีงานปรับตั้งมุมล้อในสายงานลำดับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ทั้งสองเครื่องเป็นเครื่องจักรรุ่นเดียวกันจากผู้ผลิตเดียวกันแต่อายุการใช้งานแตกต่างกัน โดยเครื่องที่ติดตั้งไว้ในสายงานลำดับที่ 1 ติดตั้งมาก่อนอีกเครื่องหนึ่งอยู่ 2 ปีเศษ เครื่องตั้งมุมล้อจะทำหน้าที่วัดค่ามุมล้อก่อนการปรับตั้งแล้วแสดงผลออกมาพร้อมกับแสดงช่วงของค่ามาตรฐานมุมล้อของรถคันนั้นๆ บนจอแสดงผลเพื่อให้พนักงานได้ทำการปรับตั้ง โดยผลจากการปรับตั้งซึ่งเป็นข้อมูลที่ถูกใช้ในการวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยนี้จะถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูลของเครื่องปรับตั้งมุมล้อนั่นเอง

3. รถที่เข้ารับการปรับตั้ง

รถทุกคันจะต้องผ่านการปรับตั้งมุมล้อเพื่อให้การขับขี่เป็นไปอย่างมีเสถียรภาพ โดยที่การปรับตั้งมุมล้อสำหรับรถแต่ละคันจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับรุ่นของรถคันนั้นๆ ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งเป็นโรงงานผลิตรถเพื่อการพาณิชย์ มีรุ่นรถในการผลิตแบ่งตามรุ่นย่อยต่างๆ ได้มากกว่า 100 รุ่น ในแต่ละวันจะมีการผลิตและทดสอบรถประมาณ 900 คัน นั่นหมายความว่ามีรถทั้งสิ้นประมาณ 900 คัน/วัน ที่ต้องผ่านกระบวนการปรับตั้งมุมล้อ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับรถซึ่งอาจส่งผลถึงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อก็คือ คุณภาพของชิ้นส่วนต่างๆ และคุณภาพของกระบวนการประกอบ ดังนั้นรถจึงเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลกับคุณภาพของการปรับตั้งอย่างแน่นอน

4. ค่ามาตรฐานการปรับตั้งมุมล้อของรถแต่ละรุ่น

ค่ามาตรฐานของมุมล้อจะถูกป้อนเข้าไปในฐานข้อมูลของเครื่องตั้งมุมล้อ และจะถูกเรียกใช้ผ่านทางระบบออนไลน์ ค่าปรับตั้งจะถูกแสดงให้พนักงานปรับตั้งเห็นบนหน้าจอของเครื่องตั้งพร้อมกับค่าจริงก่อนการปรับตั้งของรถคันนั้นๆ ค่ามาตรฐานมุมล้อจะประกอบด้วยค่ากลาง 1 ค่า ซึ่งมีหน่วยเป็นเซนติเมตร โดยที่จะมีค่าความผิดพลาดซึ่งสามารถยอมรับได้อยู่เท่ากับ 1 เซนติเมตร เช่น 1 ± 1 เซนติเมตร หมายความว่าช่วงที่สามารถปรับตั้งได้จะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 2 เซนติเมตร หรือ 2.5 ± 1 เซนติเมตร หมายความว่าช่วงที่สามารถปรับตั้งได้จะอยู่ระหว่าง 1.5 ถึง 3.5 เซนติเมตร นั่นเอง ที่มาของค่ามาตรฐานมุมล้อของรถแต่ละคันนั้นถูกคำนวนโดยฝ่ายออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ค่ามาตรฐานของรถแต่ละคันไม่เท่ากันก็คือค่าน้ำหนักของรถซึ่งก็จะแตกต่างกันไปตามคุณลักษณะของรถแต่ละคันนั่นเอง

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลประวัติการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์ซึ่งถูกบันทึกไว้ในเครื่องปรับตั้งมุมล้อ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติ เพื่อหาแนวทางในการลดจำนวนการทำงานซ้ำของสถานีปรับตั้งมุมล้อรถยนต์ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- พนักงานปรับตั้ง
- เครื่องปรับตั้งมุมล้อ
- รถที่เข้ารับการปรับตั้ง
- ค่ามาตรฐานการปรับตั้งมุมล้อของรถแต่ละรุ่น

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ด้วยข้อจำกัดทางด้านการดำเนินธุรกิจ จะทำการวิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูลในส่วนที่เปิดเผยได้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลประวัติการปรับตั้งมุมล้อซึ่งถูกเก็บไว้ในเครื่องปรับตั้งเท่านั้น จะไม่รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลของกระบวนการตรวจสอบมาตรฐาน รวมถึงข้อมูลทางด้านคุณภาพของชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งไม่สามารถนำมาเปิดเผยได้
2. ผลลัพธ์ที่ได้เกิดจากการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ซึ่งจะอาจไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้องหากเกิดการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยซึ่งเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ถูกนำมาวิเคราะห์ใน

ระหว่างหรือหลังจากการดำเนินการวิเคราะห์ เช่น มีการเปลี่ยนแปลงเครื่องปรับตั้ง การเปลี่ยนแปลงของรุ่นรถ และการหมุนเวียนหรือโยกย้ายพนักงาน เป็นต้น

3. การตัดสินใจในการนำแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่นำเสนอไปปฏิบัติหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้มีอำนาจในการตัดสินใจของโรงงานกรณีศึกษาเองเท่านั้น

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ทำความเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงกระบวนการทำงานของสถานีปรับตั้งมุมล้อและสถานีงานในการตรวจสอบมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาข้อมูลการดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ได้เคยเกิดขึ้น
3. ศึกษาข้อมูลซึ่งเกิดจากการปรับตั้ง รวมทั้งศึกษาแนวทางและเครื่องมือในการวิเคราะห์
4. กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งก็คือการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติ (Multi -Dimensional Data Model) จากนั้นทำการศึกษาทฤษฎี งานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงวิธีการในการดำเนินการวิเคราะห์
5. จัดเตรียมข้อมูล แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์ และจัดเก็บข้อมูลยังปลายทาง
6. สร้างโมเดลและระบบเพื่อการวิเคราะห์ปัญหา
7. ตั้งคำถามที่ต้องการทราบคำตอบจากระบบการวิเคราะห์ปัญหา
8. วิเคราะห์หาคำตอบของคำถามจากระบบที่ได้สร้างขึ้น
9. สรุปแนวทางในการดำเนินการเพื่อลดจำนวนของปัญหาการทำงานซ้ำ และนำเสนอต่อผู้บริหารของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของโรงงานกรณีศึกษา
10. ติดตามผลจากการดำเนินการ
11. วิจารณ์ผลลัพท์ที่ได้จากการวิเคราะห์
12. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
13. จัดทำรูปเล่มและนำเสนอวิทยานิพนธ์

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดต้นทุนในการผลิตซึ่งเกิดจากค่าแรงล่วงเวลาของพนักงาน ค่าน้ำ ค่าไฟ รวมถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้นในช่วงของการทำงานล่วงเวลา
2. ลดความเมื่อยล้าของพนักงาน เนื่องจากเวลาการทำงานที่ลดลง ทำให้พนักงานมีเวลาในการพักผ่อนเพิ่มขึ้น
3. ลดปริมาณรถที่ต้องกักไว้เพื่อทำการแก้ไขเป็นเวลาข้ามวัน ทำให้สามารถส่งสินค้าได้ทันภายในระยะเวลาที่กำหนด
4. ผลที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางในการนำไปต่อยอดเพื่อการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยใช้เทคนิคอื่นๆ ในส่วนที่ข้อมูลที่มีอยู่ไม่สามารถครอบคลุมได้
5. ช่วยให้สามารถรองรับกำลังการผลิตที่อาจเพิ่มขึ้นในอนาคตได้
6. ปัจจุบันมีข้อมูลต่างๆที่เป็นประโยชน์จากสายการผลิตมากมายทั้งที่อยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูลและในรูปของเอกสารต่างๆ งานวิจัยนี้อาจเป็นแนวทางในการนำข้อมูลต่างๆ เหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ที่นอกเหนือจากการจุดประสงค์หลักในการบันทึกข้อมูลต่างๆ เหล่านั้นไว้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ทฤษฎีทางด้านมุมล้อรถยนต์ ทฤษฎีทางด้านระบบสารสนเทศในการช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกที่จะใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติ (Multi-Dimensional Data Model) ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อช่วยในการตัดสินใจดำเนินการเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้น และทฤษฎีการทดสอบสมมุติฐาน ซึ่งใช้ประกอบการยืนยันผลที่ได้จากการวิเคราะห์ โดยทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้มีดังต่อไปนี้

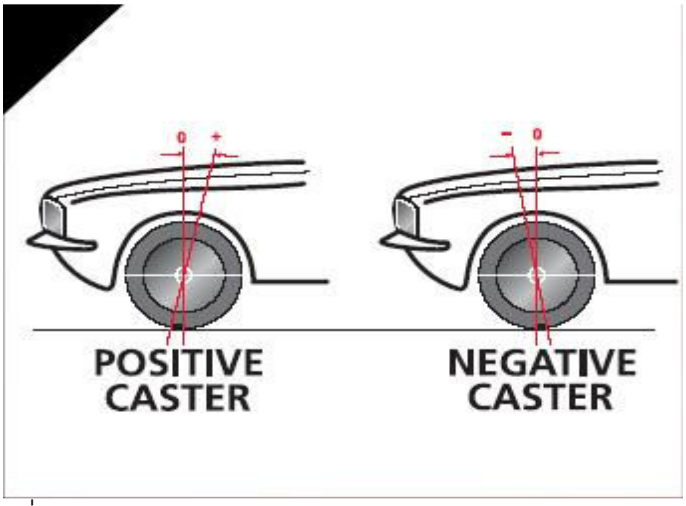
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 มุมล้อรถยนต์

J. Erjavec (2005) กล่าวว่า มุมล้อรถยนต์ คือ การวางตำแหน่งของล้อรถยนต์ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อเสถียรภาพของการขับขี่ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนที่หรือการทรงตัวของรถ โดยมุมล้อที่สำคัญมีดังนี้

1 มุมคาสเตอร์ (Caster angle)

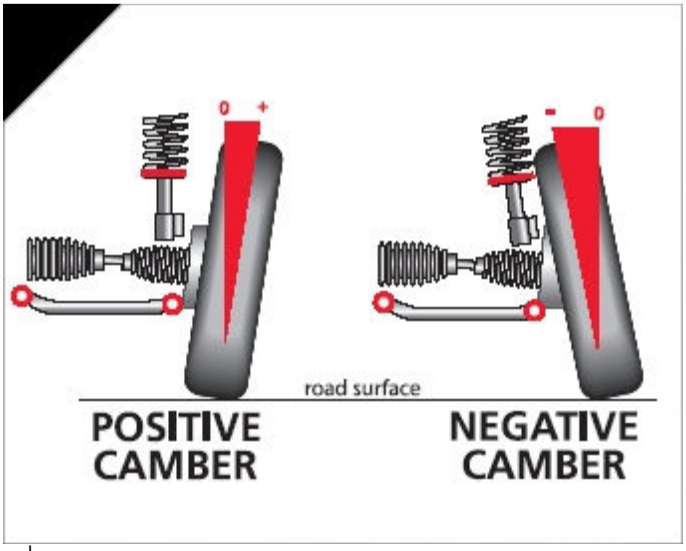
มุมคาสเตอร์ โดยทั่วไปจะเป็นมุมแรกที่จะทำการปรับตั้งในการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์ มุมคาสเตอร์สามารถมองได้จากทางด้านข้างของตัวรถ ดังภาพที่ 2.1 ซึ่งจะเป็นมุมเอียงของโช๊คอัพเทียบจากในแนวดิ่ง หากเบ้าของโช๊คอัพเอียงไปทางด้านหลังเรียกว่ามุมคาสเตอร์เป็นบวก แต่หากเบ้าของโช๊คอัพเอียงไปทางด้านหน้า เรียกว่าคาสเตอร์เป็นลบ มุมคาสเตอร์ที่เหมาะสมจะทำให้รถวิ่งในทิศทางตรงได้อย่างมั่นคง การบังคับทำได้ง่าย พวงมาลัยสามารถคืนตำแหน่งได้อย่างเหมาะสม



ภาพที่ 2.1 มุมคาสเตอร์ (www.benzowner.net,16 มีนาคม 2554)

2. **มุมแคมเบอร์** (Camber angle)

มุมแคมเบอร์ คือมุมการวางตำแหน่งล้อเมื่อมองจากด้านหน้ารถ หรือหลังรถเข้าไปหาตัวรถ ถ้าระยะห่างระหว่างด้านล่างของล้อ (ติดพื้นถนน) มีระยะน้อยกว่า ระยะห่างด้านบนของล้อทั้ง 2 ข้าง เรียกว่าแคมเบอร์มีค่าเป็นบวก เมื่อมองดูแล้วเหมือนกับล้อเอียงสอบเข้าหากัน คล้ายรูปกรวย ในทางตรงข้าม ถ้าระยะห่างระหว่างด้านล่างของล้อ (ติดพื้นถนน) มีระยะมากกว่า ระยะห่างด้านบนของล้อทั้ง 2 ข้าง เรียกว่า แคมเบอร์มีค่าเป็นลบ เมื่อมองดูแล้วจะเหมือนกับล้อกางออกไป ดังภาพที่ 2.2

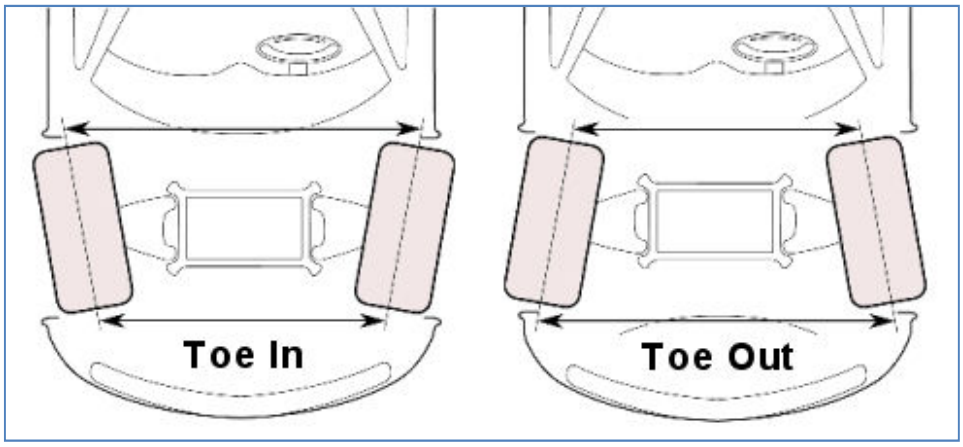


ภาพที่ 2.2 มุมแคมเบอร์ (www.benzowner.net,16 มีนาคม 2554)

โดยปกติแล้วการปรับตั้งมุมแคมเบอร์จะปรับให้เท่ากันทั้งสองข้าง ซึ่งจะทำให้มุมแคมเบอร์มีค่าเป็นบวกหรือลบด้วยองศาเท่าๆกัน มุมแคมเบอร์จะทำให้รถมีเสถียรภาพในขณะเข้าโค้ง หากปรับออกมาแล้วไม่เท่ากันอาจทำให้ยางสึกและอาจทำให้ขาดเสถียรถาพในการขับขี่ได้

3 มุมโท (Toe angle)

มุมโท เมื่อมองจากมุมมองทางด้านบนจะเป็นการเทียบระยะห่างระหว่างขอบยางด้านหน้าและขอบยางด้านหลังของรถยนต์ ระยะห่างระหว่างขอบล้อซ้ายและขวาที่อยู่บนเพลาเดียวกัน ดังภาพที่ 2.3 เมื่อระยะห่างขอบยางด้านหน้าน้อยกว่าขอบยางด้านหลังจะเรียกว่า โทอิน (Toe-in) ซึ่งจะมีค่าเป็นบวกเมื่อระยะห่างของยางด้านหน้าน้อยกว่าระยะห่างของยางด้านหลัง และมีค่าเป็นลบเมื่อระยะห่างของยางด้านหน้ามากกว่าระยะห่างของยางด้านหลังในขณะที่มุมโทเอ้าท์ (Toe-out) เป็นผลต่างของมุมเลี้ยวล้อหน้า ที่อยู่ด้านนอกวงเลี้ยว และด้านในวงเลี้ยว หรือรัศมีการเลี้ยวนั่นเอง มุมโทเอ้าท์จะทำให้ล้อหมุนเลี้ยวได้อย่างราบรื่น ทำให้จุดศูนย์กลางการหมุนเลี้ยวแต่ละล้ออยู่ร่วมกัน ป้องกันการสึกหรอของยาง และอาการเสียงดังขณะเลี้ยวได้ระดับหนึ่ง



รูปที่ 2.3 มุมโทอินและโทเอ้าท์ (www.motorsportengineering.blogspot.com,16 มีนาคม 2554)

การปรับตั้งมุมโทนั้นจะทำที่ Tie Rod โดยปกติแล้วจะปรับทั้งข้างซ้ายและข้างขวาพร้อมๆกัน หากปรับตั้งออกมาแล้วไม่สมดุลกันทั้งสองข้างอาจทำให้เกิดอาการวิ่งไม่ตรง หรือพวงมาลัยเอียงได้ ซึ่งอาการดังกล่าวนี้สามารถแก้ไขได้โดยการปรับตั้ง Tie Rod ให้เท่ากันทั้งสองข้างในขณะที่พวงมาลัยนั้นอยู่ในตำแหน่งตรงนั่นเอง ซึ่งมุมโทนั้นมักจะถูกปรับตั้งเป็นลำดับสุดท้ายเสมอ

2.1.2 ระบบสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์ปัญหา

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System : DSS)

E. Turban, E. J, Aronson, L. P, Liang และ R. Shardy (2007) ได้ให้คำนิยามของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System: DSS) ว่าเป็นระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยให้ผู้บริหารสามารถเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดย DSS ได้รวบรวมเอาเครื่องมือ ข้อมูล ตัวแบบ (Model) และทรัพยากรอื่นๆ มาพัฒนาเพื่อทำการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสร้างตัวแบบที่ซับซ้อนภายใต้ซอฟต์แวร์เดียวกัน

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ได้เริ่มขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1970 โดยมีหลายบริษัทเริ่มที่จะพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อที่จะช่วยผู้บริหารในการตัดสินใจปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างที่แน่นอน หรือกึ่งโครงสร้างโดยข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตลอด ซึ่งระบบสารสนเทศเดิมที่ใช้ในลักษณะระบบการประมวลผลรายการ (Transaction Processing System) ไม่สามารถกระทำได้ นอกจากนั้นยังมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุน และยังช่วยในเรื่องการวิเคราะห์การสร้างตัวแบบ เพื่ออธิบายปัญหาและตัดสินใจปัญหาต่างๆ จนกระทั้งปี ค.ศ. 1980 ความพยายามในการใช้ระบบนี้เพื่อช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจได้แพร่ออกไป ยังกลุ่มและองค์การต่างๆ

กระบวนการตัดสินใจ (Decision Making Process)

กระบวนการตัดสินใจประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. การใช้ความคิดประกอบเหตุผล (Intelligence)

เป็นขั้นตอนที่รับรู้และตระหนักถึงปัญหาหรือโอกาสที่เกิดขึ้น ทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นำข้อมูลมาวิเคราะห์และตรวจสอบเพื่อแยกแยะและกำหนดรายละเอียดของปัญหาหรือโอกาส

2. การออกแบบ (Design)

เป็นขั้นตอนของการพัฒนาและวิเคราะห์ทางเลือกในการปฏิบัติที่เป็นไปได้ รวมถึงการตรวจสอบและประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจใช้ตัวแบบเพื่อสร้างทางเลือกต่างๆ ในการแก้ปัญหาหรือออกแบบหนทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

3. การคัดเลือก (Choice)

ผู้ตัดสินใจจะเลือกจะเลือกแนวทางที่เหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์มากที่สุดโดยอาจใช้เครื่องมือมาช่วยวิเคราะห์ คำนวณค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนของแต่ละแนวทางเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าได้เลือกแนวทางที่ดีที่สุด

4. การนำไปใช้ (Implementation)

เป็นขั้นตอนที่นำผลการตัดสินใจไปปฏิบัติ และติดตามผลของการปฏิบัติเพื่อตรวจสอบว่าการดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ หรือมีข้อขัดข้องประการใด จะต้องมีการแก้ไขหรือปรับปรุงให้สอดคล้อง และเหมาะสมกับสถานการณ์อย่างไร

แนวคิดด้านธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligence: BI)

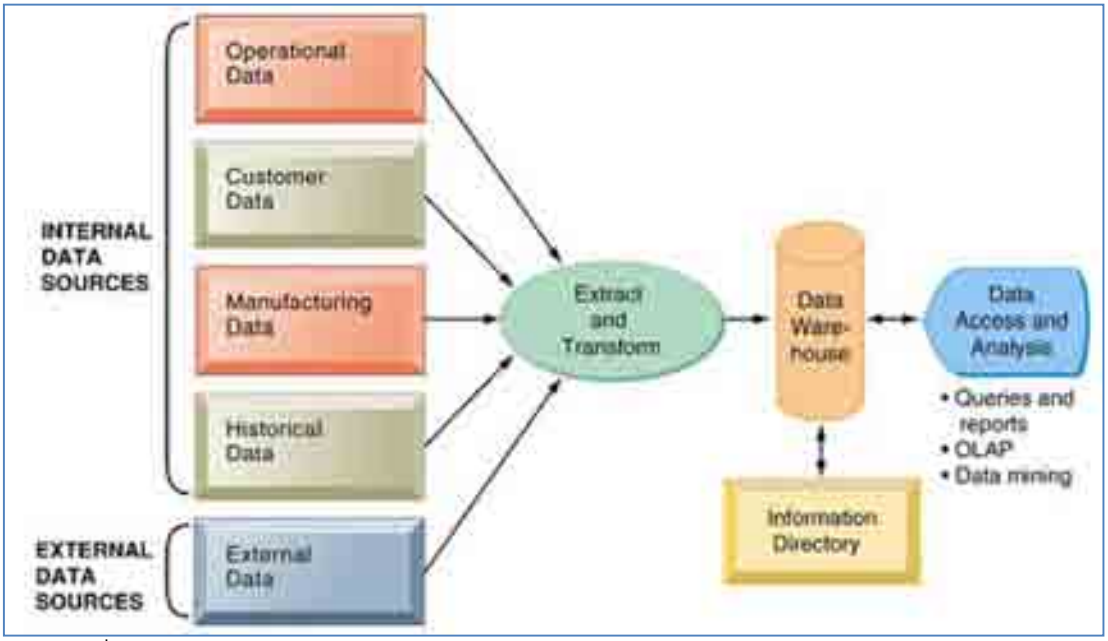
ในปัจจุบันนี้ เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทที่สำคัญต่อธุรกิจอย่างมาก องค์กรที่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยจะมีความได้เปรียบทางด้านการแข่งขัน ผู้บริหารขององค์กรสามารถใช้ข้อมูลสารสนเทศที่ทันสมัยและทันท่วงทีเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว และสามารถนำไปวางแผนหรือโต้ตอบปัญหาเชิงธุรกิจได้ทันต่อเหตุการณ์ มิใช่เพียงข้อมูลภายในองค์กรเท่านั้น อาจเป็นข้อมูลขององค์กรที่เป็นคู่แข่งหรือเป็นข้อมูลขององค์กรอื่นที่อยู่ในธุรกิจเดียวกันด้วยเพื่อให้แน่ใจว่าระบบข้อมูลสารสนเทศที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริหารระดับสูงขององค์กรได้

E. Turban, E. J, Aronson, L. P, Liang และ R. Shardy (2007) ได้นิยามธุรกิจอัจฉริยะไว้ว่าเป็นการนำข้อมูลสารสนเทศที่มีอยู่มาก่อให้เกิดประโยชสูงสุดเพื่อช่วยให้เกิดการตัดสินใจที่ถูกต้องและแม่นยำ โดยใช้เทคโนโลยีเป็นส่วนประกอบที่ทำให้ประสบผลสำเร็จ เพราะเป้าหมาย

ของการดำเนินธุรกิจอัจฉริยะ คือ การนำข้อมูลมากมายมาก่อให้เกิดประโยชน์ ซึ่งเทคโนโลยีระดับล่างสุดที่เข้ามาสนับสนุนธุรกิจอัจฉริยะ คือ แหล่งข้อมูลต่างๆ ได้แก่ฐานข้อมูล ไฟล์ เป็นต้น

คลังข้อมูล (Data Warehouse)

กิตติพงษ์ กลมกล่อม (2552) ได้ให้คำนิยามคลังข้อมูลไว้ว่าเป็นระบบข้อมูลขนาดใหญ่ขององค์กรหรือหน่วยงานหนึ่งๆ ที่เอื้ออำนวยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบงานประจำวัน (Operational Database) และฐานข้อมูลอื่นภายนอกองค์กร (External Database) ซึ่งข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในคลังข้อมูลนั้นจะต้องมีปริมาณเพียงพอ และเป็นข้อมูลที่มีคุณภาพเพียงพอต่อการนำไปวิเคราะห์ เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมทางธุรกิจ โดยการวิเคราะห์ต้องทำได้แบบหลายมิติ (Multi-dimensional Analysis) โครงสร้างของคลังข้อมูล เป็นดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 กระบวนการของคลังข้อมูล (http://www.datawarehouse4you.info,16 มีนาคม 2554)

เนื่องจากฐานข้อมูลของคลังข้อมูล (Data Warehouse Database) ซึ่งมีหน้าที่จัดเก็บข้อมูลต่างๆ ให้ครบถ้วนละมีความถูกต้อง จึงอาจทำให้ข้อมูลในฐานข้อมูลของคลังข้อมูลมีรูปแบบไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้งาน หรือนำมาวิเคราะห์ได้ยากคลังข้อมูลจึงต้องมีข้อมูลอีกส่วนหนึ่งเรียกว่า ตลาดข้อมูล (Data Mart) เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่มีโครงสร้างเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานต่อไป

การประมวลผลเชิงวิเคราะห์ออนไลน์ (Online Analytical Processing : OLAP)

กิตติพงษ์ กลมกล่อม (2552) กล่าวว่า การประมวลผลเชิงวิเคราะห์ออนไลน์ (Online Analysis Processing – OLAP) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในมุมมองหลากหลายมิติ (Multi-Dimensional) โดยที่ผู้ใช้สามารถที่จะ Drill Down ข้อมูลตามมิติ (Dimension) และยังสามารถที่จะทำการปรับเปลี่ยนมุมมองหรือหมุน (Rotate) ได้ตามต้องการ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า OLAP เป็นกระบวนการประมวลผลข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลในมิติต่างๆ (Multidimensional Data Analysis) ได้ ซึ่งโครงสร้างของข้อมูล 2 แบบที่นิยมกันคือ โครงสร้างแบบรูปดาว (Star Schema) และ โครงสร้างแบบเกล็ดหิมะ (Snowflake Schema) โดยข้อมูลที่เก็บอยู่ภายในลูกบาศก์ จะถูกคอนโซลิเดท (Consolidate) และคำนวณทำให้เราสามารถมองภาพกลุ่มข้อมูลในแต่ละมุมมองได้ เช่น cube ของบริษัทผลิตและขายสินค้า เราสามารถดูรายงานในมุมมองยอดขายแต่ละผลิตภัณฑ์ได้ แต่ถ้าต้องการดูรายงานของการขายในแต่ละเขต ก็เพียงแต่เลือกมุมมองตามที่เราต้องการ ซึ่งต่างจากข้อมูลที่แสดงในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System : RDBMS) จะแสดงผลในลักษณะของตารางเท่านั้น หากรายงานที่เราต้องการดูนั้น ไม่มีอยู่ในตารางแล้วเราก็จะต้องค้นหา (Query) โดยอาจจะมีการรวบรวม (Aggregate) ข้อมูลใหม่เพื่อให้ได้รายงานตามที่เราต้องการ

ความสามารถของการประมวลผลเชิงวิเคราะห์ออนไลน์ (OLAP)

1. Roll up : การดูข้อมูลแบบหยาบ คือการเปลี่ยนแปลงระดับความละเอียดของการพิจารณาข้อมูล ทำให้สามารถดูข้อมูลในภาพรวม หรือดูข้อมูลแบบหยาบๆ ได้
2. Drill down : การดูข้อมูลแบบละเอียด คือการเพิ่มความละเอียดในการพิจารณาข้อมูล เจาะลึกข้อมูลเฉพาะส่วนได้

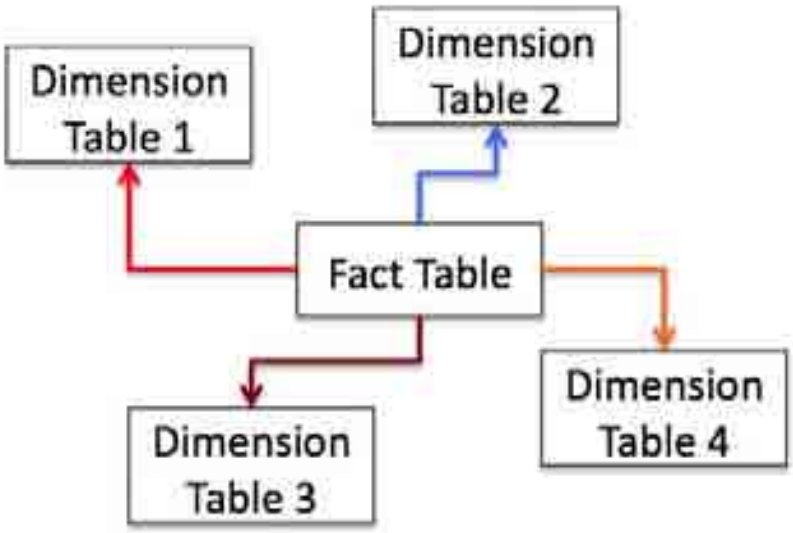
3. Slice and dice : Slice คือ การแยกข้อมูลออกเป็นส่วนๆ เพื่อพิจารณาเฉพาะข้อมูลผลลัพธ์ที่เราสนใจ Dice คือ กระบวนการพลิกแกนหรือมิติข้อมูล ให้ตรงตามความต้องการใช้งาน
4. Pivot (rotate) : คือการแสดงข้อมูลในลักษณะลูกบาศก์ (cube) ทำให้เห็นภาพ (visualization) และแสดงข้อมูลจาก 2 มิติ ให้เป็น 3 มิติ

โครงสร้างคลังข้อมูล (Database Warehouse Schema)

โครงสร้างคลังข้อมูลหลักๆ มีอยู่ 2 รูปแบบ คือ โครงสร้างแบบรูปดาว (Star Schema) และโครงสร้างแบบเกล็ดหิมะ (Snowflake Schema) ซึ่งช่วยให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้หลายมิติ (Multi-Dimensional Data Analysis)

1. โครงสร้างแบบรูปดาว (Star Schema)

เป็นการออกแบบโดยใช้โครงสร้างแบบรูปดาว โดยจะมีลักษณะที่มีตารางความจริง (Fact Table) อยู่ตรงกลาง ล้อมรอบด้วยตารางมิติ (Dimension Table) เพื่อแสดงมุมมองต่างๆ โดยใช้คีย์หลักเป็นตัวเชื่อมโยง ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างแบบรูปดาว (http://www.datawarehouse4you.info, 16 มีนาคม 2554)

2. โครงสร้างแบบเกล็ดหิมะ (Snowflake Schema)

เป็นการออกแบบโดยมีลักษณะนอร์มอลไลซ์ (Normalize) โดยตารางความจริง อยู่ตรงกลางและมีตารางมิติ จำนวนหนึ่งอยู่รอบๆ คล้ายกับโครงสร้างรูปดาว แต่ตารางมิติ จะมีการเชื่อมโยงไปยังตารางมิติย่อยๆ ต่อไปได้อีกหลายระดับ ดังภาพที่ 2.6

ภาพที่ 2.6 โครงสร้างแบบเกล็ดหิมะ (http://www.datawarehouse4you.info,16 มีนาคม 2554)

ส่วนประกอบหลักของโครงสร้างคลังข้อมูล

1. ตารางความจริง (Fact Table)

เป็นตารางศูนย์กลางที่ใช้ในคลังข้อมูล ที่จะเก็บจำนวนตัววัด และรายละเอียดสำคัญในเชิงธุรกิจ โดยจะประกอบด้วยคอลัมน์ที่สำคัญ 2 ประเภท คือ

- คีย์ของตารางความจริง (Fact Table Key) เป็นคอลัมน์ที่เชื่อมโยงไปยังตารางมิติต่างๆ ดังนั้นจำนวนคอลัมน์ของคีย์ของตารางความจริง จะมีจำนวนเท่ากับตารางมิติ (Dimension Table)
- ตัววัด (Measure) เป็นคอลัมน์ที่มีประเภทข้อมูลเป็นตัวเลข โดยทำหน้าที่เก็บจำนวนหรือปริมาณที่เกิดขึ้นของแต่ละรายการประจำวัน เช่น ยอดขาย เป็นต้น

2. ตารางมิติ (Dimension Table)

เป็นตารางในคลังข้อมูล (Data Warehouse) ที่อธิบายข้อมูลในตารางความจริง (Fact Table) ให้เห็นถึงมุมมองต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นๆ

2.1.2 การทดสอบสมมุติฐาน (Test of Hypotheses)

กัลยา วานิชย์บัญชา (2550) กล่าวว่าการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ เป็นการทดสอบความเชื่อหรือสิ่งที่คาดไว้ เช่น ต้องการทดสอบความเชื่อของโรงงานประกอบรถยนต์ที่ว่า การปรับตั้งมุมล้อในโรงงานจะมีค่าเฉลี่ยในการปรับตั้งไม่เกิน 1 เซนติเมตร ก็จะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลการปรับตั้งมุมล้อของรถทุกคันตั้งแต่เริ่มมีการผลิตแล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยในการปรับตั้งของรถแต่ละคันซึ่งหากค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เซนติเมตร แสดงว่าความเชื่อของทางโรงงานกรณีศึกษานั้นมีความถูกต้องแล้ว

ในการเก็บข้อมูลดังตัวอย่างซึ่งต้องเก็บข้อมูลการปรับตั้งของรถทุกคันนั้นอาจทำไม่ได้ หรือหากทำได้ก็จะต้องใช้เวลามาก ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงนิยมใช้วิธีเลือกหน่วยตัวอย่างให้เป็นตัวแทนประชากร ในที่นี้คือ สุ่มค่าการปรับตั้งของรถมาบางคันแล้วมาหาค่าเฉลี่ยของการปรับตั้งในแต่ละซึ่งจะเรียกว่าค่าประมาณ เราจึงนำค่าประมาณมาทดสอบว่าสมมุติฐานที่ตั้งไว้เป็นจริงหรือไม่ ถ้าค่าเฉลี่ยในการปรับตั้งของรถตัวอย่างมีใกล้ 1 เซนติเมตรหรือน้อยกว่า 1 เซนติเมตร เราจะยอมรับสมมุติฐานที่ทางโรงงานตั้งไว้ แต่ถ้าค่าในการปรับตั้งมากกว่า 1 เซนติเมตรมากๆ เราจะไม่ยอมรับสมมุติฐาน

การตั้งสมมุติฐานทางสถิติ

ในการทดสอบสมมุติฐานโดยใช้ข้อมูลจากตัวอย่างเพื่อสรุปว่าสมมุติฐานหรือสิ่งที่คาดไว้ป็นจริงหรือไม่ สิ่งที่สำคัญ คือ การตั้งสมมุติฐานเพื่อการทดสอบ ซึ่งจะต้องประกอบด้วยสมมุติฐาน 2 ชนิดทุกครั้งของการทดสอบ ได้แก่

1. สมมุติฐานว่าง (Null Hypotheses) ใช้สัญลักษณ์ H_0
2. สมมุติฐานแย้ง (Alternative Hypotheses) ใช้สัญลักษณ์ H_1 หรือ H_aโดยถ้าสิ่งที่คาดไว้มีเครื่องหมายเท่ากับอยู่ด้วยให้ไว้ใน H_0

ความผิดพลาดในการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ

การทดสอบสมมุติฐานทางสถิติมักจะมีความผิดพลาดอยู่เสมอ กัลยา วานิชย์บัญชา (2550) ให้คำนิยามของความผิดพลาดว่าเป็นความผิดพลาดจากการใช้ข้อมูลตัวอย่างมาสรุปผลการทดสอบเพื่ออ้างอิงถึงประชากร ซึ่งอาจทำให้ผลการทดสอบเกิดความผิดพลาด คือ ไม่ยอมรับ H_0 ทั้งที่ H_0 เป็นจริง หรือ ยอมรับ H_0 ทั้งที่ H_0 ไม่เป็นจริง ความผิดพลาดสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I Error) เป็นความผิดพลาดเนื่องจากการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 เป็นจริง จะเรียกความผิดพลาดชนิดนี้ว่า “ระดับนัยสำคัญ” (Level of Significant) ใช้สัญลักษณ์ α
2. ความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II Error) เป็นความผิดพลาดเนื่องจากการยอมรับ H_0 เมื่อ H_0 ไม่เป็นจริง ใช้สัญลักษณ์ β ในการทดสอบสมมุติฐานแต่ละครั้งผู้ทดสอบย่อมต้องการให้มีความผิดพลาดทั้ง 2 ประเภทน้อยที่สุด แต่ถ้าลด α จะทำให้ β เพิ่ม ในทำนองเดียวกันถ้าลด β จะทำให้ α เพิ่มขึ้น การที่จะลดทั้ง α และ β จะต้องเพิ่มขนาดตัวอย่าง

การใช้ค่า p-value ในการสรุปผลการทดสอบ

ในการสรุปผลการทดสอบมาตรฐาน จะต้องนำค่าสถิติทดสอบที่คำนวณจากข้อมูลตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับค่าสถิติที่ได้จากตารางสถิติ แต่ในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติจะใช้ค่า p – value ในการตัดสินใจว่าจะปฏิเสธหรือยอมรับ H_0 ซึ่งจะไม่ได้เป็นการใช้สถิติทดสอบ แต่จะใช้ความน่าจะเป็นหรือพื้นที่ใต้เส้นโค้งแทน ซึ่งหลักเกณฑ์การตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธ H_0 โดยใช้ p – value คือถ้า p – value น้อยกว่าค่า α ที่กำหนด จะปฏิเสธสมมุติฐาน H_0

2.2 การทบทวนวรรณกรรม

การดำเนินงานเพื่อออกแบบระบบเพื่อการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ใช้แนวทางจากกระบวนการของคลังข้อมูล ดังนั้นการทบทวนวรรณกรรมจะมุ่งเน้นไปที่งานวิจัยทางด้านเทคนิคคลังข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เทคนิคคลังข้อมูลกับข้อมูลอุตสาหกรรม สำหรับงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษามีดังนี้

J. Trujillo และ G. Vazquez (2008) ได้นำเสนอการใช้เทคนิคคลังข้อมูล และ OLAP ในโรงงานอิเล็กโทรนิกส์แห่งหนึ่งของประเทศเม็กซิโก โดยคาดหวังให้เอามาแทนที่ระบบการวิเคราะห์ข้อมูลแบบเดิมที่ทางโรงงานได้ใช้อยู่ ซึ่งหลังจากการดำเนินงานพบว่าได้รับผลตอบรับเป็นที่น่าพอใจเนื่องจากการวิเคราะห์สามารถทำได้รวดเร็วกว่าระบบเดิมที่ทางโรงงานใช้อยู่ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงลึกได้มากกว่า การจัดการกับข้อมูลทำได้ง่ายกว่า มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการน้อย และสามารถลดพนักงานที่เกี่ยวข้องกับระบบเก่าลงได้

Y. Cao, Q. Liu, Z. Zheng และ H.Su (2010) ได้นำเสนอการพัฒนาระบบคลังข้อมูลเพื่อใช้ในงานเวชศาสตร์การบินพลเรือน ทางด้านการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นเรื่องความปลอดภัยในการบิน งานวิจัยได้นำเสนอกระบวนการ ETL ผ่านทาง Microsoft SQL Server 2005 ซึ่งข้อมูลที่ถูกนำมาใช้มีทั้งข้อมูลในรูปของเอกสาร และในรูปของฐานข้อมูล หลังจากระบบถูกใช้งาน ผลการสำรวจความคิดเห็นพบว่าผลที่ออกมาเป็นที่น่าพอใจ

พงศ์พันธุ์ จันทรภุชงค์ (2548) ได้พัฒนาระบบคลังข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจทางด้านการวิเคราะห์การขาย การตลาด รายรับกระแสเงินสด และการจัดส่งสินค้า ซึ่งคลังข้อมูลที่ได้พัฒนาขึ้นมาประกอบด้วย 3 ระบบใหญ่ คือ (1) ระบบสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์การขายและการตลาด (2) ระบบสารสนเทศเพื่อวิเคราะห์รายรับกระแสเงินสด และ (3) ระบบสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์การจัดส่งสินค้า ซึ่งข้อมูลที่ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศจะเป็นข้อมูลจากระบบปฏิบัติงานขายประจำวัน เนื่องจากในปัจจุบันการดำเนินธุรกิจเคมีภัณฑ์ โดยเฉพาะในกลุ่มธุรกิจแคลเซียมคาร์บอเนต มีการแข่งขันเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากแคลเซียมคาร์บอร์เนตเป็นวัตถุดิบสำคัญสำหรับหลายๆ อุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ อุตสาหกรรมยาง และอุตสาหกรรมพลาสติก จึงทำให้เกิดการแข่งขันเพื่อแย่งส่วนแบ่งทางการตลาดของผู้ผลิตหลายราย

พัณณิต ธีระวรัญญู (2553) ได้รวบรวมข้อมูลจากระบบปฏิบัติงานประจำวันที่อยู่ในรูปแบบแฟ้มข้อมูล Excel มาจัดทำเป็นระบบสารสนเทศช่วยในการตัดสินใจ โดยได้พัฒนาโครงการ “คลังข้อมูลด้านการจัดซื้อและขายสำหรับธุรกิจนำเข้าและจัดจำหน่ายเคมีภัณฑ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม” เพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร ซึ่งประกอบด้วย 5 ระบบคือ (1) ระบบสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์ด้านการจัดซื้อสินค้า (2) ระบบสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์ด้านการจัดการสินค้าคงคลัง (3) ระบบสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์ด้านการขาย (4) ระบบสารสนเทศเพื่อ

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของผู้ให้บริการจัดส่งสินค้า และ (5) ระบบสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์ลูกหนี้ เพราะนอกจากการแข่งขันทางด้านทางด้านการตลาดจะใช้ราคาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแข่งขันแล้ว คุณภาพของสินค้าและการมีสินค้าคงคลังที่เหมาะสมก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งธุรกิจนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศเพื่อนำเข้ามาจำหน่ายภายในประเทศดังเช่นในกรณีศึกษานั่นเอง

ภาวิณี วงค์จันทร์มา (2552) ได้พัฒนาคลังข้อมูลเพื่อจัดการความเสี่ยงของบัตรเครดิตสำหรับธนาคารพาณิชย์ขึ้นมา เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและดำเนินการวางแผนและตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ซึ่งระบบที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาประกอบด้วย 6 ระบบ ได้แก่ (1) ระบบวิเคราะห์การสมัครบัตรเครดิต (2) ระบบวิเคราะห์การปิดบัตรเครดิต (3) ระบบวิเคราะห์การจ่ายชำระบัตรเครดิต (4) ระบบวิเคราะห์การผิดนัดชำระครั้งแรกที่มีการใช้บัตรเครดิต (5) ระบบวิเคราะห์การผิดนัดชำระยอดค้างบัตรเครดิต และ (5) ระบบวิเคราะห์หนี้สูญและหนี้สูญที่ได้รับคืน เนื่องมาจากวิกฤติการณ์อสังหาริมทรัพย์ “ซับไพร์ม” ในประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อปลายปี พ.ศ. 2550 ส่งผลให้เกิดวิกฤติการณ์การเงินแผ่ขยายออกไปทั่วโลก ซึ่งส่งผลกระทบต่อเครดิตการ์ดพอร์ตฟอลิโอของธนาคาร ทำให้ธนาคารจำเป็นต้องปรับนโยบายการให้สินเชื่อบัตรเครดิตใหม่อย่างเหมาะสมในแต่ละระดับความเสี่ยง เพื่อให้เกิดหนี้สูญน้อยที่สุดและอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้ ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นมาจะช่วยผู้บริหารในการบริหารความเสี่ยง

ภาณุวัฒน์ ศิริรักษ์ (2553) ได้ใช้ข้อมูลจากระบบงานต่างๆ มาพัฒนาคลังข้อมูลและระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับธุรกิจจำหน่ายอุปกรณ์ถ่ายรูป โดยแบ่งออกเป็น 7 ระบบ คือ (1) ระบบวิเคราะห์การขาย (2) ระบบวิเคราะห์โปรแกรมเสริมการขาย (3) ระบบวิเคราะห์ลูกค้าสมาชิก (4) ระบบวิเคราะห์สินค้าคงคลัง (5) ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพพนักงาน (6) ระบบวิเคราะห์สินค้าที่มีปัญหา และ (7) ระบบวิเคราะห์ความพึงพอใจของลูกค้า เนื่องจากตลาดอุปกรณ์ถ่ายรูปโดยรวมมีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วง 2-3 ปี ทำให้ต้องมีการวิเคราะห์ปรับเปลี่ยนแผนทางการตลาด เพื่อให้บริษัทสามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ ดังนั้นผู้บริหารงานในฝ่ายต่างๆ จึงต้องการรายงานในมุมมองที่หลากหลายมากขึ้น เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ ตัดสินใจ รวมถึงการประเมินประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของบริษัท

นิธิวดี ปั้นภู (2552) ได้พัฒนาคลังข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารธุรกิจผลิตและจำหน่ายแร่ขึ้นมา โดยการรวบรวมข้อมูลขององค์กรมาจัดทำรายงานการวิเคราะห์ในด้าน

ต่างๆของการบริหารธุรกิจ ซึ่งประกอบด้วย (1) ระบบวิเคราะห์การขาย (2) ระบบวิเคราะห์ลูกหนี้การค้าที่จะถึงกำหนดชำระและวิเคราะห์ลูกหนี้การค้าที่ค้างชำระ (3) ระบบวิเคราะห์เจ้าหนี้ (4) ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพของผู้ขนส่ง (5) ระบบวิเคราะห์กำไรขั้นต้นและระบบวิเคราะห์อัตราส่วนทางด้านการเงิน ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วเนื่องจากได้มีการคิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ ให้มีคุณสมบัติเฉพาะตามความเหมาะสมของการนำไปใช้งาน กอรปกับการเติบโตของตลาดเซรามิกส์ในต่างประเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการแข่งขันในธุรกิจการผลิตและจัดจำหน่ายแร่เพิ่มมากขึ้น ทั้งในด้านราคา การให้บริการ และด้านความหลากหลายของสินค้า ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นมาจะช่วยเพิ่มศักยภาพในการดำเนินธุรกิจให้กับบริษัท

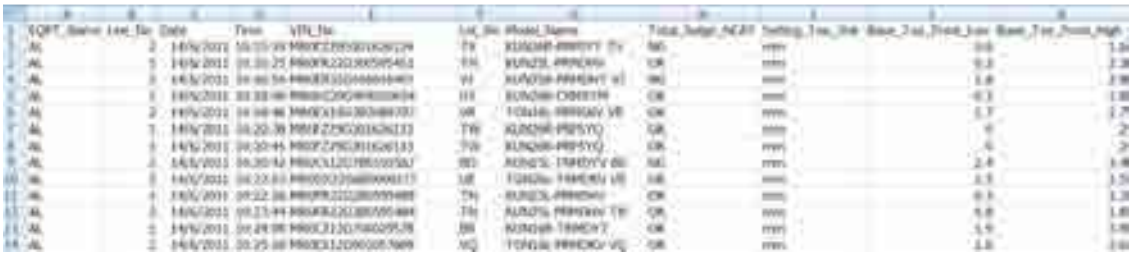
บทที่ 3

การพัฒนาระบบเพื่อการวิเคราะห์ปัญหา

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์หาแนวทางลดการเกิดปัญหา โดยจะใช้ข้อมูลการปรับตั้งมุมล้อของรถทุกคันในช่วงเวลาหนึ่งมาทำการวิเคราะห์แบบหลายมิติ เพื่อหาแนวโน้มของการเกิดปัญหาในแต่ละมุมมอง กระบวนการวิเคราะห์เริ่มจากการนำข้อมูลดิบมาเข้ากระบวนการแปลงข้อมูลเพื่อนำไปเก็บไว้ในระบบการวิเคราะห์ จากนั้นจึงสร้างโมเดลของระบบการวิเคราะห์ โดยโมเดลที่สร้างขึ้นจะเป็นโครงสร้างรูปดาว (Star Schema) ซึ่งประกอบด้วยตารางความจริง (Fact Table) และตารางมิติ (Dimension Table) หลังจากได้โมเดลของระบบการวิเคราะห์ออกมาเป็นที่เรียบร้อยแล้วจึงได้ตั้งคำถามที่ต้องการทราบคำตอบ ซึ่งคำตอบของคำถามเหล่านี้จะต้องสามารถหาคำตอบได้จากโมเดลการวิเคราะห์ที่ถูกสร้างขึ้นมา และคำตอบของคำถามเหล่านี้จะต้องสามารถใช้เป็นประโยชน์ในการประกอบการตัดสินใจเพื่อลดจำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นด้วย

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์จะเป็นข้อมูลการปรับตั้งมุมล้อของรถทุกคันซึ่งถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูลภายในเครื่องปรับตั้งมุมล้อทั้งสองเครื่องโดยมีรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลแบบตาราง (csv ; Comma-Separated Value) โดยใช้จุลภาคแบ่งข้อมูลในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) และเว้นบรรทัดแทนแถว (แนวนอน) โดยข้อมูลที่นำมาเข้าสู่ระบบการวิเคราะห์จะเป็นข้อมูลการปรับตั้งมุมล้อในระหว่างเดือนมกราคม 2553 ถึงเดือนธันวาคม 2554 ซึ่งมีการปรับตั้งของรถในรุ่นที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทั้งสิ้น 533,982 เรคคอร์ด (Record) ซึ่งในแต่ละเรคคอร์ดประกอบด้วยข้อมูลทั้งสิ้น 38 ฟิลด์ (Field) ตัวอย่างข้อมูลดิบ (Raw Data) เป็นดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลดิบจากเครื่องปรับตั้งมุมล้อรถยนต์

เมื่อพิจารณาข้อมูลดิบที่มีอยู่พบว่าข้อมูลที่เกี่ยวข้องและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการนำเข้าสู่ระบบเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นมีอยู่ทั้งหมด 8 ฟิลด์ ดังตารางที่ 3.1

ชื่อฟิลด์	**คำอธิบาย**
Line_No	หมายเลขเครื่องจักร
Time	เวลาที่รถเข้ารับการปรับตั้ง
Vin_No	หมายเลขตัวถังของรถที่เข้ารับการปรับตั้ง
Model_Name	รุ่นของรถที่เข้ารับการปรับตั้ง
Base_Toe_Front_Low	ค่ามาตรฐานล่างของมุมล้อของรถที่เข้ารับการปรับตั้ง
Base_Toe_Front_High	ค่ามาตรฐานบนของมุมล้อของรถที่เข้ารับการปรับตั้ง
Base_Total_Toe_Front	ค่าจริงในการปรับตั้ง
EmployeeID	รายชื่อพนักงานผู้ปรับตั้ง

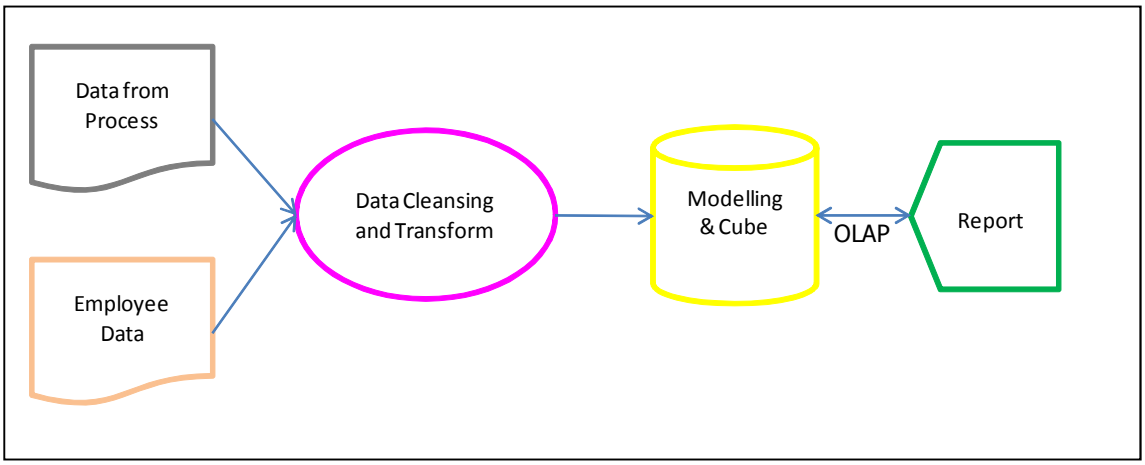
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

สำหรับในงานวิจัยนี้ได้ใช้ The Business Intelligence Development Studio Projects ใน Microsoft Visual Studio 2008 เป็นเครื่องมือในการสร้างโมเดลเพื่อการวิเคราะห์ และใช้ Microsoft SQL Server 2008 เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล นอกจากนี้จะใช้โปรแกรม Minitab 16 ในการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติเพื่อประกอบผลที่ได้จากการวิเคราะห์

3.3 กระบวนการในการวิเคราะห์

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติ ซึ่งจะอ้างอิงกระบวนการของคลังข้อมูลในการดำเนินงาน แต่เนื่องจากการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้เป็นการนำข้อมูลออกมาวิเคราะห์เพียงแค่ครั้งเดียวเท่านั้น ทำให้ไม่เกิดกระบวนการ ETL ขึ้น จึงไม่อาจเรียกว่าเป็นกระบวนการของคลังข้อมูลได้ ซึ่งกระบวนการในการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้เป็นดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 กระบวนการของระบบการวิเคราะห์

เนื่องจากระบบการวิเคราะห์ที่ได้สร้างขึ้นมาในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดเพียงครั้งเดียวเท่านั้น ดังนั้นการนำข้อมูลเข้าจัดเก็บยังปลายทางจะกระทำเพียงครั้งเดียวเช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากข้อมูลดิบดังในหัวข้อที่ 3.1 นั้น มีข้อมูลบางอย่างไม่ได้อยู่ในรูปแบบที่จะนำมาวิเคราะห์ได้ง่ายๆ เช่น ค่ามาตรฐานในการปรับตั้ง และค่าจริงในการปรับตั้งซึ่งจะมีความแตกต่างกันไปตามรถในรุ่นต่างๆ ซึ่งจะมีอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้การแปลผลที่ได้จากการวิเคราะห์อาจทำได้ลำบาก จึงต้องมีการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้ สำหรับการเตรียมข้อมูลก่อนการจัดเก็บยังปลายทางเพื่อสร้างโมเดลในการวิเคราะห์ที่จะเกิดขึ้นในงานวิจัยนี้มีดังต่อไปนี้

3.3.1 Data Cleansing

ขั้นตอนแรกของกระบวนการเตรียมข้อมูลคือการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และกำจัดข้อมูลที่ผิดพลาด รวมถึงข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ออกไป ซึ่งมีข้อมูลที่ถูกกำจัดออกไปทั้งสิ้น 54,776 เรคคอร์ด โดยในจำนวนนี้ประกอบไปด้วยเรคคอร์ดที่เป็นรถ SUV ซึ่งเคยถูกปรับตั้งมุมล้อโดยโรงงานกรณีศึกษามาก่อนที่จะถูกย้ายออกไปในภายหลัง รวมถึงเรคคอร์ดที่เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการวัดค่าในวาระต่างๆ เช่น การสอบเทียบเครื่องจักร การทดสอบหลังจากการซ่อมเครื่องจักร และการทดสอบหลังจากมีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ต่างๆ เป็นต้น

3.3.2 Data Transformation

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าข้อมูลต่างๆ บางฟิลด์ไม่ได้อยู่ในรูปแบบที่จะสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ง่าย ดังนั้นจึงต้องมีการแปลงข้อมูลก่อนที่จะส่งข้อมูลไปจัดเก็บยังปลายทาง สำหรับการแปลงข้อมูลที่เกิดขึ้นทั้งหมดในงานวิจัยนี้ได้ถูกกระทำโดยการเขียน SQL ฝังไว้ใน Server (Stored procedure) บน Microsoft SQL Server 2008 ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมดที่มีการแปลงก่อนถูกส่งไปจัดเก็บมีดังนี้

1. เวลา

เวลาที่ถูกบันทึกในข้อมูลดิบเป็นเวลาจริงของการปรับตั้งที่เกิดขึ้นกับรถคันนั้นๆ ซึ่งในการวิเคราะห์เราไม่ได้ต้องการเจาะจงเป็นเวลาจริงที่เกิดปัญหา แต่เราต้องการเป็นช่วงเวลาที่เกิดปัญหา สืบเนื่องมาจากการที่โรงงานกรณีศึกษากำหนดให้การปฏิบัติงานในแต่ละรอบสำหรับพนักงานที่ทำหน้าที่ในการปรับตั้งนั้นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ดังนั้นในการวิเคราะห์จึงใช้การจำแนกเวลาในการปรับตั้งให้เป็นลักษณะเช่นเดียวกันกับที่ทางโรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดไว้ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 8 ช่วง

2. หมายเลขตัวถังของรถที่เข้ารับการปรับตั้ง

หมายเลขตัวถังของรถที่เข้ารับการปรับตั้งจะเป็นค่าจำเพาะที่ใช้ชี้บ่งถึงรถแต่ละคัน ซึ่งในทางทฤษฎีแล้วหมายเลขหนึ่งควรจะมีอยู่เพียง 1 เรคคอร์ดเท่านั้น กล่าวคือรถแต่ละคันจะเข้ารับการปรับตั้งมุมล้อแค่เพียงครั้งเดียวเท่านั้น แต่ในทางปฏิบัติแล้วมีโอกาสพบหมายเลขตัวถังเดียวกันได้มากกว่า 1 เรคคอร์ด เนื่องจากการปรับตั้งที่ไม่ผ่านมาตรฐานการตรวจสอบทำให้ต้องเกิดการทำงานซ้ำนั่นเอง ซึ่งการปรับตั้งที่ไม่ผ่านมาตรฐานการตรวจสอบนั้นเท่าที่ตรวจพบไม่ได้เกิดเฉพาะกับรถที่ได้รับการปรับค่ามุมล้อที่ไม่ได้มาตรฐานเท่านั้น แต่ก็ยังพบได้กับรถที่ได้รับการปรับตั้งให้อยู่ในช่วงมาตรฐานอย่างถูกต้องแล้วเช่นเดียวกัน ดังนั้นค่าการชี้วัดปัญหาที่เกิดขึ้นจึงไม่อาจใช้สถานะจริงที่เกิดขึ้นจากการปรับตั้งมุมล้อได้ ซึ่งต้องใช้หมายเลขตัวถังที่ซ้ำกันเป็นตัวชี้วัด หมายความว่าหากพบหมายเลขตัวถังเดียวกันเข้ารับการปรับตั้งมากกว่า 1 ครั้ง นั่นหมายความว่ารถคันนั้นเป็นรถที่ไม่ผ่านมาตรฐานการตรวจสอบ ดังนั้นจึงต้องทำการแปลงข้อมูลโดยหมายเลขตัวถังที่พบเพียง 1 ครั้งจะจัดอยู่ในกลุ่มรถที่ผ่านมาตรฐาน ในขณะที่หมายเลขตัวถังที่พบมากกว่า 1 ครั้งจะจัดอยู่ในกลุ่มรถที่ไม่ผ่านมาตรฐานการตรวจสอบ

3. ค่ามาตรฐานมุมล้อและค่าการปรับตั้งจริง

ค่ามาตรฐานมุมล้อ หมายถึง ช่วงของการปรับตั้งที่ถูกกำหนดขึ้นมาโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เป็นมาตรฐานสำหรับการปรับตั้งค่ามุมล้อของรถแต่ละรุ่น ดังนั้นค่ามาตรฐานมุมล้อจะแตกต่างกันไปตามรถแต่ละรุ่นนั่นเอง เนื่องด้วยในปัจจุบันรถที่ถูกผลิตในโรงานกรณีศึกษามีอยู่มากกว่า 100 รุ่น ซึ่งทำให้ค่ามาตรฐานของมุมล้อจะมีอยู่มากกว่า 100 รุ่น เช่นเดียวกัน ซึ่งด้วยจำนวนมาตรฐานที่แตกต่างกันนี้ทำให้เป็นการยากสำหรับการดูแนวโน้มของผลที่ได้จากการวิเคราะห์ แต่เนื่องด้วยช่วง tolerance ที่เท่ากันหมดนั่นคือ ±1 เซนติเมตร ผู้วิจัยจึงได้เลือกที่จะแปลงข้อมูลให้อยู่ในช่วงมาตรฐานเดียวกันทั้งหมดคือ 1±1 เซนติเมตร (0 ถึง 2 เซนติเมตร) ตัวอย่างการแปลงข้อมูลเป็นดังนี้

ตัวอย่าง รถขับเคลื่อน 2 ล้อ มีค่ามาตราฐานในการปรับตั้งมุมล้อคือ 5±1 เซนติเมตร ค่าที่เกิดจากการปรับตั้งจริงเท่ากับ 5.5 เซนติเมตร

วิธีทำ ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้การแปลงข้อมูลให้อยู่ในช่วง 1±1 เซนติเมตร

ขั้นตอนที่ 1 นำค่าที่ได้จากการปรับตั้งจริงลบกับค่ามาตรฐานจริงของรถคันนั้นๆ จะได้

5.5 – 5.0 = 0.5 เซนติเมตร

ขั้นตอนที่ 2 นำผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาบวกกับ 1 ซึ่งก็คือค่ากลางของมาตรฐานใหม่ที่กำหนดขึ้นมา จะได้ 0.5+1.0 = 1.5 เซนติเมตร ซึ่งก็คือค่าใหม่ที่จะใช้ในการวิเคราะห์

ในตัวอย่างเป็นการแสดงหลักการที่ใช้ในการแปลงข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ แต่เนื่องจากข้อมูลดิบไม่ได้ระบุค่ากลางของรถแต่ละรุ่น แต่ระบุเป็นค่ามาตรฐานสูงและมาตรฐานเอาไว้ ดังนั้นสูตรที่ใช้เพื่อการแปลงข้อมูลเป็นดังนี้

$$Base\ Total\ Toe\ Front - \left(\frac{\text{Base Total Toe Front Low - Base Total Toe Front High}}{2} \right) + 1$$

โดยที่ Base Total Toe Front คือ ค่าจริงซึ่งเกิดจากการปรับตั้ง

Base Total Toe Front Low คือ ค่ามาตรฐานล่างของมุมล้อของรถที่เข้ารับการปรับตั้ง

Base Total Toe Front High คือ ค่ามาตรฐานล่างของมุมล้อของรถที่เข้ารับการปรับตั้ง

ตารางที่ 3.2 เป็นการแสดงตัวอย่างของรถที่ผ่านการแปลงค่ามาตรฐานจากมาตรฐานเดิมของรถแต่ละคันให้อยู่ในช่วงมาตรฐานใหม่ซึ่งก็คือ 1±1 เซนติเมตร โดยใช้สูตรข้างต้น

คันที่	มาตรฐานเดิม (เซนติเมตร)	ค่าปรับตั้งจริง (เซนติเมตร)	มาตรฐานใหม่ (เซนติเมตร)	ค่าปรับตั้งใหม่ (เซนติเมตร)
1	5±1	4.5	1±1	0.5
2	-2±1	-1.8	1±1	1.2
3	18±1	30	1±1	13

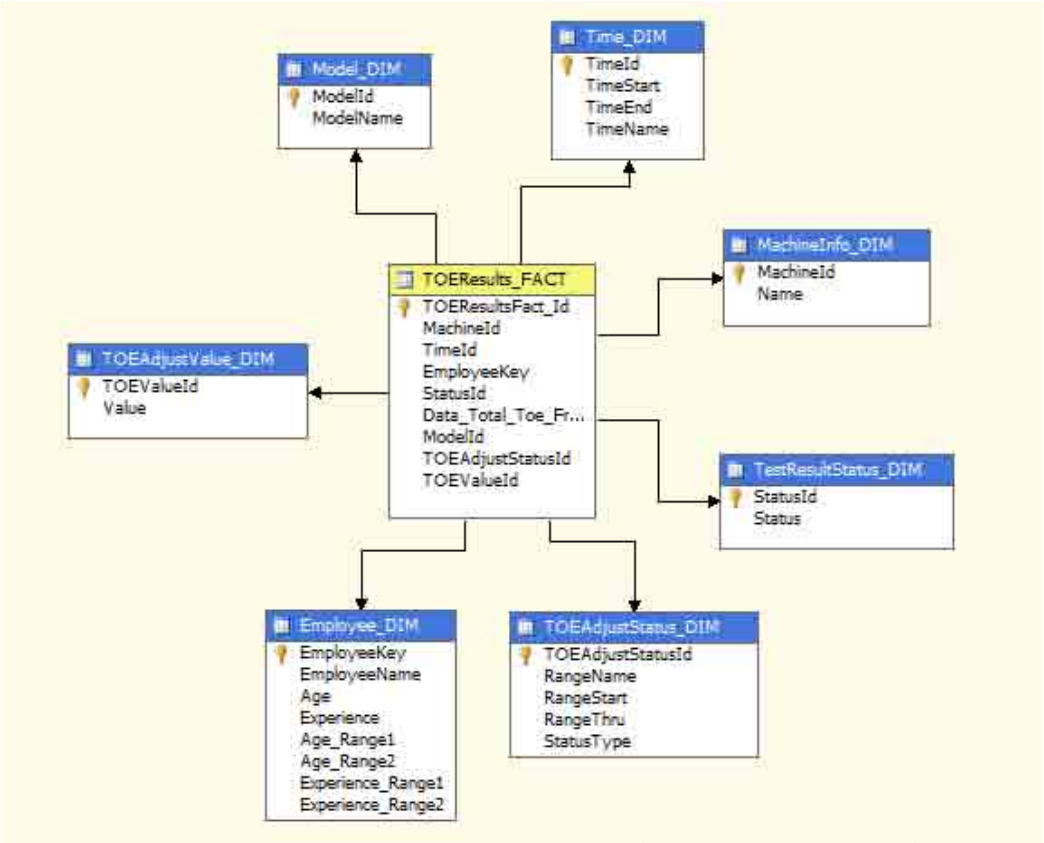
ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างของรถที่ผ่านการแปลงค่ามาตรฐานการปรับตั้งมุมล้อ

3.3.3 Data Storage

หลังจากที่ได้กำจัดข้อมูลที่ไม่ต้องการ รวมถึงทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถวิเคราะห์ได้ตามที่ต้องการแล้ว ในลำดับต่อไปจะเป็นการนำข้อมูลทั้งหมดเข้าไปจัดเก็บไว้ที่ Storage ปลายทาง เพื่อนำเข้าสู่การวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติต่อไป

3.4 การสร้างระบบเพื่อการวิเคราะห์

เมื่อแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้ตามที่ต้องการแล้วต่อไปจะเป็นการสร้างระบบเพื่อการวิเคราะห์ ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้ The Business Intelligence Development Studio Projects ใน Microsoft Visual Studio 2008 เข้ามาเป็นเครื่องมือในการสร้างระบบสำหรับการวิเคราะห์ โดยโมเดลโครงสร้างของระบบที่สร้างขึ้นมานี้จะเป็นโครงสร้างรูปดาว (Star Schema) ซึ่งประกอบด้วยตารางความจริง (Fact Table) 1 ตาราง และตารางมิติ (Dimension Table) 7 ตาราง ดังภาพที่ 3.3



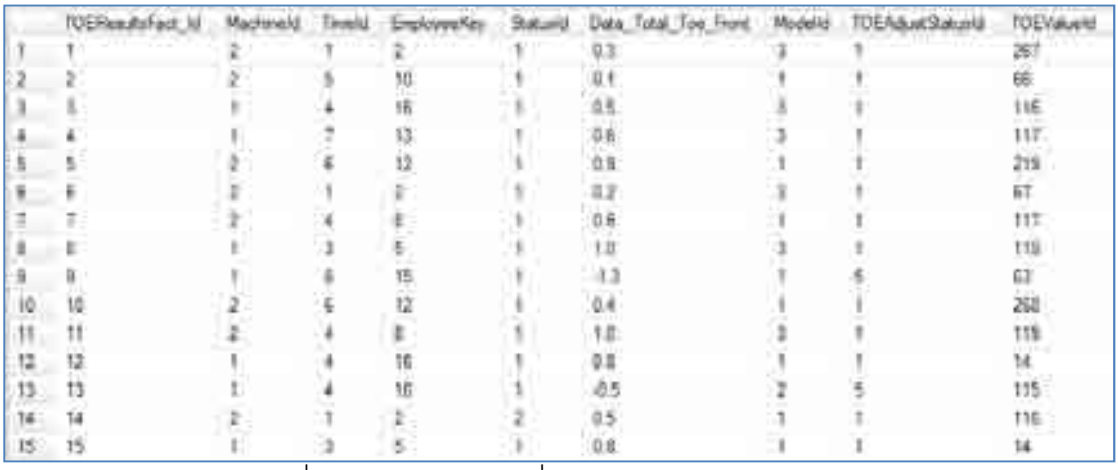
ภาพที่ 3.3 โมเดลเพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการทำงานซ้ำของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อ

จากที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นว่าโมเดลของระบบการวิเคราะห์ปัญหาการทำงานซ้ำของสถานีปรับตั้งมุมล้อประกอบด้วย 1 ตารางความจริง และ 7 ตารางมิติ รายละเอียดของข้อมูลในตารางความจริงและตารางมิติทั้งหมดมีดังต่อไปนี้

3.4.1 **ตารางความจริง** (Fact Table)

Name	Data Source	Key	Data Type	Description
TOEResults Fact_Id		PK	BIGINT	ID ของข้อมูลแต่ละแถว
MachineId	Line_No	FK	SMALLINT	หมายเลขเครื่องปรับตั้ง
TimeId	Time	FK	SMALLINT	เวลาในการปรับตั้ง
EmployeeKey	EmployeeID	FK	INT	พนักงานปรับตั้ง
StatusId	Vin_No	FK	SMALLINT	สถานะของผลการทดสอบมาตรฐานหลังการปรับตั้งมุมล้อ
ModelId	Model_Name	FK	SMALLINT	รุ่นรถ
TOEAdjustStatus Id	Base_Total_Toe_Front Base_Total_Toe_Low Base_Total_Toe_High	FK	INT	สถานะของการปรับตั้งมุมล้อ
TOEValueId	Base_Total_Toe_Front Base_Total_Toe_Low Base_Total_Toe_High	FK	INT	ค่าจริงจากการปรับตั้งมุมล้อ
Data_Total_Toe _Front	Base_Total_Toe_Front Base_Total_Toe_Low Base_Total_Toe_High		NUMERIC(6,1)	ค่าในการปรับตั้งมุมล้อที่เกิดขึ้นจริง

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางความจริง



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางความจริง

3.4.2 ตารางมิติ (Dimension Table)

3.4.2.1 ตารางมิติรุ่นรถ (Model Dimension)

Name	Key	Data Type	Description
ModelId	PK	SMALLINT	ID ของข้อมูลแต่ละแถว
ModelName		VARCHAR(10)	รุ่นรถที่เข้ารับการปรับตั้ง 1. รถขับเคลื่อน 2 ล้อ 2. รถขับเคลื่อน 2 ล้อยกสูง 3. รถขับเคลื่อน 4 ล้อ

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติรุ่นรถ

	ModelId	ModelName
1	1	4X2
2	2	4X2(H)
3	3	4X4

ภาพที่ 3.5 การเก็บข้อมูลในตารางมิติรุ่นรถ

3.4.2.2 ตารางมิติเวลา (Time Dimension)

Name	Key	Data Type	Description
TimeKey	PK	INT	ID ของข้อมูลแต่ละแถว
TimeStart		DATETIME	เวลาเริ่มต้นการทำงาน 1. 07.30 น. 2. 09.30 น. 3. 12.30 น. 4. 14.30 น. 5. 19.30 น. 6. 21.30 น. 7. 00.30 น. 8. 02.30 น.
TimeEnd		DATETIME	เวลาเริ่มต้นการทำงาน 1. 09.30 น. 2. 12.00 น. 3. 14.30 น. 4. 19.20 น. 5. 21.30 น. 6. 00.00 น. 7. 02.30 น. 8. 07.30 น.
TimeName		VARCHAR(60)	ช่วงเวลาในการปรับตั้ง

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติเวลา

	TimeId	TimeStart	TimeEnd	TimeName
1	1	1900-01-01 07:30:00.000	1900-01-01 09:29:00.000	07:30:00
2	2	1900-01-01 09:30:00.000	1900-01-01 12:00:00.000	09:30:00
3	3	1900-01-01 12:30:00.000	1900-01-01 14:29:00.000	12:30:00
4	4	1900-01-01 14:30:00.000	1900-01-01 19:20:00.000	14:30:00
5	5	1900-01-01 19:30:00.000	1900-01-01 21:29:00.000	19:30:00
6	6	1900-01-01 21:30:00.000	1900-01-01 23:59:00.000	21:30:00
7	7	1900-01-01 00:30:00.000	1900-01-01 02:29:00.000	00:30:00
8	8	1900-01-01 02:30:00.000	1900-01-01 07:29:00.000	02:30:00

ภาพที่ 3.6 การเก็บข้อมูลในตารางมิติเวลา

3.4.2.3 **ตารางมิติเครื่องตั้งมุมล้อ** (Machine Info Dimension)

Name	Key	Data Type	Description
MachineId	PK	SMALLINT	ID ของข้อมูลแต่ละแถว
Name		VARCHAR(30)	หมายเลขเครื่อง

ตารางที่ 3.6 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติเครื่องตั้งมุมล้อ

MachineID	Name
1	1
2	2

ภาพที่ 3.7 การเก็บข้อมูลในตารางมิติเครื่องตั้งมุมล้อ

3.4.2.3 **ตารางมิติค่าการปรับตั้งมุมล้อ** (TOE Adjust Value Dimension)

Name	Key	Data Type	Description
StatusId	PK	SMALLINT	ID ของข้อมูลแต่ละแถว
Value		NUMERIC(6,1)	ค่าจากการปรับตั้งทั้งหมดของแต่ละคัน ซึ่งนับได้ทั้งหมด 436 ค่า

ตารางที่ 3.7 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติค่าการปรับตั้งมุมล้อ

	TOEValueId	Value
1	1	-22.8
2	2	-14.2
3	3	-13.2
4	4	-9.3
5	5	-8.1
6	6	-8.0
7	7	-7.2
8	8	-7.1
9	9	-6.2
10	10	-5.2

ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลในตารางมิติค่าการปรับตั้งมุมล้อ

3.4.2.5 **ตารางมิติสถานะการตรวจสอบ** (Test Result Status Dimension)

Name	Key	Data Type	Description
StatusId	PK	SMALLINT	ID ของข้อมูลแต่ละแถว
Status		VARCHAR(2)	สถานะของการตรวจสอบมาตรฐาน ได้แก่ 1. ผ่านมาตรฐาน (OK) 2. ไม่ผ่านมาตรฐาน (NG)

ตารางที่ 3.8 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติสถานะการตรวจสอบ

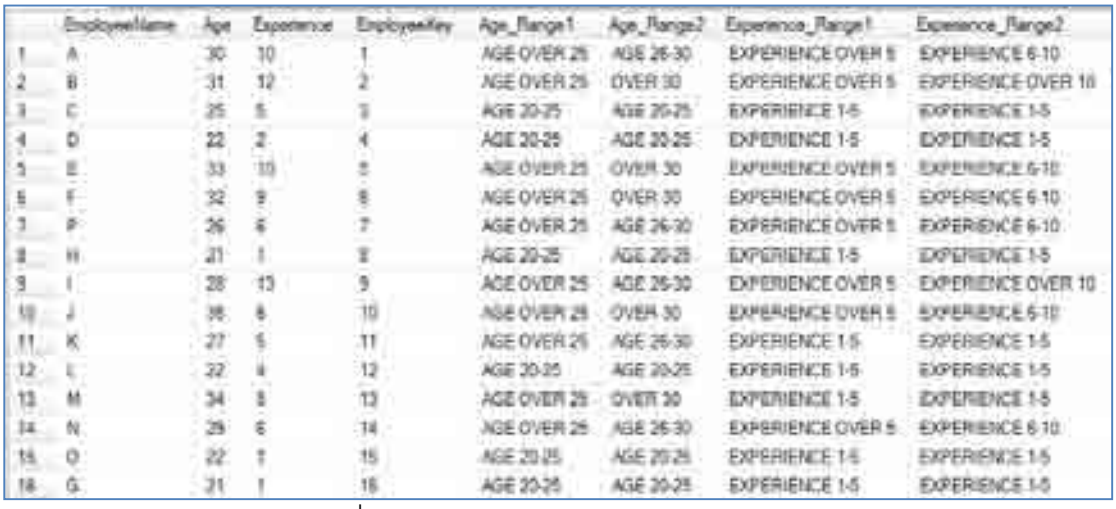
	StatusId	Status
1	1	OK
2	2	NG

ภาพที่ 3.9 การเก็บข้อมูลในตารางมิติสถานะการตรวจสอบ

1.4.2.6 **ตารางมิติพนักงาน** (Employee Dimension)

Name	Key	Data Type	Description
EmployeeKey	PK	INT	ID ของข้อมูลแต่ละแถว
EmployeeName		NVARCHAR (60)	ชื่อพนักงาน
Age		INT	อายุพนักงาน
Experience		INT	ประสบการณ์ในการทำงาน
Age_Range1		VARCHAR(30)	ช่วงอายุพนักงานแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ 1. 21-25 ปี 2. 26 ปีขึ้นไป
Age_Range2		VARCHAR(30)	ช่วงอายุพนักงานแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ 1. 21-25 ปี 2. 26-30 ปี 3. 31 ปีขึ้นไป
Experience_Range1		VARCHAR(30)	ประสบการณ์ของพนักงานแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ 1. 1-5 ปี 2. 6 ปีขึ้นไป
Experience_Range1		VARCHAR(30)	ประสบการณ์ของพนักงานแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ 1. 1-5 ปี 2. 6-10 ปี 3. 11 ปีขึ้นไป

ตารางที่ 3.9 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติพนักงาน



	EmployeeName	Age	Experience	EmployeeKey	Age_Range1	Age_Range2	Experience_Range1	Experience_Range2
1	A	30	10	1	AGE OVER 25	AGE 26-30	EXPERIENCE OVER 5	EXPERIENCE 6-10
2	B	31	12	2	AGE OVER 25	OVER 30	EXPERIENCE OVER 5	EXPERIENCE OVER 10
3	C	25	5	3	AGE 20-25	AGE 20-25	EXPERIENCE 1-5	EXPERIENCE 1-5
4	D	22	2	4	AGE 20-25	AGE 20-25	EXPERIENCE 1-5	EXPERIENCE 1-5
5	E	33	10	5	AGE OVER 25	OVER 30	EXPERIENCE OVER 5	EXPERIENCE 6-10
6	F	32	9	6	AGE OVER 25	OVER 30	EXPERIENCE OVER 5	EXPERIENCE 6-10
7	P	26	6	7	AGE OVER 25	AGE 26-30	EXPERIENCE OVER 5	EXPERIENCE 6-10
8	H	21	1	8	AGE 20-25	AGE 20-25	EXPERIENCE 1-5	EXPERIENCE 1-5
9	I	28	13	9	AGE OVER 25	AGE 26-30	EXPERIENCE OVER 5	EXPERIENCE OVER 10
10	J	36	8	10	AGE OVER 25	OVER 30	EXPERIENCE OVER 5	EXPERIENCE 6-10
11	K	27	5	11	AGE OVER 25	AGE 26-30	EXPERIENCE 1-5	EXPERIENCE 1-5
12	L	22	4	12	AGE 20-25	AGE 20-25	EXPERIENCE 1-5	EXPERIENCE 1-5
13	M	34	9	13	AGE OVER 25	OVER 30	EXPERIENCE 1-5	EXPERIENCE 1-5
14	N	29	6	14	AGE OVER 25	AGE 26-30	EXPERIENCE OVER 5	EXPERIENCE 6-10
15	O	22	1	15	AGE 20-25	AGE 20-25	EXPERIENCE 1-5	EXPERIENCE 1-5
16	G	21	1	16	AGE 20-25	AGE 20-25	EXPERIENCE 1-5	EXPERIENCE 1-5

ภาพที่ 3.9 การเก็บข้อมูลในตารางมิติพนักงาน

3.4.2.7 **ตารางมิติสถานะการปรับตั้ง** (TOE Adjust Status Dimension)

Name	Key	Data Type	Description
TOEAdjustStatusId	PK	INT	ID ของข้อมูลแต่ละแถว
RangeName		VARCHAR(60)	สถานะของการปรับตั้งในแต่ละช่วง ได้แก่ 1. OK 2. High NG level 1 3. High NG level 2 4. High NG level 3 5. Low NG level 1 6. Low NG level 2 7. Low NG level 3

ตารางที่ 3.10 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติสถานะการปรับตั้ง

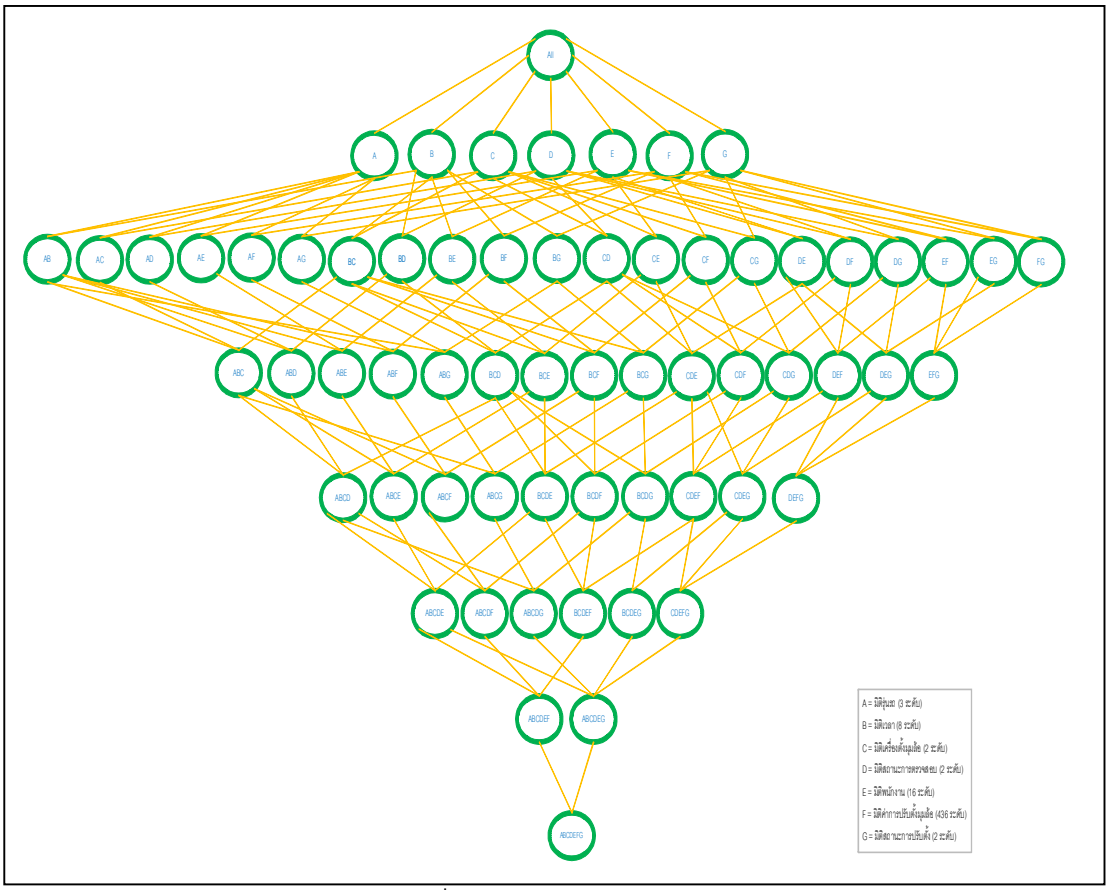
Name	Key	Data Type	Description
RangeStart		NUMERIC(6,1)	ค่าเริ่มต้นของแต่ละช่วง ดังนี้ ช่วงที่ 1 = 0.0 ซม. ช่วงที่ 2 = 2.1 ซม. ช่วงที่ 3 = 4.1 ซม. ช่วงที่ 4 = 10.1 ซม. ช่วงที่ 5 = -2.0 ซม. ช่วงที่ 6 = -10.0 ซม. ช่วงที่ 7 = -100.0 ซม.
RangeThru		NUMERIC(6,1)	ค่าสิ้นสุดของแต่ละช่วง ดังนี้ ช่วงที่ 1 = 2.0 ซม. ช่วงที่ 2 = 4.0 ซม. ช่วงที่ 3 = 10.0 ซม. ช่วงที่ 4 = 100.0 ซม. ช่วงที่ 5 = -0.1 ซม. ช่วงที่ 6 = -2.1 ซม. ช่วงที่ 7 = -10.1 ซม.
StatusType		VARCHAR(2)	การตัดสินค่าการปรับตั้งในแต่ละช่วง ดังนี้ ช่วงที่ 1 = ผ่านมาตรฐาน (OK) ช่วงที่ 2-6 = ไม่ผ่านมาตรฐาน (NG)

ตารางที่ 3.10 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตารางมิติสถานะการปรับตั้ง (ต่อ)

	TOEAdjustStatusId	RangeName	RangeStart	RangeThru	StatusType
1	1	OK	0.0	2.0	OK
2	2	HIGH NG LEVEL 1	2.1	4.0	NG
3	3	HIGH NG LEVEL 2	4.1	10.0	NG
4	4	HIGH NG LEVEL 3	10.1	100.0	NG
5	5	LOW NG LEVEL 1	-2.0	-0.1	NG
6	6	LOW NG LEVEL 2	-10.0	-2.1	NG
7	7	LOW NG LEVEL 3	-100.0	-10.1	NG

ภาพที่ 3.11 การเก็บข้อมูลในตารางมิติสถานะการปรับตั้ง

ทั้งหมดที่ได้นำเสนอข้างต้นเป็นรายละเอียดของข้อมูลที่ถูกเก็บในตารางความจริงและตารางมิติทั้ง 7 ตาราง ซึ่งสคริปท์สำหรับการสร้างตารางแต่ละตารางได้แสดงไว้ในภาคผนวก จากระบบการวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นมา สามารถตอบคำถามได้สูงสุด 7 มิติ ในแต่ละมิติสามารถแบ่งระดับการวิเคราะห์ออกไปได้อีกหลายระดับ ดังภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 มิติในการวิเคราะห์

3.5 คำตอบที่ต้องการจากการวิเคราะห์

ในการวิเคราะห์หาแนวทางลดการเกิดปัญหาโดยการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิตินั้น เมื่อโมเดลในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกสร้างขึ้นแล้ว ในลำดับต่อไปจะเป็นการตั้งคำถามซึ่งเกี่ยวข้องกับการเกิดของปัญหาในแต่ละมิติ โดยคำตอบของคำถามเหล่านี้จะถูกใช้ประกอบการตัดสินใจในการเสนอแนวในการลดจำนวนปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการเสนอแนะแนวทางในการดำเนินการต่อในอนาคต สำหรับคำถามที่ถูกตั้งขึ้นมาในงานวิจัยนี้ถูกตั้งขึ้นโดยหน่วยงานที่รับผิดชอบกระบวนการปรับตั้งมุมล้อของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งคำตอบที่ได้สามารถประกอบการตัดสินใจในการดำเนินการได้ทันที คำถามที่ถูกตั้งขึ้นมาทั้งหมดมีดังต่อไปนี้

คำถามที่ 1 : จำนวนรถที่ต้องเข้ารับการปรับแก้ค่าการปรับตั้งมุมล้อมีจำนวนเท่าใด

วัตถุประสงค์ของการตั้งคำถาม : เพื่อให้เห็นภาพรวมของปัญหา และปริมาณการทำงานซ้ำที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาของการนำข้อมูลมาวิเคราะห์

มิติของคำถามดังภาพที่ 3.12 : 1 มิติ (D)

คำถามที่ 2 : การทำงานซ้ำเพื่อปรับแก้ค่ามุมล้อหากจำแนกตามรถแต่ละรุ่นได้เป็นจำนวนเท่าใด

วัตถุประสงค์ของการตั้งคำถาม : เพื่อให้ทราบว่าการปรับตั้งที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเกิดขึ้นเป็นผลจากความแตกต่างกันของรุ่นรถหรือไม่

มิติของคำถามดังภาพที่ 3.12 : 2 มิติ (AD)

คำถามที่ 3 : การปรับตั้งซึ่งก่อให้เกิดการทำงานซ้ำของพนักงานแต่ละคนมีจำนวนเท่าใด

วัตถุประสงค์ของการตั้งคำถาม : เพื่อให้ทราบว่าการปรับตั้งที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเป็นผลจากการปฏิบัติงานของพนักงานหรือไม่

มิติของคำถามดังภาพที่ 3.12 : 2 มิติ (DE)

คำถามที่ 4 : การปรับตั้งซึ่งก่อให้เกิดการทำงานซ้ำที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลามีจำนวนเท่าใด

วัตถุประสงค์ของการตั้งคำถาม : เพื่อให้ทราบว่าเวลาในการปฏิบัติงานมีผลต่อการเกิดปัญหาการทำงานซ้ำหรือไม่

มิติของคำถามดังภาพที่ 3.12 : 2 มิติ (BD)

คำถามที่ 5 : การทำงานซ้ำเพื่อปรับแก้ค่ามุมล้อหากจำแนกตามเครื่องจักรจะได้เป็นจำนวนเท่าใด

วัตถุประสงค์ของการตั้งคำถาม : เพื่อให้ทราบว่าการปรับตั้งที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเกิดขึ้นเป็นผลจากการทำงานของเครื่องตั้งมุมล้อหรือไม่

มิติของคำถามดังภาพที่ 3.12 : 2 มิติ (CD)

คำถามที่ 6 : รถแต่ละรุ่นที่ต้องมีการทำงานซ้ำเพื่อแก้ค่ามุมล้อซึ่งถูกปรับตั้งออกมาจากเครื่องปรับตั้งแต่ละเครื่องมีจำนวนเท่าใด

วัตถุประสงค์ของการตั้งคำถาม : เพื่อให้ทราบว่ารถแต่ละรุ่นเมื่อเข้ารับการปรับตั้งจากเครื่องจักรที่แตกต่างกันจะส่งผลทำให้เกิดปัญหาหรือไม่

มิติของคำถามดังภาพที่ 3.12 : 3 มิติ (ACD)

คำถามที่ 7 : แนวโน้มของค่าในการปรับตั้งของรถแต่ละรุ่นบนเครื่องจักรแต่ละเครื่องเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการตั้งคำถาม : เพื่อให้ทราบถึงค่าการปรับตั้งที่เหมาะสมกับรถแต่ละรุ่นเมื่อต้องถูกนำเข้าปรับตั้งโดยเครื่องจักรแต่ละเครื่องเป็นเท่าใด

มิติของคำถามดังภาพที่ 3.12 : 5 มิติ (ACDFG)

ทั้งหมดนี้เป็นคำถามที่ต้องการคำตอบเพื่อประกอบการตัดสินใจในการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งมุมล้อ ในลำดับต่อไปจะเป็นกระบวนการหาคำตอบเพื่อนำคำตอบที่ได้ไปใช้ประกอบการตัดสินใจเพื่อนำเสนอแนวทางในการลดการเกิดปัญหาให้มีจำนวนน้อยลงต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ และดำเนินการ

หลังจากที่ได้พัฒนาระบบเพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการทำงานซ้ำของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์ รวมถึงได้ตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในลำดับถัดไปจะเป็นการหาคำตอบของคำถามเหล่านั้นโดยการเข้าไปค้นจากข้อมูลที่ถูกนำเข้ามาสู่ระบบ โดยในการวิเคราห์ข้อมูลนั้นจะสามารถทำได้พร้อมกันหลายมิติ ซึ่งจะทำให้มองเห็นภาพของปัญหาในหลายมุม และคำตอบของคำถามทั้งหมดจะถูกนำไปใช้ในการประกอบการติดสินใจเพื่อลดจำนวนการเกิดขึ้นของปัญหา รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อเข้าถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาซึ่งอาจยังไม่สามารถเข้าถึงได้ได้โดยงานวิจัยนี้อีกด้วย

4.1 ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้จะหมายถึงการหาคำตอบของคำถามที่ถูกตั้งขึ้นมาภายหลังจากที่ได้โมเดลของระบบการวิเคราะห์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งคำถามทั้งหมดได้ถูกถามขึ้นมาในบทที่ 3 นั่นเอง ดังนั้นในหัวข้อนี้จะเป็นการแสดงคำตอบของคำถามเหล่านั้นเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการดำเนินการลดจำนวนปัญหาการทำงานซ้ำของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์เป็นลำดับถัดไป สำหรับคำถามที่ถูกตั้งขึ้นมาทั้งหมดรวมถึงคำตอบของคำถามทุกข้อนั้นมีดังต่อไปนี้

คำถามที่ 1 : จำนวนรถที่ต้องเข้ารับการปรับแก้ค่าการปรับตั้งมุมล้อมีจำนวนเท่าใด

มิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

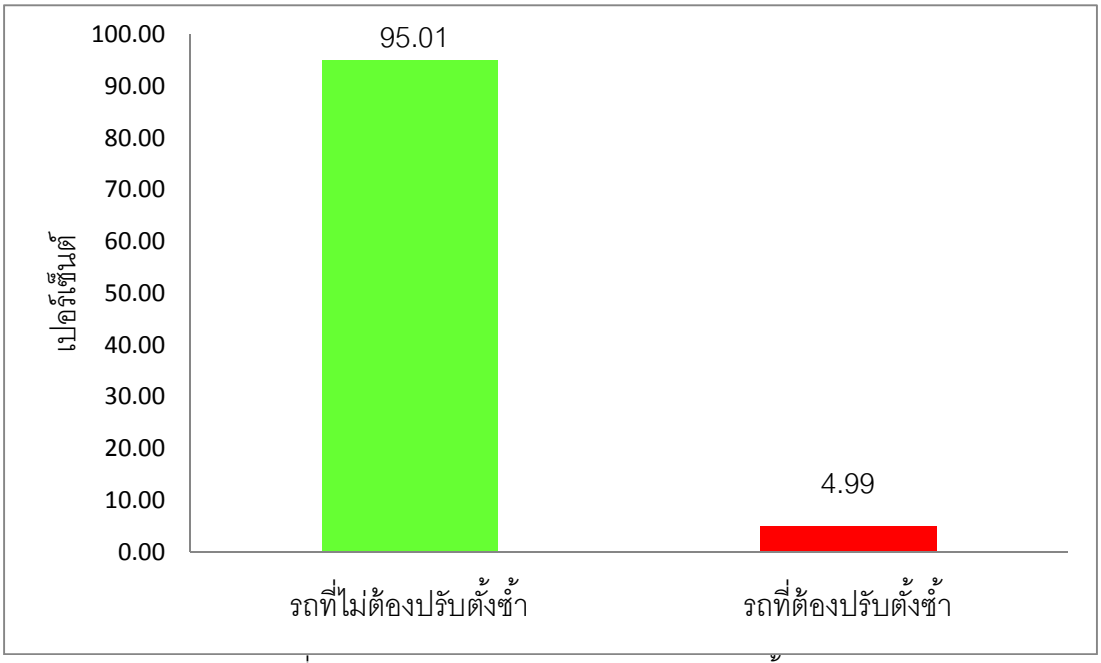
- มิติสถานะการตรวจสอบ (Test Result Status Dimension)

ค่าชี้วัดในการวิเคราะห์

- หมายเลขตัวถังที่มีซ้ำกันมากกว่า 1 เรคคอร์ด

คำตอบ

สำหรับคำตอบของคำถาม “จำนวนรถที่ต้องเข้ารับการปรับแก้ค่าการปรับตั้งมุมล้อมีจำนวนเท่าใด” เป็นดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แผนภูมิแสดงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อ

จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าปัญหารถที่ไม่ผ่านมาตรฐานการตรวจสอบทั้งหมดในรอบ 2 ปีที่ผ่านมาคิดเป็น 4.99 % เมื่อเทียบจากจำนวนครั้งของการปรับตั้งที่เกิดขึ้นทั้งหมดในช่วงเวลาดังกล่าว สำหรับรถที่ไม่ผ่านมาตรฐานนั้นเป็นรถที่จะต้องถูกปรับตั้งมุมล้อใหม่จนกว่าจะผ่านมาตรฐานนั่นเอง

คำถามที่ 2 : การทำงานซ้ำเพื่อปรับแก้ค่ามุมล้อหากจำแนกตามรถแต่ละรุ่นมีจำนวนเท่าใด

มิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

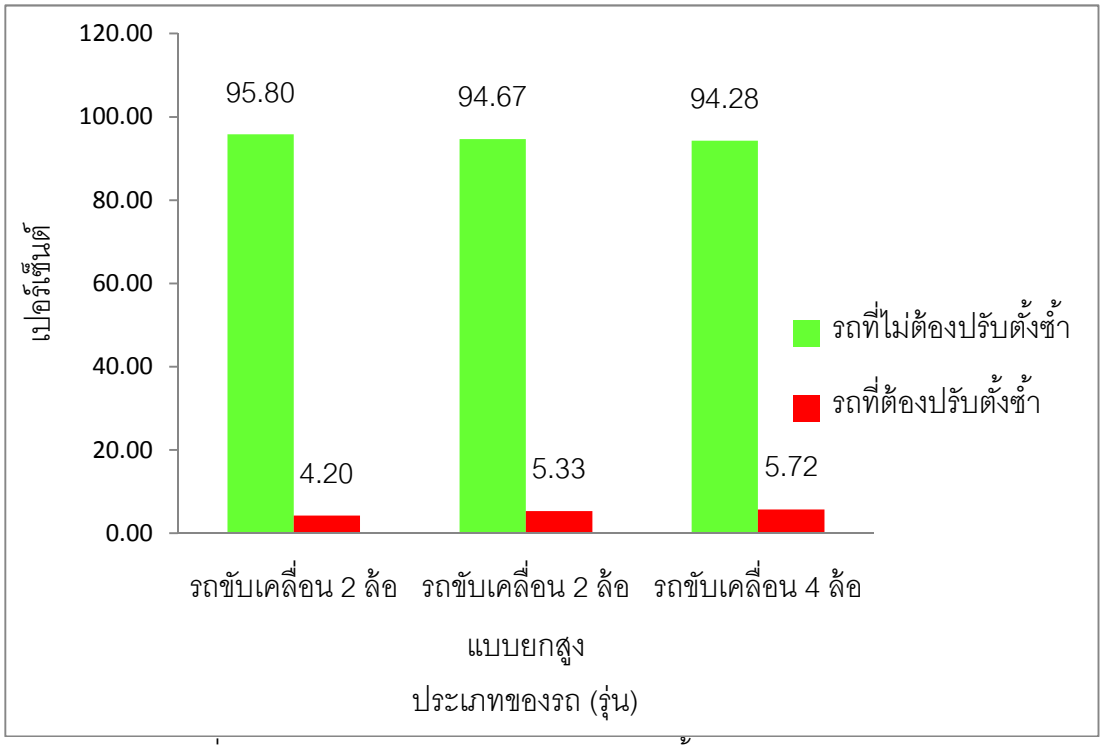
- มิติสถานะการตรวจสอบ (Test Result Status Dimension)
- มิติรุ่นรถ (Model Dimension)

ค่าชี้วัดในการวิเคราะห์

- หมายเลขตัวถังที่มีซ้ำกันมากกว่า 1 เรคคอร์ด

คำตอบ

สำหรับคำตอบของคำถาม “การทำงานซ้ำเพื่อปรับแก้ค่ามุมล้อหากจำแนกตามรถแต่ละรุ่นมีจำนวนเท่าใด” เป็นดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 แผนภูมิแสดงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อจำแนกตามรุ่นรถ

จากผลที่ได้พบว่ารถการทำงานซ้ำเมื่อจำแนกตามรุ่นของรถที่เข้ารับการปรับตั้งจะพบว่าการปรับตั้งมุมล้อซ้ำจะพบมากในรถขับเคลื่อน 4 ล้อ รถขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูง และรถขับเคลื่อน 4 ล้อ ตามลำดับ

คำถามที่ 3 : การปรับตั้งซึ่งก่อให้เกิดการทำงานซ้ำของพนักงานแต่ละคนมีจำนวนเท่าใด

มิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

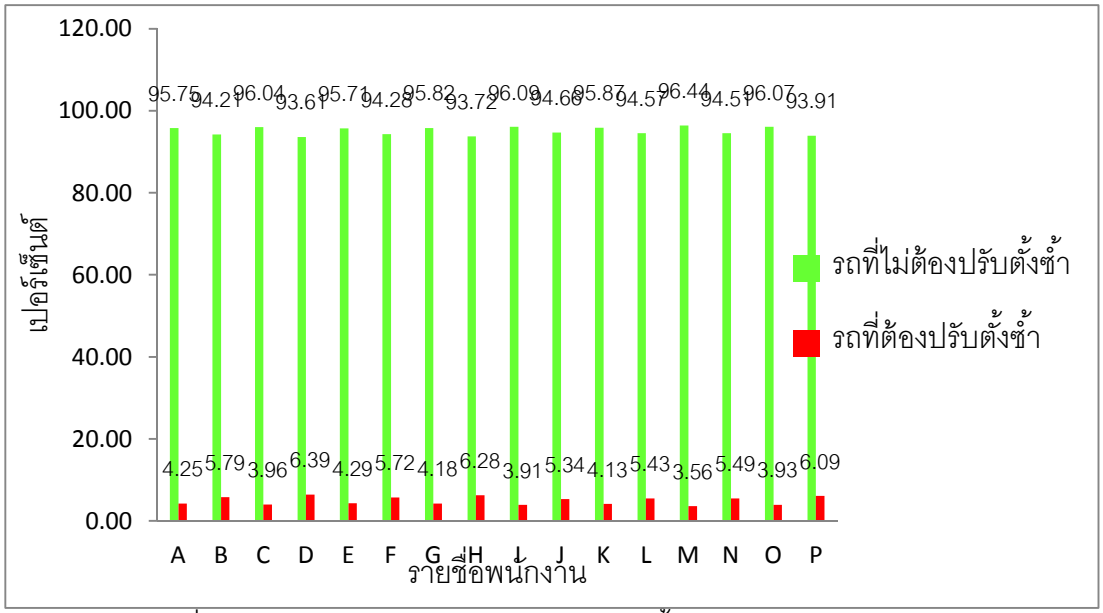
- มิติสถานะการตรวจสอบ (Test Result Status Dimension)
- มิติพนักงาน (Employee Dimension)

ค่าชี้วัดในการวิเคราะห์

- หมายเลขตัวถังที่มีซ้ำกันมากกว่า 1 เรคคอร์ด

คำตอบ

สำหรับคำตอบของคำถาม “การปรับตั้งซึ่งก่อให้เกิดการทำงานซ้ำของพนักงานแต่ละคนมีจำนวนเท่าใด” เป็นดังภาพที่ 4.3

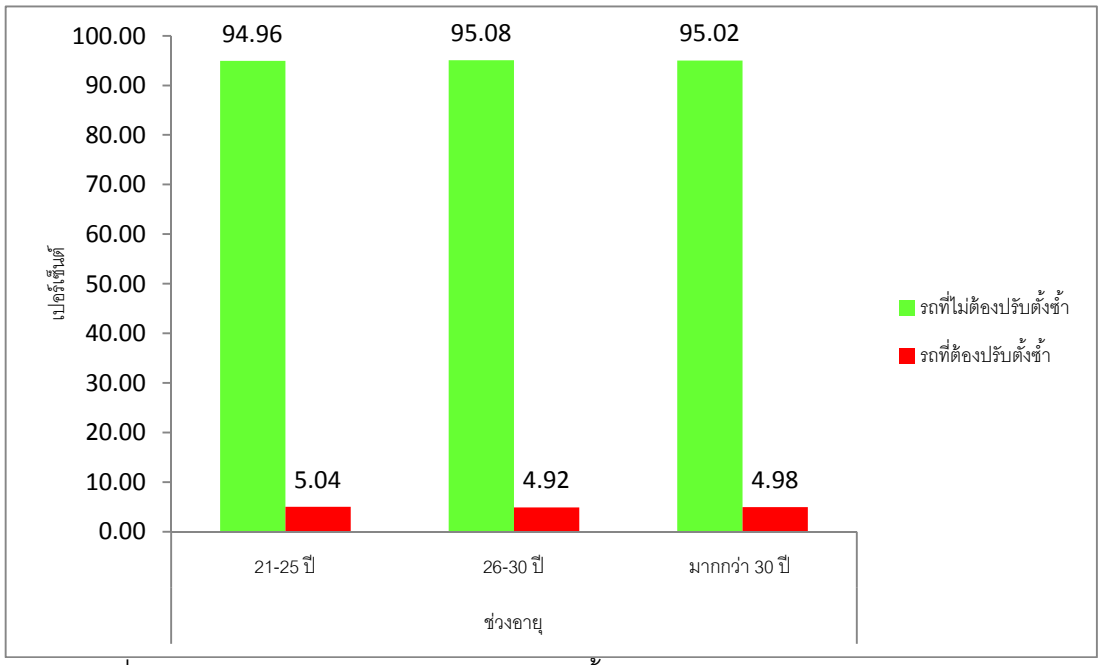


ภาพที่ 4.3 แผนภูมิแสดงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อจำแนกตามพนักงาน

จากผลที่ได้พบว่าการทำงานซ้ำเมื่อพิจารณาตามการปรับตั้งในรอบแรกของพนักงานแต่ละคนที่ไม่ผ่านมาตรฐานการตรวจสอบจนเป็นเหตุให้ต้องเกิดการทำงานซ้ำนั้นจะพบลักษณะแนวโน้มของการปรับตั้งอยู่ 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยพนักงาน A C E G I K M และ O

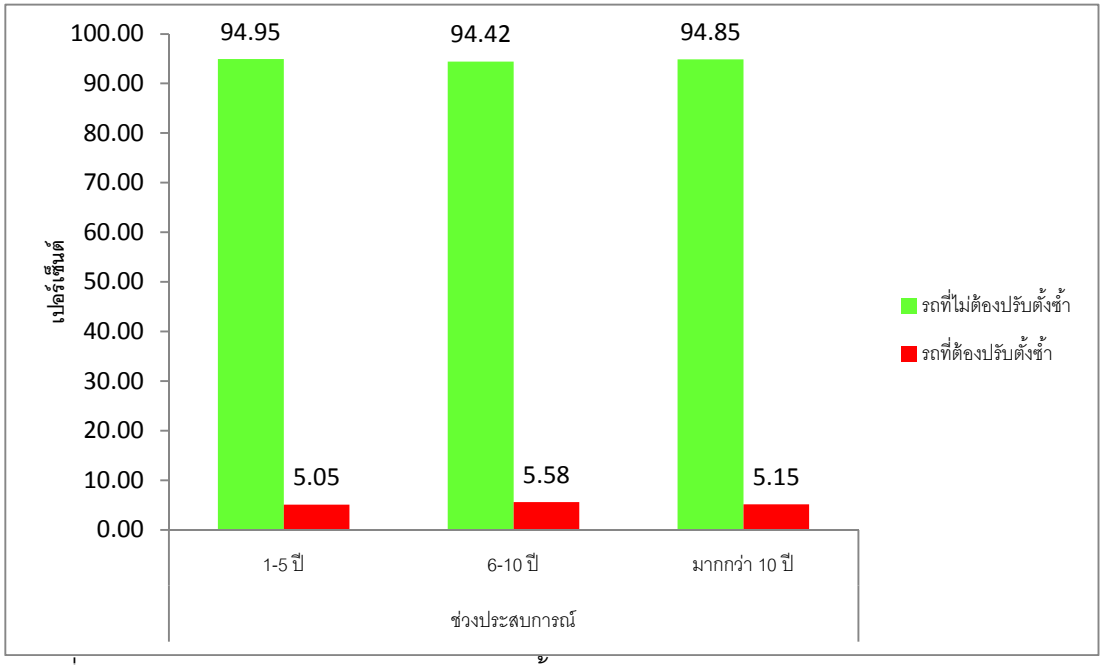
จะมีแนวโน้มของการปรับตั้งที่ผ่านมาตรฐานการตรวจสอบมากกว่าพนักงานอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งประกอบด้วยหนักงาน B D F H J L N และ P โดยพนักงานในกลุ่มที่ 1 เป็นพนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่ในสายงานลำดับที่ 2 ส่วนพนักงานในกลุ่มที่ 2 เป็นพนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่ในสายงานลำดับที่1

เมื่อพิจารณาปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวกับพนักงานปรับตั้ง อันได้แก่ อายุและประสบการณ์ในการทำงานว่ามีผลต่อการเกิดปัญหาหรือไม่ ซึ่งผลที่ได้เป็นดังภาพที่ 4.4 และ 4.5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิแสดงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อจำแนกตามช่วงอายุของพนักงาน

เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพของการปรับตั้งที่มีต่อช่วงอายุของพนักงาน โดยแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงอายุ 21 - 25 ปี ซึ่งจัดเป็นช่วงแรกของการปฏิบัติงาน และช่วงอายุ 26 - 30 ปี ซึ่งเชื่อว่าเป็นช่วงอายุที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานมากที่สุดตามความเชื่อของโรงงานกรณีศึกษา และช่วงอายุมากกว่า 30 ปี ซึ่งโดยปกติจะเป็นช่วงสุดท้ายของการปฏิบัติงานในสถานีการปรับตั้งมุมล้อ ซึ่งผลที่ได้พบว่าช่วงอายุ 26 - 30 ปี ซึ่งเชื่อกันว่าเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการปฏิบัติงานในสถานีปรับตั้งมุมล้อมีจำนวนการทำงานที่ก่อนให้เกิดการทำงานซ้ำน้อยที่สุดอยู่ที่ 4.92 โดยที่ช่วงอายุ 30 ปีขึ้นไปจะเป็นอันดับถัดมา และช่วงอายุ 21 - 25 ปี เป็นช่วงอายุที่ปล่อยของเสียออกมามากที่สุด



ภาพที่ 4.5 แผนภูมิแสดงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อจำแนกตามช่วงประสบการณ์ของพนักงาน

อีกปัจจัยหนึ่งที่อาจส่งผลต่อคุณภาพการทำงานของพนักงานนอกเหนือจากอายุก็คือประสบการณ์ทำงานนั่นเอง ในการวิเคราะห์จะจำแนกออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงแรก 1 - 5 ปี ซึ่งจะเป็นช่วงแรกของการทำงาน ช่วงที่สอง 6 - 10 ปี โดยทั่วไปจะเป็นช่วงที่กล่าวได้ว่าเป็นพนักงานในระดับชำนาญงานซึ่งเป็นช่วงที่อาจได้รับการปรับตำแหน่ง ช่วงสุดท้ายคือมากกว่า 10 ปี ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถก้าวขึ้นไปดำรงตำแหน่งหัวหน้างานได้ อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่าช่วงอายุ 6-10 ปี เป็นช่วงที่ปล่อยของเสียออกมามากที่สุดที่ 5.58 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อันดับรองลงมาจะเป็นช่วงประสบการณ์มากกว่า 10 ปี และสุดท้ายช่วง 1 - 5 ปี เป็นช่วงที่ปล่อยของเสียออกมาน้อยที่สุด

คำถามที่ 4 : การปรับตั้งซึ่งก่อให้เกิดการทำงานซ้ำที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลามีจำนวนเท่าใด

มิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

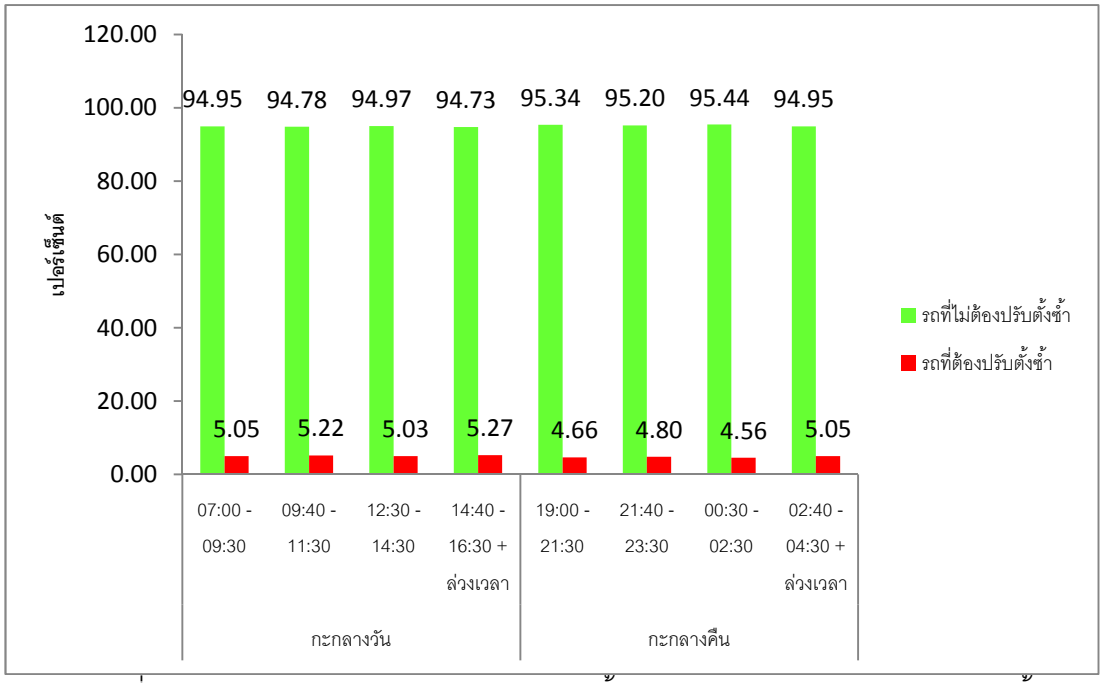
- มิติสถานะการตรวจสอบ (Test Result Status Dimension)
- มิติเวลา (Time Dimension)

ค่าชี้วัดในการวิเคราะห์

- หมายเลขตัวถังที่มีซ้ำกันมากกว่า 1 เรคคอร์ด

คำตอบ

สำหรับคำตอบของคำถาม “การปรับตั้งซึ่งก่อให้เกิดการทำงานซ้ำที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลามีจำนวนเท่าใด” เป็นดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 แผนภูมิแสดงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อจำแนกตามเวลาในการปรับตั้ง

จากผลที่ได้จะเห็นว่าจำนวนรถที่ต้องเข้ารับการปรับตั้งซ้ำซึ่งเกิดจากการปรับตั้งในแต่ละกะมีจำนวนใกล้เคียงกัน โดยที่กะกลางคืนจะมีจำนวนการปรับตั้งที่ก่อให้เกิดการทำงานซ้ำเป็นจำนวนน้อยกว่ากะกลางวันอยู่เล็กน้อย ในขณะที่การปรับตั้งที่เกิดขึ้นในช่วงสุดท้ายของการทำงานในแต่ละกะจะเป็นช่วงที่ก่อให้เกิดปัญหาการทำงานซ้ำมากที่สุด

คำถามที่ 5 : การทำงานซ้ำเพื่อปรับแก้ค่ามุมล้อหากจำแนกตามเครื่องจักรจะได้เป็นจำนวนเท่าใด

มิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

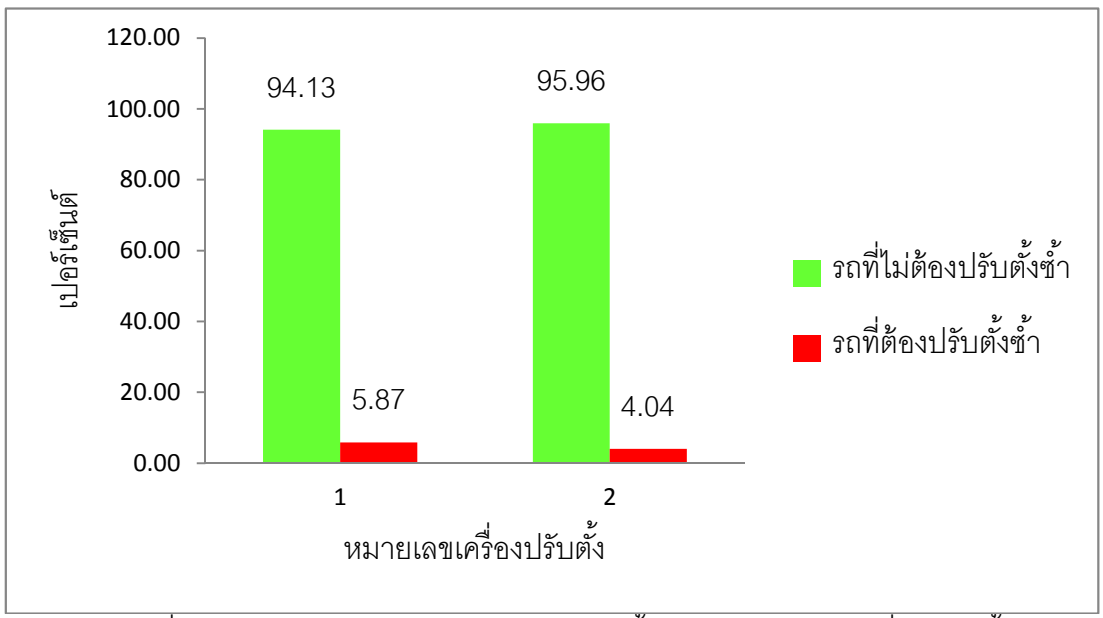
- มิติสถานะการตรวจสอบ (Test Result Status Dimension)
- มิติเครื่องปรับตั้ง (Machine Dimension)

ค่าชี้วัดในการวิเคราะห์

- หมายเลขตัวถังที่มีซ้ำกันมากกว่า 1 เรคคอร์ด

คำตอบ

สำหรับคำตอบของคำถาม “การทำงานซ้ำเพื่อปรับแก้ค่ามุมล้อหากจำแนกตามเครื่องจักรจะได้เป็นจำนวนเท่าใด” เป็นดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 แผนภูมิแสดงคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อจำแนกตามเครื่องปรับตั้ง

จากผลที่ได้พบว่ารถการทำงานซ้ำเมื่อจำแนกตามเครื่องปรับตั้งจะพบว่าการปรับตั้งโดยเครื่องปรับตั้งเครื่องที่ 1 จะก่อให้เกิดปัญหาการทำงานซ้ำมากกว่าการปรับตั้งโดยเครื่องปรับตั้งเครื่องที่ 2

คำถามที่ 6 : รถแต่ละรุ่นที่ต้องมีการทำงานซ้ำเพื่อแก้ค่ามุมล้อซึ่งถูกปรับตั้งออกมาจากเครื่องปรับตั้งแต่ละเครื่องมีจำนวนเท่าใด

มิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

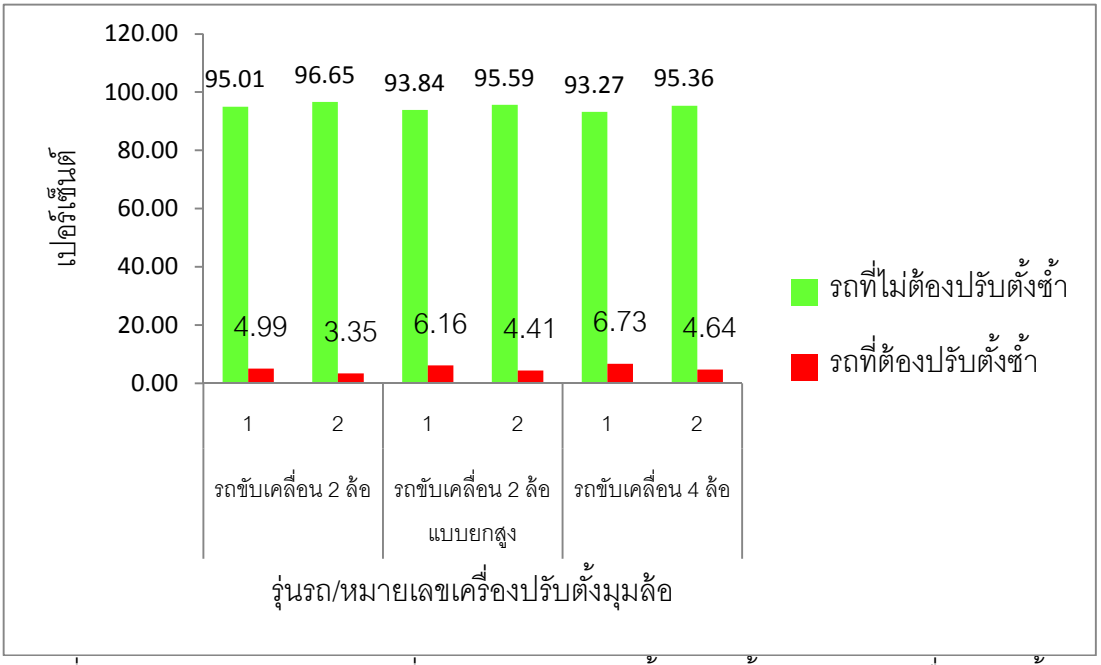
- มิติสถานะการตรวจสอบ (Test Result Status Dimension)
- มิติเครื่องปรับตั้ง (Machine Dimension)
- มิติรุ่นรถ (Model Dimension)

ค่าชี้วัดในการวิเคราะห์

- หมายเลขตัวถังที่มีซ้ำกันมากกว่า 1 เรคคอร์ด

คำตอบ

สำหรับคำตอบของคำถาม “รถแต่ละรุ่นที่ต้องมีการทำงานซ้ำเพื่อแก้ค่ามุมล้อซึ่งถูกปรับตั้งออกมาจากเครื่องปรับตั้งแต่ละเครื่องมีจำนวนเท่าใด” เป็นดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 แผนภูมิแสดงจำนวนรถที่ต้องเข้ารับการปรับตั้งมุมล้อซ้ำจำแนกตามเครื่องปรับตั้งและรุ่นรถที่เข้ารับการปรับตั้ง

จากผลที่ได้พบว่าการทำงานซ้ำจะเกิดขึ้นจากการปรับตั้งโดยเครื่องปรับตั้งเครื่องที่ 1 มากกว่าเครื่องที่ 2 รวมทั้งปัญหามักเกิดขึ้นกับรถขับเคลื่อน 4 ล้อมากที่สุด โดยที่จะเกิดกับรถขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูง เป็นอันดับรองลงมา และพบน้อยที่สุดกับรถขับเคลื่อน 2 ล้อ

คำถามที่ 7 : แนวโน้มของค่าในการปรับตั้งของรถแต่ละรุ่นบนเครื่องจักรแต่ละเครื่องเป็นอย่างไร

มิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

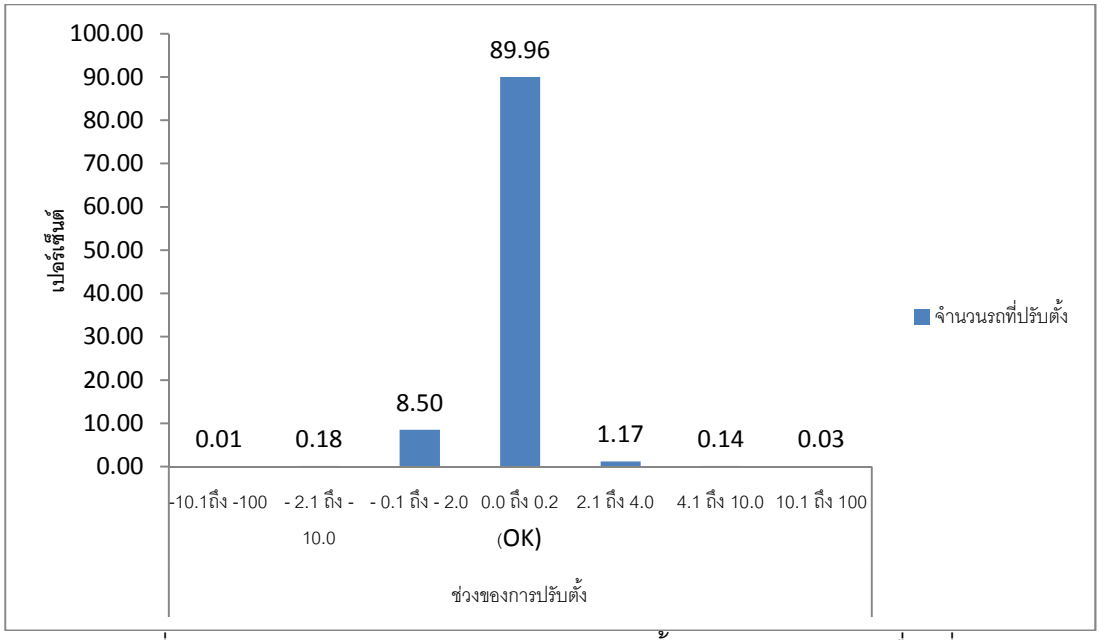
- มิติสถานะการตรวจสอบ (Test Result Status Dimension)
- มิติเครื่องปรับตั้ง (Machine Dimension)
- มิติรุ่นรถ (Model Dimension)
- มิติสถานะการปรับตั้ง (TOE Adjust Status Dimension)
- มิติค่าการปรับตั้งมุมล้อ (TOE Adjust Value Dimension)

ค่าชี้วัดในการวิเคราะห์

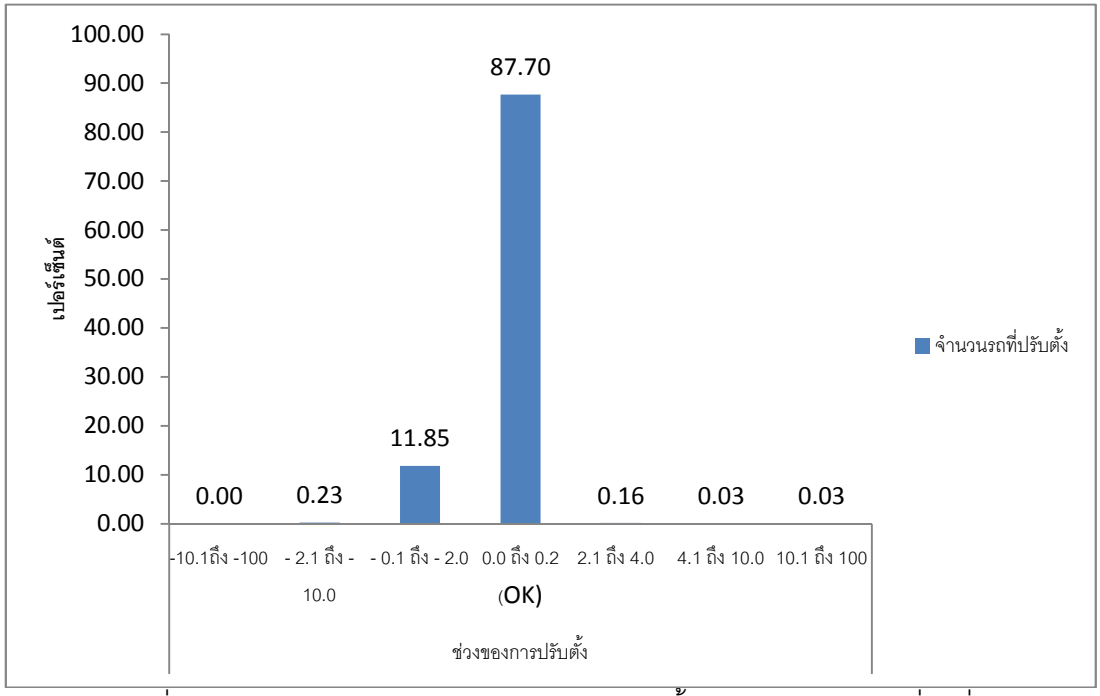
- หมายเลขตัวถังที่มีซ้ำกันมากกว่า 1 เรคคอร์ด

คำตอบ

สำหรับคำตอบของคำถาม “แนวโน้มของค่าในการปรับตั้งของรถแต่ละรุ่นบนเครื่องจักรแต่ละเครื่องเป็นอย่างไร” เป็นดังภาพที่ 4.9 ถึง 4.18

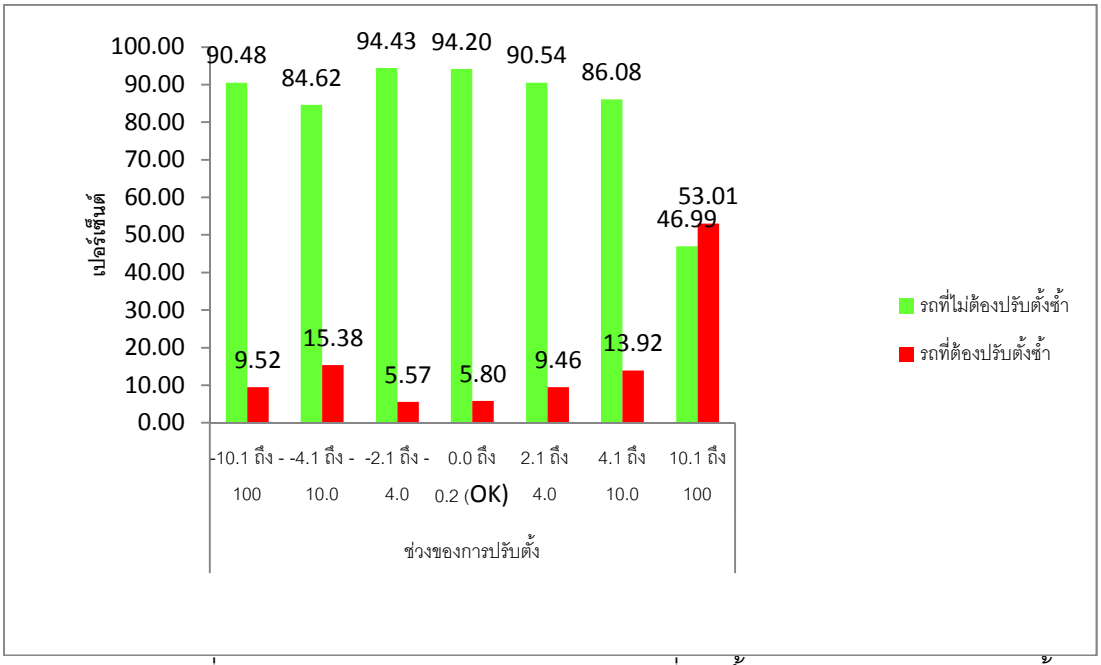


ภาพที่ 4.9 แผนภูมิแสดงแนวโน้มของค่าการปรับตั้งของรถทุกคันโดยเครื่องที่ 1



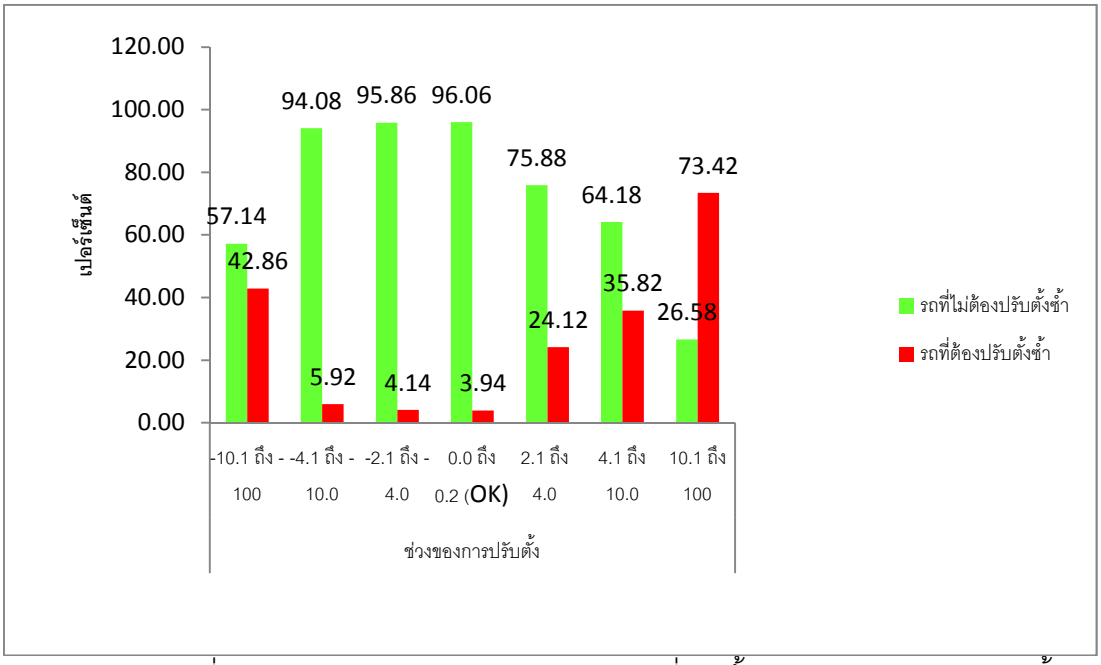
ภาพที่ 4.10 แผนภูมิแสดงแนวโน้มของค่าการปรับตั้งของรถทุกคันโดยเครื่องที่ 2

จากภาพที่ 4.9 และ 4.10 ทำให้ทราบว่าการปรับตั้งของรถส่วนใหญ่จะถูกตั้งให้อยู่ในช่วง 0.0 ถึง 2.0 เซนติเมตร ซึ่งเป็นช่วงมาตรฐานที่กำหนดไว้นั่นเอง แต่เนื่องจากหลังจากการปรับตั้งเรียบร้อยแล้วจะต้องมีการขันแน่นซึ่งในบางครั้งจะทำให้ค่าของการปรับตั้งหลุดจากช่วง 0.0 ถึง 2.0 เซนติเมตร ออกไปอยู่ในช่วง -0.1 ถึง -2.0 เซนติเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่มีการปรับตั้งเกิดขึ้นมากเป็นอันดับที่ 2 นั่นเอง



ภาพที่ 4.11 แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของค่าปรับตั้งโดยเครื่องที่ 1

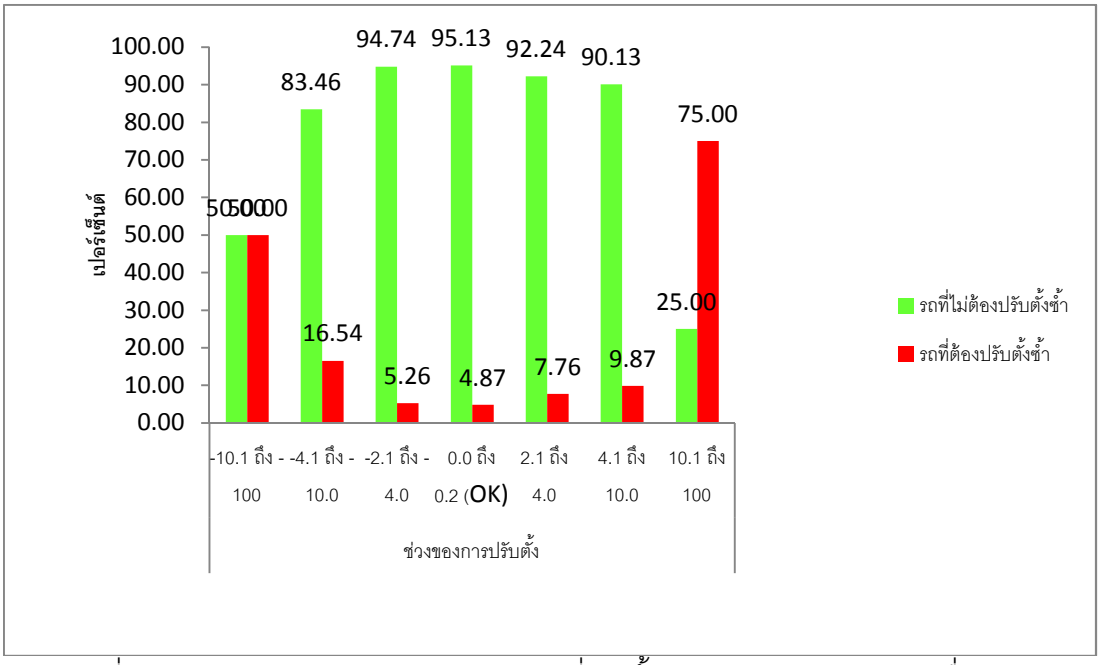
สำหรับการปรับตั้งทั้งหมดที่เกิดขึ้นบนเครื่องปรับตั้งเครื่องที่ 1 พบการทำงานซ้ำที่เกิดจากรถที่ได้รับการปรับตั้งให้อยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนด (0.0 ถึง 2.0 ซม.) อยู่เป็นจำนวน 5.80 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ช่วงของการปรับตั้งที่ก่อให้เกิดการทำงานซ้ำมากที่สุดจะเป็นในช่วง -2.1 ถึง -10.0 และ ช่วง 4.1 ถึง 10.0 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.12 แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของค่าปรับตั้งโดยเครื่องที่ 2

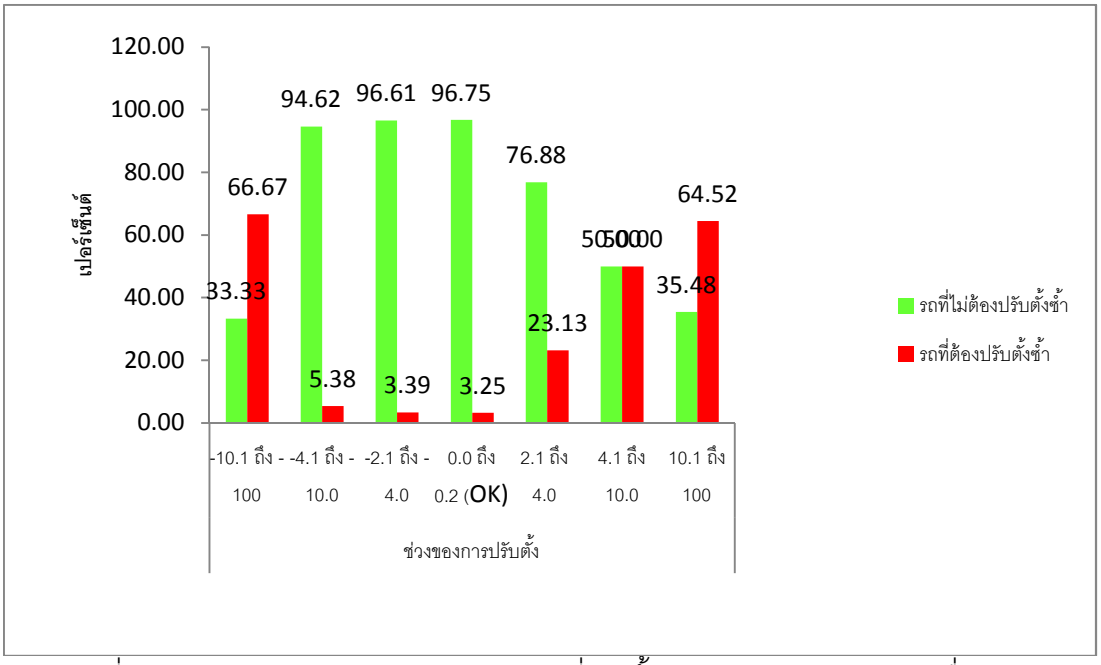
สำหรับการปรับตั้งทั้งหมดที่เกิดขึ้นบนเครื่องปรับตั้งเครื่องที่ 2 พบการทำงานซ้ำที่เกิดจากรถที่ได้รับการปรับตั้งให้อยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนด (0.0 ถึง 2.0 ซม.) อยู่เป็นจำนวน 3.94 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ช่วงของการปรับตั้งที่ก่อให้เกิดการทำงานซ้ำมากที่สุดจะเป็นในช่วง 10.1 ถึง 100 และ ช่วง -10.1 ถึง -100 ตามลำดับ

เมื่อได้เห็นภาพรวมของการปรับตั้งบนแต่ละเครื่องแล้ว ต่อไปจะเป็นการจำแนกการปรับตั้งตามรุ่นรถและเครื่องปรับตั้ง ดังภาพที่ 4-8 ถึง 4.13



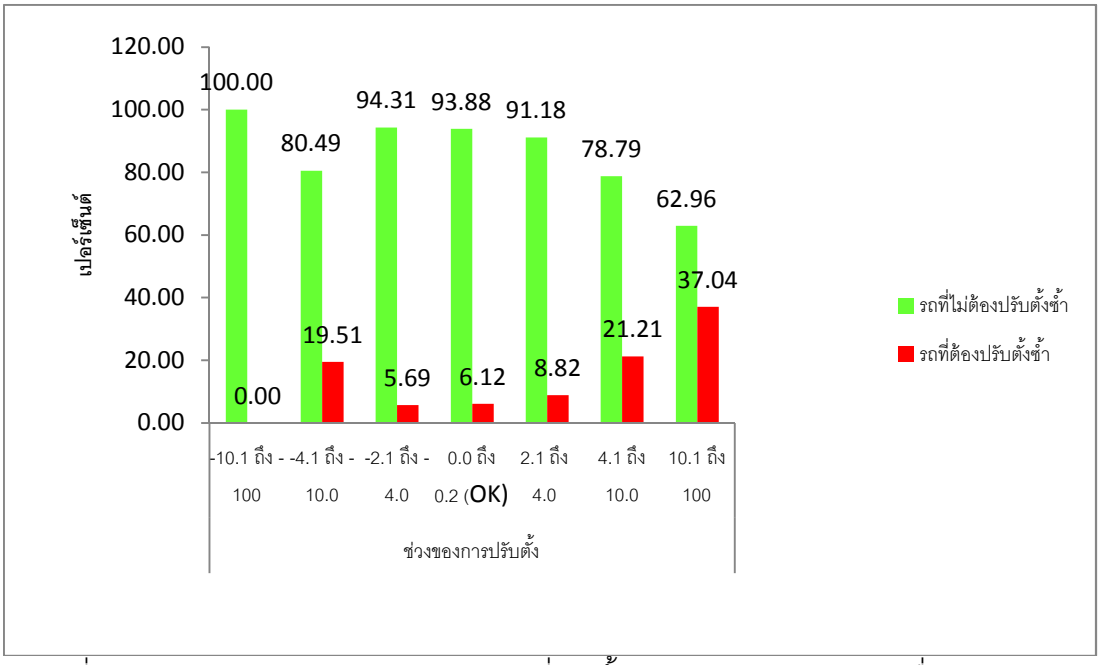
ภาพที่ 4.13 แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของรถขับเคลื่อน 2 ล้อ โดยเครื่องที่ 1

การปรับตั้งทั้งหมดของรถขับเคลื่อน 2 ล้อที่เกิดขึ้นบนเครื่องปรับตั้งเครื่องที่ 1 พบการทำงานซ้ำที่เกิดจากรถที่ได้รับการปรับตั้งให้อยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนด (0.0 ถึง 2.0 ซม.) อยู่เป็นจำนวน 4.87 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ช่วงของการปรับตั้งที่ก่อให้เกิดการทำงานซ้ำมากที่สุดจะเป็นในช่วง 10.1 ถึง 100 และ ช่วง -10.1 ถึง -100 ตามลำดับ



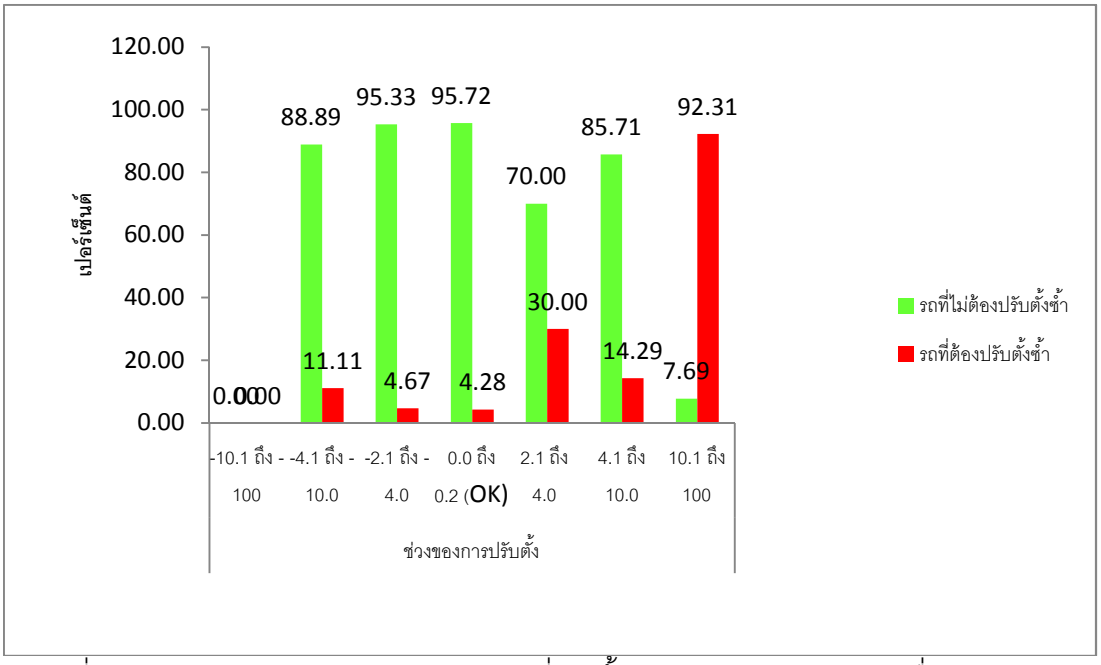
ภาพที่ 4.14 แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของรถขับเคลื่อน 2 ล้อ โดยเครื่องที่ 2

การปรับตั้งทั้งหมดของรถขับเคลื่อน 2 ล้อที่เกิดขึ้นบนเครื่องปรับตั้งเครื่องที่ 2 พบการทำงานซ้ำที่เกิดจากรถที่ได้รับการปรับตั้งให้อยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนด (0.0 ถึง 2.0 ซม.) อยู่เป็นจำนวน 3.25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ช่วงของการปรับตั้งที่ก่อให้เกิดการทำงานซ้ำมากที่สุดจะเป็นในช่วง -10.1 ถึง -100 และ ช่วง 10.1 ถึง 100 ตามลำดับ



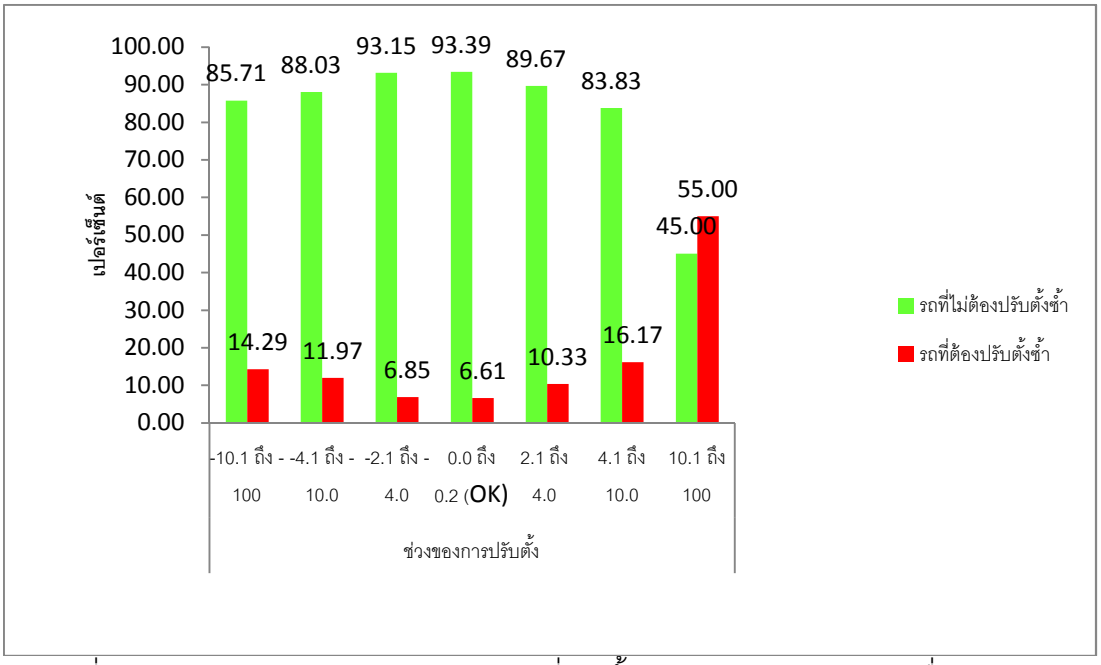
ภาพที่ 4.15 แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของรถขับเคลื่อน 2 ล้อยกสูง โดยเครื่องที่ 1

การปรับตั้งทั้งหมดของรถขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูงที่เกิดขึ้นบนเครื่องปรับตั้งเครื่องที่ 1 พบการทำงานซ้ำที่เกิดจากรถที่ได้รับการปรับตั้งให้อยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนด (0.0 ถึง 2.0 ซม.) อยู่เป็นจำนวน 6.12 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ช่วงของการปรับตั้งที่ก่อให้เกิดการทำงานซ้ำมากที่สุดจะเป็นในช่วง 10.1 ถึง 100 และ ช่วง 4.1 ถึง 10 ตามลำดับ



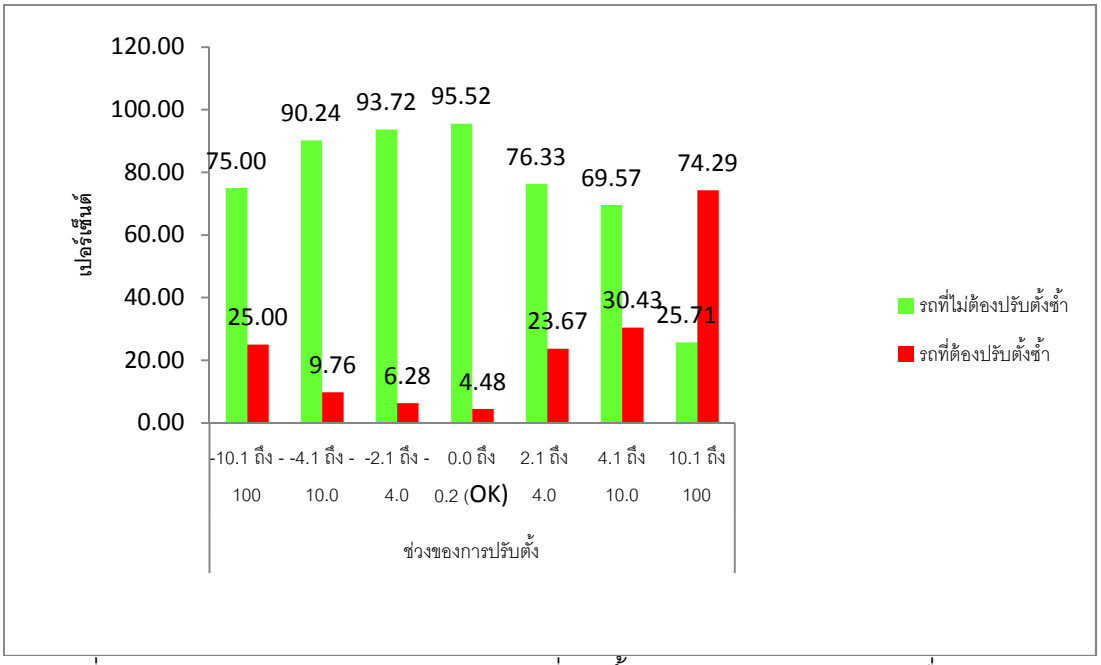
ภาพที่ 4.16 แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของรถขับเคลื่อน 2 ล้อยกสูง โดยเครื่องที่ 2

การปรับตั้งทั้งหมดของรถขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูงที่เกิดขึ้นบนเครื่องปรับตั้งเครื่องที่ 2 พบการทำงานซ้ำที่เกิดจากรถที่ได้รับการปรับตั้งให้อยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนด (0.0 ถึง 2.0 ซม.) อยู่เป็นจำนวน 4.28 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ช่วงของการปรับตั้งที่ก่อให้เกิดการทำงานซ้ำมากที่สุดจะเป็นในช่วง 10.1 ถึง 100 และ ช่วง 2.1 ถึง 4.0 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.17 แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของรถขับเคลื่อน 4 ล้อโดยเครื่องที่ 1

การปรับตั้งทั้งหมดของรถขับเคลื่อน 4 ล้อที่เกิดขึ้นบนเครื่องปรับตั้งเครื่องที่ 1 พบการทำงานซ้ำที่เกิดจากรถที่ได้รับการปรับตั้งให้อยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนด (0.0 ถึง 2.0 ซม.) อยู่เป็นจำนวน 6.61 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ช่วงของการปรับตั้งที่ก่อให้เกิดการทำงานซ้ำมากที่สุดจะเป็นในช่วง 10.1 ถึง 100 และ ช่วง 4.1 ถึง 10.0 ตามลำดับ

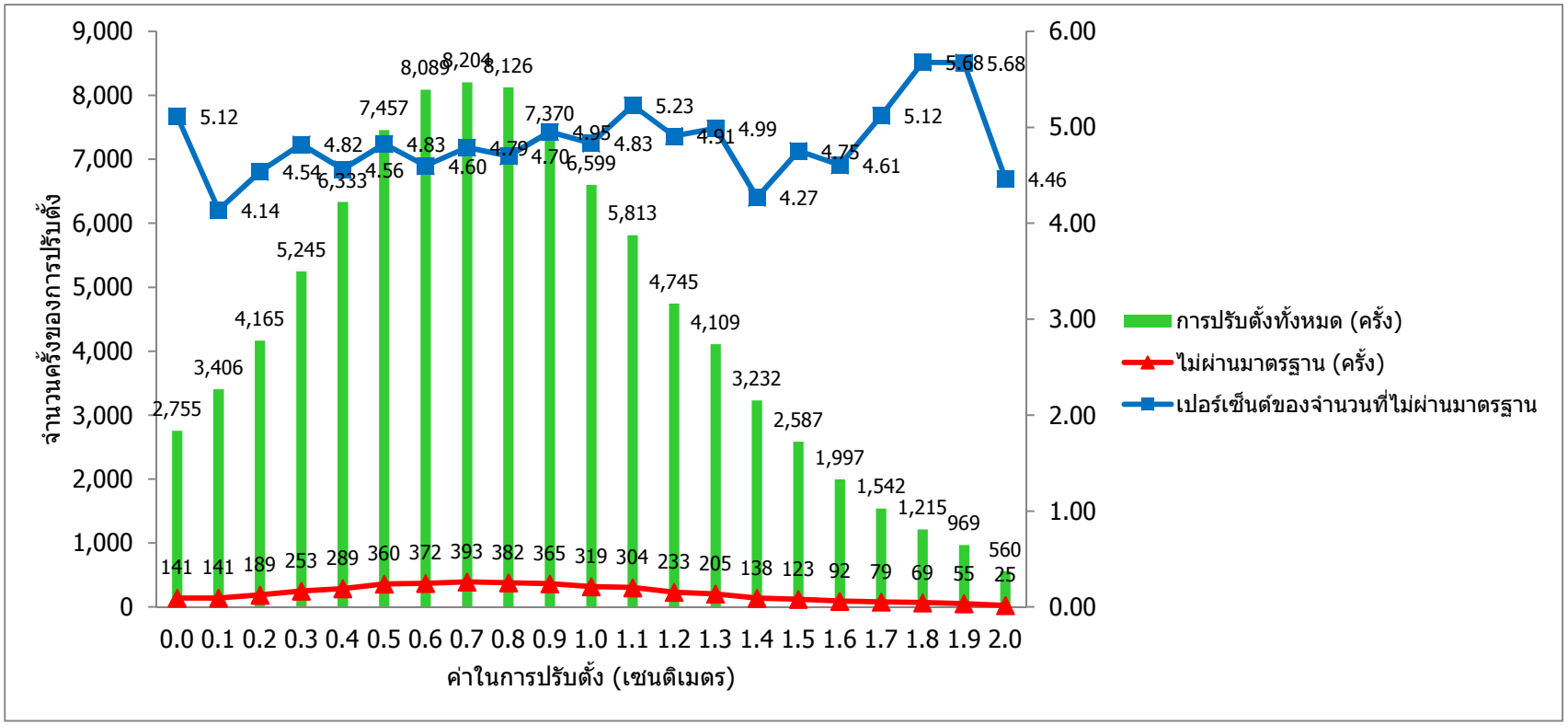


ภาพที่ 4.18 แผนภูมิแสดงแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของรถขับเคลื่อน 4 ล้อโดยเครื่องที่ 2

การปรับตั้งทั้งหมดของรถขับเคลื่อน 4 ล้อที่เกิดขึ้นบนเครื่องปรับตั้งเครื่องที่ 2 พบการทำงานซ้ำที่เกิดจากรถที่ได้รับการปรับตั้งให้อยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนด (0.0 ถึง 2.0 ซม.) อยู่เป็นจำนวน 4.48 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ช่วงของการปรับตั้งที่ก่อให้เกิดการทำงานซ้ำมากที่สุดจะเป็นในช่วง 10.1 ถึง 100 และ ช่วง 4.1 ถึง 10.0 ตามลำดับ

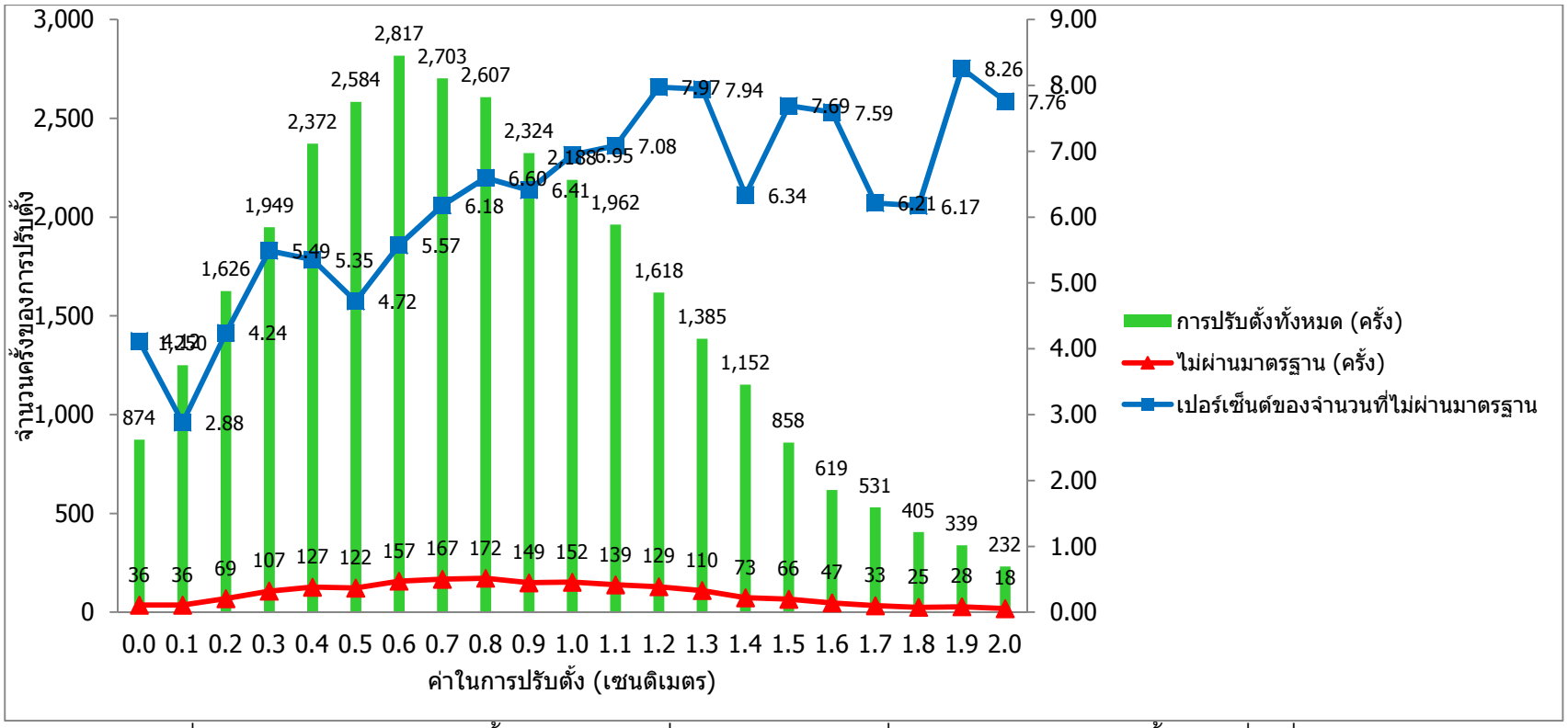
จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่ารถที่ไม่ผ่านมาตรฐานการตรวจสอบอันนำมาซึ่งการปรับตั้งซ้ำเพื่อปรับแก้ค่ามุมล้อนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ไม่ว่าจะปรับตั้งให้อยู่ช่วงใด อย่างไรก็ตามจากผลที่ได้ก็ทำให้ทราบว่าช่วงที่เหมาะสมในการปรับตั้งที่สุดนั้น คือ ช่วงตั้งแต่ 0.0 ถึง 2.0 เซนติเมตร ซึ่งก็คือช่วงมาตรฐานที่ทางบริษัทกำหนดไว้นั่นเองซึ่งรูปที่ 4-19 ถึง 4-24 จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการปรับตั้งในช่วงมาตรฐานของรถแต่ละรุ่นบนเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 2 ล้อที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 1



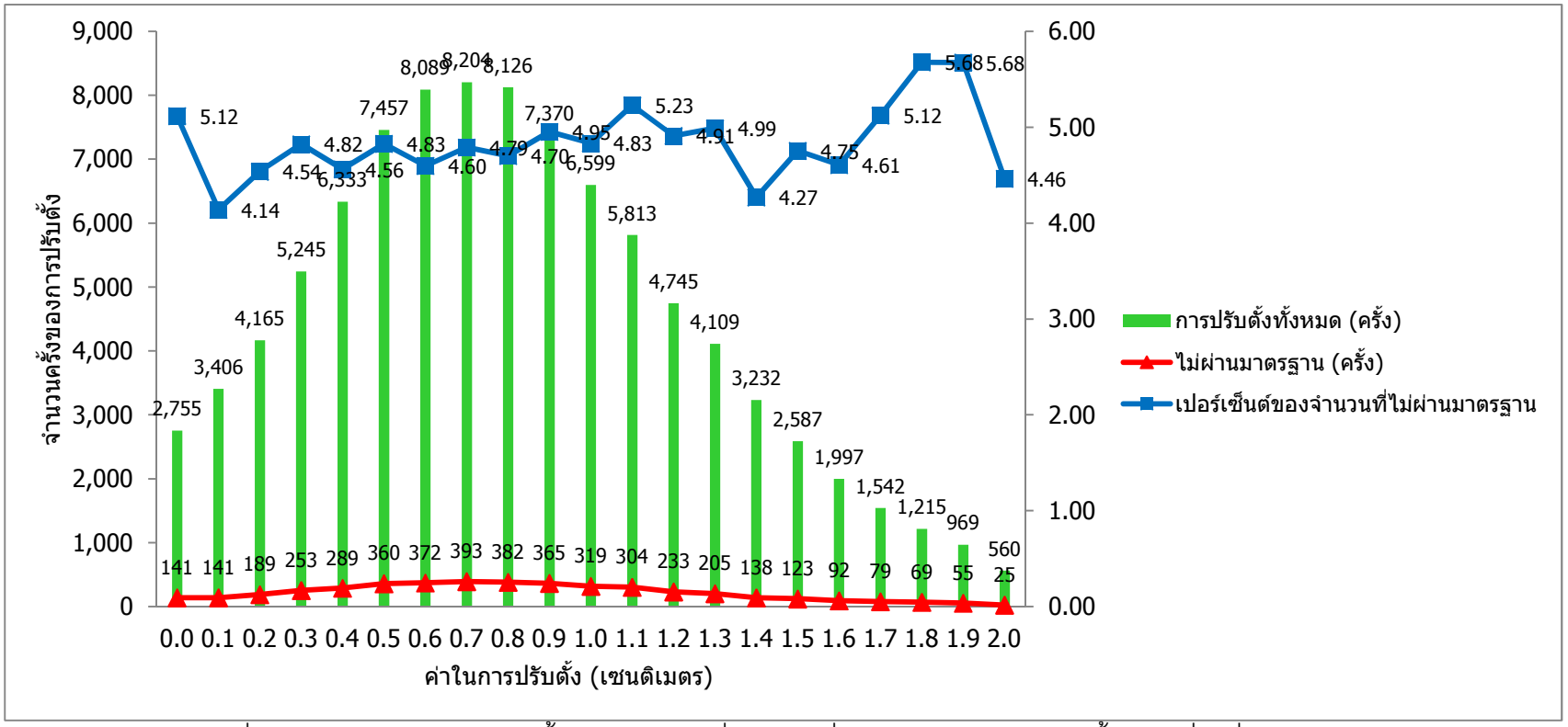
ภาพที่ 4.19 แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 2 ล้อที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 1

แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูงที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 1



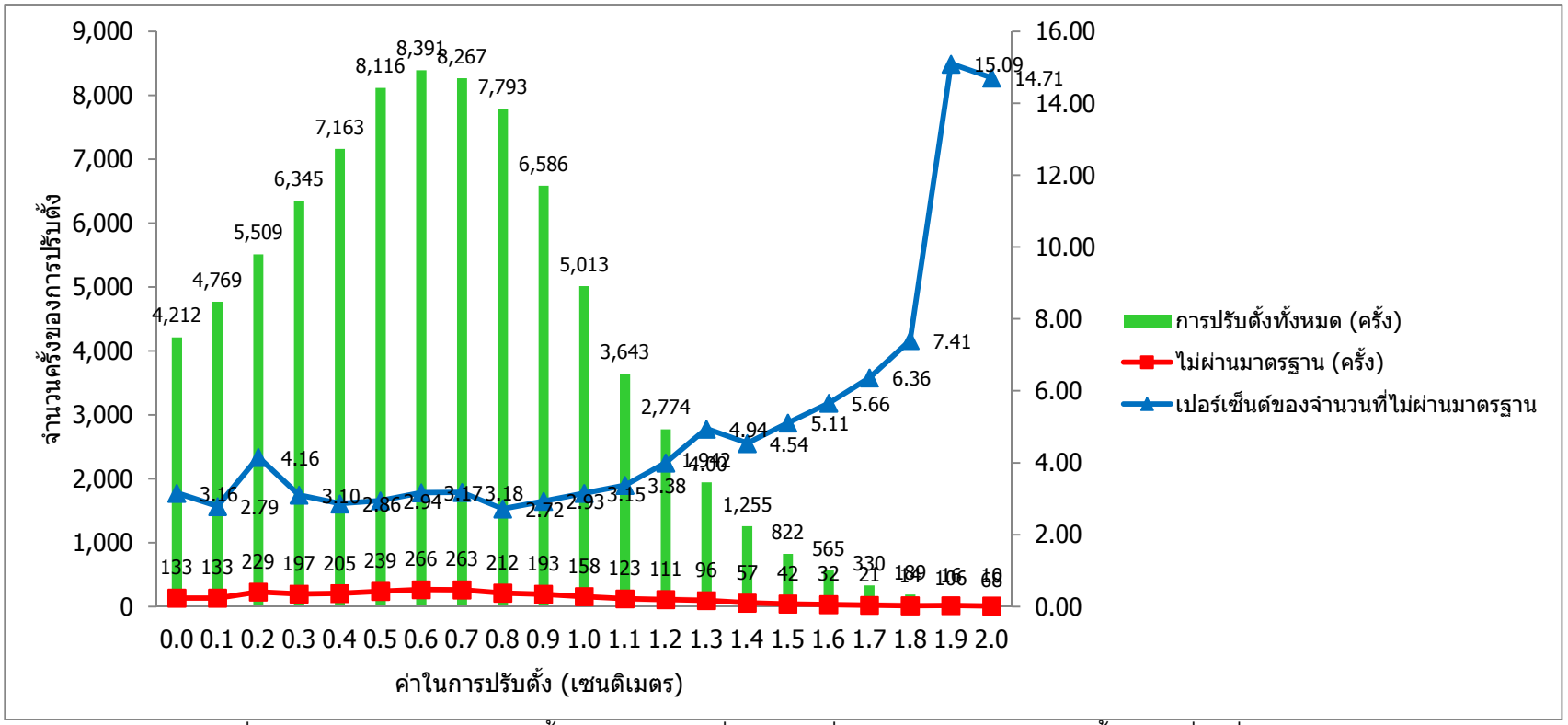
ภาพที่ 4.20 แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูงที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 1

แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 4 ล้อที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 1



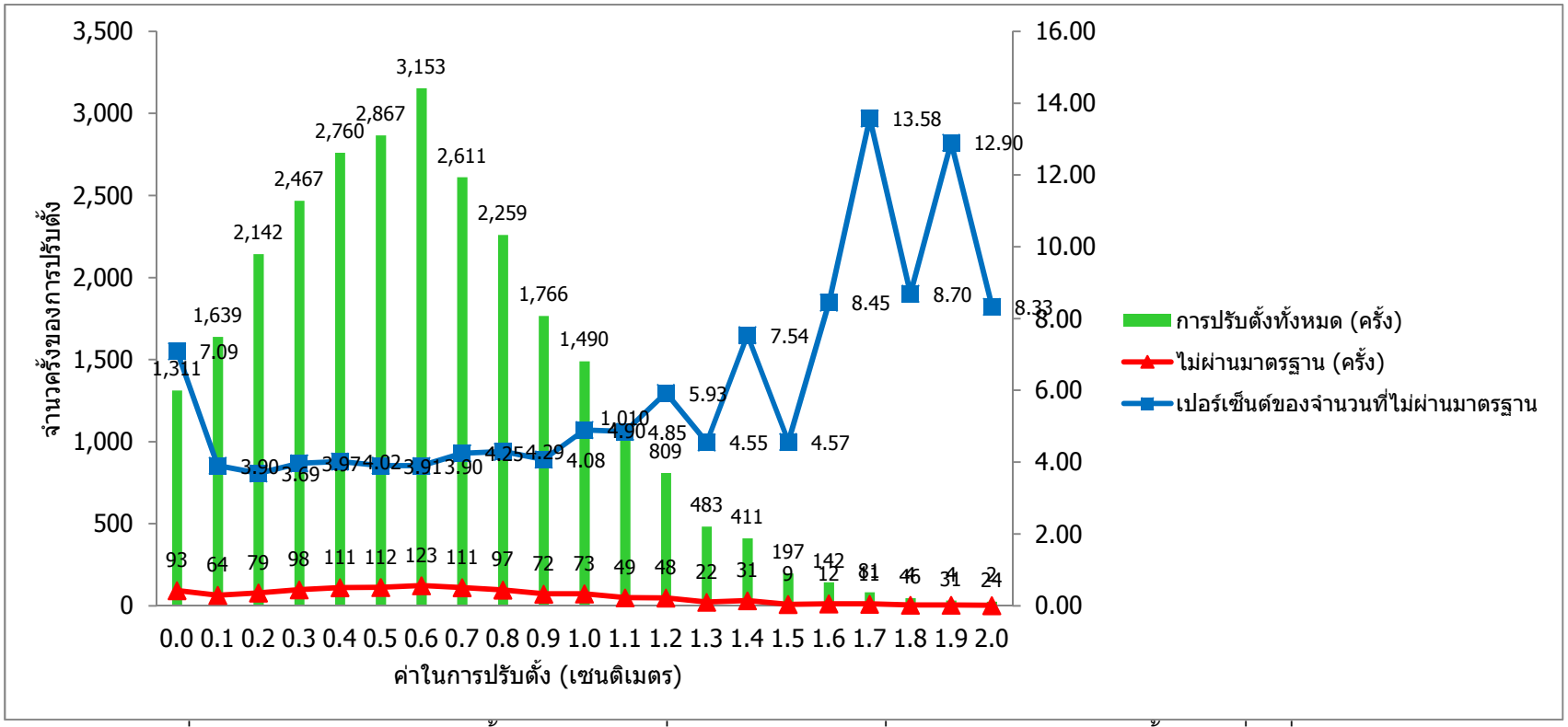
ภาพที่ 4.21 แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 4 ล้อที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 1

แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 2 ล้อที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 2



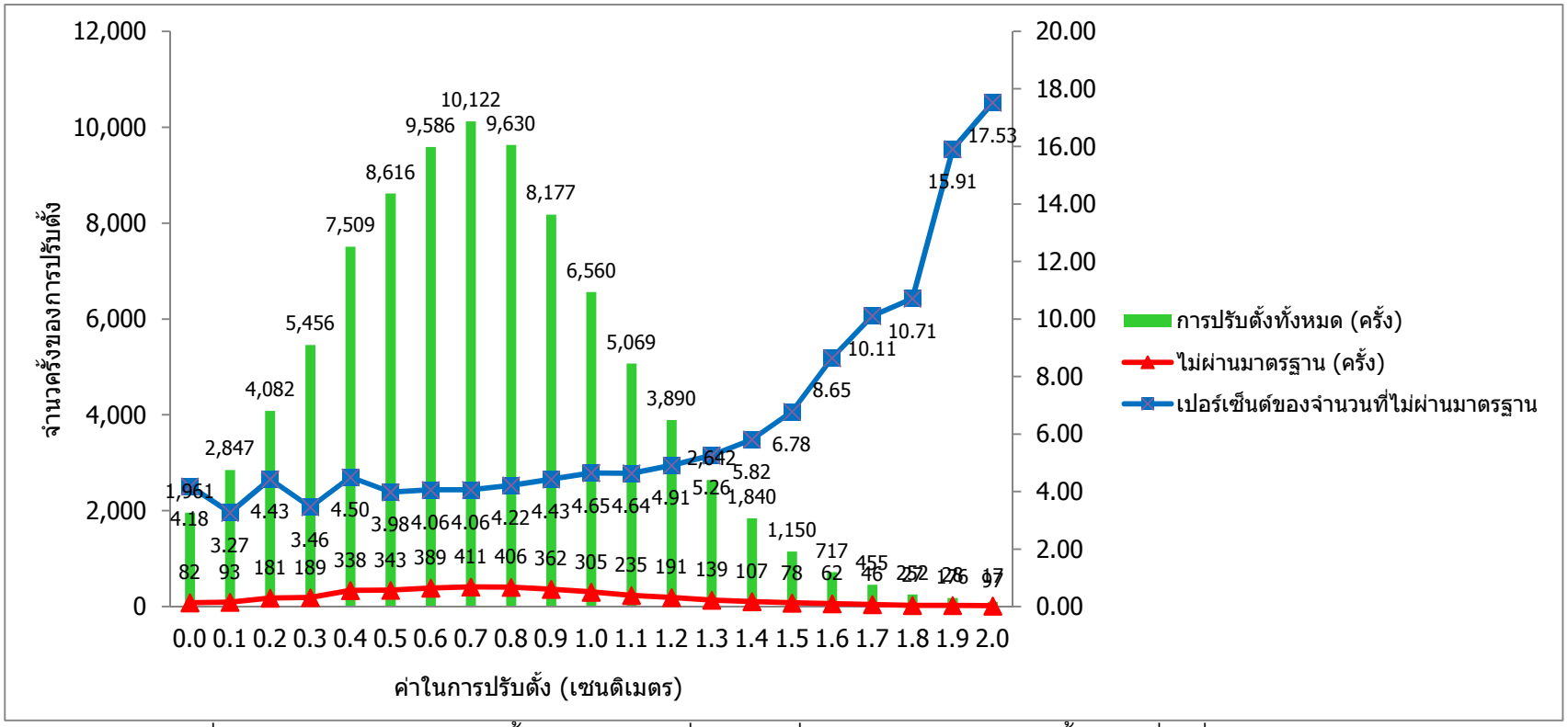
ภาพที่ 4.22 แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 2 ล้อที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 2

แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูงที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 2



ภาพที่ 4.23 แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูงที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 2

แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 4 ล้อที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 2



ภาพที่ 4.24 แนวโน้มของการปรับตั้งมุมล้อรถขับเคลื่อน 4 ล้อที่อยู่บนช่วงมาตรฐานเท่านั้นโดยเครื่องที่ 2

จากภาพที่ 4.19 ถึง 4.24 จะเห็นว่าค่าการปรับตั้งของรถทุกรุ่นที่เกิดขึ้นบนเครื่องปรับตั้งทั้ง 2 เครื่อง จะมีแนวโน้มอยู่ในช่วงครึ่งแรกของช่วงมาตรฐาน เนื่องจากผลของการขันแน่นหลังจากการปรับตั้งนั่นเองที่ทำให้ค่าในการปรับตั้งมีการเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้พนักงานที่มีความชำนาญมักจะปรับตั้งเผื่อสำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่าการปรับตั้งหลังจากการขันแน่นด้วย

ทั้งหมดนี้เป็นคำตอบของคำถามที่เกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหาการทำงานซ้ำของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์ ซึ่งคำตอบของคำถามเหล่านี้เองที่จะช่วยประกอบการตัดสินใจในการนำเสนอแนวทางในการดำเนินการเพื่อลดจำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นในลำดับต่อไป

4.2 การทดสอบสมมุติฐาน

ในหัวข้อที่ผ่านมาเป็นการวิเคราะห์หาคำตอบของคำถามซึ่งเกี่ยวข้องกับแต่ละปัจจัยโดยการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติ แต่เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นผลสืบเนื่องมาจากผลการตรวจสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถที่ได้รับการปรับตั้งมุมล้อออกไปแล้ว จนเป็นผลทำให้ต้องมีการทำงานซ้ำเพื่อแก้ปัญหาโดยที่ยังไม่สามารถระบุถึงสาเหตุที่แท้จริงได้ อย่างไรก็ตามเมื่อได้ทราบผลจากการวิเคราะห์ออกมาแล้วในหัวข้อที่ผ่านมาทำให้มองเห็นแนวทางในการจัดการ ซึ่งอาจนำไปสู่การลดปริมาณการเกิดปัญหาได้ โดยเมื่อพิจารณาจากคำถามที่ 5 พบว่าปัญหาการทำงานซ้ำมักเกิดขึ้นเมื่อนำรถเข้ารับการปรับตั้งโดยเครื่องปรับตั้งหมายเลข 1 มากกว่าเครื่องที่ 2 ในขณะที่คำถามที่ 7 ทำให้ทราบว่าค่าการปรับตั้งจากเครื่องปรับตั้งทั้ง 2 เครื่องมีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกัน คือ ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ในช่วง 0 ถึง 2 เซนติเมตร และอีกประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์อยู่ในช่วง -0.1 ถึง -0.4 เซนติเมตร แม้ว่าสาเหตุของการปรับตั้งซ้ำจะเกิดขึ้นจากเครื่องปรับตั้งหมายเลข 1 มากกว่าเครื่องปรับตั้งหมายเลข 2 ก็ตาม อย่างไรก็ตามจากผลที่ได้นี้จะถูกยืนยันความถูกต้องโดยการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ โดยจะสุ่มข้อมูลจากการปรับตั้งในแต่ละเดือนมาทำการทดสอบสมมุติฐานที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สมมุติฐาน : ค่าการปรับตั้งจริงที่ถูกปรับตั้งบนเครื่องปรับตั้งทั้ง 2 เครื่องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

One-way ANOVA: DATA_M versus Machine

Source	DF	SS	MS	F	P
Machine	1	12.47	12.47	2.88	0.090
Error	1998	8651.57	4.33		
Total	1999	8664.03			

S = 2.081 R-Sq = 0.14% R-Sq (adj) = 0.09%

Individual 95% CIs for Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	-----+---------+---------+---------+----
1	1000	0.673	0.910	(----------*----------)
2	1000	0.831	2.799	(----------*----------)

-----+---------+---------+---------+----

0.60 0.72 0.84 0.96

Pooled StDev = 2.081

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบสมมุติฐานความแตกต่างของค่าการปรับตั้ง

จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่า P-Value เท่ากับ 0.090 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักได้ นั่นคือค่าการปรับตั้งที่เกิดจากเครื่องจักรทั้งสองเครื่องไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติและการทดสอบสมมุติฐานทำให้ทราบว่าค่ามุมล้อที่ถูกปรับตั้งออกไปจากเครื่องปรับตั้งทั้ง 2 เครื่องนั้นไม่มีความแตกต่างกัน แต่จากคำถามที่ 6 แสดงให้เห็นว่ารถที่ถูกปรับตั้งโดยเครื่องที่ 1 จะมีแนวโน้มของการเกิดปัญหามากกว่ารถที่ถูกปรับตั้งโดยเครื่องที่ 2 โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นรถประเภทขับเคลื่อน 4 ล้อ และรถขับเคลื่อน 2 ล้อยกสูง ดังนั้นจึงต้องการทราบว่าความแตกต่างกันของรุ่นรถที่เข้ารับการปรับตั้งทำให้เกิดความแตกต่างของค่าในการปรับตั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ จึงได้ทำการวิเคราะห์โดยการทดสอบสมมุติฐานสถิติโดยสุ่มข้อมูลจากการปรับตั้งในแต่ละเดือนมาทำการทดสอบความแปรปรวนที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้ผลดังนี้

One-way ANOVA: Adjust Data versus Model

Source	DF	SS	MS	F	P
Model	2	46.020	23.010	28.36	0.000
Error	2997	2431.300	0.811		
Total	2999	2477.320			

S = 0.9007 R-Sq = 1.86% R-Sq (adj) = 1.79%

Individual 95% CIs for Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	--+---------+---------+---------+----
4x2	1000	0.5169	0.6366	(----*----)
4x2 H	1000	0.6060	1.3123	(----*---)
4x4	1000	0.8126	0.5536	(----*---)

--+---------+---------+---------+----

0.48 0.60 0.72 0.84

Pooled StDev = 0.9007

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบสมมุติฐานความแตกต่างของรุ่นรถที่เข้ารับการปรับตั้ง

จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ามีรุ่นรถที่เข้ารับการปรับตั้งอย่างน้อยหนึ่งรุ่นที่ค่าเฉลี่ยในการปรับตั้งแตกต่างต่างรุ่นอื่นที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ในตารางแสดงช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ยของรถแต่ละประเภทสังเกตุว่ามีช่วงของความเชื่อมั่นที่เหลื่อมกันอยู่ของรถประเภทขับเคลื่อน 2 ล้อกับรถขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูง ซึ่งเป็นส่วนสนับสนุนว่าค่าเฉลี่ยของการปรับตั้งที่เกิดขึ้นกับรถทั้งสองประเภทดังกล่าวนี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของรถขับเคลื่อน 4 ล้อ ไม่มีช่วงที่

เหลื่อมกับรถประเภทอื่นเลย จึงเป็นส่วนสนับสนุนว่าค่าเฉลี่ยของการปรับตั้งที่เกิดกับรถขับเคลื่อน 4 ล้อมีความแตกต่างจากรถรุ่นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เพื่อต้องการทราบความแตกต่างของรุ่นรถที่เข้ารับการปรับตั้งจึงได้ทดสอบ Tukey Test ซึ่งผลออกมาเป็นดังตาราง 4.3

Grouping Information Using Tukey Method

Model	N	Mean	Grouping
4x4	1000	0.8126	A
4x2 H	1000	0.6060	B
4x2	1000	0.5169	B

Means that do not share a letter are significantly different

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

All Pairwise Comparisons among Levels of Model

Individual confidence level = 98.07%

Model = 4x2 subtracted from:

Model	Lower	Center	Upper	-----+-------+-------+-------+--
4x2 H	-0.0052	0.0891	0.1834	(---*----)
4x4	0.2014	0.2957	0.3900	(----*---)
				-----+-------+-------+-------+--
				-0.20 0.00 0.20 0.40

Model = 4x2 H subtracted from:

Model	Lower	Center	Upper	-----+-------+-------+-------+--
4x4	0.1123	0.2066	0.3009	(---*----)
				-----+-------+-------+-------+--
				-0.20 0.00 0.20 0.40

ตารางที่ 4.3 ผล Tukey Test ของรุ่นรถที่เข้ารับการปรับตั้ง

ผลลัพธ์จากการทดสอบแบบ Tukey ซึ่งเป็นความเชื่อมั่นที่หนึ่งของชุดแรกคือ -0.0052 ถึง 0.1834 หมายความว่าค่าเฉลี่ยของรถขับเคลื่อน 2 ล้อยกสูงลบออกจากค่าเฉลี่ยของรถขับเคลื่อน 2 ล้อจะอยู่ระหว่าง -0.0052 ถึง 0.1834 เซนติเมตร เนื่องจากความเชื่อมั่นที่ได้นี้ครอบคลุมค่า 0 แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างค่าในการปรับตั้งของรถทั้ง 2 ประเภทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลลัพธ์จากการทดสอบแบบ Tukey ซึ่งเป็นความเชื่อมั่นที่สองของชุดแรกคือ 0.2014 ถึง 0.3900 หมายความว่าค่าเฉลี่ยของรถขับเคลื่อน 4 ล้อลบออกจากค่าเฉลี่ยของรถขับเคลื่อน 2 ล้อจะอยู่ระหว่าง 0.2014 ถึง 0.3900 เซนติเมตร เนื่องจากความเชื่อมั่นที่ได้นี้ไม่ครอบคลุมค่า 0 แสดงว่ามีความแตกต่างกันระหว่างค่าในการปรับตั้งของรถทั้ง 2 ประเภทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลลัพธ์จากการทดสอบแบบ Tukey ซึ่งเป็นความเชื่อมั่นที่หนึ่งของชุดที่สองคือ 0.1123 ถึง 0.3009 หมายความว่าค่าเฉลี่ยของรถขับเคลื่อน 4 ล้อลบออกจากค่าเฉลี่ยของรถขับเคลื่อน 2 ล้อยกสูงจะอยู่ระหว่าง 0.1123 ถึง 0.3009 เซนติเมตร เนื่องจากความเชื่อมั่นที่ได้นี้ไม่ครอบคลุมค่า 0 แสดงว่ามีความแตกต่างกันระหว่างค่าในการปรับตั้งของรถทั้ง 2 ประเภทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 สรุปแนวทางการดำเนินการ

สำหรับแนวทางในการดำเนินการเพื่อลดปัญหาการทำงานซ้ำของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์ที่นำเสนอนั้น เป็นการนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติร่วมกับการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติมาประกอบกันในการสรุปเป็นแนวทางในการดำเนินการ โดยแนวทางที่นำเสนอจะมุ่งเน้นให้ใช้การบริหารจัดการทรัพยากรเดิมที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และจะมุ่งเน้นให้สามารถนำไปดำเนินการได้ทันทีโดยไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานปกติของสถานีงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งจะต้องไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการด้วย

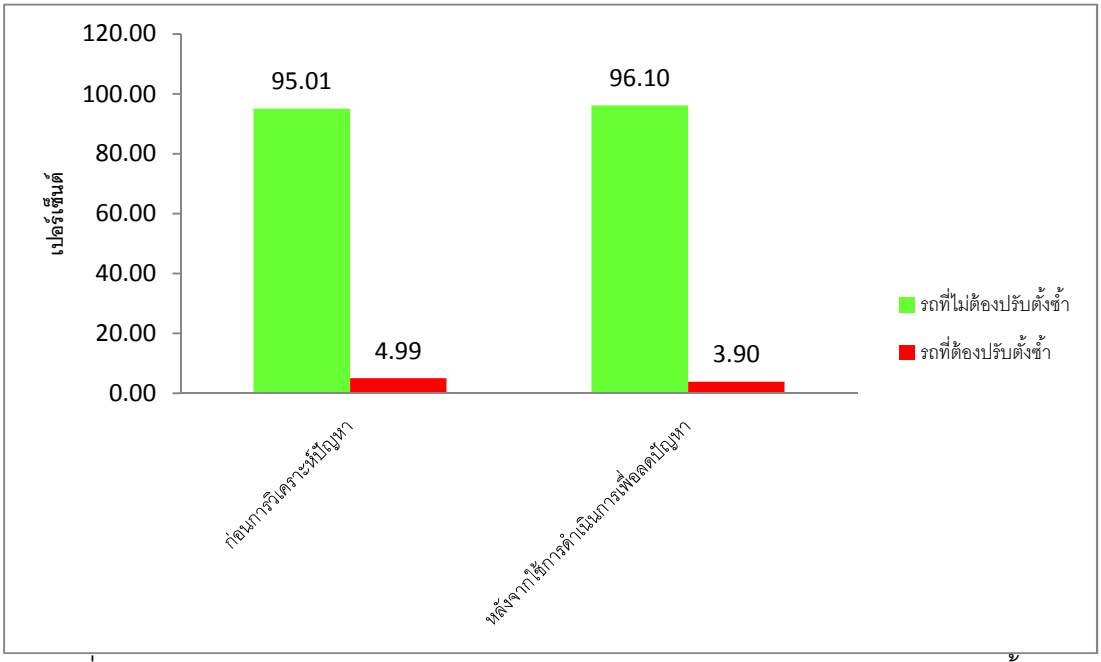
จากผลที่ได้ทำให้เห็นแนวโน้มว่าปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาการทำงานซ้ำก็คือกเครื่องปรับตั้งเครื่องที่ 1 และรถประเภทยกสูง ซึ่งประกอบไปด้วยรถขับเคลื่อน 4 ล้อและรถขับเคลื่อ 2 ล้อยกสูง ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ในส่วนที่มีหมายเลขเครื่องเข้ามาเกี่ยวข้องจะให้ผลที่สอดคล้องกันไม่ว่าจะเป็นการปฏิบัติงานของพนักงานปรับตั้งซึ่งจากผลที่ได้พบว่าคุณภาพของการทำงานมีความใกล้เคียงกันอยู่ 2 กลุ่ม ซึ่งเมื่อมองลึกลงไปทำให้ทราบว่าจะเป็นพนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่ในสายงานลำดับที่ 1 และสายงานลำดับที่ 2 ซึ่งหากพิจารณาถึงคุณภาพการทำงานของพนักงานภายในแต่ละกลุ่มจะพบว่าคุณภาพมีความใกล้เคียงกันจึงอาจสรุปได้ว่าการปฏิบัติงานของพนักงานไม่มีผลต่อคุณภาพของการปรับตั้งมุมล้อ แต่เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพการทำงานของเครื่องปรับตั้งจะพบว่าเครื่องที่ 1 คุณภาพจะด้อยกว่าเครื่องที่ 2 อยู่อย่างเห็นได้ชัดถึงแม้ว่าผลจากการทดสอบสมมุติฐานจะทำให้ทราบว่าค่าเฉลี่ยในการปรับตั้งของรถที่เข้ารับการปรับตั้งโดยเครื่องปรับตั้งทั้งสองเครื่องนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม ซึ่งผลที่ได้ก็สอดคล้องกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติด้วย แต่จากผลการวิเคราะห์เองก็ทำให้ทราบว่าแม้ว่าการปรับตั้งจะอยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนดไว้แล้วก็ตาม แต่ไม่ได้หมายความว่ารถคันนั้นๆจะผ่านมาตรฐานการตรวจสอบได้แต่อย่างใด ซึ่งในประเด็นนี้เองที่จะต้องมีการวิเคราะห์ลงลึกเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไป อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงรถที่เข้ารับการปรับตั้งจะพบว่ารถในรุ่นขับเคลื่อน 4 ล้อจะเป็นรุ่นที่ก่อให้เกิดปัญหามากที่สุด โดยหลังจากเทียบสัดส่วนของการปรับตั้งที่ผ่านมาตรฐานและไม่ผ่านมาตรฐานระหว่างรถรุ่นดังกล่าวกับเครื่องปรับตั้งแต่ละเครื่องแล้วจะพบว่าในรุ่นดังกล่าวมาจับคู่กับเครื่องปรับตั้งหมายเลข 1 จะมีแนวโน้มก่อให้เกิดปัญหามากที่สุดเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ ในขณะที่รถขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูงก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงเสนอให้หลีกเลี่ยงการนำรถขับเคลื่อน 4 ล้อเข้าปรับตั้งในสถานีงานลำดับที่ 1

และหากทำได้โดยไม่เกิดผลกระทบให้หลีกเลี่ยงการนำรถขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูงเข้าปรับตั้งในสถานีงานลำดับที่ 1 เช่นเดียวกัน

สำหรับค่าในการปรับตั้งที่เหมาะสมเมื่อพิจารณาจากจำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นเทียบกับค่าการปรับตั้งจริงของรถทุกประเภทบนเครื่องจักรทั้งสองเครื่องแล้วสามารถมาสรุปได้ว่าถึงแม้จะพบปัญหาการทำงานซ้ำเกิดขึ้นในทุกค่าการปรับตั้งก็ตาม แต่ช่วงที่ปรับตั้งแล้วพบสัดส่วนของการเกิดปัญหาน้อยที่สุดนั้นจะอยู่ในช่วง 0-0 ถึง 2-0 เซนติเมตร ซึ่งเป็นช่วงมาตรฐานที่กำหนดไว้นั่นเอง แต่ปัญหาที่สำคัญเกี่ยวกับการปรับตั้งคือการขันแน่นหลังจากการปรับตั้งเรียบร้อยแล้วนั่นเอง โดยพบว่ามีโอกาสทำให้ค่าการปรับตั้งหลุดออกไปอยู่ในช่วง -0.1 ถึง -2.1 เซนติเมตรได้ ดังจะเห็นจากผลการวิเคราะห์ซึ่งช่วงดังกล่าวมีความถี่ในการปรับตั้งมากเป็นอันดับสองนั่นเอง ดังนั้นจึงเสนอให้ใช้ความระมัดระวังในการขันแน่นให้มากขึ้นด้วย

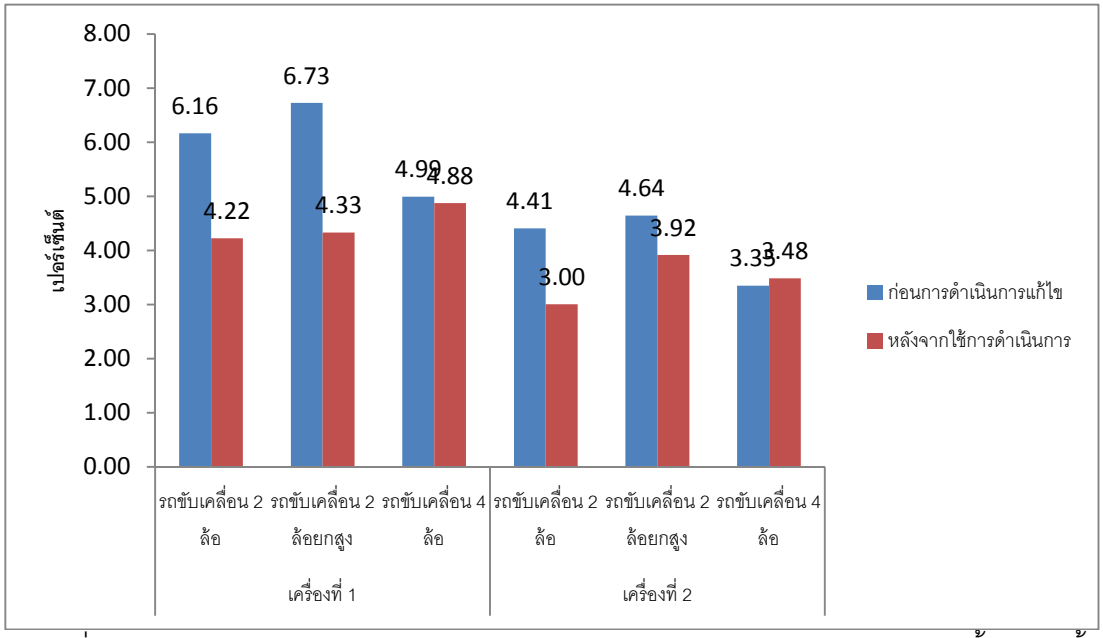
4.4 ผลการดำเนินการ

จากการที่โรงงานกรณีศึกษาได้ใช้การดำเนินการโดยหลีกเลี่ยงการนำรถในรุ่นขับเคลื่อน 4 ล้อ และรถขับเคลื่อน 2 ล้อยกสูงบางส่วนเข้าปรับตั้งโดยเครื่องปรับตั้งหมายเลข 1 ซึ่งเริ่มดำเนินการในเดือนมกราคม 2555 จนถึงต้นเดือน มีนาคม 2555 ภายหลังจากการดำเนินการพบว่าภาพรวมของปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นดังภาพที่ 4.25



ภาพที่ 4.25 แผนภูมิเปรียบเทียบก่อนและหลังจากการดำเนินการลดปัญหาการทำงานซ้ำของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์

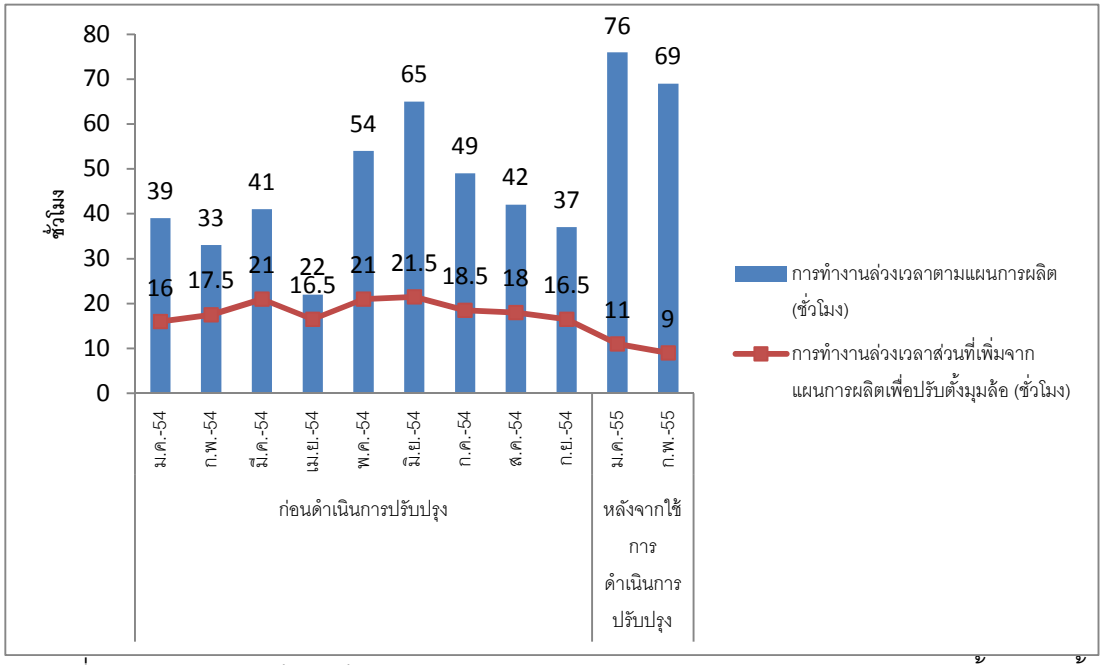
จากภาพที่ 4.25 จะเห็นว่าหลังจากการดำเนินการตามแนวทางที่ได้นำเสนอโดยเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 จนถึงช่วงต้นเดือนมีนาคม 2555 พบว่าจากการปรับตั้งที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าวทั้งหมดเป็นจำนวน 62,769 ครั้ง ในจำนวนนี้พบว่าเป็นการปรับตั้งซ้ำทั้งสิ้น 2,448 ครั้ง หรือคิดเป็น 3.90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาเทียบกับข้อมูลในช่วงที่นำมาวิเคราะห์พบว่าภาพรวมของปริมาณการทำงานซ้ำลดลง 1.05 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการแก้ไขปัญหานั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือเครื่องปรับตั้งและประเภทของรถ ซึ่งผลหลังจากการดำเนินการเมื่อจำแนกตามประเภทของรถและเครื่องจักรเป็นดังภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.26 แผนภูมิเปรียบเทียบก่อนและหลังจากการดำเนินการลดปัญหาการปรับตั้งมุมล้อซ้ำแยกตามรุ่นรถและเครื่องปรับตั้ง

จากรูปจะเห็นว่าปริมาณการทำงานซ้ำที่เกิดขึ้นหลังจากใช้การดำเนินการตามที่ได้นำเสนอในระยะเวลาสองเดือนเศษนั้นลดลงกว่าในช่วงก่อนใช้การดำเนินการทั้งเมื่อพิจารณาในมุมของเครื่องปรับตั้งและพิจารณาในมุมของประเภทรถ

ปริมาณการทำงานซ้ำที่ลดลงในเดือนมกราคม 2555 และกุมภาพันธ์ 2555 นั้นส่งผลให้ชัปริมาณการทำงานล่วงเวลาเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการปรับตั้งแก้ไขและตรวจสอบมาตรฐาน ซึ่งถือว่าเป็นเวลาส่วนที่เกินจากการทำงานล่วงเวลาปกติที่ทางบริษัทกำหนดให้มีในแต่ละเดือนนั้นลดลงดังภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.27 แผนภูมิเปรียบเทียบก่อนและหลังจากการดำเนินการลดปัญหาการปรับตั้งมุมล้อซ้ำแยกตามรุ่นรถและเครื่องปรับตั้ง

หลังจากการดำเนินการตามแนวทางในการลดปัญหาการทำงานซ้ำของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์ ส่งผลให้ปรมาณการทำงานล่วงเวลาลดน้อยลงดังปรากฏในภาพ 4.27 เมื่อนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังจากดำเนินการพบว่าปริมาณในการทำงานล่วงเวลาในเดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2555 ลดลงจากเดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนกันยายน 2554โดยเฉลี่ย 8.5 ชั่วโมง/คน/เดือน ซึ่งในกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปรับตั้งมุมล้อและการตรวจสอบมาตรฐานนั้นมีพนักงานที่เกี่ยวข้องทั้งสิ้น 48 คน แบ่งเป็นผู้มีหน้าที่ในการปรับตั้งจำนวนทั้งสิ้น 16 คน และเกี่ยวข้องกับกระบวนการทดสอบทั้งสิ้น 32 คน ซึ่งค่าแรงในการทำงานล่วงเวลาโดยเฉลี่ยของพนักงานจ้างเหมาของหน่วยงานกรณีศึกษาอยู่ที่ 119.35 บาท/ชั่วโมง ดังนั้นจากปริมาณการทำงานล่วงเวลาที่ลดลงในช่วง 2 เดือนที่ผ่านมา ส่งผลให้ต้นทุนค่าแรงของพนักงานโดยเฉลี่ยเฉพาะในส่วนที่เกินเนื่องจากการแก้ปัญดังกล่าวลดลงจาก 105,982.8 บาท/เดือน มาอยู่ที่ 48,694.8 บาท/เดือน และการทำงานล่วงเวลาที่ลดลงโดยเฉลี่ย 8.5 ชั่วโมงนั้นหมายความว่าพนักงานจะมีเวลาในการพักผ่อนเพิ่มขึ้นอย่างน้อยครั้งละครึ่งชั่วโมง ถึง 1 ชั่วโมง กล่าวคือ 8.5 ชั่วโมงนี้จะทำให้ใน 1 เดือนจะมีอย่างน้อย 8 วันที่พนักงานจะได้เลิกงานตามเวลาที่บริษัทได้กำหนดไว้นั่นเอง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัยซึ่งเริ่มจากแนวความคิดที่จะนำข้อมูลจากกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์ซึ่งถูกจัดเก็บไว้เป็นจำนวนมากมาใช้วิเคราะห์หาแนวทางการลดการเกิดปัญหาต่างๆที่เป็นผลให้ต้องมีการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์กับรถคันเดิมอีกครั้ง ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้เลือกโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติเข้ามาช่วยเนื่องจากสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากในหลายมิติและสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ในงานวิจัยจะเริ่มจากการจัดการกับข้อมูลที่จะนำมาใช้เพื่อการวิเคราะห์ปัญหา หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลเข้าสู่ระบบเพื่อสร้างโมเดลของระบบการวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้จะเป็นการเข้าไปค้นคำตอบของคำถามที่ถูกถามขึ้นมาหลังจากที่ได้สร้างระบบการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยจะเน้นไปที่การถามเกี่ยวกับจำนวนของปัญหาทำงานซ้ำเทียบกับปัจจัยองค์ประกอบต่างๆ ในการดำเนินงานของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์ และเมื่อทราบผลจากการวิเคราะห์เป็นที่เรียบร้อยแล้วก็ได้มีการทดสอบสมมุติฐานเพื่อใช้สนับสนุนผลที่ได้จากการวิเคราะห์ หลังจากนั้นจึงได้สรุปเป็นแนวทางในการดำเนินการเพื่อลดจำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นและนำเสนอต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของโรงงานกรณีศึกษาจนนำไปสู่การนำไปปฏิบัติจริงในกระบวนการปรับตั้งมุมล้อ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ก็ค่อนข้างเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง และในบทนี้จะกล่าวถึงบทสรุป การอภิปรายผล ปัญหาและข้อเสนอแนะของโครงการ “การวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติพื่อหาสาเหตุการทำงานซ้ำขอองกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์” สำหรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อแก้ไขปัญหาในงานอุตสากหรรม รวมถึงแนวทางสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการต่อยอดจากงานวิจัยนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

โครงการ “การวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติพื่อหาสาเหตุการทำงานซ้ำขอองกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์” ได้พัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการเสนอแนวทางการดำเนินการเพื่อลดการเกิดปัญหาต่างๆที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์ ซึ่งนำไปสู่การปรับตั้งมุมล้อซ้ำอีกครั้งเพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกี่ยวข้องนั่นเอง ปัญหาที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้จัดเป็นปัญหาเรื้อรังของโรงงานกรณีศึกษา เนื่องจากได้มีความพยายามที่จะวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเพื่อ

หาทางในการดำเนินการแก้ไขกันมาอย่างยาวนาน แต่ก็ไม่ประสบผลสำเร็จกล่าวคือไม่สามาถระบุถึงสาเหตุการเกิดของปัญหาที่เกิดขึ้น จึงไม่สามารถนำเสนอแนวทางในการแก้ไขที่เหมาะสมได้

งานวิจัยนี้ไม่ได้มุ่งเน้นที่จะนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาที่สาเหตุ แต่เป็นการนำเสนอแนวทางในการลดจำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อโรงงานกรณีศึกษาในการดำเนินงานในแต่ละวัน รวมทั้งต้องการที่จะนำเสนอแนวทางในการนำข้อมูลจากสายการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในปัจจุบันมาใช้ประโยชน์ในแง่ของการแก้ไขปัญหาในงานอุตสาหกรรม ซึ่งการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากสามารถทำได้อย่างรวดเร็วอีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้หลายมิติ ซึ่งทำให้สามารถนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับปัญหาในงานวิจัยนี้ถือว่าเป็นหนึ่งในปัญหาเรื้อรังที่ส่งผลกระทบต่อโรงงานกรณีศึกษาในหลายด้าน แต่เนื่องจากข้อมูลที่ถูกจัดเก็บเอาไว้ทำให้เกิดแนวความคิดที่จะได้นำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวิเคราะห์หาแนวทางในการลดปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติที่เลือกใช้นั้นทำให้การวิเคราะห์ทำได้อย่างรวดเร็ว และสามารถเห็นภาพของปัญหาในหลายมุมมอง ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าปัญหาจะเกิดขึ้นมากที่สุดหากนำรถประเภทขับเคลื่อน 4 ล้อ และรถประเภทขับเคลื่อน 2 ล้อแบบยกสูงเข้าทำการปรับตั้งและทดสอบในสายงานลำดับที่ 1 จึงได้เสนอแนวทางในการลดปัญหาที่เกิดขึ้นโดยให้หลีกเลี่ยงการนำรถประเภทดังกล่าวเข้ารับการปรับตั้งในสายงานลำดับที่ 1 ซึ่งภายหลังจากที่ได้ใช้การดำเนินการตามแนวทางที่ได้นำเสนอเป็นระยะเวลา 2 เดือนเศษ พบว่าผลที่ได้ค่อนข้างเป็นที่น่าพอใจ กล่าวคือสามารถลดปริมาณการทำงานซ้ำลงได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งปริมาณการทำงานซ้ำที่ลดลงนี้ส่งผลให้ปริมาณการทำงานล่วงเวลาในส่วนที่เกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ลดลง และจากปริมาณการทำงานล่วงเวลาที่ลดลงนี้ทำให้ต้นทุนแรงงานต่อหน่วยในการผลิตลดลง นอกจากนี้ยังส่งผลต่อไปถึงตัวพนักงานเอง คือ ทำให้พนักงานได้เลิกงานตามเวลาที่ทางบริษัทกำหนดมากขึ้น ซึ่งนอกจากจะลดความเมื่อยล้าของพนักงานลงได้แล้ว ยังลดค่าใช้จ่ายส่วนตัวของพนักงานด้วย เนื่องจากจะทำให้พนักงานสามารถกลับบ้านโดยการใช้บริการระบบขนส่งที่ทางบริษัทจัดไว้ให้นั่นเอง

นอกเหนือจากผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะถูกใช้ประโยชน์ในการสรุปเป็นแนวทางในการดำเนินการเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นแล้ว ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ยังทำให้กรอบในการวิเคราะห์หา

สาเหตุที่แท้จริงของปัญหานั้นแคบลง ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยใช้เทคนิคอื่นๆ ต่อไปได้ สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอแนวทางหนึ่งในการนำข้อมูลจากสายการผลิตมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการแก้ปัญหางานอุตสาหกรรม นอกเหนือจากจุดประสงค์หลักของการเก็บข้อมูลเอาไว้ ซึ่งคาดหวังว่าจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจต่อไป

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติ ทำให้สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่ต้องการทราบคำตอบได้รวดเร็ว และสามารถทำให้เห็นลักษณะของปัญหาได้ในหลายมุมมอง ซึ่งแตกต่างจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบเก่าซึ่งอาจใช้เวลานานในการที่จะได้มาซึ่งผลลัพธ์ โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์ในประเด็นที่น่าสนใจและคาดว่าจะถูกใช้ในการประกอบการตัดสินใจเพื่อนำเสนอเป็นแนวทางในการดำเนินการเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น ได้รับการยืนยันโดยการพิสูจน์สมมุติฐานทางสถิติ ซึ่งผลที่ได้นั้นก็เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

จากผลที่ได้จากการวิเคราะห์เมื่อพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปัญหาเพียงปัจจัยเดียว เช่น รุ่นรถกับการเกิดปัญหา เครื่องจักรกับการเกิดปัญหา หรือพนักงานปรับตั้งกับพบว่าผลที่ได้ยังไม่สามารถนำมาสรุปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้เนื่องจากอาจยังไม่เพียงพอสำหรับการตัดสินใจ ดังนั้นประโยชน์ของการวิเคราะห์ข้อมูลแบบกลายมิติที่เห็นได้ชัดจากงานวิจัยนี้คือการวิเคราะห์ที่ทำได้พร้อมกันหลายมิติ ซึ่งนำไปสู่การนำเสนอเป็นแนวทางในการลดจำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นในท้ายที่สุด อย่างไรก็ตามแนวทางที่นำเสนอเป็นเพียงแค่การลดจำนวนปัญหาเพียงเบื้องต้นเท่านั้น ไม่ได้เป็นการแก้ไขปัญหาที่สาเหตุแต่อย่างใด ซึ่งข้อจำกัดที่สำคัญที่ได้พบในการดำเนินงานวิจัยก็คือความครอบคลุมของข้อมูลนั่นเอง เนื่องจากที่ผ่านมาการออกแบบระบบการจัดเก็บข้อมูลในงานอุตสาหกรรมนั้นไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อการนำมาวิเคราะห์ปัญหาในทางอุตสาหกรรมแต่อย่างใดจึงทำให้ข้อมูลบางอย่างที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ไม่ได้มีการถูกจัดเก็บเข้ามาด้วย ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลจากสายการผลิตอย่างเดียวจึงไม่เพียงพอสำหรับการแก้ไขปัญหาในทางอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงอาจมีการใช้เทคนิคในการแก้ไขปัญหาในทางอุตสาหกรรมอื่นๆ ร่วมด้วยในการที่จะเข้าถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาต่อไป

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนออีกทางเลือกหนึ่งในการแก้ไขปัญหาในทางอุตสาหกรรม ซึ่งในปัจจุบันระบบเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทมากในงานอุตสาหกรรม อีกทั้งการจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากสายการผลิตก็มีมากขึ้นเช่นเดียวกัน การนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ปัญหาในทางอุตสาหกรรมก็จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการสร้างคุณค่าให้กับข้อมูลเหล่านั้นนอกเหนือไปจากเหตุผลหลักของการจัดเก็บข้อมูลได้อีกทางหนึ่ง

5.3 ปัญหาในการดำเนินงานวิจัย

ในการวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ปัญหาการทำงานซ้ำของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติ ได้พบกับปัญหาและอุปสรรค ดังนี้

5.3.1 ปัญหาด้านข้อมูล

- ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลจริงจากฐานข้อมูลขององค์กร แต่เนื่องจากข้อมูลที่ใช้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลที่มาจากฐานข้อมูลเครื่องจักร และข้อมูลที่ถูกบันทึกโดยพนักงานลงในใบตรวจสอบ (check sheet) ซึ่งไม่ได้มีความเข้มงวดในการบันทึกข้อมูลดังกล่าว จึงพบปัญหาเรื่องความสมบูรณ์ของข้อมูล นอกจากนี้ยังพบปัญหาด้านการจัดเก็บ ทำให้พบว่ามีเอกสารบางส่วนได้หายไป รวมถึงบางส่วนก็เกิดความเลอะเลือนของตัวอักษร อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ขาดหายไปไม่ได้ส่งผลทำให้ผลจากการวิเคราะห์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมแต่อย่างใด
- ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้น เดิมถูกออกแบบเพื่อจุดประสงค์ในการจัดเก็บเพื่อสอบกลับในกรณีที่มีปัญหาเท่านั้น ไม่ได้ถูกคาดการณ์ว่าจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์โดยระบบสารสนเทศ โครงสร้างของฐานข้อมูลและแฟ้มข้อมูลอาจไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ทำคลังข้อมูล ดังนั้นในระยะยาวแล้วหากพบว่ายังต้องการวิเคราะห์ข้อมูลโดยระบบสารสนเทศนั้น ควรจะต้องมีการออกแบบฐานข้อมูลร่วมกับผู้ดูแลฐานข้อมูล เพื่อความสะดวกต่อการวิเคราะห์ข้อมูลในอนาคต

5.3.2 ปัญหาด้านเทคนิค

- เนื่องจากข้อมูลมีปริมาณมาก อีกทั้ง Microsoft SQL Server 2008 มีความต้องการทรัพยากรของเครื่องที่จะใช้ทำงานค่อนข้างสูงประกอบกับข้อมูลที่ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ก็มีจำนวนมาก ดังนั้นบางครั้งจึงเกิดปัญหาความล่าช้าในการประมวลผลขึ้นมาได้

5.4 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากโครงการ “การวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติเพื่อหาสาเหตุการทำงานซ้ำของกระบวนการปรับตั้งมุมล้อรถยนต์” สำหรับผู้ที่สนใจหรือผู้ที่ต้องการนำโครงการนี้ไปพัฒนาเพิ่มเติม มีดังนี้

1. ขยายขอบเขตในการวิเคราะห์ให้มากขึ้น

ควรมีการขยายขอบเขตในการวิเคราะห์ในส่วนของกระบวนการตรวจสอบ เช่น กระบวนการวัดค่ามุมเลี้ยว กระบวนการวัดการลื่นไถล และกระบวนการทดสอบในสนามทดสอบ เป็นต้น เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเกิดจากการปรับตั้งที่อยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนดไว้แล้ว ดังนั้นปัจจัยที่อาจเป็นสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดปัญหาที่นำไปสู่การปรับแก้มุมล้อใหม่นั้นอาจมาจากปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการตรวจสอบได้ ดังนั้นอาจขยายขอบเขตในการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมถึงกระบวนการในการตรวจสอบด้วย

2. เจาะลึกในการวิเคราะห์ให้มากขึ้น

เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่มีอยู่จึงไม่สามารถวิเคราะห์ลงลึกไปถึงปัจจัยที่อาจเป็นสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้ เช่น ข้อมูลคุณภาพของชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อมูลเชิงลึกของเครื่องจักรปรับตั้ง เป็นต้น ซึ่งจากอ้างอิงจากผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ก็ควรที่จะมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรปรับตั้ง ซึ่งไม่สามารถวิเคราะห์ได้จากงานวิจัยนี้เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านข้อมูล นอกจากเครื่องจักรแล้วการวิเคราะห์ชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับค่ามุมล้อซึ่งถูกประกอบอยู่ในรถแต่ละรุ่น ก็อาจเป็นสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งในการวิเคราะห์ก็

จะต้องได้รับความร่วมมือจากบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนในการเปิดเผยข้อมูลและทำการวิเคราะห์ร่วมกันด้วย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติพงษ์ กลมกล่อม.การออกแบบและพัฒนาคลังข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ เค.ที.พี, 2552.

กัลยา วานิชย์บัญชา. หลักสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 8 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549

นิธิวดี ปั้นภู. คลังข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารธุรกิจผลิตและจำหน่ายแร่. โครงงานปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

พงศ์พันธุ์ จันทร์ภุชงค์. คลังข้อมูลด้านงานขายและการจัดส่งสำหรับธุรกิจผลิตและจำหน่ายเคมีภัณฑ์.โครงงานปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

พัณณิต ธีระวรัญญู. คลังข้อมูลด้านการจัดซื้อและขายสำหรับธุรกิจนำเข้าและจัดจำหน่ายเคมีภัณฑ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม.โครงงานปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

ภานุวัฒน์ ศิริรักษ์. คลังข้อมูลและระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับธุรกิจจำหน่ายอุปกรณ์ถ่ายรูป.โครงงานปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

ภาวิณี วงศ์จันทร์มา. คลังข้อมูลเพื่อการจัดการความเสี่ยงบัตรเครดิตสำหรับธนาคารพาณิชย์. โครงงานปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

ภาษาอังกฤษ

Cao,Y., Liu, Q., Zheng, Z., and Su, H. Research of Data Warehouse Established MethodsBased on Civil Aviation Medicine Certification Management Information System. IEEE, 2010

Erjavec, J. Automotive Technology : A System Approach. 4rd edition, Thomson, 2005.

Trujillo, J.L.G. and Vazquez, G.N. Knowledge Discovery in Databases Process in Developing Countries Industry : Building an IT Infrastructure Based in a Data Warehousing and OLAP Technology for a Quality Management System of an Electronic Manufacturing Company in Mexico. IEEE, 2008.

Microsoft Corporation. Enterprise Data Warehousing. [Online]. Available from: http://www.microsoft.com/sqlserver/en/us/solutions-technologies/data-warehousing.aspx. [2011, Nov 15]

Microsoft Corporation. Introducing Business Intelligence Development Studio. [Online]. Available from : http://www.msdn.microsoft.com/en-us/library/ms173767.aspx. [2011, May 15]

Microsoft Corporation. Microsoft SQL Server 2008. [Online]. Available from: http://www.microsoft.com/thailand/sql/. [2011, May 18]

Turbun, E., Aronson, E. J., Liang P. L., & Shardy R., Decission Support and Business Intelligence System. 8th edition, Pearson Education, 2007.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คำสั่งในการสร้างตารางความจริง และตารางมิติ

```
CREATE TABLE Employee_DIM(
	EmployeeName nvarchar(60) NULL,
	Age int NULL,
	Experience int NULL,
	EmployeeKey int NOT NULL,
	Age_Range1 varchar(30) NULL,
	Age_Range2 varchar(30) NULL,
	Experience_Range1 varchar(30) NULL,
	Experience_Range2 varchar(30) NULL,
	CONSTRAINT PK_Employee PRIMARY KEY CLUSTERED (  EmployeeKey
ASC)
);

CREATE TABLE MachineInfo_DIM(
	MachineId smallint NOT NULL,
	Name varchar(30) NULL,
 CONSTRAINT PK_MachineInfo PRIMARY KEY CLUSTERED
(
	MachineId ASC
)
);

CREATE TABLE Model_DIM(
	ModelId smallint NOT NULL,
	ModelName varchar(10) NULL,
 CONSTRAINT PK_Model_DIM PRIMARY KEY CLUSTERED
(
	ModelId ASC
)
);

CREATE TABLE TestResultStatus_DIM(
	StatusId smallint NOT NULL,
	Status varchar(2) NULL,
 CONSTRAINT PK_Status PRIMARY KEY CLUSTERED
(
	StatusId ASC
)
);

CREATE TABLE Time_DIM(
	TimeId smallint NOT NULL,
	TimeStart datetime NULL,
	TimeEnd datetime NULL,
	TimeName varchar(60) NULL,
 CONSTRAINT PK_Time PRIMARY KEY CLUSTERED
(
	TimeId ASC
)
);
```

```
CREATE TABLE TOEAdjustStatus_DIM(
	TOEAdjustStatusId int NOT NULL,
	RangeName varchar(60) NULL,
	RangeStart numeric(6, 1) NULL,
	RangeThru numeric(6, 1) NULL,
	StatusType varchar(2) NULL,
 CONSTRAINT PK_TOEAdjustStatus_DIM PRIMARY KEY CLUSTERED
(
	TOEAdjustStatusId ASC
)
);

CREATE TABLE TOEAdjustValue_DIM(
	TOEValueId int NOT NULL,
	Value numeric(6, 1) NULL,
 CONSTRAINT PK_TOEAdjustValue_DIM PRIMARY KEY CLUSTERED
(
	TOEValueId ASC
)
);

CREATE TABLE TOEResults_FACT(
	TOEResultsFact_Id bigint NOT NULL,
	MachineId smallint NULL,
	TimeId smallint NULL,
	EmployeeKey int NULL,
	StatusId smallint NULL,
	Data_Total_Toe_Front numeric(6, 1) NULL,
	ModelId smallint NULL,
	TOEAdjustStatusId int NULL,
	TOEValueId int NULL,
 CONSTRAINT PK_TOEResults_F PRIMARY KEY CLUSTERED
(
	TOEResultsFact_Id ASC
)
);
```

ภาคผนวก ข

คำสั่งในการแปลงข้อมูล

```
ALTER PROC [dbo].[sp_TransformData]
AS
      DELETE FROM VinInformation_DIM;
      DELETE FROM MachineInfo_DIM;
      DELETE FROM TOEResults_DIM;
      DELETE FROM TOEResults_FACT;

      INSERT INTO MachineInfo_DIM (Name)
      SELECT LINE_NO
      FROM NCATResults
      GROUP BY LINE_NO;

      INSERT INTO VinInformation_DIM (Model, Vin_No, Lot_no)
      SELECT
                  [Model]                    =     CASE
SUBSTRING(REPLACE(REPLACE(MAX(Model_Name), '@', ''), ':', ''), 4,1)

            WHEN '1' THEN '4X2'

            WHEN '2' THEN '4X4'


            WHEN '3' THEN '4X2(H)'
                                                      END,
                  Vin_No
      =REPLACE(REPLACE(Vin_No, '@', ''), ':', ''),
                  Lot_No
      =REPLACE(REPLACE(MAX(Lot_no), '@', ''), ':', '')
      FROM NCATResults
      WHERE CASE SUBSTRING(REPLACE(REPLACE(Model_Name, '@', ''), ':',
''), 4,1)

            WHEN '1' THEN '4X2'

            WHEN '2' THEN '4X4'

            WHEN '5' THEN '4X4'

            WHEN '3' THEN '4X2(H)'
                                                      END IS NOT
NULL
      GROUP BY REPLACE(REPLACE(Vin_No, '@', ''), ':', '');

      INSERT INTO TOEResults_DIM(VinInfoId, MachineId, TimeId, Date,
Time, EmployeeKey, Judge_Status,Base_Total_Toe_Front_Low,
Base_Total_Toe_Front_High, Base_Total_Toe_Front_Medium,
Data_Total_Toe_Front)
      SELECT
            DISTINCT    T1.VinInfoId,
                        T2.MachineId,
                        T3.TimeId,
                        [Date],[Time],
                        T4.EmployeeKey,
                        Judge_Status = Total_Judge_NCAT,
                        Base_Total_Toe_Front_Low = 0,
                        Base_Total_Toe_Front_High = 1,
```

```
                  Base_Total_Toe_Front_Medium = 2,
                  Data_Total_Toe_Front= ( CONVERT(NUMERIC(19,6),
T0.Data_Total_Toe_Front) - CONVERT(NUMERIC(19,6),
CONVERT(NUMERIC(19,6), T0.Base_Total_Toe_Front_Low) +
CONVERT(NUMERIC(19, 6), T0.Base_Total_Toe_Front_High ))/2 ) + 1
      FROM NCATResults T0
      INNER JOIN VinInformation_DIM T1 ON T1.Vin_No =
REPLACE(REPLACE(T0.Vin_No, '@', ''), ':', '')
      INNER JOIN MachineInfo_DIM T2 ON T2.Name = T0.Line_No
      INNER JOIN Time_Dim T3 ON T0.Time BETWEEN T3.TimeStart AND
T3.TimeEnd
      INNER JOIN Employee_DIM T4 ON T4.EmployeeName = T0.EmployeeId;


      INSERT INTO TOEResults_FACT(VinInfoId, MachineId, TimeId, Date,
Time, EmployeeKey, StatusId, Data_Total_Toe_Front)
      SELECT
                  T0.VinInfoId,
                  T0.MachineId,
                  T0.TimeId,
                  T0.[Date],
                  T0.[Time],
                  T0.EmployeeKey,
                  T1.StatusId,
                  T0.Data_Total_Toe_Front
      FROM TOEResults_DIM T0
      INNER JOIN (SELECT
                        ROWID = MIN(TOEResultsId),
                        StatusId = 1,
                        VinInfoId
                  FROM TOEResults_DIM T0
                  GROUP BY VININFOID
                  HAVING COUNT(*) = 1
                  UNION ALL
                  SELECT
                        ROWID = MIN(TOEResultsId),
                        StatusId = 2,
                        VinInfoId
                  FROM TOEResults_DIM T0
                  GROUP BY VININFOID

                        HAVING COUNT(*) > 1) T1 ON
T1.ROWID = T0.TOEResultsId;
```

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ปฐมชัย สุวรรณปิณฑะ สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาบัณฑิต ในสาขาวิศวกรรมเครื่องกล จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบังในปี พ.ศ. 2550 และเข้ารับการศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต ในสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552 ปัจจุบันปฏิบัติงานอยู่กับบริษัท เชฟรอน ประเทศไทย สำรวจและผลิต ในตำแหน่ง Well Site Manager