รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงการสอบเทียบของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด กรณีศึกษาของ บริษัท โตโยด้า โกเซ เอเชีย จำกัด

An Improvement in Calibration Process of Test Machine and Measurement Tool: A Case Study of Toyoda Gosei Asia Co.,Ltd.

นายประชาพัทธ์ วรรณทอง

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การปรับปรุงการสอบเทียบของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด

ชื่อ-สกุลนักศึกษา นายประชาพัทธ์ วรรณทอง

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมอุตสาหการ

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.รณน เจียรตระกูล , ดร.พลชัย โชติปรายนกุล

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศ นายพูลศิลป์ ชารี

สถานประกอบการ บริษัท โตโยด้า โกเซ เอเชีย จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษาเรื่อง การปรับปรุงการสอบเทียบของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด กรณีศึกษา บริษัท โตโยด้า โกเซ เอเชีย จำกัด มีเป้าหมายที่จะทำให้ทุกเครื่องทดสอบสามารถใช้งานในการทดสอบชิ้นส่วนได้อย่างเต็มขีดความสามารถของเครื่องทดสอบและเป็นการเพิ่มอัตราการใช้ประโยชน์ของเครื่องทดสอบ โดยใช้เทคนิคทางด้านการสอบเทียบมาใช้ในการดำเนินงาน และหลังจากเสร็จสิ้นโครงงาน มีเครื่องทดสอบ 8 เครื่อง จากจำนวนทั้งหมด 23 เครื่อง ซึ่งเดิมไม่สามารถทำการทดสอบให้ครอบคลุมตามมาตรฐานการทดสอบของลูกค้าได้ ดังนั้นเครื่องทดสอบทั้ง 8 เครื่อง จึงถูกปรับปรุงการสอบเทียบให้สามารถทำการทดสอบได้ตามมาตรฐานการทดสอบของลูกค้า อย่างเต็มขีดความสามารถของเครื่องทดสอบ

คำสำคัญ : การสอบเทียบเครื่องทดสอบ, ขีดความสามารถของเครื่องทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title : An Improvement in Calibration Process of Test Machine and Measurement Tool

Student intern name : Mr.Prachapat Wannathong

Faculty : Engineering **Department :** Industrial Engineering

Advisor name : Assist. Prof. Dr. Ranon Jientrakul , Dr. Pholchai Chotiprayanakul

Mentor name : Mr.Poonsin Charee

Company : Toyoda Gosei Asia Co.,Ltd.

ABSTRACT

The cooperation project entitled "Improve calibration of test machine and measurement tool : A Case Study of Toyoda Gosei Asia Co.,Ltd. was conducted for testing automotive parts. This study aims to operate every test machine at desired capacity and increase machine utilization by using the calibration technique. After the cooperation project was complete, there were 8 out of 23 test machines that were not previously able to cover the test spectrum required by the customers were improved to serve at full capabilities.

Keywords: machine calibration, machine capability

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานสหกิจศึกษา “การปรับปรุงการสอบเทียบของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด” กรณีศึกษาของบริษัท โตโยด้า โกเซ เอเชีย จำกัด” จะเสร็จสมบูรณ์ไม่ได้หากไม่มีบุคคลที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่กรุณาให้คำปรึกษา ความรู้ และคำแนะนำ ส่งผลให้โครงงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ นายพูลศิลป์ ชารี ตำแหน่งผู้จัดการประจำแผนก Product and Material Evaluation Department (MED) ที่คอยให้ความรู้และแนะนำแนวทางต่างๆ มอบโอกาสและประสบการณ์ที่ดีตลอดช่วงการทำสหกิจศึกษาที่สถานประกอบการ

ขอขอบพระคุณ บริษัท โตโยด้า โกเซ เอเชีย จำกัด ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษา และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ และพนักงานแผนก Product and Material Evaluation Department (MED) ทุกท่านสำหรับความช่วยเหลือในการดำเนินงานและให้ข้อมูลต่างๆระหว่างการดำเนินงานเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.รณน เจียรตระกูล และดร.พลชัย โชติปรายนกุล อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะในการทำโครงงานสหกิจศึกษา ตลอดจนความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านในการทำโครงงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ให้สมบูรณ์

ประชาพัทธ์ วรรณทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	**ก**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**ข**
กิตติกรรมประกาศ	**ค**
สารบัญ	**ง**
สารบัญตาราง	**ช**
สารบัญภาพ	**ฌ**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**4**
2.1 ความสำคัญของการสอบเทียบ	4
2.2 คำจำกัดความเกี่ยวข้องกับการสอบเทียบ	7
2.3 การเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสม	8
2.4 ความถี่สำหรับการสอบเทียบ	9
2.5 วิธีการสอบเทียบ	10
2.6 สถานการณ์สอบเทียบ	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

2.7 บันทึกการสอบเทียบ 11

2.8 การจัดการกับผลิตภัณฑ์เมื่อพบเครื่องมือผิดพลาด 12

2.9 สภาวะแวดล้อมของการสอบเทียบ 12

2.10 การนำไปปฏิบัติ 13

2.11 ผู้ให้ความหมายของการสอบเทียบ 13

บทที่ 3 การศึกษาข้อมูลของทางบริษัทกรณีศึกษา 15

3.1 ข้อมูลทั่วไปของทางบริษัท 15

3.2 สภาพปัจจุบันและกรณีศึกษา 21

บทที่ 4 วิธีดำเนินการวิจัย 24

4.1 จัดทำแผนของโครงงาน 24

4.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 26

บทที่ 5 ผลการดำเนินงานวิจัย 38

5.1 เครื่อง Temperature & Humidity Chamber 39

5.2 เครื่อง Walk-in Vibration chamber 42

5.3 เครื่อง Vibration machine 45

5.4 เครื่อง Thermostat Chamber 47

5.5 เครื่อง Super xenon weather meter no.1 และ Super xenon weather meter no.2 .. 49

5.6 เครื่อง Digital Impact Tester 52

5.7 เครื่อง Chamber 53

5.8 สรุปผลการดำเนินงาน 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 57

6.1 สรุปผลการวิจัย 57

6.2 ข้อเสนอแนะ 57

เอกสารอ้างอิง 58

ประวัติผู้เขียน 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงานปี พ.ศ. 2562 2

3.1 รายชื่อเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด ที่ต้องทำการสอบเทียบและข้อมูลทั่วไป 16

4.1 แผนการดำเนินงานของโครงงาน 25

4.2 ข้อมูลเงื่อนไขการทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์ 26

4.3 ตัวอย่างขีดความสามารถของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด 27

4.4 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด 30

4.5 การเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์หาจุดที่ผิดปกติ (Walk-in Chamber) 31

4.6 การเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์หาจุดที่ผิดปกติ (Temperature & Humidity Chamber) 32

4.7 การเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์หาจุดที่ผิดปกติ (Horn pad operation durability tester) 32

4.8 การเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์หาจุดที่ผิดปกติ (Thermostat Chamber) 33

4.9 การวิเคราะห์สรุปหาค่าการสอบเทียบที่เหมาะสมกับเครื่องทดสอบ (Temperature& Humidity Chamber) .. 34

4.10 การวิเคราะห์สรุปหาค่าการสอบเทียบที่เหมาะสมกับเครื่องทดสอบ (Thermostat Chamber) 35

4.11 การวิเคราะห์สรุปหาค่าการสอบเทียบที่เหมาะสมกับเครื่องทดสอบ (Walk-in Chamber) 36

4.12 การวิเคราะห์สรุปหาค่าการสอบเทียบที่เหมาะสมกับเครื่องทดสอบ (Horn pad operation durability tester) 36

5.1 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Temperature & Humidity Chamber) 39

5.2 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Temperature & Humidity Chamber) 40

5.3 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Walk-in Vibration chamber) 42

5.4 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Walk-in Vibration chamber) 43

5.5 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Vibration machine) 45

5.6 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Vibration machine) 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

5.7 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Thermostat Chamber) 47

5.8 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Thermostat Chamber) 48

5.9 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Super xenon weather meter no.1และ no.2) 49

5.10 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Super xenon weather meter no.1 และ no.2) ... 50

5.11 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Digital Impact Tester) 52

5.12 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Digital Impact Tester) 52

5.13 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Chamber) 53

5.14 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Chamber) 54

5.15 สรุปเปรียบเทียบประโยชน์การใช้งานเครื่องทดสอบก่อนและหลังทำการสอบเทียบ 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ **หน้า**

2.1 พีระมิดการสอบเทียบ 5

3.1 Interior and Exterior Products 15

3.2 Safety system products 15

3.3 Automotive Sealing Products 16

3.4 Functional Components 16

4.1 การเชื่อมโยงเพื่อหาช่วงการใช้งานจริงของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด 28

4.2 กราฟการสอบเทียบเป็นช่วงที่ความถี่ใกล้เคียงกัน 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การสอบเทียบ (Calibration) เป็นกระบวนการหนึ่งในอุตสาหกรรมที่ใช้สร้างความมั่นใจว่าเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดที่ใช้งานอยู่นั้นยังคงมีคุณภาพและมาตรฐานถูกต้อง เหมาะสมแก่การนำไปใช้งานในกระบวนตรวจสอบหรือกระบวนการผลิต เพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์สุดท้ายก็คือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาได้ประสิทธิภาพตามมาตรฐานที่โรงงานกำหนดไว้ โดยการสอบเทียบเครื่องมือวัด คือการเปรียบเทียบค่าของเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดในโรงงานอุตสาหกรรม กับค่าของเครื่องมือวัดมาตรฐานของห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่สามารถสอบกลับได้สู่มาตรฐานแห่งชาติ หรือมาตรฐานระหว่างชาติได้

โดยผลจากการสอบเทียบเมื่อนำมาวิเคราะห์ จะทำให้สามารถกำหนดได้ว่าเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดควรจะใช้ต่อไปหรือจำเป็นต้องมีการปรับแต่งเครื่องมือ ผลจากการสอบเทียบหลายๆครั้ง ยังแสดงให้เห็นคุณลักษณะทางด้านความเสถียร (Stability) ของเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด

ในทางอุตสาหกรรมการผลิตหากเครื่องทดสอบที่มีการสอบเทียบที่ไม่ครอบคลุมหรือไม่มีความแม่นยำในการใช้ทดสอบหรือในการผลิต แต่ได้มีการนำไปใช้ทำการผลิตและได้ส่งสินค้าไปสู่ลูกค้า หากตรวจพบว่าสินค้าล็อตดังกล่าวได้ทำการทดสอบหรือผลิตจากเครื่องทดสอบที่ไม่ได้มาตรฐานจะต้องมีการเรียกคืนสินค้าล็อตนั้นทั้งหมด ซึ่งจะเกิดผลกระทบที่รุนแรงอย่างมากกับบริษัททั้งทางด้านชื่อเสียงและค่าใช้จ่ายอย่างมหาศาลในการเรียกคืนสิ้นค้า ซึ่งหากเป็นบริษัทผู้ส่งมอบวัตถุดิบ (Suppliers) ให้กับบริษัทอื่นๆจะยิ่งทำให้มีผลกระทบเป็นลูกโซ่ต่อๆไปอีกและอาจทำให้เกิดการฟ้องร้องเรียกค่าเสียหายจากการหยุดสายการผลิตในบริษัทของลูกค้าได้

โครงงานนี้ได้เข้าไปศึกษาในบริษัท โตโยด้า โกเซ เอเชีย จำกัด ในส่วนของกระบวนการตรวจสอบชิ้นงานทั้งก่อนและหลังการผลิต และเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดที่ต้องทำการสอบเทียบมีทั้งหมด 23 เครื่อง โดยตัวอย่างเครื่องทดสอบได้แสดงดังตารางที่ 3.1 และปัญหาที่พบคือเครื่องทดสอบบางเครื่องไม่สามารถทำการทดสอบบางการทดสอบได้ เพราะเครื่องทดสอบมีการสอบเทียบที่ไม่ครอบคลุมตามมาตรฐานการทดสอบของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากมีการทดสอบที่จำเป็นต้องทำแต่เครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดในบริษัทนั้นไม่สามารถทำการทดสอบได้เพราะการสอบเทียบไม่ครอบคลุม ทำให้จำเป็นต้องจ้างหน่วยงานภายนอกในการทำการทดสอบนั้นๆ ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการว่าจ้าง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเครื่องทดสอบว่ามีขีดความสามารถในการทดสอบได้มากน้อยเพียงใดเพื่อทำการสอบเทียบให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานจริง จึงจำเป็นต้องใช้ความรู้และเทคนิคทางด้านการสอบเทียบมาใช้ในการดำเนินงาน โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการทดสอบในปัจจุบันหรือส่งผลน้อยที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อทำให้เครื่องทดสอบสามารถใช้ในการทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์ได้อย่างสอดคล้องกับมาตรฐานการทดสอบของลูกค้า
2. เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของเครื่องทดสอบที่ใช้ทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์
3. เพื่อเพิ่มจำนวนเครื่องทดสอบที่สามารถใช้ทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะในส่วนการทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์ของห้องทดลองภายในโรงงานที่ 3 ของกลุ่มบริษัท โตโยด้า โกเซ
2. ศึกษาเฉพาะมาตรฐานการทดสอบจากกลุ่มลูกค้าที่ต้องการให้ทดสอบ
3. ศึกษาเฉพาะเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดที่ต้องทำการสอบเทียบโดยมีทั้งหมด 23 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 1.1 ตารางแผนการดำเนินงานปี พ.ศ. 2562

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานปี พ.ศ. 2562

วิธีการดำเนินการ	บทที่	ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.			
1. ศึกษาโครงการที่ได้รับมอบหมาย กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา	1		■	■													
2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2				■												
3. ศึกษาข้อมูลของบริษัท	3	■	■														
4. จัดทำแผนของโครงการ	4					■			■								
5. ดำเนินโครงการตามแผนโครงการ	4					■	■	■	■	■	■	■	■	■			
6. เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการดำเนินงาน	5														■		
7. สรุปผลการดำเนินงาน เขียนรายงาน และเผยแพร่ผลงาน	6															■	■

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ขีดความสามารถในการทดสอบของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดเพิ่มมากขึ้น
2. ทุกเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดมีช่วงการสอบเทียบที่ครอบคลุมตามมาตรฐานการทดสอบของลูกค้าและยังเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด
3. จำนวนเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดที่สามารถเลือกใช้สำหรับทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์เพิ่มมากขึ้น
4. เป็นฐานข้อมูลของการสอบเทียบสำหรับบริษัทที่สามารถนำไปปรับปรุงพัฒนาและใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทที่ 2 นี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่ได้นำมาใช้เป็นแนวคิดในการสอบเทียบเครื่องมือวัด เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จึงจำเป็นต้องรู้จักข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง ทฤษฎีช่วยในการวิเคราะห์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและดำเนินโครงงานดังนี้

1) ความสำคัญของการสอบเทียบ
2) คำจำกัดความเกี่ยวข้องกับการสอบเทียบ
3) การเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสม
4) ความถี่สำหรับการสอบเทียบ
5) วิธีการสอบเทียบ
6) สถานะของการสอบเทียบ
7) บันทึกการสอบเทียบ
8) การจัดการกับผลิตภัณฑ์เมื่อพบเครื่องมือผิดพลาด
9) สภาวะแวดล้อมของการสอบเทียบ
10) การนำไปปฏิบัติ
11) ผู้ให้ความหมายของการสอบเทียบ

2.1 ความสำคัญของการสอบเทียบ

การรับรองคุณภาพเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับภาคอุตสาหกรรม เพราะเป็นหลักประกันว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมมีคุณภาพดี มีคุณลักษณะตรงตามความต้องการของข้อกำหนดของมาตรฐานการรับรองระบบคุณภาพต่างๆจะมีข้อกำหนดข้อหนึ่งที่ระบุว่า เครื่องมือวัดต่างๆต้องมีการสอบเทียบอย่างถูกต้อง

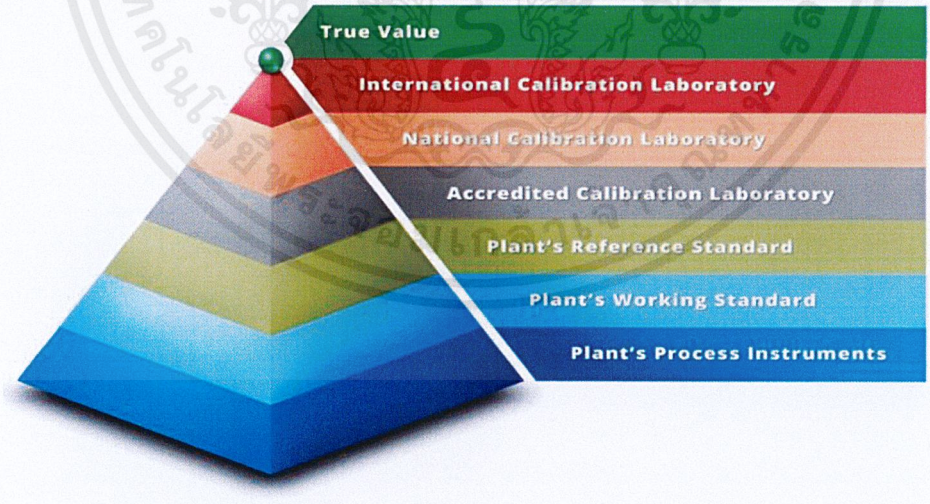
โรงงานอุตสาหกรรมจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดสำหรับการผลิต ดังนั้นในระหว่างการใช้งานเครื่องมือนั้นอาจเกิดการเสื่อมคุณภาพได้ ความเที่ยงตรงของเครื่องมือจะเสื่อมลงไปตามจำนวนครั้งและระยะเวลาที่ใช้งาน หรือการติดตั้งเครื่องมือโดยการขาดความระมัดระวังก็อาจทำให้เกิด ความเสื่อมในคุณภาพของเครื่องมือวัดได้เช่นกัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกทั้งยังมีผลต่อการจัดทำระบบคุณภาพของโรงงานอุตสาหกรรมอีกด้วย ดังนั้นเพื่อให้มีมาตรฐานในการวัดตรงกันและสามารถยืนยันความถูกต้องของผลการวัดได้จึงจำเป็นต้องมีการสอบเทียบเครื่องมือในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อรับรองถึงความแม่นยำและเชื่อถือได้ของเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด สอดคล้องกับข้อกำหนดของมาตรฐานต่างๆ เช่น ISO 9000, ISO 16949, ISO/IEC 17025, ISO 14000 ฯลฯ

กิจกรรมการสอบเทียบเป็นกิจกรรมที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย แต่การสอบเทียบก็มีความจำเป็น เพราะหากพิจารณาให้ดีจะเห็นว่ามูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นกับข้อมูลที่ผิดพลาดหรือผลิตสินค้าที่ไม่มีคุณภาพ เมื่อใช้เครื่องมือวัดที่ไม่เป็นมาตรฐาน จะมีผลต่อคุณภาพและต้นทุนการผลิตสินค้า ซึ่งอาจส่งผลให้เสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบเครื่องมือ แต่การสอบเทียบที่ทำมากเกินความจำเป็นก็อาจก่อให้เกิดความสูญเสียงบประมาณของหน่วยงานเกินความจำเป็นเช่นเดียวกัน

การสอบเทียบ (Calibration) หมายถึง การดำเนินการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าที่เครื่องมือวัดบอก หรือค่าที่แสดงโดยเครื่องวัดกับค่าจริงที่ยอมรับร่วมกันว่ามีความคลาดเคลื่อนไปมากเท่าใด โดยเริ่มจากการสอบเทียบ เครื่องมือกับเครื่องมือมาตรฐานที่ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า รวมถึงการสอบเทียบเครื่องมือมาตรฐานกับเครื่องมือที่มาตรฐานสูงกว่า จนถึงการสอบเทียบเครื่องมือมาตรฐานสูงสุดกับมาตรฐานแห่งชาติหรือมาตรฐานระหว่างประเทศ



รูปที่ 2.1 พีระมิดการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสอบเทียบเครื่องมือ สามารถกระทำได้ 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 สอบเทียบเครื่องมือวัดภายในบริษัท

สอบเทียบเครื่องมือวัดภายในบริษัทคือ การปฏิบัติการสอบเทียบเครื่องมือวัดภายในห้องปฏิบัติการของบริษัทเอง โดยห้องปฏิบัติที่ว่าจะต้องเป็นห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน (โดยมีเงื่อนไขและข้อกำหนดของห้องปฏิบัติการมาตรฐาน) เครื่องมือมาตรฐานทั่วไปภายในห้องปฏิบัติการจะแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

1) Reference standard (Primary standard) ใช้สำหรับสอบเทียบ working standard ของห้องปฏิบัติการ หรือเครื่องมือซึ่งมีความแม่นยำสูง ดังนั้น Reference standard จะต้องความแม่นยำที่สูงมากพอและ Reference standard จะถูกส่งไปสอบเทียบกับ National standard ตามระยะเวลาที่กำหนด

2) Working standard (Secondary standard) ใช้สำหรับสอบเทียบเครื่องมือทั่วไปที่ใช้ในโรงงานทั้งหมด ดังนั้น Working standard จะถูกใช้งานอยู่เป็นประจำ

การสอบเทียบเองภายในบริษัท ควรจะทำการสำรวจจำนวนเครื่องมือแต่ละประเภท และพิจารณาเพื่อทำการสอบเทียบประเภทเครื่องมือที่มีจำนวนมากๆ และยุ่งยากที่จะส่งออกไปสอบเทียบภายนอก เพื่อที่จะจัดหาเครื่องมือมาตรฐานหรือวัสดุอ้างอิงมาใช้ ให้เกิดความคุ้มทุนสูงสุดเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในการส่งออกไปสอบเทียบที่หน่วยงานภายนอก เนื่องจากเครื่องมือมาตรฐานหรือวัสดุอ้างอิงมีราคาสูงมาก และมีกระบวนการในการดูแล รักษามากพอสมควร อีกทั้งยังต้องจัดเตรียมพื้นที่สำหรับดำเนินการสอบเทียบ

ในการทำการสอบเทียบเองภายในบริษัทนั้นเครื่องมือมาตรฐานและวัสดุอ้างอิงที่ใช้ต้องได้รับการสอบเทียบและสามารถสอบกลับได้ เครื่องมือวัดที่ใช้อยู่ในอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อาหาร ยา ฯลฯ เครื่องมือส่วนใหญ่เป็นเครื่องมือที่ต้องการสอบเทียบ เทียบกับวัสดุอ้างอิงก่อนใช้งานทุกครั้ง เช่น เครื่องวัดสี (color meter) เครื่องวัดความเป็นกดเป็นด่าง (pH meter) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่เป็นส่วนสำคัญของเครื่องมือเหล่านี้และต้องได้รับการควบคุมเช่นเดียวกับเครื่องมือที่ต้องเรียกกลับมาสอบเทียบนั่นคือวัสดุอ้างอิงที่ใช้ในการสอบเทียบเครื่องมือข้างต้นนั้นเอง เช่น แผ่นสีมาตรฐาน (standard color plate) และน้ำยาค่ากรดด่างมาตรฐาน (pH buffer) ตามลำดับ

วิธีที่ 2 ขอรับบริการสอบเทียบจากภายนอก

การขอรับบริการสอบเทียบจากภายนอก ซึ่งอาจเป็นบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายเครื่องมือวัดนั้นๆ องค์กรให้บริการด้านการสอบเทียบเครื่องมือวัด ทั้งภาคเอกชนและรัฐบาลที่เปิดให้บริการ และที่สำคัญก็คือ ต้องมั่นใจด้วยว่ามาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบ สามารถสอบกลับไปยังมาตรฐานแห่งชาติหรือนานาชาติได้ โดยองค์กรที่ให้บริการควรระบุมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบในใบรับรองผลการสอบเทียบ

2.2 คำจำกัดความเกี่ยวข้องกับการสอบเทียบ

- เครื่องมือวัด (Measuring equipments) หมายถึง เครื่องตรวจ เครื่องวัด และเครื่องทดสอบ เช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องวัดอุณหภูมิ ฯลฯ ที่นำมาใช้ในการวัด และตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์

- วัสดุอ้างอิง (Reference material) หมายถึง วัตถุที่ถ่ายค่ามาจากมาตรฐานที่มีความต้องสูงกว่า เช่น ตุ้มน้ำหนัก (standardd weight) แท่งความยาวมาตรฐาน (gauge block or slip gauge) ก้อนความแข็งมาตรฐาน (Standard hardness) สารเคมีมาตรฐาน เช่น สาร pH

- เครื่องมือมาตรฐาน (Standard equipment) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการสอบเทียบเครื่องมือ ซึ่งอาจเป็นเครื่องมือวัดเหมือนกัน หรือแหล่งจ่ายปริมาณต่าง ๆ

- สอบเทียบ (Calibration) หมายถึง การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัด โดยใช้เครื่องมือมาตรฐานหรือวัสดุอ้างอิงที่มีความถูกต้องสูงกว่า อย่างน้อย 4 เท่า และกระทำภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ได้รับการควบคุม

- ปรับเทียบ (Adjustment) หมายถึง การปรับแต่งเครื่องมือ เพื่อให้มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ตามมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ ทั้งกำหนดขึ้นเอง หรือตามที่ผู้ผลิตกำหนด โดยเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน หรือวัสดุอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าความถูกต้อง (Accuracy) หมายถึง ผลความคลาดเคลื่อนของค่าที่แสดงจากเครื่องมือวัด จากค่าจริงของสิ่งที่วัด

โดยความถูกต้องของเครื่องมือนั้นควรเป็นเท่าไรจึงจะเหมาะสมกับงาน เนื่องจากเครื่องมือที่มีความถูกต้องสูงมากเท่าไรจะมีราคาสูงมากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นจะขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานจริงตามที่ระบุในเอกสารการปฏิบัติ (Procedure) หรือแผนคุณภาพ (Quality Plan)

- ค่าความแม่นย่า (Precision) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือวัด ในการแสดงค่าของผลการวัดได้ใกล้เคียงกันกับความเป็นจริง เช่น การวัดชิ้นงานโลหะที่ต้องการค่าความละเอียดเป็นจุดทศนิยม ดังนั้นต้องเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาว เช่น เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier Caliper) แทนที่จะเลือกใช้ไมบรรทัดเหล็ก หรือการชั่งสารเคมีที่ต้องการความถูกต้องของน้ำหนักเป็นกรัม ต้องเลือกใช้เครื่องชั่งละเอียดแทนที่จะใช้ เครื่องชั่งสปริงสำหรับชั่งเนื้อหมูที่พบเห็นตามตลาดสดทั่วไป เป็นต้น

2.3 การเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสม

มาตรฐาน MIL-STD-45662A ว่าด้วยระบบการจัดการสอบเทียบเครื่องมือวัดระบุว่า ความถูกต้องของเครื่องมือมาตรฐานและเครื่องวัดที่ถูกสอบเทียบ ต้องมีอัตราความถูกต้องอย่างน้อย 4:1

เกณฑ์การประเมินความถูกต้องของเครื่องมือวัดที่ใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ และควบคุมการผลิตสามารถอ้างอิงกฎเกณฑ์นี้มาใช้ได้เช่นกัน เช่น ในกระบวนการชำแหละเป็ด เพื่อนำเป็ดไปทำเป็นชิ้นแต่ละชิ้นมีน้ำหนัก 50 กรัม ขาดหรือเกินได้ 5 กรัม ดังนั้น เครื่องชั่งที่จะใช้ในการชั่งจะมีความถูกต้องเท่ากับ (5 กรัม) / 4 = 1.25 กรัม หรือดีกว่านี้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ความถี่สำหรับการสอบเทียบ

จุดประสงค์ก็เพื่อกำหนดระยะที่เหมาะสมสำหรับการสอบเทียบเครื่องมือ ก่อนที่จะเสียความถูกต้องและส่งผลให้ผลการวัดผิดพลาด ซึ่งระยะเวลาที่เหมาะสมอาจจะพิจารณาโดยแยกประเภทเครื่องมือออกเป็นประเภทใหญ่ๆ หรือพิจารณาเครื่องมือเป็นรายชิ้น โดยทั่วไปจะนำข้อมูลจากแหล่งต่างๆ มาทำการประเมินดังนี้

1. คำแนะนำช่วงระยะเวลาสอบเทียบในคู่มือการใช้งาน / บำรุงรักษาเครื่องมือนั้นๆ

2. บันทึกประวัติการสอบเทียบ / ปรับเทียบ / ซ่อมแซมเครื่องมือนั้นๆ

3. ความถี่ในการนำไปใช้งานเครื่องมือรายการนั้นๆ

ตัวอย่างเช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก ตามคู่มือการใช้งานระบุว่า ควรทำการสอบเทียบทุก 6 เดือนเครื่องชั่ง นี้นำไปใช้ในการชั่งเนื้อไก่ทั้งวันตลอด 6 เดือน เครื่องชั่งนี้นำไปใช้ในการชั่งเนื้อไก่ทั้งวันตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้น การกำหนดระยะเวลาการสอบเทียบอาจจะกำหนดไว้ที่ 3 เดือน เป็นต้น

การกำหนดความถี่ในการสอบเทียบข้างต้น ไม่ได้กำหนดอย่างตายตัวซะทีเดียว แต่สามารถปรับได้ตามความเหมาะสมในการใช้งาน เช่น ในกรณีที่ผลการสอบเทียบเครื่องมือแต่ละครั้ง ปรากฏว่าต้องทำการปรับเทียบ เนื่องจากความถูกต้องของเครื่องมือออกนอกย่านที่กำหนดไว้ หรือเกิดความเสียหายระหว่างการใช้งานบ่อย ระยะเวลาอาจกำหนดให้สั้นลงได้ โดยทั่วไปหากพบว่าต้องปรับเทียบเมื่อใด ระยะเวลาการสอบเทียบจะลดลงครึ่งหนึ่ง จากกำหนดเวลาเดิม

ในทำนองเดียวกัน หากผลการสอบเทียบแสดงให้เห็นว่าผลการสอบเทียบเครื่องมือวัดนั้นยังมีความถูกต้องอยู่ในย่านที่กำหนด สามารถที่จะยืดระยะเวลาการสอบเทียบออกไปอีกได้ เช่น พบว่าประวัติการสอบเทียบดีติดต่อกันอย่างน้อย 2 ครั้ง ระยะเวลาการสอบเทียบอาจจะยืดจากเดิมออกไปอีก 4 เท่า – 1 เท่า เป็นต้น

ตัวอย่างเช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก ในครั้งแรกกำหนดระยะเวลาการสอบเทียบทุก 3 เดือน หลังจากสอบเทียบครั้งที่สอง พบว่าความถูกต้องอยู่ในย่านที่กำหนด ติดต่อกันอย่างน้อย 2 ครั้ง ระยะเวลาการสอบเทียบจากเดิม 3 เดือน อาจเพิ่มเป็น 4.5 หรือ 6 ได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 วิธีการสอบเทียบ

ในกรณีที่ทำการสอบเทียบและปรับเทียบของภายในองค์กร ระบุว่าให้กำหนดวิธีการสอบเทียบเครื่องมือวัด โดยเขียนเอกสารคู่มือการทำงาน (work instruction) ระบุถึงวิธีการสอบเทียบและปรับเทียบรายละเอียดต่างๆ ของเครื่องมือเกณฑ์การยอมรับ รวมถึงการจัดการกรณีพบว่าผลไม่อยู่ในระดับที่พอใจ

กรณีการสอบเทียบเครื่องมือที่เป็นชนิดเดียวกันมีหลักการหรือกลไกการทำงานเหมือนกัน ต่างกันเพียง ยี่ห้อ รุ่น เราสามารถเขียนคู่มือการทำงานเพียงฉบับเดียวรวมกันได้ แต่ต้องระมัดระวังถ้าความถูกต้อง ไม่เท่ากัน ต้องระบุในคู่มือให้ชัดเจน ยกตัวอย่างเครื่องมือวัดบางชนิด เช่น เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (vernier caliper) ไมโครมิเตอร์ (micrometer) ไฮท์เกจ (height gauge) ซึ่งไม่ว่าจะผลิตจากประเทศไหนหรือยี่ห้อใด แทบไม่มีอะไรแตกต่างกัน เป็นต้น ถ้าไม่สามารถหาคู่มือการใช้งาน การบำรุงรักษาเครื่องมือวัดได้ บริษัทต้องทำการกำหนดวิธีการสอบเทียบและเกณฑ์การยอมรับขึ้น ทั้งนี้โดยอาศัยอ้างถึงวิธีการสอบเทียบที่มีการ เผยแพร่ หรือตีพิมพ์ลงในสิ่งพิมพ์ หรือตำราต่างๆ กรณีทางเลือกสุดท้าย ถ้าไม่สามารถหาได้ต้องกำหนด วิธีการสอบเทียบขึ้นเอง แต่ทั้งนี้วิธีการกำหนดขึ้นเองนั้น ต้องมีที่มาและเหตุผลซึ่งอาจจะอธิบายไว้ในคู่มือการ ทำงาน รวมถึงเกณฑ์การยอมรับของเครื่องมือนั้นๆด้วย ในการสอบเทียบเครื่องมือวัดเอง หากพบว่า เครื่องมือออกนอกย่านที่กำหนด การปรับแต่งเป็นสิ่งที่จำเป็นหรือที่เรียกว่าปรับเทียบ โดยอ้างอิงวิธีการปรับเทียบเครื่องมือวัดแต่ละรายการตามคู่มือของเครื่องมือวัด แต่ละรายการตามคู่มือของเครื่องมือนั้น

บางกรณีเครื่องมือไม่สามารถปรับเทียบ อาจมาจากหลายสาเหตุ เช่น ไม่มีคู่มือเครื่องมือ เพราะว่า ซื้อมากกว่า 20 ปี และคู่มือหายไปแล้ว ผู้ผลิตเลิกผลิต หรือเป็นที่เครื่องมือเองไม่สามารถปรับได้ เช่น เวอร์เนียคาลิปเปอร์ เป็นต้น หากเป็นเช่นนี้ สามารถคำนวณหาค่าแก้ (correction) เพื่อใช้เป็นค่าปรับระหว่างการใช้เครื่องมือนั้นๆ หรือใช้ค่าจริงที่ได้จากการสอบเทียบกรณีที่เป็นวัสดุอ้างอิงก็ใช้ได้เช่นกัน

2.6 สถานะของการสอบเทียบ

สถานะของการสอบเทียบคือ เครื่องบ่งชี้ว่าเครื่องมือนั้นมีสถานะเป็นอย่างไรเช่น เครื่องมือที่ต้องการสอบเทียบ เครื่องมือเลยกำหนดการสอบเทียบ เครื่องมือที่ผ่านหรือไม่ผ่านการสอบเทียบ เครื่องมือที่รอซ่อมแซม เสียหายใช้การไม่ได้ รอทำลาย ต้องทำการแสดงสถานะให้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดประสงค์ของการแสดงสถานะของการสอบเทียบ ก็เพื่อให้ทราบถึงสถานะของเครื่องมือแต่ละรายการ เพื่อหลีกเลี่ยงการนำเอาเครื่องมือที่เสียหาย หรือคลาดเคลื่อนไปใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ หรือควบคุมสภาวะการผลิต ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

รูปแบบของการชี้บ่งนี้สามารถกำหนดให้เหมาะสมตามลักษณะของงาน และเครื่องมือวัดเอง อาจอยู่ในรูปของสติ๊กเกอร์ (sticker) แต้มจุดสีกรณีที่เป็นเครื่องมือขนาดเล็กและการใช้งานต้องถูกน้ำมันตลอดเวลา หรือใช้ป้ายแขวนกรณีเป็นเครื่องมือตั้งประจำที่ เป็นต้น ที่สามารถทำให้เข้าใจถึงความหมายของสถานะนั้นๆ

2.7 บันทึกการสอบเทียบ

บริษัทต้องเก็บบันทึกผลการสอบเทียบเครื่องมือวัด เหตุผลการจัดเก็บบันทึกผลการสอบเทียบไว้ คือ เป็นข้อมูลยืนยันในกรณีผู้ตรวจสอบทั้งจากภายนอกและภายในองค์กร หรือลูกค้าตรวจสอบ หรือเป็นข้อมูลในการประเมินระยะเวลาการสอบเทียบ

บันทึกผลการสอบเทียบเครื่องมือวัดดังกล่าวคือ ใบรับรองผลการสอบเทียบ certificate, test certificate กรณีเครื่องมือนั้นส่งออกไปรับบริการสอบเทียบภายนอก

กรณีการสอบเทียบภายใน บันทึกดังกล่าวโดยทั่วไปเรียกว่า บันทึกผลการสอบเทียบ (calibration report) ไม่จำเป็นต้องจัดทำเป็น ใบรับรองผลการสอบเทียบ บันทึกผลการสอบเทียบควรมีรายละเอียดของการสอบเทียบอย่างครบถ้วน เช่น รายละเอียดของเครื่องมือที่ถูกสอบเทียบ และมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบ ผลการสอบเทียบ ค่ามาตรฐานที่ทดสอบ ค่าจริงที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดที่ถูกสอบเทียบ ผลความผิดพลาด ค่าแก้ รวมถึงสภาวะแวดล้อมที่สอบเทียบ เป็นต้น

ระยะเวลาการจัดเก็บ บันทึกผลการสอบเทียบ สามารถกำหนดได้เองตามความเหมาะสมโดยทั่วไป จะกำหนดเป็นระยะเวลา เช่น 2 ปี หรือบางครั้งระบุเป็นจำนวนครั้งของการสอบเทียบ เช่น เก็บข้อมูลย้อนหลัง 2 ครั้ง การสอบเทียบ เป็นต้น ผู้รับผิดชอบควรพิจารณาระยะเวลาที่เหมาะสม จากโอกาสที่จะนำเอาบันทึกผลดังกล่าวมาใช้อ้างอิงและกำหนดให้ชัดเจน เพื่อให้มั่นใจว่าผลการสอบเทียบถูกจัดเก็บตามเวลาที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การจัดการกับผลิตภัณฑ์เมื่อพบเครื่องมือผิดพลาด

ในการสอบเทียบ ทั้งจากที่ส่งออกไปสอบเทียบภายนอก หรือจากการสอบเทียบเองภายใน และพบว่าเครื่องมือผิดพลาดเกินระดับที่กำหนด ระบุให้ต้องดำเนินการประเมินผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ จากเหตุที่ว่า เมื่อเราใช้เครื่องมือที่ผิดพลาดในการตรวจสอบและทดสอบผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มที่ผลิตภัณฑ์จะผิดพลาดด้วยและหากประเมินว่าระดับความผิดพลาดที่พบที่เครื่องมือ ส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ การจัดการกับผลิตภัณฑ์ดังกล่าวต้องกระทำโดยด่วน เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดต่อผู้ใช้ หรือชื่อเสียงขององค์กรเอง เช่น การเรียกกลับ กรณีที่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้ส่งไปถึงลูกค้าแล้วหรือพิจารณาแก้ไข ทำลายทิ้ง หากไม่สามารถจัดการได้หรืออาจขอยกเว้นไม่จัดการกับผลิตภัณฑ์นั้น เป็นกรณีพิเศษกับลูกค้าหากว่าลูกค้ายินยอม เป็นต้น

2.9 สภาวะแวดล้อมของการสอบเทียบ

เหตุผลที่ต้องทำการควบคุมสภาวะแวดล้อมสำหรับการสอบเทียบ เนื่องจากค่าความถูกต้องของเครื่องมือมาตรฐานและวัสดุอ้างอิงจะถูกกำหนดขึ้นและมีความถูกต้องในย่านสภาวะแวดล้อมย่านหนึ่งเท่านั้น เช่น แท่งความยาวมาตรฐาน ตัวเกจบล็อกหรือตัวสลิปเกจ จะมีความยาวตามที่ระบุประจำตัว ที่อุณหภูมิ 20°c เท่านั้น เนื่องจากความยาวมาตรฐานนี้ทำจากโลหะ และจะเกิดการขยายตัวหรือหดลงเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป เป็นต้น

โดยทั่วไปแล้วการสอบเทียบเครื่องมือจะต้องกระทำภายใต้ตัวแปรหรือเงื่อนไขคงเดิมทุกครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าผลการสอบเทียบจะมีค่าถูกต้อง และสามารถเห็นความเปลี่ยนแปลงของเครื่องมือวัดจากผลการสอบเทียบ โดยที่ไม่มีความไม่แน่นอนอื่นแฝงอยู่ หรือมีในระดับที่คงเดิมเสมอ ซึ่งสภาวะแวดล้อมก็เป็นเงื่อนไขหนึ่ง

มาตรฐานนานาชาติสำหรับการควบคุมอุณหภูมิสำหรับห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางกลและทางแสง จะกำหนดไว้ที่ 20°c สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างชาติ International comparison (IC) ได้กำหนดอุณหภูมิไว้ที่ 20°c บางประเทศก็กำหนดไว้ที่ 25°c ขณะที่บางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา กำหนดไว้ที่ 23°c เป็นต้น

ยังมีองค์ประกอบของสภาวะแวดล้อมบางอย่างที่ถูกกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสอบเทียบ สามารถปฏิบัติงานได้สะดวกสบายขึ้น เช่น การควบคุมระดับความดังของเสียง ระดับความสว่างในพื้นที่ ปฏิบัติงาน และระดับความชื้นในอากาศ รวมถึงการรักษา ความสะอาดในพื้นที่ปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 การนำไปปฏิบัติ

งานการสอบเทียบเป็นงานที่ต้องใช้ค่าใช้จ่ายที่สูงต้องมีการลงทุนในการจัดหาเครื่องมือมาตรฐาน และวัสดุอ้างถึง การจัดตั้งห้องปฏิบัติการและการควบคุมสภาวะแวดล้อม การจัดหาบุคลากรเพื่อรับผิดชอบ โดยตรงเพื่อการทำการสอบเทียบเองภายในองค์กร ดูจะเป็นกิจกรรมเดียวภายในองค์กรที่เหมือนกับไม่ได้ สร้างผลตอบแทนคืนกลับในรูปตัวเงินที่คุ้มกับการลงทุน ประกอบกับความรู้ความเข้าใจและการตระหนักถึงความสำคัญยังไม่ได้รับการเผยแพร่อย่างเพียงพอ แต่ถ้าขาดการปฏิบัติจะไม่ใช่เพียงแค่จะไม่เป็นไปตามข้อกำหนดตามอนุกรมมาตรฐาน ISO 9000 เท่านั้น แต่จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตและชื่อเสียงของขององค์กรโดยรวมอีกด้วย

2.11 ผู้ให้ความหมายของการสอบเทียบ

มิตร วีระธรรม (2538 : 173) กล่าวว่า การสอบเทียบคือ การนำเอาเครื่องมือวัดใดๆก็ตามไปเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดอีกเครื่องหนึ่งเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าชี้บอกกับค่ามาตรฐาน โดยทั่วไปเครื่องมือมาตรฐานที่นำมาใช้ในการสอบเทียบนั้นจะต้องสูงกว่าเครื่องมือที่ถูกสอบเทียบอย่างน้อย 4 ถึง10เท่า

ณรงชัย ไตรยปัญวิทย์ (2538 : 117) กล่าวว่า การสอบเทียบมาตรฐาน คือการที่เรานำเครื่องมือวัดวัดทางด้านอุตสาหกรรมที่ไม่ทราบค่าความเที่ยงตรงนั้น มาเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงกับเครื่องมือวัดที่มีค่าเป็นที่ยอมรับกับสถาบันต่างๆ

ชาตรี ศรีไพพรรณ (2541 : 18) กล่าวว่า การสอบเทียบ คือการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดของเครื่องมือหนึ่งกับผลการวัดของเครื่องมือมาตรฐานที่แม่นยำกว่า รวมทั้งการปรับเพื่อให้ผลของการวัดของเครื่องมือนั้นอยู่ในเกณฑ์ความผิดพลาดที่ควรจะเป็นด้วย โดยที่การดำเนินการดังกล่าวทำตามขั้นตอนและภายใต้เงื่อนไขที่ได้บันทึกไว้แล้วอย่างชัดเจน

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) (2542 : 12) การสอบเทียบเครื่องมือวัดหมายถึง การนำเครื่องมือวัดมาตรฐานของโรงงานมาสอบเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐานของศูนย์สอบเทียบ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) การสอบเทียบหมายถึง ชุดของการดำเนินการทางมาตรวิทยา เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าชี้บอกโดยเครื่องวัด หรือระบบการวัด หรือค่าที่แสดงโดยเครื่องวัดที่เป็นวัสดุ กับค่าสมนัยที่รู้ของปริมาณที่วัดภายใต้ภาวะที่บ่งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ณรงค์ พรชัยจรูญศักดิ์ (2544 : 23) ได้ให้ความหมายการสอบเทียบมาตรฐานไว้ว่า การสอบเทียบมาตรฐานหมายถึง วิธีหรือการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า เพื่อทำการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องมือวัดกับเครื่องมือที่อ่านได้ถูกต้องมากกว่า เมื่อทราบค่าความผิดพลาดหาเครื่องมือวัดนั้น ๆแล้ว จึงทำการปรับเทียบให้ได้ค่าที่ถูกต้องตามมาตรฐานจากโรงงานผลิต ถ้าไม่สามารถทำการปรับเทียบให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดก็อาจจะเกิดความบกพร่องจากเครื่องมือวัดนั้นๆ ชำรุดต้องทำการแก้ไขก่อนเมื่อแก้ไขข้อบกพร่องแล้วจึงนำมาปรับเทียบต่อไป

สำนักปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กล่าวว่า การสอบเทียบหมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดของเครื่องมือหนึ่ง กับผลการวัดของเครื่องมือมาตรฐานที่แม่นยำกว่าและการวัดจะต้องทำด้วยวิธีที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การศึกษาข้อมูลของทางบริษัทกรณีศึกษา

“เนื่องจากข้อมูลบางส่วนเป็นข้อมูลทางความลับของทางบริษัท ดังนั้นรายงานฉบับนี้จึงใช้ตัวเลขที่เป็นการสมมุติขึ้นมาเพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับทำความเข้าใจในเนื้อหารายงานฉบับนี้”

ในบทที่ 3 นี้จะกล่าวถึง ข้อมูลทั่วไปของทางบริษัทที่จำเป็นต้องศึกษาก่อนการทำโครงงานครั้งนี้ ได้แก่

1) ข้อมูลทั่วไปของทางบริษัท
2) สภาพปัจจุบัน

3.1 ข้อมูลทั่วไปของทางบริษัท

บริษัท โตโยด้า โกเซ เอเชีย จำกัด ก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ.2544 โดยตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นบริษัทที่เป็นสำนักงานใหญ่ (Holding company) ของภูมิภาคเอเชียแปซิฟิค ในกลุ่มบริษัท โตโยด้า โกเซ ที่เป็นโรงงานผู้ส่งมอบวัตถุดิบ (Suppliers) โดยสามารถผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ 4 กลุ่มผลิตภัณฑ์หลัก ได้แก่

1. Interior and Exterior Products

รูปที่ 3.1 Interior and Exterior Products

2. Safety system products

รูปที่ 3.2 Safety system products

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Automotive Sealing Products

รูปที่ 3.3 Automotive Sealing Products

4. Functional Components

รูปที่ 3.4 Functional Components

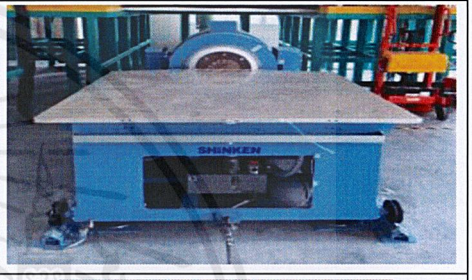
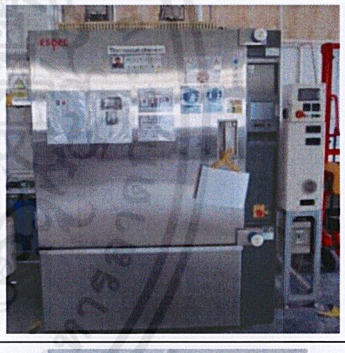
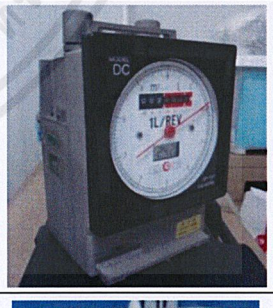
ชิ้นส่วนยานยนต์ที่ทำการผลิตจะมีการทดสอบอยู่ 2 กระบวนการคือ กระบวนการทดสอบคุณสมบัติของชิ้นงานก่อนทำการผลิต และกระบวนการทดสอบคุณสมบัติของชิ้นงานหลังจากทำการผลิต โดยเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบชิ้นงาน ที่มีความต้องการที่จะต้องทำการสอบเทียบมีดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายชื่อเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด ที่ต้องทำการสอบเทียบและข้อมูลทั่วไป

ชื่อเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	สอบเทียบ	หน้าที่ของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	รูป
1. Walk-in Chamber	1) Temperature sensor (°C)	ใช้ทดสอบการทดสอบทางอุณหภูมิ โดยสามารถนำชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดใหญ่เข้าไปทดสอบได้	
2. Temperature & Humidity Chamber	1) Temperature sensor (°C) 2) Humidity sensor (%RH)	ใช้ทดสอบการทดสอบทางอุณหภูมิ หรือการทดสอบที่ต้องคำนึงถึงความชื้นในอากาศ	

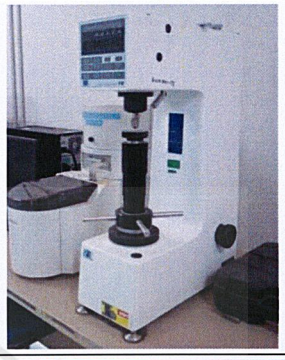
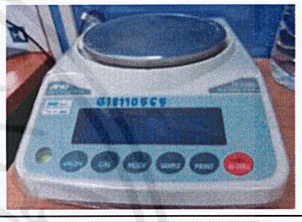
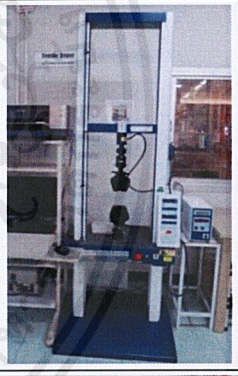
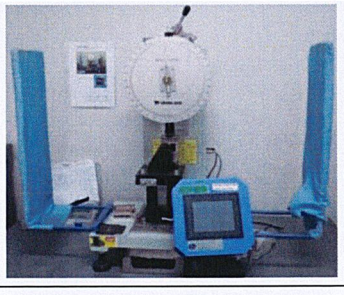
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 รายชื่อเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด ที่ต้องทำการสอบเทียบและข้อมูลทั่วไป (ต่อ)

ชื่อเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	สอบเทียบ	หน้าที่ของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	รูป
3. Vibration & chamber machine	1) Temperature sensor (°C) 2) Humidity sensor (%RH)	ใช้ทดสอบการทดสอบทางอุณหภูมิ หรือการทดสอบที่ต้องคำนึงถึงความชื้นในอากาศ โดยสามารถนำชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดใหญ่เข้าไปทดสอบได้	
4. Vibration machine	1) Acceleration (m/s^2) 2) Frequency (Hz)	ใช้ทดสอบการทดสอบทางด้านการสั่นสะเทือนทั้งแนวราบและแนวดิ่ง	
5. Thermostat Chamber	1) Temperature sensor (°C)	ใช้ทดสอบการทดสอบความเสียหายที่เกิดขึ้นจากอุณหภูมิ	
6. Dry Test Gas Meter (Smell test)	1) Litre	ใช้นับปริมาณของน้ำหรือสารที่ไหลผ่านเพื่อนำไปใช้ทดสอบกับเครื่องทดสอบในขั้นตอนต่อไป โดย 1 รอบเท่ากับน้ำ 1 ลิตร	
7. Analytical Balance (SG)	1) Load cell (N)	ใช้ชั่งน้ำหนักวัตถุดิบหรือวัสดุบางชนิดเพื่อนำไปทดสอบในขั้นตอนต่อไป	

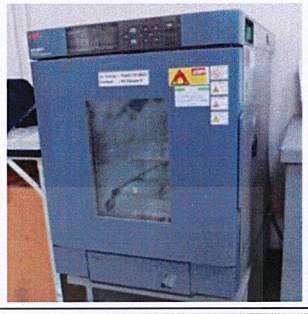
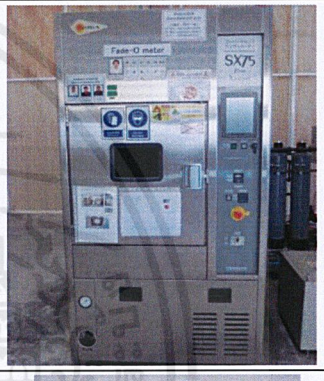
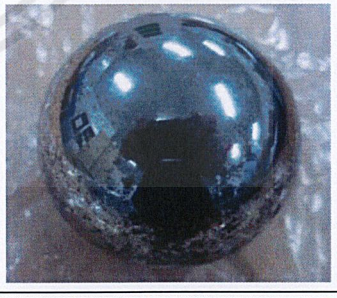
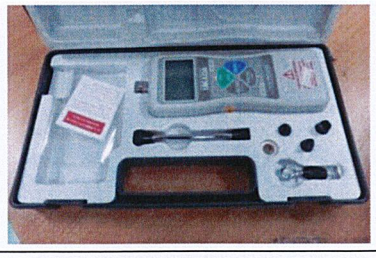
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 รายชื่อเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด ที่ต้องทำการสอบเทียบและข้อมูลทั่วไป (ต่อ)

ชื่อเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	สอบเทียบ	หน้าที่ของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	รูป
8. Hardness Tester	1) Weight load 2) หัวกดชนิด HRC, HRS, HRR	ใช้ทดสอบการทดสอบทางด้านความแข็งของวัสดุชนิดต่างๆโดยการใช้หัวกดที่มีความแข็งที่แตกต่างกัน	
9. Analytical Balance	1) Load cell (N)	ใช้ชั่งน้ำหนักวัตถุดิบหรือวัสดุบางชนิดเพื่อนำไปทดสอบในขั้นตอนต่อไป	
10 .Tensile Tester M/C	1) Load cell (N)	ใช้ทดสอบการทดสอบทางด้านความเหนียวและความแข็งแรงของวัสดุชนิดต่างๆ	
11. Heat Distortion Tester M/C	1) Temperature control unit (°C) 2) Load cell (N) 3) Heating rate (°C/h)	ใช้ทดสอบการเกิดการเสียรูปของวัสดุที่อุณหภูมิต่างๆ โดยการใส่แรงบนวัสดุขณะเพิ่มอุณหภูมิ	
12. Digital Impact Tester M/C	1) Impact energy (J)	ใช้ทดสอบความแข็งแรงของวัสดุต่างๆโดยการใช้ค้อนที่มีน้ำหนักที่ต่างกันตีเพื่อวัดค่าความแข็งแรง	

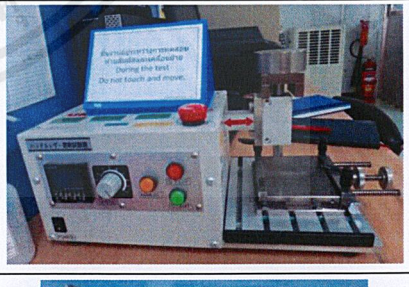
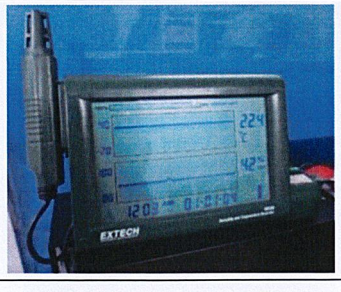
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 รายชื่อเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด ที่ต้องทำการสอบเทียบและข้อมูลทั่วไป (ต่อ)

ชื่อเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	สอบเทียบ	หน้าที่ของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	รูป
13. Chamber	1) Temperature sensor (°C) 2) Humidity sensor (%RH)	ใช้ทดสอบการทดสอบทางอุณหภูมิ หรือการทดสอบที่ต้องคำนึงถึงความชื้นในอากาศ โดยทดสอบกับชิ้นส่วนหรือวัสดุขนาดเล็ก	
14. Super xenon weather meter No.1 15. Super xenon weather meter No.2	1) Temperature sensor (°C) 2) Radiometer (W/m^2) 3) Humidity sensor (%RH)	ใช้ทดสอบการทดสอบจำพวกสภาพอากาศ เช่น ความเสียหายของชิ้นงานที่เกิดจากความร้อนที่ถูกแสงส่อง	
16. Dial gauge	1) Range (mm)	ใช้สำหรับวัดความลึกของร่องบากของแท่งชิ้นงาน เพื่อใช้ทดสอบในขั้นตอนต่อไป	
17. Falling dart	1) Weight load (kg) 2) Diameter (mm) 3) Hardness (HRC)	ใช้ทดสอบการกระแทกโดยการปล่อยลูกเหล็กลงสู่ชิ้นงาน	
18. Push Pull gauge	1) Load cell (N)	ใช้ทดสอบเพื่อทราบถึงแรงที่ชิ้นส่วนนั้นๆสามารถรับได้จนกระทั่งเกิดการเสียหาย	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 รายชื่อเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด ที่ต้องทำการสอบเทียบและข้อมูลทั่วไป (ต่อ)

ชื่อเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	สอบเทียบ	หน้าที่ของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	รูป
19. Feeler gauge	1) Range (mm)	ใช้สำหรับวัดช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนต่างๆที่นำมาประกอบกัน	
20. Steering wheel bending tester	1) Load cell (N)	ใช้ทดสอบการทดสอบทางด้านความล้าที่เกิดขึ้นของพวงมาลัย โดยการโยก (bending)	
21. Horn pad operation durability tester	1) Load cell (N)	ใช้ทดสอบการทดสอบทางด้านความทนทานของแผ่นรองแตรที่เกิดจากการกดด้วยค่าแรงที่แตกต่างกัน	
22. Veslic abrasion tester	1) Stroke (mm) 2) Speed (rpm) 3) Weight load (kg)	ใช้ทดสอบการทดสอบทางด้านการขัดหนังที่เกิดจากการเสียหายทางด้านการใช้งาน เช่น เหงื่อจากมือคน	
23. Thermo hygrometer	1) Temperature sensor (°C) 2) Humidity sensor (%RH)	ใช้วัดสภาพอากาศภายในห้องทดสอบ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปัจจัยหรือค่าที่ต้องทำการสอบเทียบในเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดข้างต้นจะมีปัจจัยหรือค่าที่ต้องทำการสอบเทียบที่แตกต่างกันออกไป โดยปัจจัยทั้งหมดมีดังนี้

1) อุณหภูมิ (Temperature; °C)
2) ความชื้น (Humidity; %RH)
3) ความถี่ (Frequency; Hz)
4) ความเร่ง (Acceleration; m/s^2)
5) แรง (Load; N)
6) น้ำหนัก (Weight; kg)
7) ระยะ (Distance; mm)
8) ปริมาณรังสีของพลังงาน (Radiometer; W/m^2)
9) ความแข็ง (Hardness; HRC,HRS,HRR)
10) ความเร็ว (Speed; rpm)
11) พลังงาน (Impact energy; J)

3.2 สภาพปัจจุบันและกรณีศึกษา

บริษัทได้มีการสอบเทียบเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดมาอย่างต่อเนื่องแต่การตรวจสอบช่วงการสอบเทียบยังไม่ครอบคลุมมาตรฐานการทดสอบของลูกค้าที่ต้องการให้ทดสอบชิ้นส่วน และถ้าหากเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดที่จำเป็นต้องใช้ในการทดสอบ มีขีดความสามารถของเครื่องเพียงพอที่จะทำการทดสอบ แต่เครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดนั้นไม่ได้ทำการสอบเทียบให้ครอบคลุมค่าทดสอบบางค่าที่จำเป็นต้องใช้ในการทดสอบชิ้นส่วน ดังนั้นอาจจำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างบริษัทจากหน่วยงานภายนอก เพื่อใช้เครื่องทดสอบของหน่วยงานภายนอกสำหรับใช้ทดสอบชิ้นส่วนซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการว่าจ้างหน่วยงานภายนอกเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการสอบเทียบเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด โดยการสอบเทียบมีอยู่ 3 วิธีการด้วยกันคือ

1. สอบเทียบโดยแบ่งช่วงความถี่ที่มีระยะห่างที่ใกล้เคียงกัน เช่น 23, 50, 75, 95, 120
2. สอบเทียบตามค่าที่ต้องการใช้ในการทดสอบ เช่น 15, 20, 65, 70, 80
3. สอบเทียบตามมาตรฐานต่างๆ เช่น มาตรฐาน ISO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด แต่ละชนิดจะมีวิธีการสอบเทียบที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแบบการทำงานหรือการใช้งานของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดนั้นๆ และความต้องการของเจ้าของเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดอีกด้วย แต่สำหรับบางเครื่องทดสอบก็สามารถสอบเทียบแบบผสมผสานกันได้ เช่น การสอบเทียบเป็นช่วงความถี่ของค่าที่เท่าๆกัน แต่แบ่งช่วงให้ถี่ขึ้นในย่านที่มีความต้องการใช้ทดสอบชิ้นงานบ่อยหรือมีจำนวนของค่าที่ต้องการใช้มากในย่านนี้เช่น 100, 50, 10, 8, 7, 5, 3, 2, 1 จะสังเกตได้ว่าค่าในช่วงระหว่าง 1 ถึง 10 มีอยู่หลายค่าที่ต้องการใช้ในการทดสอบในย่านนี้

ปัญหาการสอบเทียบที่เกิดขึ้นมีอยู่ 2 ประเภท ได้แก่

1) การสอบเทียบไม่ครอบคลุมมาตรฐานของลูกค้า
2) การแบ่งช่วงความถี่ในการสอบเทียบที่ไม่เหมาะสมกับความต้องการที่จะใช้งานสำหรับการทดสอบจริง

ตัวอย่างที่ 1 ชิ้นส่วน A ต้องการทดสอบโดยมีเงื่อนไขการทดสอบคือ นำชิ้นส่วน A อยู่ในสภาพอากาศที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชม. จากนั้นให้ชิ้นส่วน A อยู่ในสภาพอากาศ -35 องศาเซลเซียส อีก 12 ชม. โดยตู้อบ ก. มีขีดความสามารถในการทำอุณหภูมิอยู่ระหว่าง -45 องศาเซลเซียส ถึง 90 องศาเซลเซียส แต่ตู้อบ ก. เครื่องนี้ได้มีการสอบเทียบความสามารถในการทำอุณหภูมิอยู่ระหว่างช่วง -30 องศาเซลเซียส ถึง 80 องศาเซลเซียส ดังนั้นตู้อบ ก. ไม่สามารถนำมาใช้ในการทดสอบชิ้นส่วน A ได้ แต่หากต้องการให้ตู้อบ ก. สามารถใช้ในการทดสอบนี้ได้ จำเป็นต้องทำการสอบเทียบตู้อบ ก. เครื่องนี้ให้ครอบคลุมช่วงการทำอุณหภูมิระหว่าง -35 องศาเซลเซียส ถึง 85 องศาเซลเซียส ก่อน

ตัวอย่างที่ 2 ชิ้นส่วน B ต้องการทดสอบโดยมีเงื่อนไขการทดสอบคือ นำชิ้นส่วน B อยู่ในสภาพอากาศที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชม. จากนั้น ให้ชิ้นส่วน B อยู่ในสภาพอากาศ -20 องศาเซลเซียส อีก 16 ชม. โดยตู้อบ ข. มีขีดความสามารถในการทำอุณหภูมิอยู่ระหว่าง -45 องศาเซลเซียส ถึง 90 องศาเซลเซียส และตู้อบ ข. เครื่องนี้ได้มีการสอบเทียบความสามารถในการทำอุณหภูมิอยู่ระหว่างช่วง -35 องศาเซลเซียส ถึง 85 องศาเซลเซียส ซึ่งชิ้นส่วน B สามารถทำการทดสอบกับตู้อบ ข. ได้ แต่ตู้อบ ข. ได้สอบเทียบที่ค่าอุณหภูมิ –35, 0, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 85 ซึ่งเป็นการซอยความถี่ที่ไม่เหมาะสมกับความต้องการที่จะใช้งานสำหรับการทดสอบ จึงทำให้ตู้อบ ข. ขาดความแม่นยำหรือความน่าเชื่อถือในการทดสอบนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่อย่างไรก็ตามการแบ่งช่วงความถี่ในการสอบเทียบที่มีความถี่มากจนเกินไปหรือมีจำนวนที่มากจนเกินไป ก็อาจทำให้เสียค่าใช้จ่ายหรืองบประมาณของหน่วยงานในการสอบเทียบที่มากเกินความจำเป็น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องคำนึกถึงความเหมาะสมในการใช้งานของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดซึ่งการเพิ่มความน่าเชื่อถือของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดนั้นยังหมายถึงเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือของบริษัทอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วิธีดำเนินการวิจัย

โครงงานสหกิจศึกษาเรื่อง การปรับปรุงการสอบเทียบของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด สำหรับใช้ทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์ เป็นโครงงานเชิงคุณภาพ (Qualitative research) เพื่อมุ่งศึกษาความถูกต้องและความเหมาะสมของการสอบเทียบเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด

“เนื่องจากข้อมูลบางส่วนเป็นข้อมูลทางความลับของทางบริษัท ดังนั้นรายงานฉบับนี้จึงใช้ตัวเลขที่เป็นการสมมุติขึ้นมาเพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับทำความเข้าใจในเนื้อหารายงานฉบับนี้”

ในการทำโครงงานครั้งนี้ ผู้จัดทำได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลมาตรฐานการทดสอบของลูกค้า
2) ศึกษาความสามารถของเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดที่ใช้ในโครงงาน
3) ศึกษาข้อมูลของการสอบเทียบเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด ในครั้งที่ผ่านมา
4) วิเคราะห์ข้อมูลหาจุดที่ผิดปกติของเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด
5) สรุปค่าที่ต้องทำการปรับแก้สำหรับการสอบเทียบเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด

4.1 จัดทำแผนของโครงงาน

การจัดทำแผนงานในทุกโครงงานเป็นสิ่งที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการจัดทำแผนงานเป็นสิ่งที่ช่วยให้เราสามารถดำเนินการได้ตามแผนงานที่ได้จัดทำขึ้น ช่วยทำให้งานสามารถสำเร็จได้ในเวลาที่กำหนด และยังช่วยให้สามารถตรวจสอบหรือควบคุมงานให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพ หากโครงงานใดขาดแผนการดำเนินงานอาจทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานเนื่องจากความสับสนในขั้นตอนการดำเนินการหรือเวลาในการดำเนินการในแต่ละขั้นตอน โดยโครงงานนี้ได้จัดทำแผนการดำเนินงานของโครงงาน ดังตารางที่ 4.1 ตารางแผนการดำเนินงานของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แผนการดำเนินงานของโครงงาน

ขั้นตอนที่	วิธีการดำเนินการ	ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.			
1	- ตรวจสอบช่างหรืออุปกรณ์ใช้งานตามมาตรฐานของลูกค้า																
2	- ตรวจสอบรายการอุปกรณ์และขีดความสามารถของ M/C																
	- ตรวจสอบช่างการใช้งานจริงของเครื่องจักร/อุปกรณ์																
3	- ตรวจสอบการสอบเทียบของเครื่องจักร/อุปกรณ์ ในครั้งที่ผ่านมา																
4	- วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความไม่เหมาะสมในการสอบเทียบ																
5	- สรุปรายการเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ต้องปรับแก้ช่วงการสอบเทียบ (พิจารณาร่วมกับหัวหน้างาน (Mgr / GL))																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลมาตรฐานการทดสอบของลูกค้า

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลมาตรฐานการทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์ของลูกค้าทั้งหมดที่ต้องทำการทดสอบ โดยเอกสารแต่ละฉบับจะเป็นข้อมูลการทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์เพียง 1 ชิ้น โดยในเอกสารจะระบุเงื่อนไขการทดสอบที่ต้องการให้ทำการทดสอบ จากนั้นจึงทำการศึกษารายละเอียดของข้อมูลแต่ละฉบับอย่างละเอียดว่ามีการทดสอบใดบ้างที่ต้องทำและทำการทดสอบอย่างไรด้วยวิธีการใดและนำมาเขียนเป็นตารางรวบรวมข้อมูลการทดสอบ ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.1 ตารางข้อมูลเงื่อนไขการทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลเงื่อนไขการทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์

Name Item	No. Standard	Item Test	Test Conditions					
			Time (h)	Temperature (c)	Humidity (%RH)	Acceleration (m/s^2)	Frequency (Hz)	Dropping height
Electrical side Air bag	XYZ	1. Hot shelf test	420	110 ± 3				
		2. Cold shelf test	420	-35 ± 3				
		3. Temperature/humidity cycle test						
		1) High temperature	15.5	110 ± 3	90 ± 5			
		2) Low temperature	7.5	-35 ± 3	No humidification			
		3) High humidity	15.5	70 ± 3	90 ± 5			
		4) Low temperature	7.5	-35 ± 3	No humidification			
		4. Temperature cycle test						
		1) High temperature	1	75 ± 3				
		2) Low temperature		-30 ± 3				
		5. Humidity test	250	70 ± 3	90 ± 5			
		6. Vibration durability test						
		1) Sweep vibration durability test						
		- Vertical				23.1 ± 1.96	10 to 200 to 10 log sweep	
		- Longitudinal				40.3 ± 1.96		
		- Lateral				20.6 ± 1.96		
		7. Drop test						
		1) Vertical drop test		No specified				1.9 m high from a congrete ground
		2) Longitudinal drop test						
		3) Lateral drop test						

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

ซึ่งจะเห็นว่าตัวอย่างของข้อมูลเหล่านี้มีการทดสอบและกระบวนการต่างๆที่ซับซ้อน จึงทำให้กระบวนการในขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการที่ใช้เวลามากที่สุดในการศึกษาและรวบรวมข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ศึกษาความสามารถของเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดที่ใช้ในโครงงาน

ทำการตรวจสอบขีดความสามารถของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดจากคู่มือของเครื่อง ซึ่งจะทำให้สามารถทราบได้ว่าเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดนั้นมีข้อจำกัดในการใช้งานและความสามารถในการทำงานเป็นอย่างไร เช่น ตู้อบบางเครื่องอาจมีขนาดตู้ที่เล็กกว่าชิ้นส่วนยานยนต์หรือไม่สามารถใช้ทำการทดสอบบางอย่างได้ ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.3 ตารางตัวอย่างขีดความสามารถของเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด (ศึกษาทั้งหมด 23 เครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด แต่ผู้เขียนจะยกตัวอย่างเพียง 4 เครื่องทดสอบ)

ตารางที่ 4.3 ตารางตัวอย่างขีดความสามารถของเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด

เครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ขีดความสามารถของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด
Walk-in Chamber	Temperature sensor	- 35 to 80 °C
Temperature & Humidity Chamber	Temperature sensor	- 45 to 150 °C
	Humidity sensor	20 - 98 %RH
Walk-in Vibration chamber	Temperature sensor	- 45 to 150 °C
	Humidity sensor	30 - 95 %RH
Vibration machine	Acceleration	250 m/s^2
	Frequency	1 - 1000 Hz

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

จากนั้นทำการตรวจสอบช่วงการใช้งานจริงของเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด โดยสามารถเช็คได้จากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมและสรุปออกมาดังในตารางที่ 4.2 ตารางข้อมูลเงื่อนไขการทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์ ซึ่งทำให้สามารถทราบถึงเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดที่สามารถใช้ทดสอบกับการทดสอบใด ดังนั้นจึงทำให้ทราบว่าเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดดังกล่าวนั้นต้องการใช้งานที่ค่าใด ดังตัวอย่างรูปที่ 4.1 รูปการเชื่อมโยงเพื่อหาช่วงการใช้งานจริงของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 การเชื่อมโยงเพื่อหาช่วงการใช้งานจริงของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด

Name Item	No. Standard	Item Test	Test Conditions					Machine name			
			Time (h)	Temperature (c)	Humidity (%RH)	Acceleration (m/s^2)	Frequency (Hz)	Walk-in Chamber (-35 to 80 °C)	Tem. & Humid Chamber (-45 to 150 °C)	Walk-in Vibration (-45 to 150 °C), (30%-95%RH)	Vibration machine (499 m/s^2),(2-2000 Hz)
Electrical side Air bag	XYZ	1. Hot shelf test	420	110 ± 3					◎	◎	
		2. Cold shelf test	420	-35 ± 3				◎	◎	◎	
		3. Temperature/humidity cycle test									
		1) High temperature	14.5	110 ± 3	90 ± 5				◎		
		2) Low temperature	8.5	-35 ± 3	No humidification				◎		
		3) High humidity	14.5	70 ± 3	90 ± 5				◎		
		4) Low temperature	8.5	-35 ± 3	No humidification				◎		
		4. Temperature cycle test									
		1) High temperature	1	75 ± 3				◎	◎	◎	
		2) Low temperature		-30 ± 3				◎	◎	◎	
		5. Humidity test	250	70 ± 3	90 ± 5				◎		
		6. Vibration durability test									
		1) Sweep vibration durability									
		- Vertical				23.1 ± 1.78	10 to 200				◎
		- Longitudinal				40.3 ± 1.78	to				◎
		- Lateral				20.6 ± 1.78	10 log				◎

◎ สามารถใช้ในการทดลองได้

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวอย่างกรอบสีแดงในรูปที่ 4.1 รูปการเชื่อมโยงเพื่อหาช่วงการใช้งานจริงของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด จะเห็นได้ว่าในการทดสอบที่ 2.Cold shelf test จะต้องนำชิ้นส่วนยานยนต์ดังกล่าวไปทดสอบในสภาพอุณหภูมิ -35 องศาเซลเซียน เป็นเวลา 420 ชั่วโมง โดยมีเครื่องทดสอบอยู่ 3 เครื่อง คือ 1) Walk-in Chamber, 2) Temperature & Humidity Chamber, 3) Walk-in Vibration ที่สามารถทำการทดสอบดังกล่าวได้ ดังนั้นด้วยวิธีการนี้จึงทำให้สามารถทราบได้ว่าเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดนั้นใช้งานจริงอยู่ที่ค่าใด

3) ศึกษาข้อมูลของการสอบเทียบเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด ในครั้งที่ผ่านมา

จากการตรวจสอบข้อมูลผลการสอบเทียบของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดทุกเครื่องในครั้งที่ผ่านมาจากใบรับรองผลการสอบเทียบ ซึ่งในใบรับรองจะระบุค่าที่เครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดนั้นได้ทำการสอบเทียบและค่าความแม่นยำของเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดนั้นด้วย ซึ่งผู้เขียนได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.3 ตารางตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด (ศึกษาทั้งหมด 23 เครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด แต่ผู้เขียนจะยกตัวอย่างเพียง 4 เครื่อง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด

เครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ผลการสอบเทียบของเครื่องทดสอบ /เครื่องมือวัด ในปีที่ผ่านมา
Walk-in Chamber	- Temperature sensor	-35 ± 2 ℃
		-10 ± 2 ℃
		23 ± 2 ℃
		50 ± 2 ℃
		80 ± 2 ℃
Temperature & Humidity Chamber	- Temperature sensor	-35 ± 2 ℃
		-10 ± 2 ℃
		23 ± 2 ℃
		50 ± 2 ℃
		80 ± 2 ℃
		120 ± 2 ℃
	- Humidity sensor	50 ± 2 ℃ , 98 %RH
		60 ± 2 ℃ , 20 %RH
		80 ± 2 ℃ , 98 %RH
Horn pad operation durability tester	- Load cell	50 g
		100 g
		200 g
		300 g
		500 g
		1 kg
		2 kg
		3 kg
Thermostat Chamber	- Temperature sensor	-30 ± 2 ℃
		23 ± 2 ℃
		50 ± 2 ℃
		80 ± 2 ℃
		120 ± 2 ℃

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

ซึ่งจะทำให้สามารถนำข้อมูลในส่วนนี้ไปเปรียบเทียบกับค่าการใช้งานจริงของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดที่ได้ดำเนินการในขั้นตอนก่อนหน้านี้ได้ ว่าการสอบเทียบในครั้งที่ผ่านมามีความเหมาะสมหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) วิเคราะห์ข้อมูลหาจุดที่ผิดปกติของเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด

จากนั้นนำข้อมูลทั้งทั้งหมดที่ได้รวบรวมคือ 1) ความสามารถของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด 2) เงื่อนไขการทดสอบของลูกค้า และ 3) ผลการสอบเทียบของเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดในครั้งที่ผ่านมา นำข้อมูลเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์จุดที่ได้ทำการสอบเทียบ มาตรวจสอบหาความผิดปกติจากความเป็นจริงที่เครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด ต้องใช้งานจริงเพื่อนำมาหาข้อสรุปในขั้นตอนถัดไปว่าสมควรทำการสอบเทียบเพิ่มหรือไม่ ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.5 - 4.8 ตารางการเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์หาจุดที่ผิดปกติ (ศึกษาทั้งหมด 23 เครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด แต่ผู้เขียนจะยกตัวอย่างเพียง 4 เครื่องทดสอบ)

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์หาจุดที่ผิดปกติ (Walk-in Chamber)

เครื่องทดสอบ /เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ลูกค้า A	ลูกค้า B	ลูกค้า C	การสอบเทียบครั้งที่ผ่านมา	**ค่าที่ผิดปกติ**
Walk-in Chamber	Temperature sensor	-35 ± 2		-35 ± 2	-35 ± 2	
	(-35 to 80 °C)	-15 ± 2	-15 ± 2			**-15 ± 2**
					-10 ± 2	
			0 ± 2	0 ± 2		0
		23 ± 2	23± 2	23± 2	23 ± 2	
		50 ± 2			50 ± 2	
			60 ± 2			**60 ± 2**
		70 ± 2				**70 ± 2**
		80 ± 2		80 ± 2	80 ± 2	

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์หาจุดที่ผิดปกติ (Temperature & Humidity Chamber)

เครื่องทดสอบ /เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ลูกค้า A	ลูกค้า B	ลูกค้า C	การสอบเทียบ ครั้งที่ผ่านมา	ค่าที่ผิดปกติ
Temperature & Humidity Chamber	1) Temperature sensor (-45 to 150 °C)	-45 ± 3		-45		-45 ± 3
		-35 ± 2			-35 ± 2	
		-30 ± 2	-30	-30 ± 2		-30
					-10 ± 2	
			0			0
		23 ± 2	23	23 ± 2	23 ± 2	
		50 ± 2			50 ± 2	
			60 ± 2			60
		70 ± 2				70 ± 2
			80 ± 2	80 ± 2	80 ± 2	
		90 ± 2				90
				95 ± 3		95 ± 3
		100 ± 2	100	100 ± 2		100
			105 ± 3			105 ± 3
		110 ± 3		110 ± 2		110 ± 3
					120 ± 2	
	2) Humidity sensor (20%-98%RH)		23 °C , Max 50 %RH			23 °C , Max 50 %RH
				45 ± 2 °C , 90 %RH		45 ± 2 °C , 90 %RH
	Remark :	50 ± 2 °C , 90 %RH				50 ± 2 °C , 90 %RH
	at 10 °C (60% - 90%RH)	50 ± 2 °C , 95 ± 5 %RH	50 °C , 95 ± 5 %RH			50 °C , 95 ± 5 %RH
	at 20 °C (40% - 98%RH)			50 ± 2 °C , 98 ± 2 %RH	50 ± 2 °C , 98 %RH	
	at 30 °C (30% - 98%RH)	60 ± 2 °C , 20 Max %RH	60 ± 2 °C , 20 Max %RH		60 ± 2 °C , 20 %RH	
	at 40-50 °C (25% - 98%RH)	70 ± 3 °C , 95 ± 5 %RH		70 °C , 95 %RH		70 °C , 95 %RH
	at 60-85 °C (20% - 98%RH)				80 ± 2 °C , 98 %RH	
		85 ± 3 °C , < 20 %RH				85 ± 3 °C , < 20 %RH

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์หาจุดที่ผิดปกติ (Horn pad operation durability tester)

เครื่องทดสอบ /เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ลูกค้า A	ลูกค้า B	ลูกค้า C	การสอบเทียบ ครั้งที่ผ่านมา	ค่าที่ผิดปกติ
Horn pad durability tester	Load cell (0-500 N) (0-51 kg)				50 g	-
			0.98 N ± 0.098 (100 g ± 10%)		100 g	-
		1.96 N ± 0.196 (200 g ± 10%)		1.96 N ± 0.196 (200 g ± 10%)	200 g	-
					300 g	-
					500 g	-
					1 kg	-
					2 kg	-
					3 kg	-

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์หาจุดที่ผิดปกติ (Thermostat Chamber)

เครื่องทดสอบ /เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ลูกค้า A	ลูกค้า B	ลูกค้า C	การสอบเทียบครั้งที่ผ่านมา	**ค่าที่ผิดปกติ**
Thermostat Chamber	Temperature sensor	-45 ± 3				**-45 ± 3**
	(-45 to 150 °C)	-35 ± 2		-35 ± 2		**-35 ± 2**
		-30 ± 2	-30 ± 2		-30 ± 2	
		23 ± 2	23	23 ± 2	23 ± 2	
		50 ± 2			50 ± 2	
		60				**60**
		70 ± 2		70 ± 2		**70 ± 2**
		80 ± 2			80 ± 2	
			90	90 ± 2		**90 ± 2**
		95 ± 3				**95 ± 3**
		100 ± 2				**100 ± 2**
			105 ± 3			**105 ± 3**
		110 ± 3	110 ± 3	110 ± 2		**110 ± 2**
					120 ± 2	

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

จะเห็นได้ว่าในเครื่องทดสอบบางเครื่องจะพบค่าที่ผิดปกติจำนวนมากหรือบางเครื่องทดสอบก็ไม่พบค่าที่ผิดปกติ ซึ่งในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการพิจารณา ถึงความเหมาะสมที่จะต้องทำการปรับแก้การสอบเทียบเครื่องทดสอบดังกล่าวอย่างไร

5) สรุปค่าที่ต้องทำการปรับแก้สำหรับการสอบเทียบเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด

ในขั้นตอนนี้คือการดำเนินการเพื่อปรับปรุงค่าของการสอบเทียบว่าการสอบเทียบที่ผ่านมาเหมาะสมหรือไม่ ควรที่จะเพิ่มหรือลดค่าที่ต้องทำการสอบเทียบ ให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการทดสอบของลูกค้า ดังตัวอย่างตารางที่ 4.9 - 4.12 ตารางการวิเคราะห์สรุปหาค่าการสอบเทียบที่เหมาะสมกับเครื่องทดสอบ (ศึกษาทั้งหมด 23 เครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด แต่ผู้เขียนจะยกตัวอย่างเพียง 4 เครื่องทดสอบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์สรุปหาค่าการสอบเทียบที่เหมาะสมกับเครื่องทดสอบ (Temperature & Humidity Chamber)

เครื่องทดสอบ /เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ลูกค้า A	ลูกค้า B	ลูกค้า C	การสอบเทียบ ครั้งที่ผ่านมา	ค่าที่ผิดปกติ	**ค่าที่พิจารณาเพื่อ ปรับแก้การสอบเทียบ**
Temperature & Humidity Chamber	1) Temperature sensor (-45 to 150 °C)	-45 ± 3		-45		-45 ± 3	**-45 ± 2**
		-35 ± 2			-35 ± 2		
		-30 ± 2	-30	-30 ± 2		-30	**-30 ± 2**
					-10 ± 2		
			0			0	**0 ± 2**
		23 ± 2	23	23 ± 2	23 ± 2		**23 ± 2**
		50 ± 2			50 ± 2		
			60 ± 2			60	**60 ± 2**
		70 ± 2				70 ± 2	
			80 ± 2	80 ± 2	80 ± 2		**80 ± 2**
		90 ± 2				90	**90 ± 2**
				95 ± 3		95 ± 3	
		100 ± 2	100	100 ± 2		100	
			105 ± 3			105 ± 3	**105 ± 2**
		110 ± 3		110 ± 2		110 ± 3	
					120 ± 2		**120 ± 2**
	2) Humidity sensor		23 °C , Max 50 %RH			23 °C , Max 50 %RH	**23 °C , Max 50 ± 2 %RH**
	(20%-98%RH)			45 ± 2 °C , 90 %RH		45 ± 2 °C , 90 %RH	**45 ± 2 °C , 90 ± 2 %RH**
	Remark :	50 ± 2 °C , 90 %RH				50 ± 2 °C , 90 %RH	
	at 10 °C (60% - 90%RH)	50 ± 2 °C , 95 ± 5 %RH	50 °C , 95 ± 5 %RH			50 °C , 95 ± 5 %RH	**50 ± 2 °C , 95 ± 2 %RH**
	at 20 °C (40% - 98%RH)			50 ± 2 °C , 98 ± 2 %RH	50 ± 2 °C , 98 %RH		
	at 30 °C (30% - 98%RH)	60 ± 2 °C , 20 Max %RH	60 ± 2 °C , 20 Max %RH		60 ± 2 °C , 20 %RH		
	at 40-50 °C (25% - 98%RH)	70 ± 3 °C , 95 ± 5 %RH		70 °C , 95 %RH		70 °C , 95 %RH	**70 ± 3 °C , 95 ± 2 %RH**
	at 60-85 °C (20% - 98%RH)				80 ± 2 °C , 98 %RH		
		85 ± 3 °C , < 20 %RH				85 ± 3 °C , < 20 %RH	**85 ± 3 °C , < 20 ± 2 %RH**

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

เครื่องทดสอบที่มีการสอบเทียบความสามารถในการทำความชื้น (Humidity) เป็นการสอบเทียบที่จำเป็นต้องระบุทั้งค่าความชื้นและอุณหภูมิดังที่เห็นในตารางที่ 4.9 แต่หากความชื้นที่ทำการสอบเทียบมีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าของอุณหภูมิเดียวกันเราอาจจะไม่จำเป็นต้องทำการสอบเทียบ เช่น ร้อยละความชื้นที่ 98 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส กับ ร้อยละความชื้นที่ 95 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เราอาจเลือกสอบเทียบแค่ตัวใดตัวหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

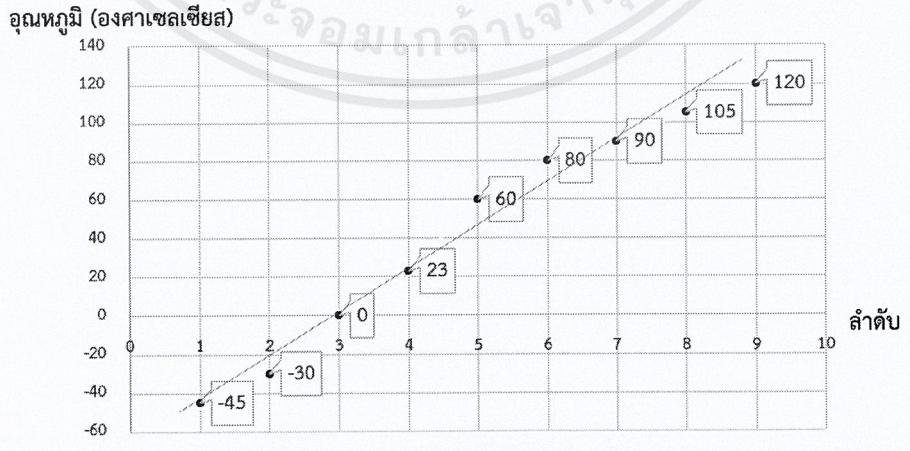
ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์สรุปหาค่าการสอบเทียบที่เหมาะสมกับเครื่องทดสอบ (Thermostat Chamber)

เครื่องทดสอบ /เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ลูกค้า A	ลูกค้า B	ลูกค้า C	การสอบเทียบครั้งที่ผ่านมา	ค่าที่ผิดปกติ	**ค่าที่พิจารณาเพื่อปรับแก้การสอบเทียบ**
Thermostat Chamber	Temperature sensor (-45 to 150 °C)	-45 ± 3				-45 ± 3	**-45 ± 2**
		-35 ± 2		-35 ± 2		-35 ± 2	
		-30 ± 2	-30 ± 2		-30 ± 2		**-30 ± 2**
							0 ± 2
		23 ± 2	23	23 ± 2	23 ± 2		**23 ± 2**
		50 ± 2			50 ± 2		
		60				60	**60 ± 2**
		70 ± 2		70 ± 2		70 ± 2	
		80 ± 2			80 ± 2		**80 ± 2**
			90	90 ± 2		90 ± 2	**90 ± 2**
		95 ± 3				95 ± 3	
		100 ± 2				100 ± 2	
			105 ± 3			105 ± 3	**105 ± 2**
		110 ± 3	110 ± 3	110 ± 2		110 ± 2	
					120 ± 2		**120 ± 2**

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

ในตารางที่ 4.9 – 4.10 เป็นตัวอย่างของการปรับแก้การสอบเทียบเป็นช่วงความถี่ที่มีระยะห่างที่ใกล้เคียงกัน ดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2 สภาพปัจจุบันและกรณีศึกษา เนื่องจากมีการสอบเทียบจำนวนหลายจุดและการสอบเทียบเป็นช่วงความถี่ที่เท่าๆกันจะทำให้ทราบความแม่นยำของเครื่องทดสอบที่จุดอื่นๆด้วย เนื่องจากหากทำเป็นกราฟจะพบว่ากราฟเกิดเป็นแนวเส้นตรงดังตัวอย่างกราฟด้านล่าง

ตัวอย่างกราฟการสอบเทียบเป็นช่วงที่ความถี่ใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.2 กราฟการสอบเทียบเป็นช่วงที่ความถี่ใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์สรุปหาค่าการสอบเทียบที่เหมาะสมกับเครื่องทดสอบ (Walk-in Chamber)

เครื่องทดสอบ /เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ลูกค้า A	ลูกค้า B	ลูกค้า C	การสอบเทียบ ครั้งที่ผ่านมา	ค่าที่ผิดปกติ	**ค่าที่พิจารณาเพื่อ ปรับแก้การสอบเทียบ**
Walk-in Chamber	Temperature sensor	-35 ± 2		-35 ± 2	-35 ± 2		**-35 ± 2**
	(-35 to 80 °C)	-15 ± 2	-15 ± 2			-15 ± 2	**-15 ± 2**
					-10 ± 2		
			0 ± 2	0 ± 2		0	**0 ± 2**
		23 ± 2	23± 2	23± 2	23 ± 2		**23 ± 2**
		50 ± 2			50 ± 2		**50 ± 2**
			60 ± 2			60 ± 2	**60 ± 2**
		70 ± 2				70 ± 2	**70 ± 2**
		80 ± 2		80 ± 2	80 ± 2		**80 ± 2**

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

ในตารางที่ 4.11 เป็นตัวอย่างของการปรับแก้การสอบเทียบเป็นจุดตามมาตรฐานการทดสอบของลูกค้า ดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2 สภาพปัจจุบันและกรณีศึกษา เนื่องจากเป็นเครื่องทดสอบที่ใช้งานในการทดสอบบ่อยและมีจำนวนค่าที่ต้องทำการสอบเทียบไม่มากนัก จึงทำการสอบเทียบตามจุดที่มาตรฐานการทดสอบของลูกค้ากำหนด และยังมีช่วงความถี่ของค่าสอบเทียบที่เท่าๆกัน

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์สรุปหาค่าการสอบเทียบที่เหมาะสมกับเครื่องทดสอบ (Horn pad operation durability tester)

เครื่องทดสอบ /เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ลูกค้า A	ลูกค้า B	ลูกค้า C	การสอบเทียบ ครั้งที่ผ่านมา	ค่าที่ผิดปกติ	**ค่าที่พิจารณาเพื่อ ปรับแก้การสอบเทียบ**
Horn pad operation durability tester	Load cell (0-500 N) (0-51 kg)				50 g	-	**50 g**
			0.98 N ± 0.098 (100 g ± 10%)		100 g	-	**100 g**
		1.96 N ± 0.196 (200 g ± 10%)		1.96 N ± 0.196 (200 g ± 10%)	200 g	-	**200 g**
					300 g	-	**300 g**
					500 g	-	**500 g**
					1 kg	-	**1 kg**
					2 kg	-	**2 kg**
					3 kg	-	**3 kg**

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตารางที่ 4.12 เป็นตัวอย่างของการปรับแก้การสอบเทียบโดยแบ่งเป็นช่วงๆในจุดที่มีการใช้งานเป็นจำนวนมากตามมาตรฐานการทดสอบของลูกค้า ดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2 สภาพปัจจุบันและกรณีศึกษา เนื่องจากมีการใช้งานที่ 100 กรัม และ 200 กรัม จึงทำการสอบเทียบในช่วงความถี่ที่ 50-500 กรัม ละเอียดกว่าช่วงอื่น แต่ต้องทำการสอบเทียบให้ครอบคลุมช่วง 50 กรัม ถึง 3000 กรัม เพราะในอนาคตอาจจำเป็นต้องใช้หากไม่ทำการสอบเทียบให้ครอบคลุมจะไม่สามารถทำการทดสอบที่อยู่นอกช่วงการสอบเทียบได้

ในการสอบเทียบเราจำเป็นต้องทำการสรุปว่าค่าใดบ้างที่เราจำเป็นต้องทำการสอบเทียบจริงๆ เมื่อมองในหลายๆแง่มุมเช่น ด้านราคาเนื่องจากหากเพิ่มค่าการสอบเทียบก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้นให้กับหน่วยงานภายนอกที่เราจ้างให้เข้ามาสอบเทียบเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด ในอักมุมหนึ่งคือด้านเวลาในการสอบเทียบหากมีค่าที่ต้องสอบเทียบจำนวนมากก็ต้องเสียเวลาในการไปดูการปฏิบัติงานที่หน่วยงานภายนอกเข้ามาทำการสอบเทียบเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด ว่าถูกต้องตามข้อกำหนดหรือไม่ ซึ่งบางเครื่องทดสอบอาจใช้เวลานาน 2-3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการดำเนินงานวิจัย

จากการดำเนินงานตามขั้นตอนทำให้พบว่ามีเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดอยู่ 8 เครื่อง จากทั้งหมด 23 เครื่องที่มีการสอบเทียบที่ไม่ครอบคลุมตามมาตรฐานการทดสอบของลูกค้า ได้แก่

1) Temperature & Humidity Chamber

2) Walk-in Vibration chamber

3) Vibration machine

4) Thermostat Chamber

5) Super xenon weather meter no.1

6) Super xenon weather meter no.2

7) Digital Impact Tester

8) Chamber

ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาเนื่องจากไม่สามารถใช้ในการทดสอบได้ในส่วนของช่วงที่ไม่ครอบคลุมตามมาตรฐานของลูกค้า ซึ่งถ้าหากทำการสอบเทียบเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดทั้ง 8 เครื่อง ให้ครอบคลุมตามมาตรฐานการทดสอบของลูกค้าจะทำให้เครื่องทดสอบสามารถใช้งานในการทดสอบชิ้นส่วนได้มากขึ้น ซึ่งนั่นหมายถึงเป็นการเพิ่มขีดความสามารถของเครื่องทดสอบด้วย

ตัวอย่างเช่น ก่อนทำการสอบเทียบเครื่องทดสอบสามารถทำการทดสอบตามเงื่อนไขการทดสอบของลูกค้าได้ 15 การทดสอบ แต่หลังจากทำการสอบเทียบเครื่องทดสอบทำให้สามารถทำการทดสอบตามเงื่อนไขการทดสอบของลูกค้าทำให้เครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดสามารถทำการทดสอบได้เพิ่มมากขึ้นเป็น 20 การทดสอบ ซึ่งนั่นทำให้เราใช้ประโยชน์จากเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัดได้เพิ่มมากขึ้นและยังถือว่าเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือของเครื่องทดสอบ และผลการดำเนินงานเป็นดังตารางที่ 5.1-5.14 ตารางตัวอย่างผลการสอบเทียบ และตารางเปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 เครื่อง Temperature & Humidity Chamber

ตารางที่ 5.1 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Temperature & Humidity Chamber)

เครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ผลการสอบเทียบของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Temperature & Humidity Chamber	- Temperature sensor	-35 °C	-45 °C
		-10 °C	-30 °C
		23 °C	0 °C
		50 °C	23 °C
		80 °C	60 °C
		120 °C	80 °C
			100 °C
			120 °C
	- Humidity sensor	50 °C , 98 %RH	23 °C , 50 %RH
		60 °C , 20 %RH	45 °C , 90 %RH
		80 °C , 98 %RH	50 °C , 95 %RH
			70 °C , 95 %RH
			85 °C , < 20 %RH

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

จากตารางที่ 5.1 เครื่อง Temperature & Humidity Chamber มีการสอบเทียบอยู่ 2 ปัจจัยคือ อุณหภูมิ(Temperature) และ ความชื้น(Humidity) ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 คืออุณหภูมิก่อนปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ในช่วงอุณหภูมิ –35 องศาเซลเซียส(°C) ถึง 120 องศาเซลเซียส(°C) หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ในช่วงอุณหภูมิ -45 องศาเซลเซียส(°C) ถึง 120 องศาเซลเซียส(°C) นอกจากนี้ช่วงอุณหภูมิหลังการสอบเทียบยังแคบลงทำให้ทดสอบได้ละเอียดมากยิ่งขึ้นและเครื่องมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ปัจจัยที่ 2 คือความชื้นก่อนปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ที่ 50 องศาเซลเซียส(°C) ที่ร้อยละความชื้น 98 (%RH) , 60 องศาเซลเซียส(°C) ที่ร้อยละความชื้น 20 (%RH) และ 80 องศาเซลเซียส(°C) ที่ร้อยละความชื้น 98 (%RH) หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ที่ 23 องศาเซลเซียส (°C) ที่ร้อยละความชื้น 50 (%RH) , 45 องศาเซลเซียส(°C) ที่ร้อยละความชื้น 90 (%RH) , 50 องศาเซลเซียส (°C) ที่ร้อยละความชื้น 95 (%RH) , 70 องศาเซลเซียส(°C) ที่ร้อยละความชื้น 95 (%RH) และ 85 องศาเซลเซียส(°C) ที่ร้อยละความชื้นน้อยกว่า 20 (%RH) ซึ่งมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการสอบเทียบของลูกค้าที่มากกว่าก่อนปรับปรุงการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Temperature & Humidity Chamber)

Temperature & Humidity Chamber		
ชิ้นส่วนยานยนต์/วัสดุ /เอกสารข้อกำหนด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Passenger side electrical air bag	1. High temperature exposure storage test	1. High temperature exposure storage test
	2.Temperature and humidity cycle test	2.Temperature and humidity cycle test
	3. Thermal cycle test	3. Thermal cycle test
	4. Humidity	4. Humidity
Electrical side air bag	1. Hot shelf test	1. Hot shelf test
	2.Temperature cycle test	2. Cold shelf test
		3. Temperature/humidity cycle test
		4. Temperature cycle test
		5. Humidity test
Electrical curtain shield air bag	1. High temperature exposure test	1.High temperature exposure test
	2.Thermal cycle test	2. Damp heat cycle test
		3.Thermal cycle test
		4.Humidity
Driver side electrical air bag	1. High temperature Leaving test	1. High temperature Leaving test
	2. Thermal cycle test	2. Thermal cycle test
	3. Loading durability test	3. Temperature and humidity cycle test
		4.Humidity
		5. Loading durability test
Electrical knee air bag	1. High temperature exposure storage test	1. High temperature exposure storage test
	2.Temperature and humidity cycle test	2.Temperature and humidity cycle test
	3. Thermal cycle test	3. Thermal cycle test
	4. Humidity	4. Humidity
Back door surroundings	1. Heat resistance test	1. Heat resistance test
	2. Thermal cycle test	2. Thermal cycle test
Radiator grilles	1. Heat resistance test	1. Heat resistance test
	2. Thermal cycle test	2. Thermal cycle test
	3. Humidity resistance test	3. Humidity resistance test
	4. Fluid resistance test	4. Fluid resistance test
	5. Critical heat resistance test	5. Critical heat resistance test
Front peripheral products	1. Heat resistance test	1. Heat resistance test
	2. Thermal cycle test	2. Thermal cycle test
	3. Humidity resistance test	3. Humidity resistance test
	4. Heat resistance limit test	4. Heat resistance limit test
	5. Fluid resistance test	5. Fluid resistance test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Temperature & Humidity Chamber) (ต่อ)

Temperature & Humidity Chamber		
ชิ้นส่วนยานยนต์/วัสดุ /เอกสารข้อกำหนด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Cockpit	1. Fluid resistance	1. Fluid resistance
	2. Temperature resistance test	2. Temperature resistance test
	3. Heat deterioration	3. Heat deterioration
	4. Aging test in the humid atmosphere	4. Aging test in the humid atmosphere
	5. Heat deformation test	5. Heat deformation test
Steering wheel	1. Heat resistance test	1. Heat resistance test
		2. Thermal cycle test
Driver-side Airbag	1. Heat aging resistance	1. Hygrothermal cycle resistance
	2. Wet heat aging resistance	2. Heat aging resistance
		3. Wet heat aging resistance
Knee airbag	1. Heat aging resistance	1. Hygrothermal cycle resistance
	2. Wet heat aging resistance	2. Heat aging resistance
		3. Wet heat aging resistance
Wheel ASSY	1. Hygrothermal cycle resistance	1. Hygrothermal cycle resistance
	2. Heat resistance	2. Heat resistance
	3. Humidity resistance	3. Humidity resistance
STRG Wheel STD. Value	1. Heat resistance	1. Hygrothermal cycle resistance
	2. Humidity resistance	2. Heat resistance
		3. Humidity resistance
INST Parts (General)	1. Heat resistance	1. Heat resistance
	2. Humidity resistance	2. Humidity resistance
		3. Hygrothermal cycle resistance
Plastic parts	1. Heat cycle test	1. Heat cycle test
	2. Humidity resistance	2. Humidity resistance
Standard Test Method	1. Heat cycle test	1. Heat cycle test
	2. Humidity resistance	2. Humidity resistance
Steering wheel	1. Heat aging resistance	1. Heat cycle resistance
	2. High temp. expose resistance in bagging	2. Heat aging resistance
		3. High temp. expose resistance in bagging
Genuine Leather for Steering wheel	1. Veslic test	1. Veslic test
Interior part (Smell test)	1. Smell after aging	1. Smell after aging
	2. Heating temperature	2. Heating temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.2 จะพบว่าหลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่อง Temperature & Humidity Chamber เครื่องสามารถใช้ทดสอบชิ้นส่วนในบางการทดสอบได้เพิ่มมากขึ้น จากเดิมสามารถทดสอบได้ 53 การทดสอบ แต่หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบทำให้เครื่องทดสอบสามารถทดสอบได้ 66 การทดสอบ

5.2 เครื่อง Walk-in Vibration chamber

ตารางที่ 5.3 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Walk-in Vibration chamber)

เครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ผลการสอบเทียบของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Walk-in Vibration chamber	- Temperature sensor	-25 °C	-45 °C
		-5 °C	-20 °C
		23 °C	0 °C
		50 °C	23 °C
		80 °C	60 °C
		110 °C	80 °C
			100 °C
			125 °C
	- Humidity sensor	35 °C , 90 %RH	35 °C , 90 %RH
		60 °C , 90 %RH	60 °C , 95 %RH

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

จากตารางที่ 5.3 เครื่อง Walk-in Vibration chamber มีการสอบเทียบอยู่ 2 ปัจจัยคือ อุณหภูมิ (Temperature) และ ความชื้น(Humidity) ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 คืออุณหภูมิก่อนปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ในช่วงอุณหภูมิ –25 องศาเซลเซียส(°C) ถึง 110 องศาเซลเซียส(°C) หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ในช่วงอุณหภูมิ -45 องศาเซลเซียส(°C) ถึง 125 องศาเซลเซียส(°C) นอกจากนี้ช่วงอุณหภูมิหลังการสอบเทียบยังแคบลงทำให้ทดสอบได้ละเอียดมากยิ่งขึ้นและเครื่องมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ปัจจัยที่ 2 คือความชื้นก่อนปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ที่ 35 องศาเซลเซียส(°C) ที่ร้อยละความชื้น 90 (%RH) และ 60 องศาเซลเซียส(°C) ที่ร้อยละความชื้น 90 (%RH) หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ที่ 35 องศาเซลเซียส(°C) ที่ร้อยละความชื้น 90 (%RH) และ 60 องศาเซลเซียส(°C) ที่ร้อยละความชื้น 95 (%RH) โดยหลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบชิ้นส่วนได้อย่างสอดคล้องกับมาตรฐานการทดสอบของลูกค้ามากกว่าก่อนปรับปรุงการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Walk-in Vibration chamber)

Walk-in Vibration chamber		
ชิ้นส่วนยานยนต์/วัสดุ/เอกสารข้อกำหนด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Passenger side electrical air bag	1. High temperature exposure storage test	1. High temperature exposure storage test
	2.Temperature and humidity cycle test	2.Temperature and humidity cycle test
	3. Thermal cycle test	3. Thermal cycle test
	4. Humidity	4. Humidity
	5. Combination	5. Combination
Electrical side air bag	1. Hot shelf test	1. Hot shelf test
	2. Temperature cycle test	2. Cold shelf test
		3. Temperature cycle test
Electrical curtain shield air bag	1.High temperature exposure test	1.High temperature exposure test
	2.Thermal cycle test	2.Thermal cycle test
Driver side electrical air bag	1. Thermal cycle test	1. Thermal cycle test
	2.Vibration durability test	2.Vibration durability test
	3. Loading durability test	3. Loading durability test
Electrical knee air bag	1. High temperature exposure storage test	1. High temperature exposure storage test
	2.Temperature and humidity cycle test	2.Temperature and humidity cycle test
	3. Thermal cycle test	3. Thermal cycle test
	4. Humidity	4. Humidity
	5. Combination	5. Combination
Back door surroundings	1. Heat resistance test	1. Heat resistance test
	2. Thermal cycle test	2. Thermal cycle test
	3. Vibration resistance test	3. Vibration resistance test
	4. Weight drop impact test	4. Weight drop impact test
Radiator grilles	1. Heat resistance test	1. Heat resistance test
	2. Thermal cycle test	2. Thermal cycle test
	3. Humidity resistance test	3. Humidity resistance test
	4. Fluid resistance test	4. Fluid resistance test
	5. Vibration resistance test	5. Vibration resistance test
	6. Weight drop impact test	6. Weight drop impact test
	7. Critical heat resistance test	7. Critical heat resistance test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Walk-in Vibration chamber) (ต่อ)

Walk-in Vibration chamber		
ชิ้นส่วนยานยนต์/วัสดุ/เอกสารข้อกำหนด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Front peripheral products	1. Heat resistance test	1. Heat resistance test
	2. Thermal cycle test	2. Thermal cycle test
	3. Vibration resistance test	3. Vibration resistance test
	4. Dropping weight impact test	4. Dropping weight impact test
	5. Humidity resistance test	5. Humidity resistance test
	6. Heat resistance limit test	6. Heat resistance limit test
	7. Fluid resistance test	7. Fluid resistance test
Cockpit	1. Fluid resistance	1. Fluid resistance
	2. Falling weight impact	2. Falling weight impact
	3. Vibration durability test	3. Vibration durability test
	4. Temperature resistance test	4. Temperature resistance test
	5. Heat deterioration	5.Heat deterioration
	6. Aging test in the humid atmosphere	6. Aging test in the humid atmosphere
	7. Heat deformation test	7. Heat deformation test
Steering wheel	1. Heat resistance test	1. Heat resistance test
		2. Thermal cycle test
Driver-side Airbag	1. Heat aging resistance	1. Heat aging resistance
	2. Wet heat aging resistance	2. Wet heat aging resistance
Knee airbag	1. Heat aging resistance	1. Heat aging resistance
	2. Wet heat aging resistance	2. Wet heat aging resistance
Wheel ASSY	1. Hygrothermal cycle resistance	1. Hygrothermal cycle resistance
	2. Heat resistance	2. Heat resistance
	3. Humidity resistance	3. Humidity resistance
STRG Wheel STD. Value	1. Hygrothermal cycle resistance	1. Hygrothermal cycle resistance
	2. Heat resistance	2. Heat resistance
	3. Humidity resistance	3. Humidity resistance
INST Parts (General)	1. Heat resistance	1. Heat resistance
	2. Humidity resistance	2. Humidity resistance
Plastic parts	1. Impact resistance	1. Impact resistance
	2. Humidity resistance No.2	2. Humidity resistance No.1
		3. Humidity resistance No.2
Standard Test Method	1. Impact resistance	1. Impact resistance
	2. Humidity resistance No.2	2. Humidity resistance No.1
		3. Humidity resistance No.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Walk-in Vibration chamber) (ต่อ)

Walk-in Vibration chamber		
ชิ้นส่วนยานยนต์/วัสดุ/เอกสารข้อกำหนด	**ก่อนปรับปรุง**	**หลังปรับปรุง**
Steering wheel	1. Heat cycle resistance	1. Heat cycle resistance
	2. Heat aging resistance	2. Heat aging resistance
	3. High temp. expose resistance in bagging condition	3. High temp. expose resistance in bagging condition
Genuine Leather for Steering wheel	1. Veslic test	1. Veslic test
Interior part (Smell test)	1. Smell after aging	1. Smell after aging
	2. Heating temperature	2. Heating temperature

จากตารางที่ 5.4 จะพบว่าหลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่อง Walk-in Vibration chamber เครื่องสามารถใช้ทดสอบชิ้นส่วนในบางการทดสอบได้เพิ่มมากขึ้น จากเดิมสามารถทดสอบได้ 65 การทดสอบ แต่หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบทำให้เครื่องทดสอบสามารถทดสอบได้ 69 การทดสอบ

5.3 เครื่อง Vibration machine

ตารางที่ 5.5 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Vibration machine)

เครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ผลการสอบเทียบของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Vibration machine	- Acceleration	19.6 m/s^2	9.8 m/s^2
		39.2 m/s^2	19.6 m/s^2
		58.8 m/s^2	29.4 m/s^2
		78.4 m/s^2	39.2 m/s^2
			78.4 m/s^2
	- Frequency	50 Hz	10 Hz
		100 Hz	20 Hz
		150 Hz	30 Hz
		200 Hz	40 Hz
			50 Hz
			100 Hz
			150 Hz
			200 Hz

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.5 เครื่อง Vibration machine มีการสอบเทียบอยู่ 2 ปัจจัยคือความเร่ง(Acceleration) และความถี่(Frequency) ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 คือความเร่งก่อนปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ในช่วง 19.6 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง(m/s^2) ถึง 78.4 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง(m/s^2) หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ในช่วง 9.8 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง(m/s^2) ถึง 78.4 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง(m/s^2) หรือบางทีเราอาจจะคิดเป็นค่าแรง G(ค่าแรงดึงดูดโลก) โดย 1G เท่ากับ 9.8 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง(m/s^2) ดังนั้นก่อนปรับปรุงสอบเทียบเครื่องสามารถทดสอบได้ในช่วงความเร่ง 2G ถึง 8G หลังปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถทดสอบได้ในช่วงความเร่ง 1G ถึง 8G

ปัจจัยที่ 2 คือความถี่ก่อนปรับปรุงสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ในช่วง 50 เฮิรตซ์(Hz) ถึง 200 เฮิรตซ์(Hz) และหลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ในช่วง 10(Hz) เฮิรตซ์ ถึง 200 เฮิรตซ์(Hz) และมีการแบ่งช่วงการสอบเทียบที่ละเอียดอยู่ระหว่างค่า 10(Hz) เฮิรตซ์ ถึง 50 เฮิรตซ์(Hz) เนื่องจากมีการใช้งานในช่วงดังกล่าวอยู่จำนวนมาก

ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Vibration machine)

Vibration machine		
ชิ้นส่วนยานยนต์/วัสดุ /เอกสารข้อกำหนด	**ก่อนปรับปรุง**	**หลังปรับปรุง**
Passenger side electrical air bag		1. Sweep vibration durability test
		2. Impulsive vibration durability
		3. Combination
Electrical side air bag	1. Sweep vibration durability test	1. Sweep vibration durability test
		2. Impulsive vibration durability
		3. Combined test
Electrical curtain shield air bag	1. Sweep vibration durability test	1. Sweep vibration durability test
		2. Impulsive vibration durability
		3.Combined stress test
Driver side electrical air bag	1.Vibration durability test	1.Vibration durability test
Electrical knee air bag	1. Sweep vibration durability test	1. Sweep vibration durability test
		2. Impulsive vibration durability
		3. Combination
Back door surroundings	1. Vibration resistance test	1. Vibration resistance test
Radiator grilles		1. Vibration resistance test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Vibration machine) (ต่อ)

Vibration machine		
ชิ้นส่วนยานยนต์/วัสดุ /เอกสารข้อกำหนด	**ก่อนปรับปรุง**	**หลังปรับปรุง**
Front peripheral products	1. Vibration resistance test	1. Vibration resistance test
Cockpit	1. Vibration durability test	1. Vibration durability test
Driver-side Airbag	1. Vibration resistance	1. Vibration resistance
Knee airbag	1. Vibration resistance	1. Vibration resistance
Plastic parts		1. Vibration resistance
Standard Test Method		1. Vibration resistance

จากตารางที่ 5.6 จะพบว่าหลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่อง Vibration machine เครื่องสามารถใช้ทดสอบชิ้นส่วนในบางการทดสอบได้เพิ่มมากขึ้น จากเดิมสามารถทดสอบได้ 9 การทดสอบ แต่หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบทำให้เครื่องทดสอบสามารถทดสอบได้ 21 การทดสอบ

5.4 เครื่อง Thermostat Chamber

ตารางที่ 5.7 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Thermostat Chamber)

เครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ผลการสอบเทียบของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Thermostat Chamber	- Temperature sensor	-30 °C	-45 °C
		23 °C	-30 °C
		50 °C	0 °C
		90 °C	23 °C
		120 °C	60 °C
			75 °C
			90 °C
			105 °C
			120 °C

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

จากตารางที่ 5.7 ก่อนปรับปรุงการสอบเทียบเครื่อง Thermostat Chamber สามารถใช้ทดสอบได้ในช่วงอุณหภูมิ –30 องศาเซลเซียส(°C) ถึง 120 องศาเซลเซียส(°C) หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ในช่วงอุณหภูมิ -45 องศาเซลเซียส(°C) ถึง 120 องศาเซลเซียส(°C) นอกจากนี้ช่วงอุณหภูมิหลังการสอบเทียบยังแคบลงทำให้ทดสอบได้ละเอียดมากยิ่งขึ้นและเครื่องมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Thermostat Chamber)

Thermostat Chamber		
ชิ้นส่วนยานยนต์/วัสดุ /เอกสารข้อกำหนด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Passenger side electrical air bag	1. High temperature exposure storage test	1. High temperature exposure storage test
	2. Thermal cycle test	2. Thermal cycle test
Electrical side air bag	1. Hot shelf test	1. Hot shelf test
	2. Temperature cycle test	2. Cold shelf test
		3. Temperature cycle test
Electrical curtain shield air bag	1.High temperature exposure test	1.High temperature exposure test
	2.Thermal cycle test	2.Thermal cycle test
Driver side electrical air bag	1. High temperature Leaving test	1. High temperature Leaving test
	2. Thermal cycle test	2. Thermal cycle test
		3. Loading durability test
Electrical knee air bag	1. High temperature exposure storage test	1. High temperature exposure storage test
	2. Thermal cycle test	2. Thermal cycle test
Back door surroundings	1. Heat resistance test	1. Heat resistance test
		2. Thermal cycle test
Radiator grilles	1. Heat resistance test	1. Heat resistance test
	2. Thermal cycle test	2. Thermal cycle test
	3. Fluid resistance test	3. Fluid resistance test
	4. Critical heat resistance test	4. Critical heat resistance test
Front peripheral products	1. Heat resistance test	1. Heat resistance test
	2. Thermal cycle test	2. Thermal cycle test
	3. Heat resistance limit test	3. Heat resistance limit test
	4. Fluid resistance test	4. Fluid resistance test
Cockpit	1. Fluid resistance	1. Fluid resistance
	2. Temperature resistance test	2. Temperature resistance test
	3. Heat deterioration	3. Heat deterioration
	4. Heat deformation test	4. Heat deformation test
Steering wheel	1. Heat resistance test	1. Heat resistance test
Driver-side Airbag	1. Heat aging resistance	1. Heat aging resistance
Knee airbag	1. Heat aging resistance	1. Heat aging resistance
Wheel ASSY	1. Heat resistance	1. Heat resistance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Thermostat Chamber) (ต่อ)

Thermostat Chamber		
ชิ้นส่วนยานยนต์/วัสดุ /เอกสารข้อกำหนด	**ก่อนปรับปรุง**	**หลังปรับปรุง**
STRG Wheel STD. Value	1. Heat resistance	1. Heat resistance
INST Parts (General)	1. Heat resistance	1. Heat resistance
Steering wheel	1. Heat aging resistance	1. Heat aging resistance
	2. High temp. expose resistance in bagging condition	2. High temp. expose resistance in bagging condition
Genuine Leather for Steering wheel	1. Veslic test	1. Veslic test
Interior part (Smell test)	1. Smell after aging	1. Smell after aging
	2. Heating temperature	2. Heating temperature

จากตารางที่ 5.8 จะพบว่าหลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่อง Thermostat Chamber เครื่องสามารถใช้ทดสอบชิ้นส่วนในบางการทดสอบได้เพิ่มมากขึ้น จากเดิมสามารถทดสอบได้ 34 การทดสอบ แต่หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบทำให้เครื่องทดสอบสามารถทดสอบได้ 37 การทดสอบ

5.5 เครื่อง Super xenon weather meter no.1 และ Super xenon weather meter no.2

ตารางที่ 5.9 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Super xenon weather meter no.1 และ Super xenon weather meter no.2)

เครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ผลการสอบเทียบของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Super xenon weather meter no.1 Super xenon weather meter no.2	- Temperature sensor	43 °C	55 °C
		78 °C	65 °C
			75 °C
			85 °C
	- Radiometer	165 W/m^2	165 W/m^2
	- Humidity sensor	43 °C , 95 %RH	78 °C , 50 %RH
		78 °C , 95 %RH	89 °C , 50 %RH

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.9 เครื่อง Super xenon weather meter no.1 และ Super xenon weather meter no.2 มีการสอบเทียบอยู่ 3 ปัจจัยคือ อุณหภูมิ(Temperature) ปริมาณรังสีของพลังงาน(Radiometer) และความชื้น(Humidity) ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 คืออุณหภูมิก่อนปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ในช่วงอุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส(°C) ถึง 78 องศาเซลเซียส(°C) หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ในช่วงอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส(°C) ถึง 85 องศาเซลเซียส(°C) นอกจากนี้ช่วงอุณหภูมิหลังการสอบเทียบยังแคบลงทำให้ทดสอบได้ละเอียดมากยิ่งขึ้นและเครื่องมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ปัจจัยที่ 2 คือปริมาณรังสีของพลังงานทั้งก่อนและหลังปรับปรุงสามารถใช้ทดสอบได้ที่ 165 วัตต์ต่อตารางเมตร(W/m^2) เนื่องจากเป็นค่าที่หลอดไฟสามารถปล่อยพลังงานออกมาได้ซึ่ง 1 เครื่องสามารถใส่ได้เพียง 1 หลอดเท่านั้นเราจึงทำการสอบเทียบเพื่อตรวจสอบว่าปริมาณที่ปลอดออกมามีค่าเป็น165 วัตต์ต่อตารางเมตร(W/m^2) หรือไม่

ปัจจัยที่ 3 คือความชื้นก่อนปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ที่ 43 องศาเซลเซียส(°C) ที่ร้อยละความชื้น 95 (%RH) และ 78 องศาเซลเซียส(°C) ที่ร้อยละความชื้น 95 (%RH) หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ที่ 78 องศาเซลเซียส(°C) ที่ร้อยละความชื้น 50 (%RH) และ 89 องศาเซลเซียส(°C) ที่ร้อยละความชื้น 50 (%RH) โดยหลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบชิ้นส่วนได้อย่างสอดคล้องกับมาตรฐานการทดสอบของลูกค้ามากกว่าก่อนปรับปรุงการสอบเทียบ

ตารางที่ 5.10 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Super xenon weather meter no.1 และ Super xenon weather meter no.2)

Super xenon weather meter no.1 และ Super xenon weather meter no.2		
ชิ้นส่วนยานยนต์/วัสดุ /เอกสารข้อกำหนด	**ก่อนปรับปรุง**	**หลังปรับปรุง**
Passenger side electrical air bag		1. Light resistance
Driver side electrical air bag		1. Loading durability test
Back door surroundings		1. Light resistance test
Radiator grilles		1. Accelerated weather resistance test
Black panel		1. Accelerated weather ability test
Front bumper cover	1. Accelerated weather ability test	1. Accelerated weather ability test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.10 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Super xenon weather meter no.1 และ Super xenon weather meter no.2) (ต่อ)

Super xenon weather meter no.1 และ Super xenon weather meter no.2		
ชิ้นส่วนยานยนต์/วัสดุ /เอกสารข้อกำหนด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Front bumper spoiler	1. Accelerated weather ability test	1. Accelerated weather ability test
Front over fender	1. Accelerated weather ability test	1. Accelerated weather ability test
Front mud guard	1. Accelerated weather ability test	1. Accelerated weather ability test
Cockpit		1. Light resistance
Wheel ASSY		1. Light resistance
STRG Wheel STD. Value		1. Light resistance
INST Parts (General)		1. Light resistance
ABS resin molding materials	1. Light resistance test	1. Light resistance test
PP resin molding materials	1. Light resistance test	1. Light resistance test
High performance polypropylene resin molding material		1. Light resistance test
Polycarbonate/acrylonitrile-x-styrene alloy resin molding material	1. Light resistance test	1. Light resistance test
Acrylonitryle x Styrene resin molding materials	1. Light resistance test	1. Light resistance test

จากตารางที่ 5.10 จะพบว่าหลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่อง Super xenon weather meter no.1 และ Super xenon weather meter no.2 เครื่องสามารถใช้ทดสอบชิ้นส่วนในบางการทดสอบได้เพิ่มมากขึ้น จากเดิมสามารถทดสอบได้ 8 การทดสอบ แต่หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบทำให้เครื่องทดสอบสามารถทดสอบได้ 18 การทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 เครื่อง Digital Impact Tester

ตารางที่ 5.11 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Digital Impact Tester)

เครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ผลการสอบเทียบของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Digital Impact Tester	- Impact energy	2 J	2 J
		5 J	5 J
		8.5 J	8.5 J
			10 J
			20 J

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

จากตารางที่ 5.11 ก่อนปรับปรุงการสอบเทียบเครื่อง Digital Impact Tester สามารถออกแรงเพื่อใช้ทดสอบการกระแทกได้ที่แรง 2จูล(J) , 5จูล(J) และ 8.5 จูล(J) หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถออกแรงเพื่อใช้ทดสอบการกระแทกได้ที่แรง 2 จูล(J) , 5 จูล(J) , 8.5 จูล(J) , 10 จูล(J) และ 20 จูล(J) และหลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบชิ้นส่วนได้อย่างสอดคล้องกับมาตรฐานการทดสอบของลูกค้าและมาตรฐานการสอบเทียบของ ISO

ตารางที่ 5.12 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Digital Impact Tester)

Digital Impact Tester		
ชิ้นส่วนยานยนต์/วัสดุ/เอกสารข้อกำหนด	**ก่อนปรับปรุง**	**หลังปรับปรุง**
ABS resin molding materials	1. Charpy Impact Strength	1. Charpy Impact Strength
PP resin molding materials	1. Charpy Impact Strength	1. Charpy Impact Strength
High performance polypropylene resin molding material	1. Charpy Impact Strength	1. Charpy Impact Strength
Polycarbonate/acrylonitrile-x-styrene alloy resin molding material	1. Charpy Impact Strength	1. Charpy Impact Strength
Acrylonitryle x Styrene resin molding materials	1. Charpy Impact Strength	1. Charpy Impact Strength
Standard test method for molding materials for compliance with ISO		1. Charpy Impact Strength

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.12 จะพบว่าหลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่อง Digital Impact Tester เครื่องสามารถใช้ทดสอบชิ้นส่วนในบางการทดสอบได้เพิ่มมากขึ้น จากเดิมสามารถทดสอบได้ 5 การทดสอบ แต่หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบทำให้เครื่องทดสอบสามารถทดสอบได้ 6 การทดสอบ

5.7 เครื่อง Chamber

ตารางที่ 5.13 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Chamber)

เครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	อุปกรณ์ภายใน	ผลการสอบเทียบของเครื่องทดสอบ/เครื่องมือวัด	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Chamber	- Temperature sensor	-25 °C	-45 °C
		30 °C	-30 °C
		70 °C	0 °C
		115 °C	23 °C
			50 °C
			70 °C
			95 °C
			115 °C
	- Humidity sensor	40 °C , 50 %RH	23 °C , 50 %RH
		85 °C , 95 %RH	50 °C , 95 %RH
			85 °C , 95 %RH

(ตัวเลขเป็นเพียงการสมมุติขึ้นมาเพื่อการทำความเข้าใจในรายงานฉบับนี้)

จากตารางที่ 5.13 ก่อนปรับปรุงการสอบเทียบเครื่อง Chamber สามารถใช้ทดสอบได้ในช่วงอุณหภูมิ –25 องศาเซลเซียส(°C) ถึง 115 องศาเซลเซียส(°C) หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องสามารถใช้ทดสอบได้ในช่วงอุณหภูมิ -45 องศาเซลเซียส(°C) ถึง 115 องศาเซลเซียส(°C) นอกจากนี้ช่วงอุณหภูมิหลังการสอบเทียบยังแคบลงทำให้ทดสอบได้ละเอียดมากยิ่งขึ้นและเครื่องมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.14 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Chamber)

Chamber		
ชิ้นส่วนยานยนต์/วัสดุ /เอกสารข้อกำหนด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Passenger side electrical air bag	1. High temperature exposure storage test	1. High temperature exposure storage test
	2. Thermal cycle test	2. Temperature and humidity cycle test
		3. Thermal cycle test
		4. Humidity
Electrical side air bag	1. Hot shelf test	1. Hot shelf test
	2. Temperature/humidity cycle	2. Cold shelf test
	3. Temperature cycle test	3. Temperature/humidity cycle test
	4. Humidity test	4. Temperature cycle test
		5. Humidity test
Driver side electrical air bag	1. High temperature Leaving test	1. High temperature Leaving test
	2. Thermal cycle test	2. Thermal cycle test
	3. Humidity	3. Temperature and humidity cycle test
		4. Humidity
		5. Loading durability test
Electrical knee air bag	1. High temperature exposure storage test	1. High temperature exposure storage test
	2. Thermal cycle test	2.Temperature and humidity cycle test
		3. Thermal cycle test
		4. Humidity
Cockpit	1. Fluid resistance	1. Fluid resistance
	2. Temperature resistance test	2. Temperature resistance test
	3. Heat deterioration	3. Heat deterioration
	4. Heat deformation test	4. Aging test in the humid atmosphere
		5. Heat deformation test
Steering wheel	1. Heat resistance test	1. Heat resistance test
		2. Thermal cycle test
Driver-side Airbag	1. Heat aging resistance	1. Hygrothermal cycle resistance
		2. Heat aging resistance
		3. Wet heat aging resistance
Knee airbag	1. Heat aging resistance	1. Hygrothermal cycle resistance
		2. Heat aging resistance
		3. Wet heat aging resistance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.14 เปรียบเทียบการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้ (Chamber) (ต่อ)

Chamber		
ชิ้นส่วนยานยนต์/วัสดุ /เอกสารข้อกำหนด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Wheel ASSY	1. Heat resistance	1. Hygrothermal cycle resistance
		2. Heat resistance
		3. Humidity resistance
STRG Wheel STD. Value	1. Heat resistance	1. Hygrothermal cycle resistance
		2. Heat resistance
		3. Humidity resistance
Genuine Leather for Steering wheel	1. Veslic test	1. Veslic test
Interior part (Smell test)	1. Smell after aging	1. Smell after aging
	2. Heating temperature	2. Heating temperature
ABS resin molding materials	1. Charpy Impact Strength	1. Charpy Impact Strength
PP resin molding materials	1. Charpy Impact Strength	1. Charpy Impact Strength
High performance polypropylene resin molding material	1. Charpy Impact Strength	1. Charpy Impact Strength
Polycarbonate/acrylonitrile-x-styrene alloy resin molding material	1. Charpy Impact Strength	1. Charpy Impact Strength
Acrylonitryle x Styrene resin molding materials	1. Charpy Impact Strength	1. Charpy Impact Strength

จากตารางที่ 5.14 จะพบว่าหลังจากปรับปรุงการสอบเทียบเครื่อง Chamber เครื่องสามารถใช้ทดสอบชิ้นส่วนในบางการทดสอบได้เพิ่มมากขึ้น จากเดิมสามารถทดสอบได้ 28 การทดสอบ แต่หลังจากปรับปรุงการสอบเทียบทำให้เครื่องทดสอบสามารถทดสอบได้ 45 การทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8 สรุปผลการดำเนินงาน

จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการสอบเทียบให้ครอบคลุมมาตรฐานการทดสอบของลูกค้าจะทำให้เครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด สามารถทำการทดสอบได้เพิ่มมากขึ้น โดยจำนวนการทดสอบของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดทั้งหมดจะสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.15 ตารางสรุปผลการเปรียบเทียบจำนวนการทดสอบที่เครื่องทดสอบสามารถทดสอบได้

ตารางที่ 5.15 เปรียบเทียบประโยชน์การใช้งานเครื่องทดสอบก่อนและหลังทำการสอบเทียบ

ลำดับ	เครื่องทดสอบ/เครื่อมือวัด	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		ครอบคลุมมาตรฐาน	จำนวนการทดสอบ	ครอบคลุมมาตรฐาน	จำนวนการทดสอบ
1	Temperature & Humidity Chamber	✗	53	✓	66
2	Walk-in Vibration chamber	✗	65	✓	69
3	Vibration machine	✗	9	✓	21
4	Thermostat Chamber	✗	34	✓	37
5	Super xenon weather meter no.1	✗	8	✓	18
6	Super xenon weather meter no.2	✗	8	✓	18
7	Digital Impact Tester M/C	✗	5	✓	6
8	Chamber	✗	28	✓	45

ตามวัตถุประสงค์ของโครงงานนี้เพื่อทำให้เครื่องทดสอบมีการสอบเทียบที่ครอบคลุมตามมาตรฐานการทดสอบของลูกค้า และเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการทดสอบของเครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด ดังนั้นจึงทำให้จำนวนการทดสอบที่เครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดสามารถทำได้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการดำเนินงานสามารถสรุปได้ว่าก่อนทำการปรับปรุงการสอบเทียบของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด เครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดบางเครื่องไม่สามารถใช้ในการทำทดสอบชิ้นส่วนได้อย่างครอบคลุมตามมาตรฐานการทดสอบที่ลูกค้าอยู่ 8 เครื่องทดสอบ จากทั้งหมด 23 เครื่องทดสอบ โดยในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ทุกเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดสามารถใช้งานในการทดสอบชิ้นส่วนได้อย่างเต็มขีดความสามารถของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัด โดยสอดคล้องกับมาตรฐานการทดสอบของลูกค้า และเพื่อเพิ่มอัตราการใช้ประโยชน์ของเครื่องทดสอบในการใช้ทดสอบชิ้นส่วนให้ได้มากที่สุด ซึ่งหลังจากทำการปรับปรุงการสอบเทียบเครื่องทดสอบจึงทำให้เครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดทั้ง 23 เครื่อง สามารถทำงานได้อย่างครอบคลุมตามมาตรฐานที่ลูกค้าได้กำหนดไว้ และนอกจากการสอบเทียบนี้จะช่วยในการเพิ่มอัตราการใช้ประโยชน์ของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดที่เกิดจากการขยายขีดความสามารถของเครื่องแล้ว ยังเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือของเครื่องทดสอบและเครื่องมือวัดนั้นๆ ซึ่งนั่นหมายถึงเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือของบริษัทอีกด้วย

6.2 ข้อเสนอแนะ

1) เพื่อการพัฒนางานให้เหมาะสมกับการทำงานควรให้มีการจัดทำคู่มือการใช้งานและฝึกอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้องให้เข้าใจถึงวิธีการทำงานอย่างชัดเจนหากผู้ใช้งานขาดความละเอียดรอบคอบในการบันทึกข้อมูล จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการประมวลผลเพื่อทำการสอบเทียบได้

2) การสอบเทียบสามารถปรับได้ตามความเหมาะสมและสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปเช่น มาตรฐานการทดสอบที่เพิ่มขึ้น หรือมาตรฐานการทดสอบที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยอยู่บนพื้นฐานของหลักการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Miracle Internatainal Technology Co.,Ltd. ข้อมูลน่ารู้ด้านการสอบเทียบเครื่องมือวัด. สืบค้นเมื่อ 26 พฤศจิกายน 2562, https://www.mit.in.th/htmlthai/knowledge/detail/index.php?kn=39.

[2] ชาตรี ศรีไพพรรณ (2541). ความเป็นมาของมาตรวิทยา. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[3] ชัยวัฒน์ เจษฎาจินต์. (2561). มาตรวิทยาและการจัดการเครื่องมือวัด. สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ.

[4] ณรงค์ พรชัยจรูญศักดิ์. (2544). บทบาทเกี่ยวกับมาตรวิทยา. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[5] ณรงชัย ไตรยปัญวิทย์. (2538). หลักการสอบเทียบเครื่องมือวัด. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[6] บริษัท เทคโนโลยี อินสตรูเมนท์ จำกัด. งานสอบเทียบ. สืบค้นเมื่อ 26 พฤศจิกายน 2562, http://www.tic.co.th/index.php?op=calibrations-index.

[7] พัชรี ศรีสุภาพ. (2559). การออกแบบวิธีการจัดลำดับงานของการสอบเทียบเครื่องมือวัด. (6-7)

[8] ภาลิณี เหตุทอง. (2547). การพัฒนาคู่มือการสอบเทียบเครื่องมือวัดไฟฟ้าสำหรับพนักงานช่างสอบเทียบของศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัด ฝ่ายบริหารอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). (33-41)

[9] มิตร วีระธรรม. (2538). “ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม ส.ส.ท” เทคโนโลยี. (Technology Journal). (121) : 174

[10] สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย–ญี่ปุ่น). (2542). ทำอย่างไรห้องปฏิบัติการสอบเทียบจึงได้รับการรับรองตาม ISO/IEC Guide 25. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายประชาพัทธ์ วรรณทอง
วัน เดือน ปี เกิด	10 มกราคม 2541
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	44/2 หมู่ 2 ตำบลอ่างแก้ว อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง 14120
ตำแหน่งหน้าที่	นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2562
	คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
	สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2555	เข้าศึกษามัธยมปลาย (หลักสูตรวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์)
	โรงเรียนสตรีอ่างทอง
พ.ศ. 2559	เข้าศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ (สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ)
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้