

การออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ
ร่วมกับวิศวกรรมคั่นเซ

พงษ์นรินทร์ บุญล้ำเลิศ

TNI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ปีการศึกษา 2562

DESIGN OF DAYTIME RUNNING LIGHTS USING QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT
COMBINES KANSEI ENGINEERING

Phongnarin Boonlumlard

TNI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
For The Degree of Master Engineering Program in Engineering Technology
Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology
Academic Year 2019

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยใช้
เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพร่วมกับวิศวกรรมคันเซ

โดย

พงษ์นรินทร์ บุญล้ำเลิศ

สาขาวิชา

เทคโนโลยีวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิโรช ทศนะ

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่ เดือน พ.ศ.

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศรีสิทธิ์ เจริญบุตร)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรินทร์)

กรรมการ

(ดร. วชิรินทร์ หนูทอง)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิโรช ทศนะ)

พงษ์นรินทร์ บุญล้ำเลิศ : การออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยใช้
เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพร่วมกับวิศวกรรมคันเซ, อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วย
ศาสตราจารย์ ดร. วิโรช ทศนะ, 93 หน้า.

อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ เป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญในระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งในด้านการผลิต การตลาด การจ้างงาน การพัฒนาเทคโนโลยี และเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมอื่นๆ อีกมากมาย และในปัจจุบันผู้บริโภคสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลของผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายช่องทาง ดังนั้นอารมณ์ของผู้บริโภคจึงมีส่วนสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับรถยนต์นั้นรูปลักษณ์ภายนอก (exterior design) ยังเป็นส่วนที่ผู้ออกแบบให้ความสำคัญมากเป็นลำดับแรก เพราะรูปลักษณ์ภายนอกนั้นมักเป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจจากลูกค้า ซึ่งในปัจจุบันมีชิ้นส่วนตกแต่งภายนอกที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบันคือ ไฟส่องสว่างในเวลากลางวัน ซึ่งเพิ่งได้รับความนิยมในประเทศไทยเมื่อไม่นานมานี้และมีการสนับสนุนให้ติดตั้งจากภาครัฐเนื่องจากสามารถลดอุบัติเหตุได้ การออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้นั้นเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาความพึงพอใจของลูกค้าที่มีผลต่อการออกแบบไฟส่องสว่างสำหรับรถยนต์โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพร่วมกับวิศวกรรมคันเซ ผลการวิจัยพบว่า คุณลักษณะที่ลูกค้าให้ความสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และบุคคลอื่น คุณลักษณะทางวิศวกรรมที่สำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ ชนิดของไฟที่ใช้, รูปลักษณ์ของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์มีลักษณะเป็นเส้น วงกลม และมีจำนวนมากกว่า 1 เส้น และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ที่เหมาะสมคือ 12 มม.

TNI

บัณฑิตวิทยาลัย

สาขาวิชา เทคโนโลยีวิศวกรรม

ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

PHONGNARIN BOONLUMLERD: DESIGN OF DAYTIME RUNNING LIGHTS USING
QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT COMBINES KANSEI ENGINEERING. ADVISOR:
ASST. PROF. DR. WIROJ THASANA, 93 PP.

Automotive and Auto-parts industry has an influence on Thailand's economy such as production, marketing, hiring, technology development and relating to other industry. Nowadays, the customers can access the product's information in several ways, therefore, the customer's emotions are important for product development. The Exterior Design of the car is the most important for the designer because the exterior is the first thing to make the first impression. The exterior part of the car had been significantly increased famous, that it's the Daytime Running Lights (DRL). And the government encourages the using of DRL because it can reduce the accident. Hence, the design for the response the customer is important. Therefore, this research is to study the finding of customer satisfaction for the design concept of Daytime Running Lights by using Quality Function Deployment and Kansei Engineering.

The result of this research found that the characteristics of that customer's value in product development are not harmful to users and others. The important engineering technique in product development is the type of lights, the appearance of daytime running lights for cars has circular lines, and more than 1 line and the suitable diameter of daytime running lights is 12 mm.

Graduate School

Student's Signature

Field of Engineering of Technology

Advisor's Signature

Academic Year 2019

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีโดยได้รับคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรช ทศนะ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำที่เป็น ประโยชน์ในการดำเนินงานวิจัย ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณประธานกรรมการ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ คอยอำนวยความสะดวก ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ขอขอบคุณ ผู้ร่วมตอบแบบสอบถามทุกท่าน ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญต่างๆ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ข้อมูลที่ประโยชน์แก่งานวิจัย และ ขอขอบคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ข้าพเจ้าซึ่งทำให้ข้าพเจ้านำความรู้ที่ได้มาใช้ในการจัดทำ วิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนและให้โอกาสใน การศึกษา และขอบคุณตัวข้าพเจ้าเองที่ตั้งใจทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสมบูรณ์

พงษ์นรินทร์ บุญล้ำเลิศ

TNI

THAI - JAPAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ฐ

บทที่

1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ.....	1
ความสำคัญของการวิจัย.....	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
แผนงานและระยะเวลาดำเนินการ.....	4
คำอธิบายศัพท์.....	5
2 หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ.....	7
วิศวกรรมคันเซ (Kansei Engineering).....	14
การทบทวนวรรณกรรม.....	18

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	22
บทนำ.....	22
การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง.....	24
การสำรวจความต้องการของลูกค้า.....	25
การรับฟังเสียงความต้องการของลูกค้า (The voice of Customer).....	25
การออกแบบแบบสอบถามและทำทดสอบความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรง.....	26
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	27
สรุปการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม.....	29
วิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ.....	33
วิศวกรรมคันเซ.....	34
การรวบรวมและคัดเลือกคำแสดงความรู้สึก (คำคันเซ).....	34
การเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม.....	36
ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	37
ข้อมูลด้านคำอธิบายคำคันเซและการประเมินรูปแบบผลิตภัณฑ์.....	38
การวิเคราะห์ข้อมูลและสังเคราะห์ผล.....	40
การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ.....	47
การใช้หลักการทางวิศวกรรมมาช่วยในการออกแบบ.....	47
การเปรียบเทียบขนาดพื้นที่ผิวของไฟส่องสว่างในเวลากลางวัน	
สำหรับรถยนต์.....	47
การวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อน.....	48
การคำนวณความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์.....	47
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการของของลูกค้าที่มีต่อไฟส่องสว่างในเวลา กลางวันสำหรับรถยนต์โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ.....	54
วิเคราะห์แนวทางการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยใช้ วิศวกรรมคันเซ.....	56
วิเคราะห์แนวทางการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยใช้ หลักการวิศวกรรมมาช่วยในการตัดสินใจ.....	58
การเลือกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไฟ DRL.....	58
การคำนวณความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ.....	59
5 บทสรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	60
สรุปผลการวิจัย.....	60
อภิปรายผล.....	60
ข้อเสนอแนะ.....	61
บรรณานุกรม.....	63
ภาคผนวก.....	67
ภาคผนวก ก. ตารางสำเร็จรูปของทาโรยามาเน.....	68
ภาคผนวก ข. แบบสอบถาม เรื่อง ความต้องการของลูกค้าต่อไฟส่องสว่างในเวลา กลางวันของรถยนต์ (Daytime Running Lights).....	70
ภาคผนวก ค. แบบสอบถาม เรื่อง การศึกษาปัจจัยการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลา กลางวันของรถยนต์ (Daytime Running Lights).....	72
ภาคผนวก ง. แบบสอบถาม เรื่อง การศึกษาคุณลักษณะย่อยของผลิตภัณฑ์ไฟ ส่องสว่างในเวลากลางวันของรถยนต์ที่มีผลต่อผู้บริโภค.....	77

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	58
ภาคผนวก จ. ข้อมูลการเก็บรวบรวมความต้องการของลูกค้า (Voice of Customer).....	80
ภาคผนวก ช. การทดลองวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณโดยใช้โปรแกรม Minitab.....	83
ภาคผนวก ซ. การเก็บรวบรวมข้อมูลของวิศวกรรมคั่นเซโดยใช้คำแสดงความรู้สึก และตัวแทนผลิตภัณฑ์.....	85
ภาคผนวก ฌ. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณโดยใช้โปรแกรม Minitab 17.....	87
ภาคผนวก ญ. การนำเสนอผลงานทางวิชาการ.....	91
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	93

TNI

TAHT - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 แผนงานและระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย.....	4
2.1 สัญลักษณ์และความหมายของทิศทางการวัดของเป้าหมาย.....	11
2.2 การกำหนดค่าตัวเลขให้กับความสัมพันธ์.....	12
2.3 สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการทางเทคนิค.....	12
2.4 ระดับคะแนนในการเปรียบเทียบสมรรถนะในการแข่งขัน.....	14
2.5 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18
3.1 สรุปจำนวนของการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	28
3.2 สรุปข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	29
3.3 ระดับความสำคัญของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์.....	31
3.4 ตัวแทนผลิตภัณฑ์ในด้านรูปลักษณ์.....	32
3.5 ระดับความพึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์.....	32
3.6 ข้อคิดของ Comrey และ Lee	34
3.7 คำค้นเซที่รวบรวมมาได้.....	35
3.8 ผลการค้นหามาจาก Google	35
3.9 แสดงคำค้นเซและการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง.....	36
3.10 สรุปข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามของวิศวกรรมค้นเซ.....	37
3.11 เว็บไซต์การค้นหารูปแบบของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์.....	39
3.12 สรุปจำนวนของผู้ตอบในแต่ละแบบ.....	40
3.13 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแสดงความรู้สึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์.....	41
3.14 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลคำค้นเซกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์.....	46
3.15 การคัดเลือกคุณลักษณะเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ.....	46
3.16 เปรียบเทียบพื้นที่ผิวของไฟส่องสว่างในเวลากลางวัน.....	48
3.17 ผลลัพธ์การวิเคราะห์อุณหภูมิของชิ้นส่วนข้างเคียงของไฟ DRL (ชิ้นส่วน A).....	51
4.1 แสดงการประเมินความถูกต้องในการวิเคราะห์บ้านคุณภาพ.....	54
4.2 แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์.....	57
4.3 การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก.....	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.4 ตารางแสดงการคำนวณเพื่อคัดเลือกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไฟ DRL.....	54
ก.1 ตารางสำเร็จรูปของ ทาโร ยามาเน่.....	69
จ.1 การรวบรวมความต้องการของลูกค้า.....	81



สารบัญรูปภาพ

รูป	หน้า
1.1 ไฟส่องสว่างเวลากลางวันของรถ Mercedes-Benz รุ่น E-Class.....	2
2.1 QFD แบบสี่ระดับ.....	8
2.2 บ้านคุณภาพ.....	8
2.3 แผนภาพระบบวิศวกรรมคันเซ.....	15
2.4 โครงสร้างตัวแบบของวิศวกรรมคันเซ.....	15
2.5 กระบวนการกำหนดคุณลักษณะผลิตภัณฑ์.....	16
3.1 ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	23
3.2 แผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram).....	25
3.3 ตัวอย่างการค้นหาคำคุณศัพท์ที่แสดงความรู้สึก (คำคันเซ) จากสื่ออินเทอร์เน็ต.....	34
3.4 การพิมพ์คำค้นหา(key word) ใน Google	35
3.5 ตัวแทนผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	39
3.6 ลักษณะไฟ DRL แบบเป็นเส้นวงกลม.....	47
3.7 เปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของวัสดุ PA และ PBT.....	49
3.8 การกำหนดวัสดุส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ.....	49
3.9 การตั้งค่าอุณหภูมิไฟ DRL.....	49
3.10 พื้นที่ผิวทั้งหมดที่สัมผัสอากาศ.....	50
3.11 การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน.....	50
3.12 ค่าความนำเชื่อถือของไฟ LED.....	52
4.1 การวิเคราะห์โดยใช้บ้านคุณภาพ.....	55
4.2 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์.....	57
5.1 ทฤษฎีลำดับชั้นความต้องการของมาสโลว์.....	61
ซ.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลของวิศวกรรมคันเซ.....	86

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ เป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญในระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งในด้านการผลิต การตลาด การจ้างงาน การพัฒนาเทคโนโลยี และเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งในปี 2559 ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตรถยนต์ทุกประเภทมากเป็นอันดับ 12 ของโลก อันดับ 5 ของเอเชีย และอันดับ 1 ของอาเซียน และยอดจำหน่ายของรถยนต์ทุกประเภทในประเทศไทย เป็นอันดับ 19 ของโลก อันดับ 6 ของเอเชีย และอันดับ 2 ของอาเซียน [1] ดังนั้นอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์จึงมีการแข่งขันสูง ซึ่งผู้ผลิต จึงต้องมีการเสริมสร้างการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ เทคนิคหนึ่งซึ่งผู้ผลิตหลายรายนำมาใช้ในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ นั่นคือ เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อรับประกันคุณภาพในการออกแบบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าและถ่ายทอดความต้องการของลูกค้าให้เป็นเป้าหมายของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือที่ช่วยคาดการณ์ความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยในการตัดสินใจ

ในปัจจุบันผู้บริโภคสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลของผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายช่องทาง เช่น โทรศัพท์ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ดังนั้นอารมณ์ของผู้บริโภคจึงมีส่วนสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งเทคนิคหนึ่งในการใช้อารมณ์ของผู้บริโภคเข้ามามีส่วนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คือ วิศวกรรมคันเซ (Kansei Engineering) โดยการแปลงความรู้สึกนึกคิดทางจิตวิทยาและอารมณ์ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ให้อยู่ในรูปแบบของคุณลักษณะ ข้อกำหนดหรือแนวคิดของผลิตภัณฑ์ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรม เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคได้

สำหรับรถยนต์นั้นรูปลักษณ์ภายนอก (exterior design) ยังเป็นส่วนที่ผู้ออกแบบให้ความสำคัญมากเป็นลำดับแรก เพราะรูปลักษณ์ภายนอกนั้นมักเป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจจากลูกค้าและสร้างความประทับใจได้ในครั้งแรก (first impression) ซึ่งในปัจจุบันมีชิ้นส่วนตกแต่งภายนอกที่ได้รับความนิยมมากขึ้นคือ ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันดังแสดงในรูปที่ 1.1 และเนื่องจากสภาวิศวกรได้มีการณรงค์ให้เปิดไฟหน้ารถในเวลากลางวัน เพราะทางวิศวกรได้ทำการศึกษาข้อมูลแล้วว่าการเปิดไฟหน้ารถช่วยลดอุบัติเหตุได้ นอกจากนี้ทางสภาวิศวกรยังส่งเสริมให้ภาครัฐออก

กฎหมายให้รถยนต์ที่ผลิตในปี 2560 เป็นต้นไป ติดตั้ง DRL (Day Time Running Lights) เป็นอุปกรณ์มาตรฐานด้วย [2]



รูปที่ 1.1 ไฟส่องสว่างเวลากลางวันของรถ Mercedes-Benz รุ่น E-Class W211 [3]

จากการที่ทางสภาวิศวกรส่งเสริมให้ภาครัฐออกกฎหมายดังกล่าวไว้ข้างต้น ความนิยมไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์จึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้นการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้นั้นเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ เพราะเนื่องจากไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์นั้นเพิ่งได้รับความนิยมในประเทศไทยเมื่อไม่นานมานี้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาปัจจัยการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพร่วมกับวิศวกรรมคันเซ เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ในอนาคตต่อไป

1.2 ความสำคัญของการวิจัย

1.2.1 สามารถบอกถึงปัจจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการและความพึงพอใจของลูกค้าในได้

1.2.2 เพื่อเป็นแนวทางของการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพร่วมกับเทคนิคอื่นๆ

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการของของลูกค้าที่มีต่อไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและวิศวกรรมคันเซ

1.3.2 เพื่อวิเคราะห์แนวทางการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยอาศัยการเปรียบเทียบพื้นที่ผิว เทคนิคการถ่ายเทความร้อนและการใช้วิศวกรรมความน่าเชื่อถือช่วยในการตัดสินใจ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษานี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยของลูกค้าและข้อกำหนดทางวิศวกรรมต่างๆ ที่มีผลต่อการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพร่วมกับวิศวกรรมคันเซ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับนำไปผลิตจริงต่อไป ซึ่งมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1.4.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร ทุกเพศที่มีอายุระหว่าง 18-60 ปี โดยทำการสุ่มตัวอย่างจากผู้มีใบอนุญาตขับขี่รถยนต์

1.4.2 การสำรวจและรวบรวมความต้องการของลูกค้า ใช้เทคนิคการสัมภาษณ์ตัวต่อตัว และใช้แบบสอบถาม จากประชากรที่สุ่มตัวอย่างมา 30 คน ซึ่งอ้างอิงจากวิธีของ Hauser and Clausing [4]

1.4.3 การออกแบบแบบสอบถามเพื่อวัดระดับความต้องการของลูกค้า ใช้การทดสอบระดับความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) และขอความร่วมมือจากบริษัทที่ผลิตไฟส่องสว่างในเวลากลางวันโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ 5 คน โดยการวัดค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (Index of item objective congruence: IOC)

1.4.4 กลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูล กำหนดให้ค่าสัดส่วนประชากรเท่ากับ 0.5 และระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95% ตามตารางสำเร็จรูปของทาโรยามาเน (ภาคผนวก ก)

1.4.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับเทคนิคทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้อง ใช้ทฤษฎีเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพโดยใช้หลักการบ้านคุณภาพ (House of Quality)

1.4.6 วิศวกรรมคันเซ ใช้สำหรับค้นหาคำคันเซที่ใช้อธิบายถึงคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ จากสื่ออินเทอร์เน็ต โปรชัวร์ และอื่นๆ

1.4.7 การหาความสัมพันธ์ระหว่างคำคันเซที่ใช้อธิบายถึงตัวผลิตภัณฑ์กับความรู้สึกของผู้บริโภคที่มีต่อคำคันเซนั้นๆ วัดระดับจากแบบสอบถามตามข้อคิดของ Comrey และ Lee ที่ระดับ

“กำลังดี” [5] และนำมาหาค่าความสัมพันธ์โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

1.4.8 ใช้การเปรียบเทียบพื้นที่ผิวของไฟ DRL การวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนและการใช้วิศวกรรมความน่าเชื่อถือมาช่วยในการออกแบบ

1.4.9 ระยะเวลาในงานวิจัยนี้ดำเนินการตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ถึง กันยายน พ.ศ. 2562

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ช่วยให้นักออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ได้ตระหนักถึงปัจจัยที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้

1.5.2 เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนำไปพัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์และนำไปผลิตจริงต่อไป

1.6 แผนงานและระยะเวลาดำเนินการ

ตารางที่ 1.1 แผนงานและระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน	ปี พ.ศ.							
	2560		2561					
	11	12	1	2	3	4	5	6
1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย								
2. เสนอหัวข้อวิทยานิพนธ์เพื่ออนุมัติ								
3. เก็บรวบรวมความต้องการของลูกค้า								
4. จัดทำแบบสอบถาม								
5. เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล								
6. เลือกคำค้นเซและจัดทำแบบสอบถาม								

ตารางที่ 1.1 แผนงานและระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน	ปี พ.ศ.															
	2561								2562							
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8		
7.เก็บรวบรวมข้อมูลของวิศวกรรมคันเซ																
8.วิเคราะห์ข้อมูลของวิศวกรรมคันเซ																
9.เขียน 3D โดยใช้ Catia V5																
10.เสนอบทความทางวิชาการเพื่อ อนุมัติ																
11.สรุปผล,เสนอบทความทางวิชาการ																
12.วัดพื้นที่ผิวของไฟ DRL																
13.คำนวณความน่าเชื่อถือของ ผลิตภัณฑ์																
14.วิเคราะห์การถ่ายเทความร้อน																
15.สรุปผลและจัดทำรูปเล่ม																
16.สอบวิทยานิพนธ์																

1.7 คำอธิบายศัพท์

1.7.1. เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

เป็นระบบสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ภายใต้แนวคิดของความต้องการของลูกค้าโดยมีเป้าหมาย เพื่อรับรู้ความสัมพันธ์กันระหว่างความต้องการของลูกค้ากับลักษณะเชิงวิศวกรรมออกมาเป็นลักษณะเฉพาะของสินค้าการบ่งชี้ลักษณะเฉพาะของสินค้าจะมีผลต่อความต้องการที่เฉพาะเจาะจง

1.7.2. วิศวกรรมคันเซ (Kansei Engineering) [6]

วิศวกรรมคันเซ อาจู้จักกันในชื่อ การออกแบบเกี่ยวกับอารมณ์ (Emotional Design, Affective Engineering) คือ เครื่องมือเชิงวิศวกรรมในการรวบรวมความต้องการเชิงอารมณ์ของผู้บริโภค และกำหนดเป็นตัวแบบการพยากรณ์เชิงคณิตศาสตร์ของความต้องการเชิงอารมณ์ที่มีผลต่อคุณลักษณะผลิตภัณฑ์

1.7.3. ไฟส่องสว่างในเวลากลางวัน (Daytime Running Lights)

เป็นโคมไฟที่ติดตั้งอยู่ทางด้านหน้าของรถยนต์ จำนวน 2 ด้าน คือ ด้านซ้ายและด้านขวา จะถูกใช้งานในเวลากลางวันและเมื่อไฟหน้ารถทำงาน ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันควรจะปิดการใช้งานหรือลดระดับความสว่างลง ซึ่งมีประโยชน์ช่วยให้ผู้อื่นสังเกตเห็นรถยนต์ได้ง่ายเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุ



บทที่ 2

หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพร่วมกับวิศวกรรมคั่นเซ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดหัวข้อต่อไปนี้

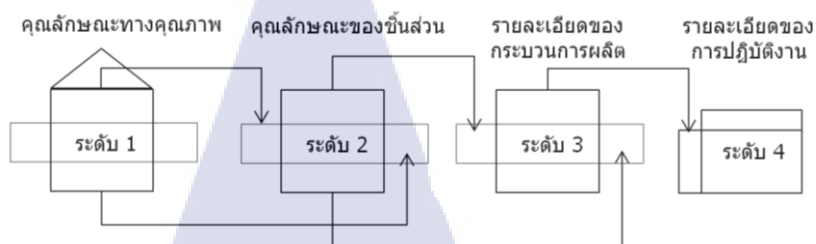
2.1 เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) ถูกพัฒนาขึ้นโดย ดร.โยชิ อากาโอะ (Dr.Yoji Akao) ในปี ค.ศ. 1972 และได้นำเทคนิค QFD ไปใช้ในการพัฒนาออกแบบเรือขนาดใหญ่ที่อยู่ต่อเรือของบริษัทมิตซูบิชิ เฮฟวี่ อินดัสตรี (Mitsubishi Heavy Industries Ltd.) ประเทศญี่ปุ่น หลังจากนั้นบริษัทโตโยต้าได้นำไปประยุกต์ใช้กับผู้ผลิตชิ้นส่วนทั้งหมดที่ส่งให้กับบริษัท เพื่อให้ชิ้นส่วนต่างๆ ที่ส่งมอบกับบริษัทโตโยต้ามีคุณภาพทุกขั้นตอนจนทำให้เทคนิค QFD ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ ทั่วประเทศญี่ปุ่น

เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ QFD เป็นเทคนิคที่นำมาช่วยในการวางแผนทั้งในด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการและความพึงพอใจของลูกค้าซึ่งก็คือเป้าหมายของเทคนิค QFD

2.1.1 QFD แบบสี่ระดับ

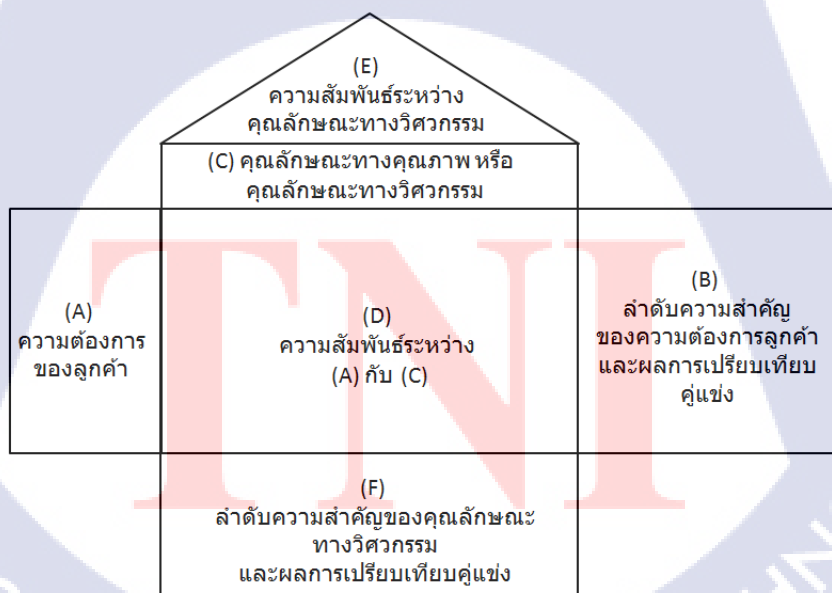
QFD แบบสี่ระดับประกอบไปด้วยตารางทั้งหมดสี่ตาราง โดยตารางระดับที่หนึ่งจะเป็นการแปลงความต้องการของลูกค้าให้เป็นคุณลักษณะทางคุณภาพหรือคุณลักษณะทางวิศวกรรม ตารางระดับที่สองเป็นการถ่ายทอดคุณลักษณะทางวิศวกรรมให้เป็นคุณลักษณะของชิ้นส่วน (part characteristic) ตารางระดับที่สามเป็นการแปลงคุณลักษณะของชิ้นส่วนให้เป็นรายละเอียดต่างๆ ของกระบวนการผลิต (process parameter) ตารางระดับที่สี่เป็นการแปลงรายละเอียดต่างๆ ของกระบวนการผลิตให้เป็นรายละเอียดในการปฏิบัติงานดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 QFD แบบสี่ระดับ

2.1.2 บ้านคุณภาพ

บ้านคุณภาพ (House of Quality) จะประกอบไปด้วยหกส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ ส่วน (A) เป็นความต้องการของลูกค้า ส่วน (B) เป็นลำดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้าและการเปรียบเทียบคู่แข่ง ส่วน (C) เป็นคุณลักษณะทางคุณภาพหรือคุณลักษณะทางวิศวกรรม ส่วน (D) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วน A กับ ส่วน C ส่วน (E) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางวิศวกรรมประเภทต่างๆ ส่วน (F) เป็นลำดับความสำคัญของคุณลักษณะทางวิศวกรรมและผลการเปรียบเทียบคู่แข่ง ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 บ้านคุณภาพ

2.1.2.1 ส่วน A เป็นส่วนความต้องการของลูกค้า (Customer Needs)

ข้อมูลในส่วนนี้ได้มาจากการรวบรวมเสียงของลูกค้า (Voice of Customer: VOCs) การได้มาของเสียงลูกค้าสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้วิธีสัมภาษณ์ การสำรวจของฝ่ายการตลาด การใช้แบบสอบถาม โดยสร้างระดับชั้นให้กับการต้องการด้วยแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity Diagram) เพื่อจัดกลุ่มความต้องการแต่ละประเด็นให้เป็นหมวดหมู่

2.1.2.2 ส่วน B เป็นลำดับความสำคัญของความต้องการลูกค้าและผลการเปรียบเทียบคู่แข่ง

ข้อมูลในส่วนนี้ใช้ในการกำหนดลำดับความสำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

ก) ส่วน B1 ความสำคัญต่อลูกค้า (Importance to Customer: IMP)

โดยปกติแล้วลูกค้าจะมีความต้องการที่แตกต่างกันไป ดังนั้นจึงต้องทำการจัดลำดับความสำคัญ (Priority) ของความต้องการเหล่านั้น ซึ่งค่าที่ได้ในส่วนนี้จะหาได้จากผลสำรวจการจัดอันดับความสำคัญของความต้องการ โดยการใช้แบบสอบถาม ด้วยการวัดระดับคะแนน 5 ระดับ ซึ่ง “1” คือ มีความสำคัญน้อยที่สุด และ “5” คือ มีความสำคัญมากที่สุด

ข) ส่วน B2 ความพึงพอใจของลูกค้า (Customer of Satisfaction)

เป็นตัวชี้วัดในความพึงพอใจของลูกค้าซึ่งจะบอกได้ว่าสินค้าหรือบริการในปัจจุบันสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าอยู่ในระดับใด โดยข้อมูลในส่วนนี้จะไดจากนำความต้องการของลูกค้า (ส่วน A) มาจัดทำแบบสอบถาม และนำไปสำรวจกับกลุ่มลูกค้า

แบบสอบถามจะมีลักษณะการวัดคะแนนแบบ 5 ระดับ แล้วนำข้อมูลที่ได้รับมาทำการสรุปโดยการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล วิธีที่ให้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลจากแบบสอบถามที่น่าเชื่อถือคือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(Arithmetic Mean) ซึ่งหาได้จากสมการที่ (1)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

โดย

x คือ ค่าข้อมูลใดๆที่ได้รับจากแบบสอบถาม

n คือ จำนวนข้อมูล

ค) ส่วน B3 ความพึงพอใจในการแข่งขัน (Competitive of Satisfaction)

เป็นค่าที่แสดงถึงการเปรียบเทียบสินค้าและบริการของเรากับคู่แข่ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงคุณภาพของสินค้าและบริการให้ดียิ่งขึ้น ช่วยให้กลุ่มผู้พัฒนาตั้งเป้าหมายได้อย่างเหมาะสม

ง) ส่วน B4 เป้าหมาย (Goal)

เป็นส่วนที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะร่วมกันตั้งจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มระดับความพึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อสินค้าและบริการในด้านต่างๆ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบสินค้าและบริการของเรากับคู่แข่ง หรือความพึงพอใจของลูกค้าเอง ซึ่งการตั้งเป้าหมายจะตั้งที่ระดับสูงกว่าในปัจจุบัน

จ) ส่วน B5 อัตราส่วนการปรับปรุง (Improvement Ratio)

เป็นการเปรียบเทียบค่าระหว่างค่าเป้าหมายในการปรับปรุง (B4) กับค่าความพึงพอใจของลูกค้าในปัจจุบัน (B2) ซึ่งจะเป็นตัวชี้วัดในการพยายามเพื่อเพิ่มระดับความพึงพอใจของลูกค้าในด้านต่างๆ ค่าอัตราส่วนการปรับปรุงมีค่าสูง หมายถึง ผู้พัฒนาสินค้าและบริการจะต้องใช้ความพยายามอย่างมากในการทำให้ได้ตามเป้าหมาย โดยค่าอัตราส่วนการปรับปรุงสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$\text{อัตราส่วนการปรับปรุง} = \frac{\text{เป้าหมาย}}{\text{ค่าระดับคะแนนความพึงพอใจ}} \quad (2)$$

ฉ) ส่วน B6 จุดขาย (Sales Point)

เป็นค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างความสามารถของสินค้าหรือบริการที่มีอยู่ในปัจจุบันกับความสามารถของสินค้าและบริการที่ลูกค้าต้องการ ค่าในส่วนนี้ได้มาจากการระดมสมอง (Brain Storming) โดยแบ่งระดับคะแนน เป็น “1.0” คือไม่เป็นจุดขาย “1.2” คือเป็นจุดขายปานกลาง และ “1.5” คือเป็นจุดขายมาก

ช) ส่วน B7 คะแนนดิบ (Raw Weight)

ค่าที่ได้ในส่วนนี้จะได้จากการคำนวณในส่วนความสำคัญต่อลูกค้า (B1) อัตราส่วนการปรับปรุง (B5) และจุดขาย (B6) ถ้าคะแนนดิบมีค่าสูงนั้นแสดงว่า ความต้องการนั้นมีความสำคัญ

มาก ผู้พัฒนาสินค้าและบริการต้องให้ความสำคัญต่อรายการดังกล่าว โดยคะแนนดิบสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3)

$$\text{คะแนนดิบ} = \text{ความสำคัญต่อลูกค้า} \times \text{อัตราส่วนการปรับปรุง} \times \text{จุดขาย} \quad (3)$$

ซ) ส่วน B8 คะแนนดิบปกติ (Normalized Raw Weight)

ค่าในส่วนนี้ได้จากการเปลี่ยนคะแนนดิบ (B7) ให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 หรือทำให้อยู่ในค่าร้อยละ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4)

$$\text{คะแนนดิบปกติ} = \frac{\text{คะแนนดิบ}}{\text{ผลรวมของคะแนนดิบทั้งหมด}} \quad (4)$$

2.1.2.3 ส่วน C คุณลักษณะทางคุณภาพหรือคุณลักษณะทางวิศวกรรม

เป็นเทคนิคที่นำมาใช้เพื่อเป็นคำอธิบายทั่วไปของสินค้าและบริการ โดยเป็นการอธิบายในเชิงตัวแทนคุณลักษณะทางคุณภาพ (Substitute Quality Characteristics: SQCs) โดยเปลี่ยนความต้องการของลูกค้าในส่วน A เป็นภาษาทางเทคนิคหรือคุณลักษณะทางวิศวกรรม

หลังจากนั้นจะทำการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเป้าหมาย (Moving of target) เพื่อให้ทราบทิศทางการปรับปรุง โดยจะใช้สัญลักษณ์ 3 อย่าง ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์และความหมายของทิศทางการวัดของเป้าหมาย

สัญลักษณ์	ความหมาย
▲	ค่ายิ่งมกยิ่งดี
X	เป้าหมายที่ตั้งไว้ดีอยู่แล้ว
▼	ค่ายิ่งลดยิ่งดี

2.1.2.4 ส่วน D ความสัมพันธ์หรือเมตริกซ์ (Relation of Matrix)

ส่วนนี้จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้า A กับตัวแทนคุณลักษณะทางคุณภาพในส่วน C ซึ่งการกำหนดความสัมพันธ์นี้ส่วนใหญ่จะใช้สัญลักษณ์หรือตัวเลข

แทนลงไป ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ถ้าความสัมพันธ์เหล่านี้เป็นความสัมพันธ์เชิงบวก นั้นหมายความว่า ถ้าทำการปรับตัวแทนคุณลักษณะทางคุณภาพตัวใดตัวหนึ่ง จะทำให้ความพึงพอใจของลูกค้าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2.2 การกำหนดค่าตัวเลขให้กับความสัมพันธ์

ความสัมพันธ์	สัญลักษณ์	ตัวเลข
ไม่มีความสัมพันธ์	ไม่มี	0
สัมพันธ์น้อย	△	1
สัมพันธ์ปานกลาง	○	3
สัมพันธ์มาก	◎	9

2.1.2.5 ส่วน E เป็นความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางวิศวกรรมประเภทต่างๆ

ค่าความสัมพันธ์นี้มีความสำคัญอย่างมากในการกำหนดการประสานงานกับทีมงานในแต่ละฝ่ายว่าต้องมีการร่วมมือกันมากน้อยเพียงใด โดยใช้สัญลักษณ์ในการกำหนดทิศทางผลกระทบที่เกิดขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการทางเทคนิค

สัญลักษณ์	ความหมาย
//	มีผลกระทบต่อกันในทิศทางบวกอย่างมาก
/	มีผลกระทบต่อกันในทิศทางบวก
ช่องว่าง	ไม่มีผลกระทบต่อกัน
x	มีผลกระทบต่อกันในทิศทางลบ
xx	มีผลกระทบต่อกันในทิศทางลบอย่างมาก

2.1.2.6 ส่วน F การวัดเปรียบเทียบสมรรถนะทางด้านเทคนิค (Technical Benchmarks)

เป็นการคำนวณผลลัพธ์ทั้งหมดที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้เพื่อเรียงลำดับตอบคำถามความต้องการที่มี ในส่วนนี้จะประกอบด้วยการวัดผล 3 ส่วนด้วยกัน คือ

ก) ส่วน F1 ลำดับความสำคัญของความสัมพันธ์

เป็นส่วนแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของตัวแทนคุณลักษณะทางคุณภาพนั้นๆ ต่อความพึงพอใจของลูกค้าโดยรวม ดังนั้นถ้าค่าของตัวแทนคุณลักษณะใดมีค่ามากแสดงว่าผู้ออกแบบต้องให้ความสำคัญมากด้วย โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย

1. ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสัมบูรณ์ (Important Weight of Absolute Technical Requirement) เป็นค่าที่ได้จากการพิจารณาค่าความสัมพันธ์ในส่วน D และคะแนนดิบในส่วน B7 ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (5)

$$\text{ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสัมบูรณ์} = \sum (\text{ค่าระดับความสัมพันธ์} \times \text{คะแนนดิบ}) \quad (5)$$

2. ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบ (Relative Technical Requirement Important) จะแสดงให้เห็นถึงค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสัมบูรณ์อยู่ในรูปร้อยละ โดยคำนวณได้จากสมการที่ (6)

$$\begin{aligned} &\text{ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบ} \\ &= \frac{\text{ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสัมบูรณ์}}{\text{ผลรวมของค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสัมบูรณ์}} \quad (6) \end{aligned}$$

ข) ส่วน F2 การเปรียบเทียบสมรรถนะการแข่งขัน

ในส่วนนี้จะแสดงการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ของเรากับคู่แข่ง โดยใช้ข้อมูลในส่วนลักษณะทางเทคนิคของผลิตภัณฑ์ (ส่วน B) ว่าในแต่ละลักษณะทางคุณภาพของเราและของคู่แข่งวัดได้แตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

ค) ส่วน F3 เป้าหมายทางด้านเทคนิค

เป็นการกำหนดเชิงปริมาณเป็นตัวเลขเพื่อเป็นเป้าหมายของตัวแทนคุณลักษณะทางคุณภาพ โดยผู้พัฒนาสินค้าและบริการจะพยายามทำการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามจุดหมายหรือดีกว่า โดยศึกษาจากตัวแทนคุณลักษณะทางคุณภาพที่ได้อันดับสูงสุด แล้วทำการหาจุดอ่อนจุดแข็ง จากนั้นจึงกำหนดจุดมุ่งหมายโดยเปรียบเทียบกับความสามารถในการพัฒนาของตัวแทนคุณลักษณะทางคุณภาพนั้น

ง) ส่วน F4 ประเมินค่าตัวแทนลักษณะทางคุณภาพ

เป็นการประเมินค่าตัวแทนลักษณะทางคุณภาพในแต่ละหัวข้อขององค์กร โดยในส่วนนี้จะได้จากการระดมสมอง (Brain Storming) ของแต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้องในองค์กร เพื่อทำการให้คะแนนแต่ละค่าของตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพของบริษัท ซึ่งส่วนมากจะให้ระดับคะแนน 1 ถึง 5 ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ระดับคะแนนในการเปรียบเทียบสมรรถนะในการแข่งขัน

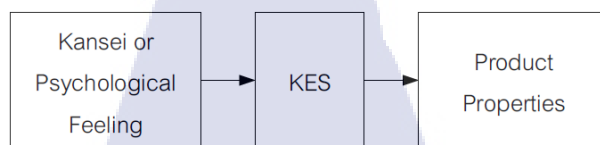
ระดับคะแนน	ความหมาย
1	มีสมรรถนะต่ำมาก
2	มีสมรรถนะต่ำ
3	มีสมรรถนะปานกลาง
4	มีสมรรถนะสูง
5	มีสมรรถนะสูงมาก

2.2 วิศวกรรมคันเซ (Kansei Engineering)

วิศวกรรมคันเซถูกคิดค้นขึ้นในปี ค.ศ.1970 โดย Mitsuo Nagamachi มหาวิทยาลัยอิโรซิม่า ประเทศญี่ปุ่น คำว่า “คันเซ (Kansei)” เป็นคำภาษาญี่ปุ่นซึ่งหมายถึง การแสดงความรู้สึกในมุมมองต่าง ๆ เฉพาะบุคคลที่มีต่อสิ่งใดๆ สภาพแวดล้อม หรือเหตุการณ์ โดยใช้ประสาทสัมผัสทางสายตา การได้ยิน ความรู้สึก การได้กลิ่น หรือรสชาติ

วิศวกรรมคันเซ ถูกนำมาใช้ในขั้นตอนของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้แปลความรู้สึก ความประทับใจ และความต้องการที่มีต่อผลิตภัณฑ์ให้เป็นแนวทางการ

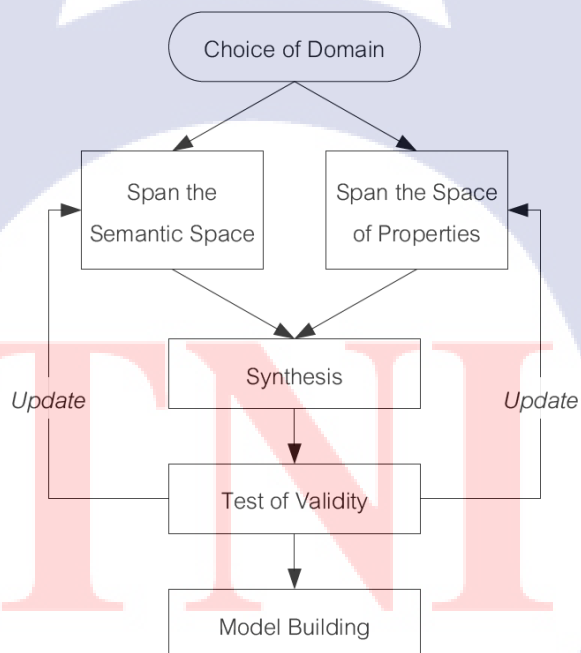
ออกแบบหรืออยู่ในรูปแบบคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Product Properties) เชิงรูปธรรม ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แผนภาพระบบวิศวกรรมคันเซ [7]

2.2.1 กระบวนการของวิศวกรรมคันเซ

ปัจจุบันมีการพัฒนาและบูรณาการวิธีการต่างๆ มาประยุกต์ใช้กับแนวคิดวิศวกรรมคันเซ เพื่อครอบคลุมและแก้ปัญหาในหลายๆ ด้าน ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงต้นแบบโดยทั่วไปของวิศวกรรมคันเซ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 โครงสร้างตัวแบบของวิศวกรรมคันเซ [7]

1. การเลือกขอบเขต (Choice of Domain)

ขั้นตอนแรกจะเป็นการเลือกขอบเขตที่จะทำการศึกษาซึ่งก็คือ กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย ช่องทางการตลาด และกลุ่มผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามขอบเขตของคั่นเซเป็นโครงสร้างที่เป็นนามธรรม ดังนั้นตัวแทนผลิตภัณฑ์อาจเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่แล้วหรือผลิตภัณฑ์เชิงแนวคิด (Conceptual Products) ก็ได้

2. การกำหนดขอบเขตค่าแสดงความรู้สึก (Span the semantic space)

ในส่วนของขั้นตอนนี้จะเป็นการคัดเลือกค่าแสดงความรู้สึกที่ใช้เชื่อมโยงกับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ การคัดเลือกคำคั่นเซที่เหมาะสมนั้น ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

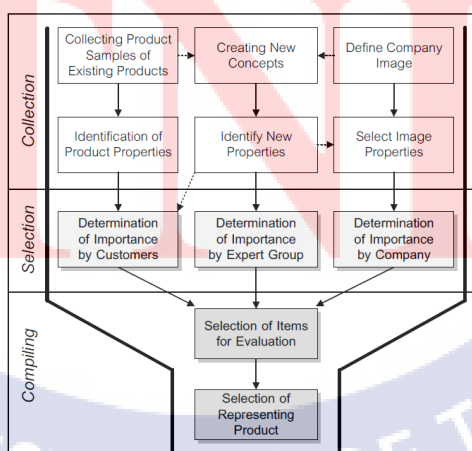
ก) รวบรวมคำคั่นเซที่สื่อถึงผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจมาจากหลายแหล่งข้อมูล เช่น นิตยสาร สิ่งตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้อง สื่ออินเทอร์เน็ต ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ใช้งานที่มีประสบการณ์

ข) คัดเลือกคำคั่นเซ ซึ่งวิธีการระบุโครงสร้างของคำคั่นเซสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ โดยใช้แผนภาพความสัมพันธ์ (Affinity Diagram) หรือ วิธีการทางสถิติ เช่น การใช้แบบสอบถาม

ค) การแปลความหมาย เมื่อแบ่งกลุ่มคำคั่นเซที่มีความสัมพันธ์กันได้แล้ว ผู้ศึกษาจะต้องแปลความหมายและหาคำคั่นเซระดับสูงที่แทนความหมายของกลุ่มคำคั่นเซระดับต่ำ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการสังเคราะห์ต่อไป

3. การกำหนดขอบเขตคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Span the space of properties)

ผลิตภัณฑ์หนึ่งอาจจะประกอบไปด้วยคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์จำนวนมาก ในขั้นตอนนี้จะเป็นการคัดเลือกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญต่อความรู้สึกของผู้บริโภคและการออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 กระบวนการกำหนดคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ [7]

ก) รวบรวมคุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์ (Collection) โดยทำการสร้างแนวคิดใหม่ (Creating New Concepts) จากการรวบรวมข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ (collecting product samples of existing products) และจากการนิยามตามนโยบายของบริษัท (define company image) จากนั้นทำการคัดแยกคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ (Identification of Product Properties), คัดแยกคุณลักษณะใหม่ (Identification New Properties) และนำคุณลักษณะใหม่กับนโยบายบริษัทมาเป็นตัวกำหนดภาพลักษณ์ของคุณลักษณะผลิตภัณฑ์

ข) คัดเลือกคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ (Selection) โดยเรียงลำดับตามความสำคัญ ในส่วนของคุณลักษณะผลิตภัณฑ์นั้นจะได้รับการประเมินโดยกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย (determination of importance by customers) ส่วนคุณลักษณะด้านภาพลักษณ์ โดยปกติแล้วจะคัดเลือกโดยผู้บริหารระดับสูงของบริษัท (Determination of Importance by Company) และส่วนสุดท้ายในส่วนคุณลักษณะใหม่ๆ จะได้รับการประเมินและคัดเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง เช่น ฝ่ายออกแบบผลิตภัณฑ์ ฝ่ายการตลาด (Determination of Importance by Expert Group)

ค) กำหนดชุดคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Compiling) ขั้นตอนนี้เป็นการคัดเลือกและรวมคุณลักษณะ ที่สำคัญที่มีผลต่อผู้บริโภค (Select of Items for Evaluation) เข้าไว้ด้วยกันเพื่อใช้เป็นตัวแทนในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับคำค้นเซ (Selection of Representing Product) ในกระบวนการถัดไป โดยแต่ละคุณลักษณะจะประกอบด้วยคุณลักษณะย่อยๆ ที่แสดงถึงโครงสร้างและคุณลักษณะเชิงกายภาพของผลิตภัณฑ์

4. การสังเคราะห์ (Synthesis)

ขั้นตอนการสังเคราะห์นี้เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคำค้นเซกับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ (Relationship Identification) ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่

1. วิธีการวิเคราะห์ด้วยมือ เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคำค้นเซกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ปฏิบัติการ
2. วิธีการทางสถิติ เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรจากข้อมูลจำนวนมากที่ได้จากแบบสอบถาม เครื่องมือทางสถิติที่ประยุกต์ใช้ เช่น การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ทฤษฎีเชิงปริมาณประเภท 1 (Quantification Theory Type I)
3. วิธีการประเมินอื่นๆ เช่น Genetic Algorithm, Fuzzy Logics หรือ Neural Networks

5. การตรวจสอบความถูกต้องและการสร้างตัวแบบ (Test of Validity and Model Building)

ขั้นตอนนี้ เป็นการตรวจสอบความถูกต้อง ของการแปลผลการวิเคราะห์ โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบตามผลที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมา แล้วจึงนำไปตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้แบบสอบถามอีกครั้ง

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ใช้ทฤษฎีเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพมาประยุกต์ใช้ในการหาปัจจัยการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยใช้บ้านคุณภาพเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ยังได้ใช้วิศวกรรมคันเซมาช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อให้เข้าถึงอารมณ์ของผู้บริโภคได้มากขึ้น

2.3 การทบทวนวรรณกรรม

การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ทำการหาข้อมูลในฐานข้อมูลมาตรฐานต่างๆ อาทิ www.sciencedirect.com และบทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ และวิศวกรรมคันเซ โดยได้พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ ดังสรุปในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ ที่	ผู้เขียน	ปีที่ตีพิมพ์ (ค.ศ.)	หัวข้องานวิจัยที่นำเสนอ
1	K. Ruengsak [8]	n.d.	Packaging Design using Kansei Engineering Approach
2	Hauser and Clausing [4]	1993	The house of quality
3	จุฑาภาญจน์ ดวงตาดำ [9]	2008	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เทียนหอมด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและวิศวกรรมคุณค่า
4	นาริรัตน์ จริยะปัญญา [10]	2010	การออกแบบผลิตภัณฑ์ชุดเดินป่าโดยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

ตารางที่ 2.5 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ ที่	ผู้เขียน	ปีที่ตีพิมพ์ (ค.ศ.)	หัวข้องานวิจัยที่น่าสนใจ
5	ชินะ รอดศิริ [11]	2010	การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมบริการ กรณีศึกษา อาคารผู้โดยสารท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
6	กุลล พิมพันธ์ศรี [12]	2011	การประยุกต์วิศวกรรมคั่นเซเพื่อการประเมินการรับรู้ของผู้บริโภคต่อแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์: กรณีศึกษาการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ตู้เสื้อผ้า
7	นพรัตน์ คุ่มพงษ์ [13]	2012	กรอบแนวคิดการประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั่นเซในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร : กรณีศึกษา ข้าวพาร์บอยล์
8	W. Wattanutchariya <i>et al.</i> [14]	2012	Implementation of Quality Function Deployment and Kansei Engineering for GABA Rice Snack Development
9	T.K. Philip <i>et al.</i> [15]	2013	Design of an Automotive Headlamp considering style and performance
10	อภิศักดิ์ นาคณอม [16]	2014	การศึกษาการออกแบบไฟหน้าและไฟท้ายรถยนต์โดยใช้หลักการ QFD บริษัท กรณีศึกษา
11	P. Padagannavar [17]	2016	Automotive Product Design and Development of Car Dashboard Using Quality Function Deployment

จากตารางที่ 2.5 K. Ruengsak [8] ได้ทำการวิจัยการออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างจานโดยใช้วิศวกรรมคั่นเซ ซึ่งการวิจัยได้ทำการแยกคุณลักษณะของบรรจุภัณฑ์เป็น 4 ส่วน ได้แก่ รูปทรง, ฝาปิด, สีและวัสดุ แล้วจึงทำการใช้คำค้นเซอธิบายคุณลักษณะต่างๆ จากนั้นสำรวจความต้องการของลูกค้าโดยใช้แบบสอบถามจำนวน 200 ชุด และทำการออกแบบชิ้นงานตัวอย่างโดยผลลัพธ์ที่ได้คือบรรจุภัณฑ์ควรเป็นรูปทรงกลม ขนาดพอดีมือ มีฐานที่กว้าง ฝาปิดมีลักษณะเป็นแบบฟลิปฟlop (Flip-flop) มีรูที่กว้างพอสำหรับการเท สีของบรรจุภัณฑ์เป็นสีขาว และใช้วัสดุ PE หรือ PET

Hauser and Clausing [4] ได้ทำการศึกษาวิธีการเก็บรวบรวมเสียงของลูกค้า เพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยงานวิจัยนี้ได้สรุปว่าการสอบถามลูกค้าเพียง 20-30 คนก็สามารถประเมินความต้องการของลูกค้าได้ครอบคลุมถึง 90-95% เพียงแต่วิธีการเก็บและเครื่องมือเหล่านั้นเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะการใช้คำถามควรมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ซึ่งจะทำได้เสียงของลูกค้าที่กว้างมากขึ้น

กุศล พิมพพันธุ์ศรี [12] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์สโตร์โมเดิร์นคอนเทมโพรารี โดยมีขอบเขตการศึกษาคือ ผลิตภัณฑ์ตู้เสื้อผ้าสำหรับอาคารชุด โดยใช้คำแสดงความรู้สึกหรือคำค้นเซจำนวน 3 คำ ได้แก่ Elegant Functional และ Modest โดย แบบ Elegant มีลักษณะคือ โทนสีอ่อน ลวดลายแบบลายพื้นใช้วัสดุบานประตูที่เป็นกระจกมือจับมีลักษณะซ่อนผิวสัมผัสลักษณะด้าน และรูปแบบการเปิดบานตู้แบบบานเลื่อน, แบบ Function ผิวสัมผัสที่มีลักษณะด้าน มือจับขนาดใหญ่ ลวดลายแบบลายไม้ รูปแบบการเปิดบานตู้แบบบานเปิด และใช้วัสดุบานประตูที่เป็นไม้ และแบบ Modest ผิวสัมผัสที่มีลักษณะด้าน ลวดลายแบบลายพื้นใช้วัสดุบานประตูที่เป็นผ้า สีที่ใช้อยู่ในโทนสีกลาง และรูปแบบการเปิดบานตู้แบบบานเลื่อน

W. Wattanutchariya et al. [14] ได้ทำการศึกษากการพัฒนาข้าวกาบาโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพในการพัฒนาข้าวกาบาและใช้วิศวกรรมคั่นเซในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าคุณลักษณะที่สำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คือ ความสะอาด, รสชาติ และไม่มีกลิ่นเหม็น ในส่วนของบรรจุภัณฑ์ลูกค้าพึงพอใจแบบถุงแบบมีได้จับและคำค้นเซที่ใช้อธิบายคุณลักษณะผลิตภัณฑ์คือ “รับประทานง่าย” และ “น่าดึงดูด”

T.K. Philip et al. [15] ได้ทำการวิจัยการออกแบบไฟหน้ารถยนต์โดยพิจารณาจากรูปลักษณ์ภายนอก (Appearance) และประสิทธิภาพการทำงาน (Performance) ซึ่งทำการรวบรวมความต้องการของลูกค้าแล้วนำมาออกแบบชิ้นงานต้นแบบภายใต้ข้อกำหนดทางกฎหมายของประเทศอินเดีย และทำการทดสอบความทนทานความร้อนของชิ้นงานต่อความร้อนที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดแสงและความร้อนสะสมภายในโคมไฟ

อภิศักดิ์ นาคณอม [16] ได้ทำการศึกษาการออกแบบไฟหน้าและไฟท้ายรถยนต์โดยใช้หลักการ QFD กับปริศนกรณีศึกษา ผลการวิจัยพบว่าลูกค้าให้ความสำคัญกับรูปทรงที่โฉบเฉี่ยวทันสมัย ในส่วนของไฟหน้านั้น แบบ Projector ได้รับความนิยมสูงสุด ด้านสมรรถนะนั้นลูกค้าต้องการอายุการใช้งานนานมากกว่า 3 ปีของการรับประกัน และในส่วนข้อกำหนดทางเทคนิคพบว่าสิ่งที่สำคัญที่สุดคือต้องผ่านกฎหมายรับรอง



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 บทนำ

วิธีดำเนินการวิจัยในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยคำนึงถึงปัจจัยความต้องการของลูกค้าและข้อกำหนดทางวิศวกรรมต่างๆ ที่มีผลซึ่งใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพร่วมกับวิศวกรรมคันเซและการวิเคราะห์ตามหลักการทางวิศวกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันของรถยนต์ ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการตามขั้นตอนปฏิบัติดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการเตรียมการ

1. ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีเบื้องต้น
2. กำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนการดำเนินการโดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

1. สำรวจความต้องการของลูกค้าโดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์
2. ออกแบบสอบถามและทำทดสอบความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรง
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

ขั้นตอนการดำเนินการโดยใช้วิศวกรรมคันเซ

1. นำวิศวกรรมคันเซมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเพื่อเข้าถึงอารมณ์ผู้บริโภค
2. ออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบโดยใช้โปรแกรม CATIA V5

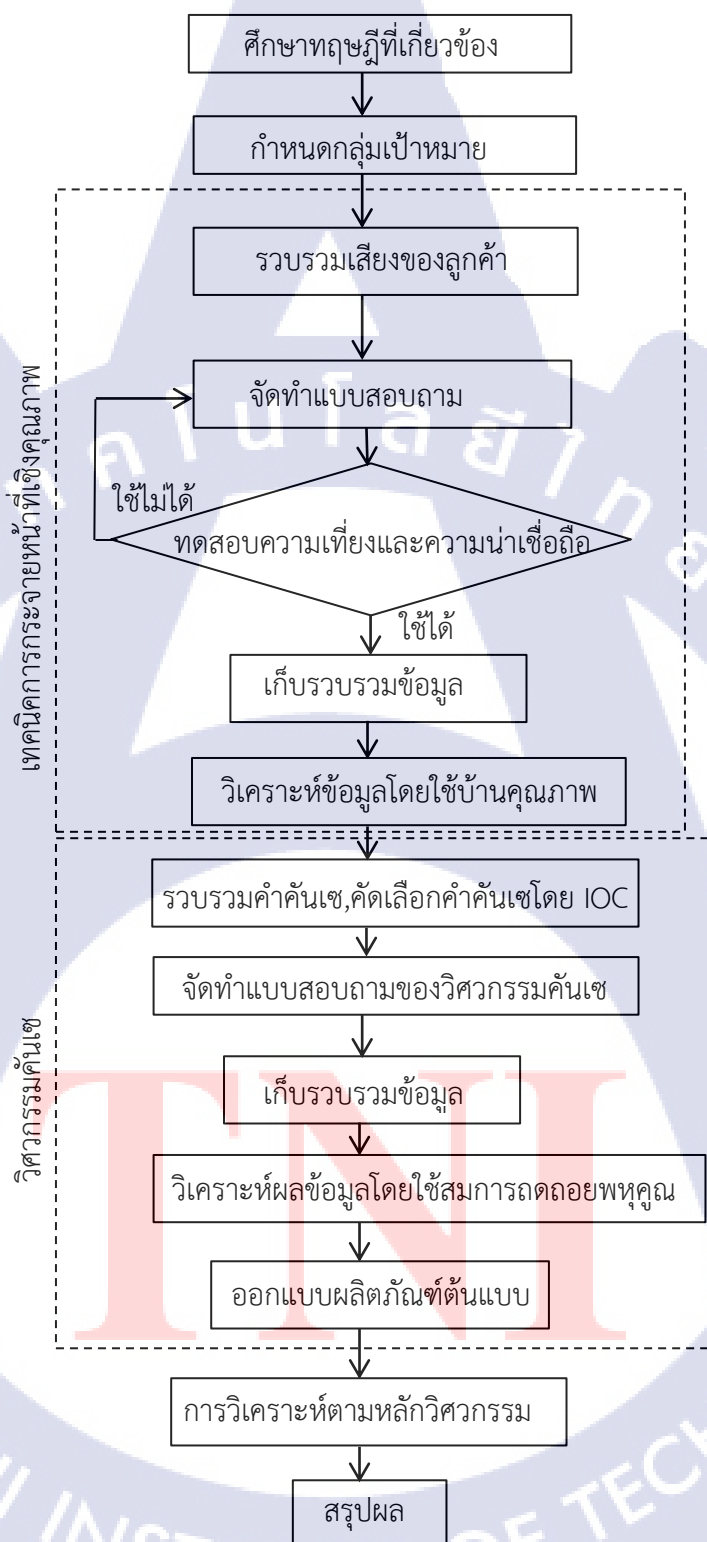
ขั้นตอนการดำเนินการโดยการวิเคราะห์ตามหลักวิศวกรรม

1. การเปรียบเทียบพื้นที่ผิวของไฟ DRL
2. การวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อน
3. การใช้วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ

ขั้นตอนการสรุปผล

1. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สามารถเขียนเป็นแผนผังขั้นตอนการทำได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.2 การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ในการศึกษาครั้งนี้ ประชากร หมายถึง ผู้มีใบขับขี่และอาศัยในกรุงเทพมหานคร มีอายุระหว่าง 18-60 ปี ทั้งหญิงและชาย ซึ่งมีจำนวน 4,637,395 คน (กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก. 21 กันยายน 2560) สาเหตุที่เลือกประชากรกลุ่มนี้มาทำการศึกษา เพราะ เป็นเมืองที่มีผู้คนอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น และเพื่อความสะดวกในการทำวิจัย

การสุ่มตัวอย่าง

จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามนั้นผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมายคือผู้มีใบขับขี่และอาศัยในกรุงเทพมหานคร มีอายุระหว่าง 18-60 ปี ทั้งหญิงและชาย ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีของ T. Yamane [18] ดังแสดงในสมการที่ (7) โดยสมมติค่าสัดส่วนเท่ากับ 0.5 และที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

$$n = \frac{N}{(1 + Ne^2)} \quad (7)$$

โดยที่

n = ขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้

N = จำนวนประชากรที่ทราบค่า

e = ค่าความคลาดเคลื่อนที่จะยอมรับได้ (Allowable Error)

ถ้ากำหนดระดับความคลาดเคลื่อนเท่ากับร้อยละ 5 (ซึ่งอ้างอิงจากงานวิจัยของ “อภิศักดิ์ นาคณอม” [16]) จะใช้ 0.05 แทนค่าในสูตร

$$n = \frac{4,637,395}{(1 + 4,637,395 \times 0.05^2)} = 399.99$$

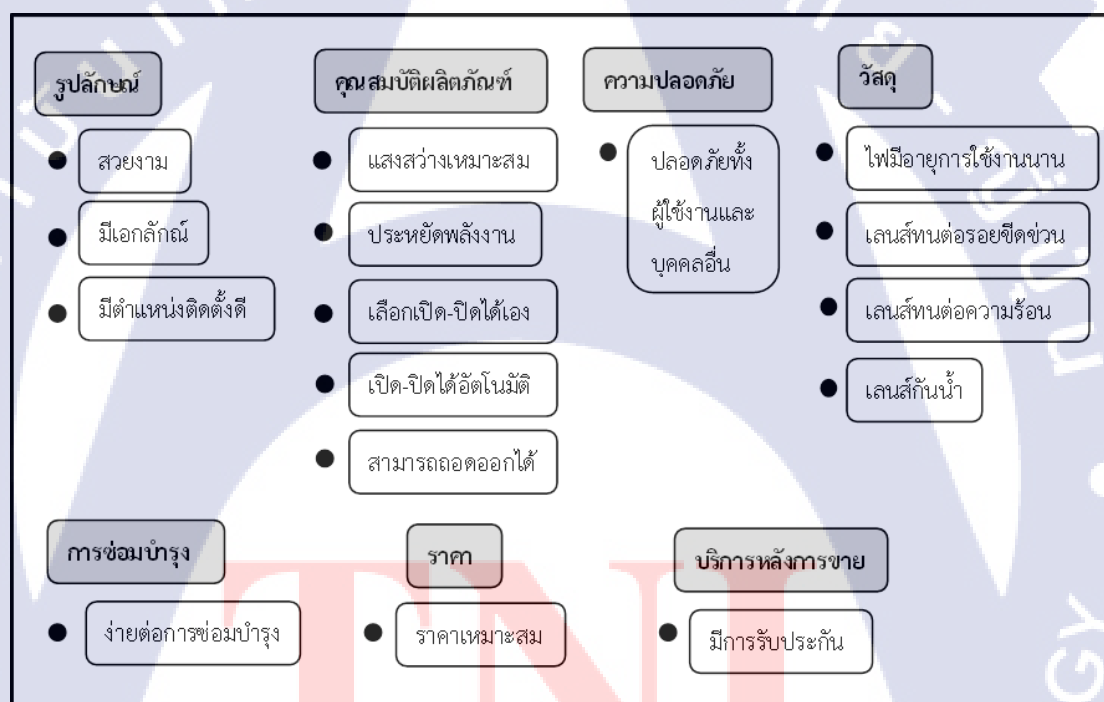
ดังนั้นจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย มีจำนวน 400 คน

3.3 การสำรวจความต้องการของลูกค้า

ในงานวิจัยนี้จะทำการเก็บรวบรวมเสียงของลูกค้า โดยวิธีการใช้แบบสัมภาษณ์และการสัมภาษณ์ตัวต่อตัว โดยใช้คำถามในลักษณะปลายเปิดจำนวน 30 คน โดยสุ่มจากกลุ่มประชากรในกรุงเทพมหานคร ที่มีใบขับขี่และมีอายุระหว่าง 18-60 ปี ทั้งหญิงและชาย

3.3.1 การรับฟังเสียงความต้องการของลูกค้า (The voice of Customer)

การเก็บข้อมูลความต้องการของลูกค้าใช้วิธีการโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบปลายเปิดและการสัมภาษณ์กับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน โดยเก็บข้อมูลในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560 สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) และจัดกลุ่มด้วยแผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) ได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram)

3.4 การออกแบบแบบสอบถามและทำทดสอบความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรง

แบบสอบถาม

ส่วนนี้จะเป็นส่วนช่วยประเมินระดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้า ทำให้ทราบว่าแต่ละความต้องการ มีความสำคัญต่อลูกค้ามากน้อยเพียงใด ซึ่งแบบสอบถามจะประกอบไปด้วยกัน 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านความสำคัญของผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างเวลากลางวันสำหรับรถยนต์

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างเวลากลางวันสำหรับรถยนต์

การหาค่าความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรงส่วนเปลือกหน้า (Face validity) เป็นการหาความเที่ยงตรงจากการสอบถามจากกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งข้อดีข้อการตรวจสอบนี้คือสอดคล้องกับบริบทและความนึกคิดของกลุ่มเป้าหมายที่จะศึกษา

ความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity) เป็นการวัดความสอดคล้องของเนื้อหา ว่าตรงประเด็นและครอบคลุมในสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่ ซึ่งทำได้โดยการหาค่า IOC (Index of Item – Objective Congruence) ดังแสดงในสมการที่ (8)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (8)$$

R คือ ความคิดเห็นของผู้ประเมิน และ N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่า +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับเนื้อหา

ค่า 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับเนื้อหา

ค่า -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความนั้นไม่สอดคล้องกับเนื้อหา

ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทดสอบหาค่าความเที่ยงตรงส่วนเปลือกหน้าจากกลุ่มเป้าหมาย 25 คน โดยวิธีการวัดความสอดคล้องของเนื้อหาพบว่า ต้องตัดข้อความที่มีค่า IOC น้อยกว่า 0.5 ออก 2 ข้อ

การคำนวณหาความเชื่อมั่น

การคำนวณหาความเชื่อมั่น เพื่อรวบรวมข้อบกพร่องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย สามารถหาได้โดยค่าความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) ด้วยการใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach's Alpha Coefficient) ดังสมการที่ (9)

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_p^2} \right) \quad (9)$$

α = ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k = จำนวนข้อของแบบทดสอบ

S_i^2 = ความแปรปรวน (variance) ของข้อ i

S_p^2 = ความแปรปรวนของคะแนนรวม

ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ควรมีค่าเกิน 0.80 ขึ้นไป ถ้าน้อยกว่านั้นอาจต้องทำการตัดคำถามบางข้อออก หรือสร้างจำนวนข้อคำถามให้เพิ่มขึ้นจากเดิม เพื่อให้ค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้มีจำนวนคำถาม 15 ข้อ และคำนวณความเชื่อมั่นได้ 0.8253 ถือว่าแบบสอบถามนี้ใช้ได้

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi Stage Random Sampling) โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เขตปกครองของกรุงเทพมหานครมีทั้งหมด 50 เขต แบ่งเขตพื้นที่ตามสำนักงานเขตออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เขตชั้นใน มี 21 เขตปกครอง ได้แก่ พระนคร ป้อมปราบศัตรูพ่าย สัมพันธวงศ์ ปทุมวัน บางรัก ยานนาวา สาทร บางคอแหลม ดุสิต บางซื่อ พญาไท ราชเทวี ห้วยขวาง คลองเตย จตุจักร ธนบุรี คลองสาน บางกอกน้อย บางกอกใหญ่ ดินแดง วัฒนา

กลุ่มที่ 2 เขตชั้นกลาง มี 18 เขตปกครอง ได้แก่ พระโขนง ประเวศ บางเขน บางกะปิ ลาดพร้าว บึงกุ่ม บางพลัด ภาษีเจริญ จอมทอง ราษฎร์บูรณะ สวนหลวง บางนา ทุ่งครุ บางแค วังทองหลาง คันนายาว สะพานสูง สายไหม

กลุ่มที่ 3 เขตชั้นนอก มี 11 เขตปกครอง ได้แก่ มีนบุรี ดอนเมือง หนองจอก ลาดกระบัง คลองสามวา หนองแขม บางขุนเทียน หลักสี่ คลองสามวา บางบอน ทวีวัฒนา

ขั้นตอนที่ 2 ใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Judgmental Sampling) โดยผู้วิจัยเลือกเขตการปกครองอย่างละเขตเพื่อเป็นตัวแทนในแต่ละกลุ่ม โดยใช้พื้นที่ที่เป็นแหล่งธุรกิจที่มีการสัญจรทางรถยนต์สูงและสามารถเก็บข้อมูลได้สะดวก ซึ่งได้แก่ เขตพญาไท เขตบางกะปิ และเขตลาดกระบัง

ขั้นตอนที่ 3 ใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบกำหนดสัดส่วน (Quota Sampling) โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง 400 ชุด และเก็บเพิ่มอีก 20 ชุดเพื่อป้องกันความผิดพลาด จาก 3 เขตฯละเท่าๆกัน โดยแบ่งสัดส่วนได้เขตละ 140 ชุด

ขั้นตอนที่ 4 ใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบตามสะดวก (Convenience Sampling) โดยการแจกแบบสอบถามให้กลุ่มตัวอย่างที่บริเวณอาคารสำนักงาน มหาวิทยาลัย/โรงเรียน และห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ไปเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงปลายเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560 ถึงกลางเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 โดย เขตพญาไท ผู้วิจัยได้ไปเก็บรวบรวมข้อมูลบริเวณภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารวิทยกิตติ์ และบริเวณ Park@Siam เขตบางกะปิ ผู้วิจัยได้ไปเก็บรวบรวมข้อมูลบริเวณห้างสรรพสินค้าเดอะมอลล์บางกะปิ ตลาดนัดตะวันออก ห้างสรรพสินค้าแฮปปี้แลนด์เซ็นเตอร์และบริเวณภายในมหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต และเขตลาดกระบัง ผู้วิจัยได้ไปเก็บรวบรวมข้อมูลที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง บริเวณซอยเก็กงาม ห้าง I-Place ห้างเดอะพลาซาลาดกระบังและเพื่อนร่วมงานของผู้วิจัยในบริษัทที่ผู้วิจัยเคยทำงานอยู่ซึ่งตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง

สรุปจำนวนของการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถามแต่ละเขตทั้งในส่วนที่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ได้และส่วนที่เสีย เช่น ตอบไม่ครบหรือไม่มีใบขับขี่ เป็นต้น ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สรุปจำนวนของการเก็บรวบรวมข้อมูล

เขต	จำนวนทั้งหมดที่เก็บได้ (ชุด)	จำนวนชุดที่เสีย (ชุด)	คงเหลือ (ชุด)
พญาไท	148	12	136
บางกะปิ	143	13	130
ลาดกระบัง	146	10	136
รวม	437	35	402

3.5.1 สรุปการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม

ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามในกลุ่มประชากรในเขตกรุงเทพมหานครที่อายุ 18-60 ปีและมีใบขับขี่รถยนต์ ซึ่งหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างดังที่กล่าวไว้ข้างต้น การเก็บแบบสอบถามจำนวน 400 คน ส่วนของแบบสอบถามนั้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านความสำคัญของผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์

ก) ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามใน 3 เขต คือ เขตพญาไท เขตบางกะปิ และเขตลาดกระบัง โดยมีจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม เขตพญาไท 135 คน เขตบางกะปิ 130 คน และเขตลาดกระบัง 135 คน และสามารถสรุปข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สรุปข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

หัวข้อ		จำนวนผู้ตอบ	เปอร์เซ็นต์
เพศ	ชาย	236	59%
	หญิง	164	41%
อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	45	11.25%
	20-30 ปี	203	50.75%
	31-40 ปี	122	30.5%
	41-50 ปี	30	7.5%
	มากกว่า 60 ปี	0	0%
ระดับการศึกษาชั้นสูงสุด	มัธยมศึกษา,ปวช. หรือต่ำกว่า	15	3.75%
	อนุปริญญา/ปวส.	20	5%
	ปริญญาตรี	284	71%
	ปริญญาโท	71	17.75%
	สูงกว่าปริญญาโท	10	2.5%
อาชีพ	รัฐวิสาหกิจ	12	3%
	ราชการ	20	5%

ตารางที่ 3.2 สรุปข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม (ต่อ)

หัวข้อ		จำนวนผู้ตอบ	เปอร์เซ็นต์
อาชีพ	นักเรียน / นักศึกษา	14	3.5%
	พนักงานบริษัท	248	62%
	ธุรกิจส่วนตัว	63	15.75%
	ว่างงาน	17	4.25%
	อื่นๆ	26	6.5%
รายได้/เดือน (บาท)	น้อยกว่า 20,000	89	22.25%
	20,001-30,000	167	41.75%
	30,001-40,000	105	26.25%
	40,001-50,000	30	7.5%
	50,001-60,000	7	1.75%
	มากกว่า 60,000	2	0.5%

จากตารางที่ 3.2 ผลสรุปข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ช่วงอายุที่มีผู้ตอบมากที่สุดคือ 20-30 ปี ระดับการศึกษาขั้นสูงสุดส่วนใหญ่คือปริญญาตรี อาชีพส่วนใหญ่คือ พนักงานบริษัท และรายได้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 20,001-30,000 บาท ซึ่งมีผลทำให้คุณลักษณะของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ที่ใช้ข้อมูลจากงานวิจัยนี้มีแนวโน้มที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้ากลุ่มนี้ได้มากกว่า

ข) ข้อมูลด้านความสำคัญของผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์

ในการสำรวจระดับความสำคัญของผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ โดยการใช้การวัดระดับ 1 ถึง 5 โดยที่ (1) หมายถึงระดับความสำคัญน้อยที่สุดและ (5) หมายถึง ระดับความสำคัญมากที่สุด ผลสำรวจจากผู้ตอบแบบสอบถามและหาค่าตอบโดยวิธีเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ระดับความสำคัญของลูก้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์

กลุ่มความต้องการ	ความต้องการ	ระดับความสำคัญ (Arithmetic Mean)
ด้านรูปลักษณ์	รูปลักษณ์สวยงาม	4.23
	มีความเป็นเอกลักษณ์	3.96
	ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม	4.75
ด้านการใช้งาน	มีระดับความสว่างที่เหมาะสม	4.62
	สามารถกำหนดการเปิด-ปิดการใช้งานได้เอง	4.05
	เปิดใช้งานเมื่อสแตร์ทรถและปิดการใช้งานเมื่อเปิดไฟหน้า	3.97
	สามารถถอดเปลี่ยนได้	4.17
	ประหยัดพลังงาน	4.44
ด้านความปลอดภัย	ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และบุคคลอื่น	4.79
ด้านวัสดุอุปกรณ์	หลอดไฟมีอายุการใช้งานยาวนาน	4.37
	เลนส์ไม่เป็นรอยง่าย	4.53
	เลนส์มีความทนทานต่อความร้อน	4.69
	เลนส์กันน้ำเข้าได้	4.68
ด้านการบำรุงรักษา	ซ่อมบำรุงรักษาง่าย	4.39
	มีการรับประกัน	4.34

ผลการสำรวจพบว่าสิ่งที่ลูก้าให้ความสำคัญมากที่สุดคือ ด้านความปลอดภัย โดยผลิตภัณฑ์ต้องไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และบุคคลอื่น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตอยู่ที่ 4.79

ค) ข้อมูลด้านความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับ

รถยนต์

ในการสำรวจระดับความสำคัญของผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ โดยใช้การวัดระดับ 1 ถึง 5 โดยที่ (1) หมายถึงระดับความสำคัญน้อยที่สุดและ (5) หมายถึงระดับความสำคัญมากที่สุด ซึ่งใช้ตัวแทนผลิตภัณฑ์ดังตารางที่ 3.4 กำหนดอายุการใช้งานของไฟ LED ที่ 25,000 ชั่วโมงซึ่งอ้างอิงจาก “คู่มือการเลือกหลอด LED สำหรับผู้บริโภค” [19] ผลสำรวจจาก

ผู้ตอบแบบสอบถามและหาคำตอบโดยวิธีเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.4 ตัวแทนผลิตภัณฑ์ในด้านรูปลักษณ์

แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
 LED แบบเส้นติดตั้งอยู่กับไฟหน้า	 LED แบบจุดติดตั้งอยู่กับไฟหน้า	 LED แบบจุดติดตั้งตรงกันชนหน้า

ตารางที่ 3.5 ระดับความพึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์

กลุ่มความต้องการ	ความต้องการ	ระดับความพึงพอใจ (Arithmetic Mean)
ด้านรูปลักษณ์	รูปลักษณ์สวยงาม (แบบที่ 1)	4.16
	รูปลักษณ์สวยงาม (แบบที่ 2)	3.99
	รูปลักษณ์สวยงาม (แบบที่ 3)	3.13
	มีความเป็นเอกลักษณ์ (แบบที่ 1)	4.01
	มีความเป็นเอกลักษณ์ (แบบที่ 2)	3.76
	มีความเป็นเอกลักษณ์ (แบบที่ 3)	3.18
	ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม (แบบที่ 1)	4.10
	ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม (แบบที่ 2)	3.94
	ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม (แบบที่ 3)	3.47
ด้านการใช้งาน	มีระดับความสว่างที่เหมาะสม	4.49
	สามารถกำหนดการเปิด-ปิดการใช้งานได้เอง	4.05
	เปิดใช้งานเมื่อสตาร์ทรถและปิดการใช้งานเมื่อเปิดไฟหน้า	4.03
	สามารถถอดเปลี่ยนได้	4.11
	ประหยัดพลังงาน	4.57

ตารางที่ 3.5 ระดับความพึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

กลุ่มความต้องการ	ความต้องการ	ระดับความพึงพอใจ (Arithmetic Mean)
ด้านความปลอดภัย	ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และบุคคลอื่น	4.69
ด้านวัสดุอุปกรณ์	หลอดไฟมีอายุการใช้งาน 25,000 ชม.	4.40
	เลนส์ไม่เป็นรอยง่าย	4.42
	เลนส์มีความทนทานต่อความร้อน	4.58
	เลนส์กันน้ำเข้าได้	4.57
ด้านการบำรุงรักษา	ซ่อมบำรุงรักษาง่าย	4.40
	มีการรับประกัน	4.25

ผลการสำรวจพบว่าสิ่งที่ลูกค้าพึงพอใจมากที่สุดคือ ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และบุคคลอื่น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตอยู่ที่ 4.69 ส่วนในด้านของรูปลักษณ์นั้น ลูกค้าพึงพอใจในแบบที่ 1 (แบบเส้นติดอยู่กับโคมไฟหน้า) และ แบบที่ 2 (แบบจุดติดอยู่กับโคมไฟหน้า) มากกว่า แบบที่ 3 (แบบเส้นติดอยู่กับกันชนหน้า)ซึ่งข้อมูลในด้านรูปลักษณ์นี้จะถูกนำไปประยุกต์ใช้ในวิศวกรรมคันเซตต่อไป

3.6 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

แบบสอบถามที่ผู้วิจัยทำขึ้นนั้นจะมีลักษณะเป็นการเลือกแบบลำดับคะแนน (Ratings) และจะใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูล (Average) ดังแสดงในสมการที่ (10) ในการสรุปค่าเฉลี่ยของแต่ละระดับความสำคัญที่ได้รับการตอบกลับมาจากผู้ตอบแบบสอบถาม

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (10)$$

โดย

x คือ ค่าข้อมูลใดๆที่ได้รับจากแบบสอบถาม

n คือ จำนวนข้อมูล

หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้รับไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD ตามที่ได้อธิบายไว้แล้วในบทที่ 2

3.7 วิเคราะห์คุณค่า

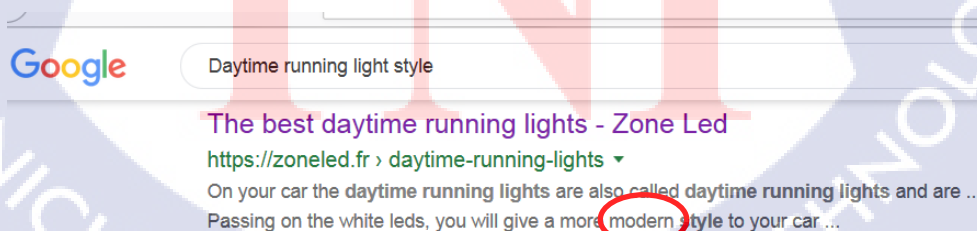
ผู้วิจัยจะรวบรวมคุณค่าที่สื่อถึงผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจมาจากหลายแหล่งข้อมูล เช่น นิตยสาร สิ่งตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้อง สื่ออินเทอร์เน็ต ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ใช้งานที่มีประสบการณ์ จากนั้นนำมาออกแบบแบบสอบถามแบบลำดับคะแนน (ratings) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างประมาณ 200 คน ซึ่งอ้างอิงขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์องค์ประกอบจากข้อคิดของ Comrey และ Lee [5] ดังแสดงในตารางที่ 3.6 ในการวัดความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่ากับความรู้สึกของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์และนำมาวิเคราะห์โดยสมการการถดถอยแบบพหุคูณ

ตารางที่ 3.6 ข้อคิดของ Comrey และ Lee [5]

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง	ความเหมาะสมของการวิเคราะห์
50	แย่มาก
100	แย่
200	กำลังดี
300	ดี
500	ดีมาก
1000	ดีที่สุด

3.7.1 การรวบรวมและคัดเลือกค่าแสดงความรู้สึก (คุณค่า)

ขั้นตอนที่ 1 ในงานวิจัยนี้ได้รวบรวมคำคุณศัพท์ที่แสดงความรู้สึก (คุณค่า) ที่อธิบายถึงลักษณะในด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์จากสื่ออินเทอร์เน็ต (ตัวอย่างการค้นหาภาพที่ 3.3) สื่อโฆษณา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สอบถามจากผู้มีประสบการณ์ด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไฟรถยนต์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้รวบรวมและยกตัวอย่างมาทั้งหมด 10 คำดังตารางที่ 3.7

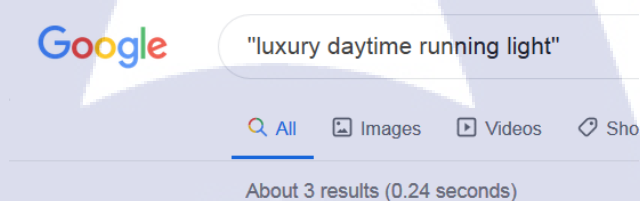


รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการค้นหาคำคุณศัพท์ที่แสดงความรู้สึก (คุณค่า) จากสื่ออินเทอร์เน็ต

ตารางที่ 3.7 คำค้นเซที่รวบรวมมาได้

ลำดับ	คำแสดงความรู้สึก	ลำดับ	คำแสดงความรู้สึก
1	LUXURY (หรูหรา)	6	TIDY (ระเบียบ)
2	MODERN (ทันสมัย)	7	Hi-TECH (เทคโนโลยีสูง)
3	ATTRACTIVE (มีเสน่ห์)	8	PREMIUM (พิเศษ)
4	STRONG (แข็งแรง)	9	DYNAMIC (มีพลัง)
5	CLEAN (สะอาด)	10	DIFFERENCE (แตกต่าง)

ขั้นตอนที่ 2 หาความสอดคล้องระหว่างคำคุณศัพท์ที่แสดงความรู้สึก(คำค้นเซ) กับผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์เบื้องต้น โดยการพิมพ์คำค้นหา(key word) ใน Google เป็นภาษาอังกฤษเนื่องจากภาษาอังกฤษสามารถค้นหาได้ครอบคลุมและดูจำนวนผลการค้นหา ดังรูปที่ 3.4 และแสดงผลลัพธ์ดังตารางที่ 3.8



รูปที่ 3.4 การพิมพ์คำค้นหา(key word) ใน Google

ตารางที่ 3.8 ผลการค้นหาจาก Google

ลำดับ	คำแสดงความรู้สึก	ผลการค้นหา	ลำดับ	คำแสดงความรู้สึก	ผลการค้นหา
1	LUXURY (หรูหรา)	3	6	TIDY (ระเบียบ)	1
2	MODERN (ทันสมัย)	363	7	Hi-TECH (เทคโนโลยีสูง)	2
3	ATTRACTIVE (มีเสน่ห์)	7	8	PREMIUM (พิเศษ)	3,240
4	STRONG (แข็งแรง)	246	9	DYNAMIC (มีพลัง)	1,370
5	CLEAN (สะอาด)	5	10	DIFFERENCE (แตกต่าง)	6

ขั้นตอนที่ 3 ตัดคำที่มีผลการคั่นหาน้อยออกจำนวนครึ่งหนึ่งเพื่อลดขอบเขตค่าลงให้สะดวกต่อการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งการประเมินแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ -1(ไม่สอดคล้อง), 0(ไม่แน่ใจ) และ +1(สอดคล้อง) โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ผู้มีประสบการณ์ด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไฟรถยนต์ตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป จำนวน 5 ท่าน ในการคัดเลือกคำคั่นเซที่เหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 แสดงคำคั่นเซและการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

คำคั่นเซ	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	เฉลี่ย
ประสบการณ์ด้านพัฒนาไฟรถยนต์ (ปี)	13	5	7	9	4	
MODERN (ทันสมัย)	-1	1	1	1	1	0.6
ATTRACTIVE(มีเสน่ห์)	-1	0	1	1	1	0.4
STRONG (แข็งแรง)	1	1	-1	-1	1	0.2
PREMIUM (พิเศษ)	-1	1	-1	-1	1	-0.2
DYNAMIC (มีพลัง)	1	-1	-1	-1	1	-0.2

จากตารางที่ 3.9 พบว่าคำคั่นเซที่เหมาะสมคือ คำว่า MODERN ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 0.6 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ คำว่า MODERN เป็นแนวคิดในการออกแบบด้านรูปลักษณะของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์

3.7.2 การเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม

ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามในกลุ่มประชากรในประเทศไทยโดยใช้การตอบแบบสอบถามแบบออนไลน์โดยการสร้างจาก Google form กับผู้ที่มีอายุ 18-60 ปีและมีใบขับขี่รถยนต์ โดยการเก็บแบบสอบถามจำนวน 200 คน ส่วนของแบบสอบถามนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านคำอธิบายคำคั่นเซและการประเมินรูปแบบผลิตภัณฑ์

3.7.3 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามของวิศวกรรมคันเซซึ่งทำการสำรวจแบบออนไลน์ ในช่วงเดือน กรกฎาคม ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 200 ชุด สามารถสรุปข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามได้ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 สรุปข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามของวิศวกรรมคันเซ

หัวข้อ		จำนวนผู้ตอบ	เปอร์เซ็นต์
เพศ	ชาย	134	67%
	หญิง	66	33%
อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	12	6%
	20-30 ปี	102	51%
	31-40 ปี	58	29%
	41-50 ปี	20	10%
	51-60 ปี	8	4%
	มากกว่า 60 ปี	0	0%
ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด	มัธยมศึกษา,ปวช. หรือต่ำกว่า	11	5.5%
	อนุปริญญา/ปวส.	5	2.5%
	ปริญญาตรี	134	67%
	ปริญญาโท	44	22%
	สูงกว่าปริญญาโท	6	3%
อาชีพ	รัฐวิสาหกิจ	8	4%
	ราชการ	21	10.5%
	นักเรียน / นักศึกษา	24	12%
	พนักงานบริษัท	103	51.5%
	ธุรกิจส่วนตัว	35	17.5%
	ว่างงาน	6	3%
	อื่นๆ	3	1.5%

ตารางที่ 3.10 สรุปข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามของวิศวกรรมคันเซ (ต่อ)

หัวข้อ		จำนวนผู้ตอบ	เปอร์เซ็นต์
รายได้/เดือน (บาท)	น้อยกว่า 20,000	34	17%
	20,001-30,000	52	26%
	30,001-40,000	51	25.5%
	40,001-50,000	25	12.5%
	50,001-60,000	14	7%
	มากกว่า 60,000	24	12%

จากตาราง 3.10 ผลสรุปข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามของวิศวกรรมคันเซพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ช่วงอายุที่มีผู้ตอบมากที่สุดคือ 20-30 ปี ระดับการศึกษา ขั้นสูงสุดส่วนใหญ่คือ ปริญญาตรี อาชีพส่วนใหญ่คือ พนักงานบริษัท และรายได้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 20,001-30,000 บาท ซึ่งใกล้เคียงกับข้อมูลขอผู้ตอบแบบสอบถามในหัวข้อ 3.5.1 (ก) ซึ่งมีผลทำให้ ลูกค้ายกกลุ่มนี้มีแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ ภายใต้อาสาแสดงความรู้สึก “Modern” ในงานวิจัยนี้ได้มากกว่า

3.7.4 ข้อมูลด้านคำอธิบายคำคันเซและการประเมินรูปแบบผลิตภัณฑ์

ในการเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้ได้ใช้คำว่า MODERN เป็นคำคันเซเพื่ออธิบายด้านรูปลักษณ์ของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ และใช้ตัวแทนผลิตภัณฑ์โดยคำนวณอัตราส่วนระหว่างจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด (200 คน) และจำนวนผู้ตอบในแต่ละแบบที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้โดยจากการทดสอบ (ภาคผนวก ข.) พบว่าควรมีผู้ตอบแต่ละแบบอย่างน้อย 17 คนขึ้นไป ซึ่งคำนวณได้ประมาณ 12 แบบ ดังสมการที่ (11)

$$\frac{200}{17} = 11.76 \text{ (ปัดเศษเป็น 12)} \quad (11)$$

จากนั้นผู้วิจัยได้รวบรวมลักษณะไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์แบบเส้นและแบบจุดที่ติดตั้งอยู่กับโคมไฟหน้าจากอินเทอร์เน็ตทั้งหมด 12 แบบเพื่อเป็นตัวแทนผลิตภัณฑ์ ดังรูปที่ 3.5 แสดงเว็บไซต์การค้นหาดังตารางที่ 3.11 และสรุปจำนวนผู้ตอบในแต่ละแบบได้ดังตารางที่ 3.12



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ตารางที่ 3.11 เว็บไซต์การค้นหารูปแบบของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์

แบบที่	เว็บไซต์
1	http://www.montirgw.com/dev/tips-trick/detail/1580-sosokmercedes-benz-cla-200-coupe-klasik-sporty#.W4Koi60Ump sosokmercedes-benz-cla-200-coupe-klasik-sporty#.W4Koi60Ump
2	http://www.carbuyer.co.uk/reviews/audi/tt/convertible /pictures
3	http://www.hidretrofit.net/V2/toyota-corolla-altis-2014-hid-projector-
4	https://store.ijdmtoy.com/Honda-Civic-Sedan-LED-Daytime-Running-Lights-p/70-817.html
5	https://th.aliexpress.com/item/2-pcs-For-Nissan-X-trail-X-trail-Xtrail-styling-LED-DRL-Daytime-Running-Lights-Daylight/32705429566.html .
6	https://www.youtube.com/watch?v=DEL_zgm9afs
7	http://automatenaija.com.ng/facts-daytime-running-lights-drl/
8	http://digg.com/2016/led-daytime-running-lights-hazard
9	http://www.dynoartpower.com/blog/5-%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B9%80%E0%B8%8A%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%9C%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B9%86-daytime-light/

ตารางที่ 3.11 เว็บไซต์การค้นหารูปแบบของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ (ต่อ)

แบบ ที่	เว็บไซต์
10	https://th.aliexpress.com/item/new-HOTTOP-daytime-running-light-for-Toyota-CHR-C-HR-2016-2017-good-quality-LED-day/32816817100.html
11	https://paultan.org/2015/03/11/mazda-cx-5-facelift-ads-oto-my/
12	https://www.shoppmlit.com/blog/what-are-daytime-running-lights-why-should-you-have-drl retrofit/

ตารางที่ 3.12 สรุปจำนวนของผู้ตอบในแต่ละแบบ

แบบที่	จำนวนผู้ตอบ (คน)
แบบที่ 1	8
แบบที่ 2	-
แบบที่ 3	2
แบบที่ 4	2
แบบที่ 5	34
แบบที่ 6	12
แบบที่ 7	40
แบบที่ 8	2
แบบที่ 9	46
แบบที่ 10	23
แบบที่ 11	1
แบบที่ 12	26
รวม	200

3.7.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสังเคราะห์ผล

ในขั้นตอนนี้ได้ใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ในการวิเคราะห์ที่ได้จากการสำรวจแบบสอบถาม ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วนดังนี้

1. การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแยกส่วน (Partial Correlation Coefficient : PCC) ซึ่งค่านี้จะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าค้นเซซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้คำว่า

Modern กับคุณลักษณะหลักของผลิตภัณฑ์ ซึ่งประกอบด้วย 5 คุณลักษณะ คือ แบบไฟ การวางแนว
แนวเส้นไฟ การหักมุม และจำนวนเส้น

2. การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Category Score หรือค่า CS ซึ่งค่านี้จะ
แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคันเซซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้คำว่า Modern กับคุณลักษณะย่อยของ
ผลิตภัณฑ์

ในงานวิจัยนี้กำหนดค่า R-Square Adjusted หรือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณยก
กำลังสอง (MCC^2) ที่ได้จากการวิเคราะห์ต้องมีค่ามากกว่า 0.5 จึงจะยอมรับผล

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า
คันเซซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้คำว่า MODERN กับคุณลักษณะหลักและคุณลักษณะย่อยของผลิตภัณฑ์โดยใช้
ตัวแทนผลิตภัณฑ์จำนวน 12 แบบ สามารถแสดงได้ดังแสดงในตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแสดงความรู้สึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์

$MCC^2=1.0$	PCC	คุณลักษณะผลิตภัณฑ์		CS	P-value
แบบที่ 1	-0.087	แบบไฟ	แบบเส้น	2.0	-
			แบบจุด	-	-
	-0.087	การวางแนว	ขอบบนไฟหน้า	0.000	-
			ตรงกลางไฟหน้า	-	-
			ขอบล่างไฟหน้า	-	-
	0.301	แนวเส้นไฟ	แนวเส้นไฟเป็นเส้นตรง	1.0	-
			แนวเส้นไฟเป็นเส้นโค้ง	-	-
			แนวเส้นไฟเป็นวงกลม	-	-

ตารางที่ 3.13 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแสดงความรู้สึกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์(ต่อ)

MCC ² =0.90	PCC	คุณลักษณะผลิตภัณฑ์		CS	P-value
แบบที่ 5	-0.016	แบบไฟ	แบบเส้น	0.7435	0.000
			แบบจุด	-	-
	0.2457	การวางแนว	ขอบบนไฟหน้า	-	-
			ตรงกลางไฟหน้า	0.7471	0.000
			ขอบล่างไฟหน้า	-	-
	-0.137	แนวเส้นไฟ	แนวเส้นไฟเป็นเส้นตรง	-	-
			แนวเส้นไฟเป็นเส้นโค้ง	0.7401	0.000
			แนวเส้นไฟเป็นวงกลม	0.6992	0.001
	0.1131	การหักมุม	การหักมุมแบบเหลี่ยม	-	-
			การหักมุมแบบโค้ง	0.7706	0.000
			ไม่มีการหักมุม	-	-
	0.154	จำนวนเส้น	จำนวนเส้นมากกว่า 1 เส้น	0.7863	0.000
MCC ² =1.00	PCC	คุณลักษณะผลิตภัณฑ์		CS	P-value
แบบที่ 6	0.216	แบบไฟ	แบบเส้น	1.0	-
			แบบจุด	-	-
	0.370	การวางแนว	ขอบบนไฟหน้า	1.0	-
			ตรงกลางไฟหน้า	-	-
			ขอบล่างไฟหน้า	-	-
	0.162	การหักมุม	การหักมุมแบบเหลี่ยม	-	-
			การหักมุมแบบโค้ง	-	-
			ไม่มีการหักมุม	1.0	-

ตารางที่ 3.13 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแสดงความรู้สึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์(ต่อ)

MCC ² =0.63	PCC	คุณลักษณะผลิตภัณฑ์		CS	P-value
แบบที่ 7	0.145	แบบไฟ	แบบเส้น	0.2237	0.006
			แบบจุด	-	-
	-0.163	การวางแนว	ขอบบนไฟหน้า	-	-
			ตรงกลางไฟหน้า	0.0216	0.829
			ขอบล่างไฟหน้า	-	-
	-0.040	แนวเส้นไฟ	แนวเส้นไฟเป็นเส้นตรง	-	-
			แนวเส้นไฟเป็นเส้นโค้ง	-0.163	0.324
			แนวเส้นไฟเป็นวงกลม	0.0822	0.370
	0.211	การหักมุม	การหักมุมแบบเหลี่ยม	-	-
			การหักมุมแบบโค้ง	0.612	0.000
			ไม่มีการหักมุม	-	-
	0.1183	จำนวนเส้น	จำนวนเส้นมากกว่า 1 เส้น	0.219	0.0944
MCC ² =1.0	PCC	คุณลักษณะผลิตภัณฑ์		CS	P-value
แบบที่ 8	0.200	การวางแนว	ขอบบนไฟหน้า	-	-
			ตรงกลางไฟหน้า	-	-
			ขอบล่างไฟหน้า	0.2	-
	-0.751	แนวเส้นไฟ	แนวเส้นไฟเป็นเส้นตรง	-	-
			แนวเส้นไฟเป็นเส้นโค้ง	0.000	-
			แนวเส้นไฟเป็นวงกลม	-	-
	-0.599	การหักมุม	การหักมุมแบบเหลี่ยม	-	-
			การหักมุมแบบโค้ง	0.000	-
			ไม่มีการหักมุม	0.000	-

ตารางที่ 3.13 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแสดงความรู้สึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์(ต่อ)

MCC ² =0.86	PCC	คุณลักษณะผลิตภัณฑ์		CS	P-value
แบบที่ 9	0.077	แบบไฟ	แบบเส้น	0.812	0.000
			แบบจุด	-	-
	0.052	การวางแนว	ขอบบนไฟหน้า	-	-
			ตรงกลางไฟหน้า	-	-
			ขอบล่างไฟหน้า	0.848	0.000
	0.003	แนวเส้นไฟ	แนวเส้นไฟเป็นเส้นตรง	0.958	0.000
			แนวเส้นไฟเป็นเส้นโค้ง	-	-
			แนวเส้นไฟเป็นวงกลม	-	-
	0.136	การหักมุม	การหักมุมแบบเหลี่ยม	0.850	0.000
			การหักมุมแบบโค้ง	0.966	0.000
			ไม่มีการหักมุม	-	-
MCC ² =0.99	PCC	คุณลักษณะผลิตภัณฑ์		CS	P-value
แบบที่ 10	0.116	แบบไฟ	แบบเส้น	1.179	0.000
			แบบจุด	1.374	0.000
	0.148	การวางแนว	ขอบบนไฟหน้า	-	-
			ตรงกลางไฟหน้า	1.214	0.000
			ขอบล่างไฟหน้า	2.154	0.000
	0.265	แนวเส้นไฟ	แนวเส้นไฟเป็นเส้นตรง	-	-
			แนวเส้นไฟเป็นเส้นโค้ง	1.441	0.000
			แนวเส้นไฟเป็นวงกลม	1.258	0.000
	0.046	การหักมุม	การหักมุมแบบเหลี่ยม	0.080	0.493
			การหักมุมแบบโค้ง	1.238	0.000
			ไม่มีการหักมุม	-	-
	0.118	จำนวนเส้น	จำนวนเส้นมากกว่า 1 เส้น	2.062	0.000

ตารางที่ 3.13 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแสดงความรู้สึกกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์(ต่อ)

MCC ² =0.95	PCC	คุณลักษณะผลิตภัณฑ์		CS	P-value
แบบที่ 12	-0.465	แบบไฟ	แบบเส้น	-0.671	0.000
			แบบจุด	-	-
	0.166	การวางแนว	ขอบบนไฟหน้า	-	-
			ตรงกลางไฟหน้า	-	-
			ขอบล่างไฟหน้า	-0.044	0.506
	-0.220	แนวเส้นไฟ	แนวเส้นไฟเป็นเส้นตรง	-	-
			แนวเส้นไฟเป็นเส้นโค้ง	-0.254	0.018
			แนวเส้นไฟเป็นวงกลม	-0.573	0.004
	0.266	การหักมุม	การหักมุมแบบเหลี่ยม	-0.005	0.929
			การหักมุมแบบโค้ง	0.545	0.000
			ไม่มีการหักมุม	-	-

จากตารางที่ 3.13 แสดงค่า PCC และค่า CS ในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ ซึ่งแต่ละแบบที่ปรากฏอยู่ในแบบสอบถามของวิศวกรรมคันเซ พพบว่าค่า MCC² ของตัวแทนผลิตภัณฑ์ในแต่ละแบบมีค่ามากกว่า 0.5 ซึ่งถือว่ายอมรับผลการวิเคราะห์ โดยในงานวิจัยนี้ได้คัดเลือกเฉพาะคุณลักษณะหลักและคุณลักษณะย่อยที่มีระดับความสัมพันธ์กับค่าคันเซมากที่สุด (ค่า CS) และมีค่า P-Value ต่ำกว่า 0.05 มาวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ซึ่งสามารถนำมาสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 3.14 และการคัดเลือกคุณลักษณะต่างๆ โดยแบบไฟเป็นแบบเส้นคล้ายแบบที่ 10 เนื่องจากมีค่า CS มากกว่า การวางแนวไฟ ตรงกลางและขอบล่างไฟหน้าคล้ายแบบที่ 10 แนวเส้นไฟเป็นเส้นโค้งคล้ายแบบที่ 10 การหักมุมเป็นแบบโค้งเนื่องจากข้อจำกัดของการวางแนวไฟแบบโค้งทำให้การหักมุมต้องมีลักษณะโค้งตามไปด้วย แม้ว่าค่า CS ของการหักมุมแบบโค้งจะน้อยกว่าการหักมุมแบบเหลี่ยมแต่เมื่อเทียบกับค่า CS ของการวางแนวไฟแบบโค้งพบว่าค่า CS ของการวางแนวไฟแบบโค้งมีค่ามากกว่าจึงให้น้ำหนักการออกแบบไปทางการวางแนวไฟแบบโค้งมากกว่า และจำนวนเส้นไฟมีมากกว่า 1 เส้นขึ้นไปโดยในงานวิจัยนี้ได้ยกตัวอย่างการออกแบบเป็น 10 เส้น ซึ่งแสดงผลการคัดเลือกแต่ละคุณลักษณะดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.14 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์

แบบที่	PCC	คุณลักษณะผลิตภัณฑ์		CS	P-value
9	0.077	แบบไฟ	แบบเส้น	0.812	0.000
10	0.116		แบบจุด	1.374	0.000
6	0.370	การวางแนว	ขอบบนไฟหน้า	1.0	-
10	0.148		ตรงกลางไฟหน้า	1.214	0.000
			ขอบล่างไฟหน้า	2.154	0.000
9	0.003	แนวเส้นไฟ	แนวเส้นไฟเป็นเส้นตรง	0.958	0.000
10	0.265		แนวเส้นไฟเป็นเส้นโค้ง	1.441	0.000
			แนวเส้นไฟเป็นวงกลม	1.258	0.000
9	0.136	การหักมุม	การหักมุมแบบเหลี่ยม	0.850	0.000
7	0.211		การหักมุมแบบโค้ง	0.612	0.000
-	-		ไม่มีการหักมุม	-	-
10	0.118	จำนวนเส้น	จำนวนเส้นมากกว่า 1 เส้น	2.062	0.000

ตารางที่ 3.15 การคัดเลือกคุณลักษณะเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

แบบที่	คุณลักษณะผลิตภัณฑ์		CS	P-value	การคัดเลือกคุณลักษณะ
9	แบบไฟ	แบบเส้น	0.812	0.000	เลือกแบบจุดเนื่องจากมีค่า CS มากกว่า
10		แบบจุด	1.374	0.000	
6	การวางแนว	ขอบบนไฟหน้า	1.0	-	เลือกวางตรงกลางและ
10		ตรงกลางไฟหน้า	1.214	0.000	ขอบล่างเนื่องจากมีค่า
		ขอบล่างไฟหน้า	2.154	0.000	CS มากกว่า
9	แนวเส้นไฟ	แนวเส้นไฟเป็นเส้นตรง	0.958	0.000	เลือกแบบแนวเส้นโค้ง
10		แนวเส้นไฟเป็นเส้นโค้ง	1.441	0.000	เนื่องจากมีค่า CS
		แนวเส้นไฟเป็นวงกลม	1.258	0.000	มากกว่า
9	การหักมุม	การหักมุมแบบเหลี่ยม	0.850	0.000	เลือกการหักมุมแบบโค้ง
7		การหักมุมแบบโค้ง	0.612	0.000	เพื่อให้สัมพันธ์กับแนว
-		ไม่มีการหักมุม	-	-	เส้นไฟที่มีค่า CS
10	จำนวนเส้น	มากกว่า 1 เส้น	2.062	0.000	ยกตัวอย่างเป็น 10 เส้น

3.8 การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

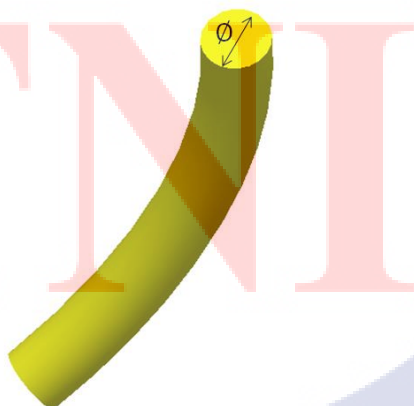
งานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Catia V5 ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ซึ่งใช้เค้าโครงของโคมไฟหน้ารถยนต์ขนาดเท่าของจริงในการออกแบบและใช้ไฟสูงและไฟต่ำในลักษณะแบบ projector ซึ่งอ้างอิงมาจากงานวิจัยของ “อภิศักดิ์ นาคณอม”[16] โดยจากการวิเคราะห์ในหัวข้อ 3.7.5 สามารถนำมาออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ภายใต้แนวคิด Modern(ทันสมัย) ซึ่งจะแสดงไว้ในบทที่ 4 ในหัวข้อที่ 4.2

3.9 การใช้หลักการทางวิศวกรรมมาช่วยในการออกแบบ

ใช้หลักการทางวิศวกรรมมาช่วยเลือกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ ซึ่งจะใช้การเปรียบเทียบพื้นที่ผิว เปรียบเทียบอุณหภูมิความร้อนของชิ้นส่วนข้างเคียงและการใช้วิศวกรรมความน่าเชื่อถือมาช่วยในการออกแบบ

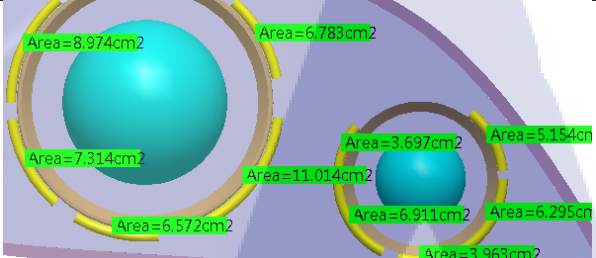
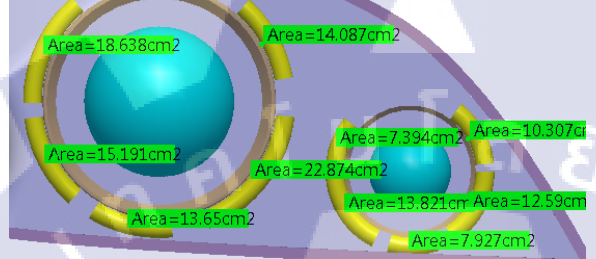
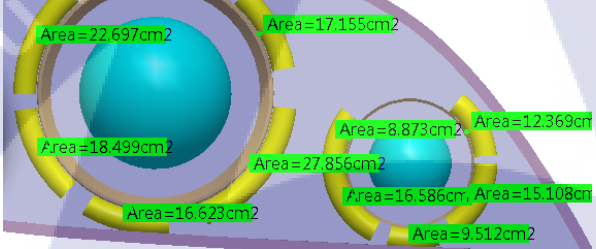
3.9.1 การเปรียบเทียบขนาดพื้นที่ผิวของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์

ตามมาตรฐานสากล ECE R87 กำหนดให้ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ต้องมีพื้นที่ผิวไม่น้อยกว่า 25 ตารางเซนติเมตรและไม่เกิน 200 ตารางเซนติเมตร ในขั้นตอนจะใช้โปรแกรม Catia V5 ในการวัดพื้นที่ผิวของผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ออกแบบไว้ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นวงกลมดังรูปที่ 3.6 โดยในงานวิจัยได้ยกตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมา 3 ขนาดคือ 5 มม. 10 มม. และ 12 มม. และแสดงผลเปรียบเทียบขนาดพื้นที่ผิว (คิดเฉพาะส่วนที่มองเห็นโดยคิดครึ่งหนึ่งของพื้นที่ผิวที่วัดได้) ตามตารางที่ 3.16



รูปที่ 3.6 ลักษณะไฟ DRL แบบเป็นเส้นวงกลม

ตารางที่ 3.16 เปรียบเทียบพื้นที่ผิวของไฟส่องสว่างในเวลากลางวัน

	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.) และการวัด	ขนาดพื้นที่ผิว (ตารางเซนติเมตร)
5		$66.67/2 = 33.33$
10		$136.48/2 = 68.24$
12		$165.28/2 = 82.64$

3.9.2 การวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อน

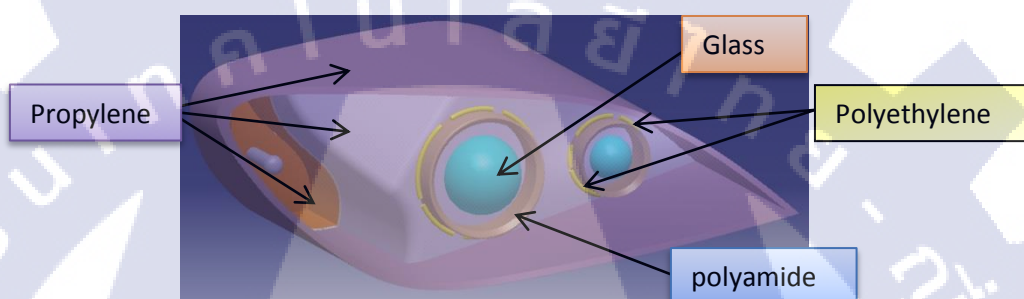
ในขั้นตอนนี้จะใช้โปรแกรม Ansys ในโหมดของ Steady-State Thermal ช่วยในการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของชิ้นส่วนข้างเคียงที่อยู่ใกล้กับไฟ DRL และตั้งค่าอุณหภูมิของไฟ DRL แบบ LED ไว้ที่ 106 องศาเซลเซียสซึ่งอ้างอิงจากงานวิจัย “Thermal Analysis of LED Lamps for Optimal Driver Integration”[20] ซึ่งแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Ansys ได้ดังนี้

ก) การกำหนดวัสดุ

ทำการกำหนดวัสดุ โดยอ้างอิงจากงานวิจัยของ “T.K. Philip et al” [15] และเนื่องจากในโปรแกรม Ansys ไม่มีค่าคุณสมบัติของวัสดุ PBT ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วัสดุ Polyamide(PA) แทน เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวใกล้เคียงกันดังรูปที่ 3.7 และตัวไฟ DRL ในงานวิจัยนี้ยกตัวอย่างวัสดุเป็น Polyethylene เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีความโปร่งแสง ซึ่งแสดงการกำหนดวัสดุ ดังรูปที่ 3.8

Indicator	Pet tere- phthalate	PTTF*	PBT	PA 6	PA 6,6
			Material		
Temperature of melting, (°C)	260	228	224	220	265
The glass transition temperature, (°C)	70–80	45–55	20–40	40–80	50–90
Density (amorphous polymer), (g/cm ³)	1.335	1.277	1.286	1.11	1.09
Density (crystalline polymer), (g/cm ³)	1.455	1.387	1.39	1.23	1.24
Index crystallization rate	1	10	15	5	12

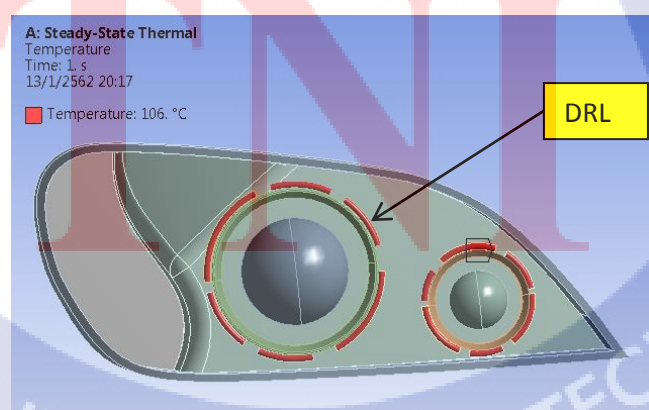
รูปที่ 3.7 เปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของวัสดุ PA และ PBT [21]



รูปที่ 3.8 การกำหนดวัสดุส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ข) การกำหนดเงื่อนไข

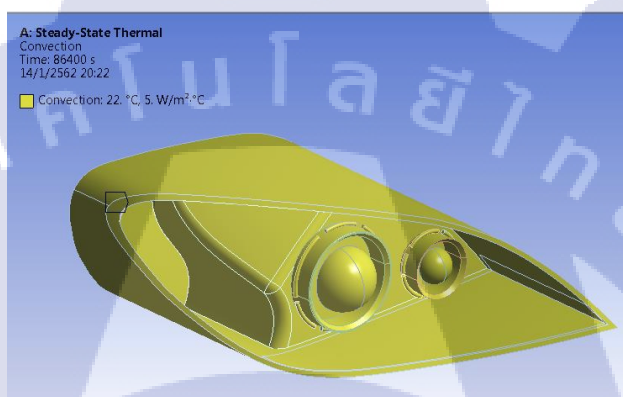
- 1) การทำ Meshในงานวิจัยนี้ เลือกเป็นค่า default ของโปรแกรม
- 1) ตั้งค่าอุณหภูมิไฟ DRL ที่ 106 องศาเซลเซียสดังรูปที่ 3.9



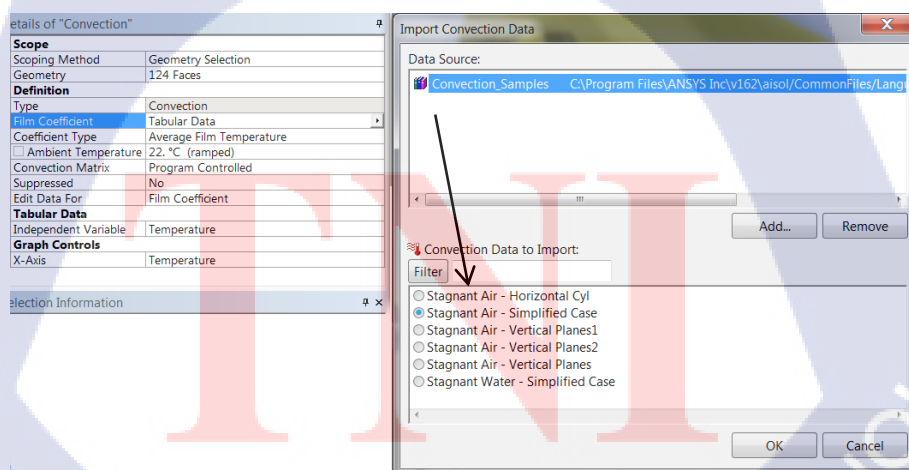
รูปที่ 3.9 การตั้งค่าอุณหภูมิไฟ DRL

2) ในงานวิจัยนี้กำหนดเวลาการใช้งานของไฟ DRL ไว้ที่ 1 วันหรือ 86400 วินาที (โดยปกติไฟ DRL จะถูกเปิดใช้งานในช่วงที่มีแสงแดดประมาณ 12 ชม. แต่ในงานวิจัยนี้คิดเผื่อกรณีที่เปิดไฟ DRL ไว้ทั้งวันหรือ 24 ชม.)

3) ในงานวิจัยนี้กำหนดให้พื้นผิวทั้งหมดสัมผัสกับอากาศและมีการพาความร้อน (convection) ซึ่งตั้งค่าได้ดังรูปที่ 3.10 และกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (Film Coefficient หรือ Heat transfer coefficient) เป็นแบบ Stagnant Air – Simplified Case ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 พื้นผิวทั้งหมดที่สัมผัสอากาศ

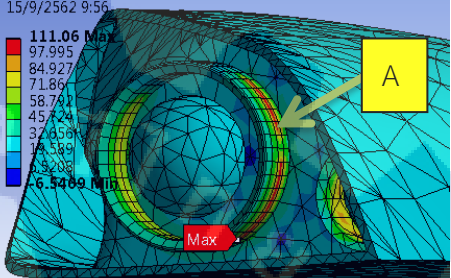
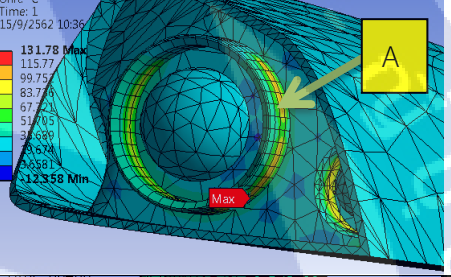
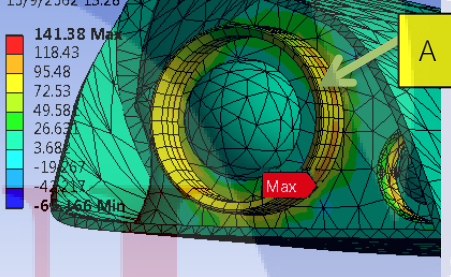


รูปที่ 3.11 การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

ค) ผลลัพธ์

ในส่วนของผลลัพธ์จะดูผลในส่วนของโหมต Temperature โดยดูอุณหภูมิสูงสุดที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนที่อยู่ติดกับไฟ DRL ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดเป็นชิ้นส่วน A ซึ่งได้ผลตามตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.17 ผลลัพธ์การวิเคราะห์อุณหภูมิของชิ้นส่วนข้างเคียงของไฟ DRL (ชิ้นส่วน A)

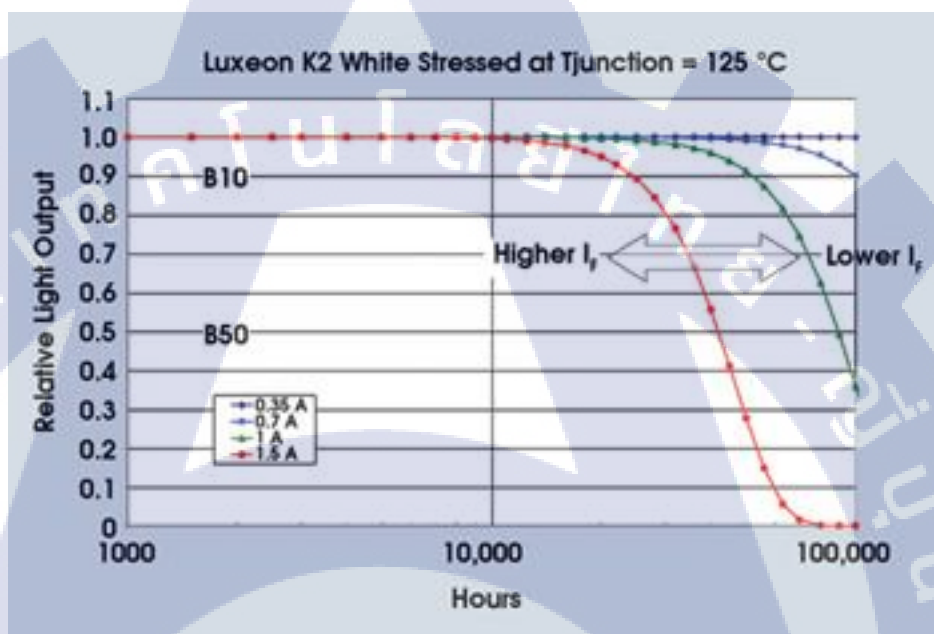
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.)	อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	ภาพ
5	111.06	
10	131.78	
12	141.38	

3.9.3 การคำนวณความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์

ในขั้นตอนนี้จะใช้วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ (Reliability Engineering) มาช่วยคำนวณความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นการประมาณประสิทธิภาพของการออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งในงานวิจัยนี้คิดเฉพาะความน่าเชื่อถือของไฟ LED ที่เป็นส่วนประกอบของไฟ DRL

ก) ความน่าเชื่อถือของไฟ LED

ในงานวิจัยนี้ประมาณอายุการใช้งานของไฟ LED อยู่ที่ 25,000 ชั่วโมง ซึ่งเมื่อเทียบกับค่า Reliability ตามรูปที่ 3.12 ที่กระแสไฟมากที่สุด 1.5 A ค่า Reliability ของไฟ LED ที่ 25,000 ชั่วโมงซึ่งอ้างอิงจำนวนชั่วโมงการใช้งานจาก “คู่มือการเลือกหลอด LED สำหรับผู้บริโภค”[19] จะอยู่ที่ประมาณ 0.96 ซึ่งได้จากการประมาณจากรูปที่ 3.12 เนื่องจากกราฟในรูปที่ 3.12 ไม่เป็นฟังก์ชันเส้นตรงและข้อมูลไม่เพียงพอที่จะสร้างสมการเอ็กซ์โพเนนเชียล



รูปที่ 3.12 ค่าความน่าเชื่อถือ ของไฟ LED [22]

ข) การคำนวณความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์

เนื่องจากคุณลักษณะไฟ DRL เบื้องต้นที่ได้จากวิศวกรรมคันเซคือควรมีจำนวนมากกว่า 1 เส้นดังนั้นจึงเป็นการใช้งานแบบระบบขนาน ซึ่งจะใช้การคำนวณความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ LED ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ (12) เพื่อหาจำนวนเส้นไฟที่เหมาะสม โดยสมมติให้ทุกชิ้นมีค่าความน่าเชื่อถือของไฟ DRL อยู่ที่ 0.96 เท่ากันและค่าความน่าเชื่อถือผลิตภัณฑ์เข้าใกล้ 1 มากที่สุดซึ่งกำหนดเป็น 0.99

$$R_s = 1 - [(1 - R_1) * (1 - R_2) * \dots * (1 - R_n)] \quad (12)$$

โดยที่

R_s = ค่าความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์

$R_1, R_2, \dots, R_n$ = ค่าความน่าเชื่อถือของแต่ละส่วนประกอบ

แทนค่าลงไปในสมการที่ (11) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} 0.99 &= 1 - [(1 - 0.96)^n] \\ -0.01 &= -(0.04)^n \\ n &= \log_{0.04} 0.01 \\ n &= 1.430 \end{aligned}$$

จากการคำนวณความน่าเชื่อถือที่ของผลิตภัณฑ์พบว่าจำนวนเส้นไฟควรมากกว่า 1.43 หรือปัดเศษทศนิยมเป็นจำนวนเต็มคือ 2 เส้นก็เพียงพอที่จะทำให้ โอกาสความเสียหายของไฟ LED ในผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีค่าน้อยมากหรือแทบไม่มี แต่ทั้งนี้การใช้งานจริงยังต้องคำนึงถึงส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องด้วย

3.10 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาด้านการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ (Day Time Running Lights) โดยพิจารณาหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคจากการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) ร่วมกับวิศวกรรมคันเซ (Kansei Engineering) จากนั้นได้นำหลักการทางวิศวกรรมต่างๆ มาช่วยในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ดังแสดงวิธีการดำเนินการวิจัยดังที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น และผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยไว้ในบทที่ 5

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยต่างๆ ที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 ผู้วิจัยได้ข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์และออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพร่วมกับวิศวกรรมคันเซ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการของของลูกค้าที่มีต่อไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม นำมาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและเทคนิคทางวิศวกรรม โดยใช้บ้านคุณภาพ ซึ่งในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ตั้งเป้าหมายความพึงพอใจของลูกค้าให้เพิ่มขึ้นที่ 5% เพื่อไม่ให้ค่าเป้าหมายเกิน 5 และให้ผู้เชี่ยวชาญหรือมีประสบการณ์ในการออกแบบไฟรถยนต์มาช่วยตรวจสอบความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งบ้านคุณภาพที่วิเคราะห์ได้แสดงดังรูปที่ 4.1

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ทางด้านพัฒนาไฟรถยนต์ตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไปจำนวน 3 ท่านโดย ช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้บ้านคุณภาพ ซึ่งผลการประเมินแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงการประเมินความถูกต้องในการวิเคราะห์บ้านคุณภาพ

เนื้อหา	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก
ประสบการณ์ด้านพัฒนาไฟรถยนต์ (ปี)	14	10	1	
เทคนิคทางวิศวกรรมมีความเหมาะสมและครอบคลุมความต้องการของลูกค้า	+1	+1	0	0.96
ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและเทคนิคทางวิศวกรรมมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1
ค่าจุดขาย (Sale point) มีความเหมาะสม	+1	0	0	0.56
บ้านคุณภาพนี้มีการวิเคราะห์ที่เหมาะสม	+1	+1	0	0.96

จากการวิเคราะห์บ้านคุณภาพสามารถสรุปคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ได้ดังนี้

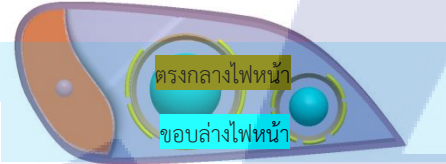
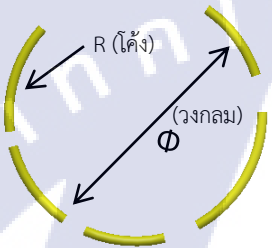
1. ถูกกฎหมาย – ในต่างประเทศได้มีมาตรฐานสากล ECE R87 สำหรับไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ ซึ่งในประเทศไทยก็ได้มีประกาศจากกรมขนส่งทางบกถึงลักษณะของ ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์เช่น ต้อง มีความสว่างไม่เกิน 1,200 แคนเดลาต่อข้าง เป็นต้น
2. มีรูปร่างที่สวยงาม – จากการวิเคราะห์บ้านคุณภาพพบว่าลูกค้าชอบไฟ DRL ที่เป็นแบบเส้น หรือ แบบจุด
3. ติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสม – จากการวิเคราะห์บ้านคุณภาพพบว่าลูกค้าชอบไฟ DRL ติดตั้งอยู่กับโคมไฟหน้าของรถ
4. ชนิดของไฟที่เหมาะสม – ชนิดของไฟที่ควรเลือกใช้คือ LED เพราะไฟแบบ LED นั้น ประหยัดพลังงานและมีอายุการใช้ที่ยาวนาน และปัจจุบันยังมี LED แบบ light guide ซึ่งให้แสงสว่างที่สม่ำเสมออีกด้วย
5. มีความปลอดภัยทางไฟฟ้า – มีการป้องกันไฟกระชาก ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันการกระชากนั้นคือ ฟิวส์ โดยจะทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อมีกระแสเกิน
6. วัสดุของเลนส์ – ควรเลือกเป็น Polycarbonate (PP) เพราะเป็นพลาสติกคุณภาพสูง มีคุณสมบัติโปร่งแสง ทนแรงกระแทกได้ดี มีความเหนียว ทนต่อการขีดข่วนได้ดี น้ำหนักเบา เนื้อวัสดุป้องกันรังสี UV ทนต่อความร้อน ไม่ลามไฟ

จากบ้านคุณภาพพบว่าเทคนิคทางวิศวกรรมที่ควรให้ความสำคัญมากที่สุดคือ ชนิดของไฟที่ใช้และมีเป้าหมายคือ ได้ชนิดไฟที่เหมาะสมซึ่งมีค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบ (Relative Technical Requirement Important) อยู่ที่ 12.58

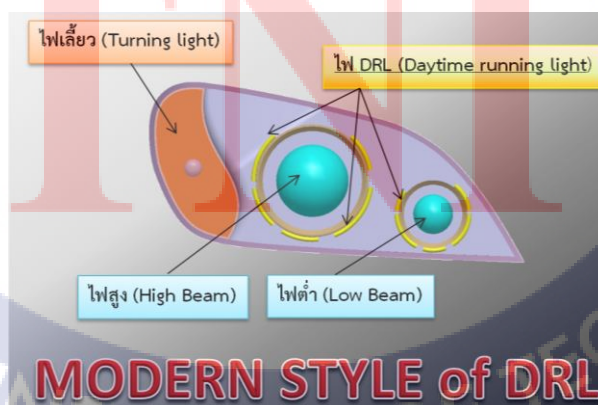
4.2 วิเคราะห์แนวทางการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยใช้วิศวกรรมคั่นเซ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักวิศวกรรมคั่นเซในบทที่ 3 นั้นสามารถนำมาคัดเลือกคุณลักษณะต่างๆเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ ซึ่งแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์

การออกแบบผลิตภัณฑ์	คุณลักษณะผลิตภัณฑ์		ตัวแทนผลิตภัณฑ์
	แบบไฟ	แบบเส้น	 Type 10
	การวางแนว	ตรงกลางไฟหน้า ขอบล่างไฟหน้า	 Type 10
	แนวเส้นไฟ	แนวเส้นไฟเป็นเส้นโค้ง แนวเส้นไฟเป็นวงกลม	 Type 10
	การหักมุม	การหักมุมแบบโค้ง	 Type 7
	จำนวนเส้น	จำนวนเส้นมากกว่า 1 เส้น	 Type 10

จากตารางที่ 4.2 สามารถนำมาออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบได้ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์

4.3 วิเคราะห์แนวทางการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยใช้หลักการทางวิศวกรรมมาช่วยในการตัดสินใจ

ในขั้นตอนนี้จะใช้หลักการทางวิศวกรรมมาช่วยในการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยใช้การคัดเลือกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ (DRL) ซึ่งจะใช้การเปรียบเทียบพื้นที่ผิว เปรียบเทียบอุณหภูมิความร้อนของชิ้นส่วนข้างเคียง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการยกตัวอย่างเปรียบเทียบเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ขนาดด้วยกัน ขนาด 5 มม. 10 มม. และ 12 มม.

4.3.1 การเลือกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไฟ DRL

จากข้อมูลในหัวข้อ 3.9.1 และ 3.9.2 สามารถนำมาทำตารางเพื่อคัดเลือกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไฟ DRL ได้โดยการคิดค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักซึ่งใช้ข้อมูลด้านความสำคัญของผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ในหัวข้อที่ 3.5 (ข) ในเรื่อง ระดับความสว่างที่เหมาะสมซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.62 และเลนส์มีความทนทานต่อความร้อนซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.69 มาใช้เป็นค่ากลางในการถ่วงน้ำหนัก และในงานวิจัยนี้สมมติให้ค่าถ่วงน้ำหนักอีก 2 ค่าเป็นบวกลบ 0.1 จากค่ากลาง ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.3 และแสดงการคำนวณแบบถ่วงน้ำหนักดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก

ค่าถ่วงน้ำหนักด้านความสว่าง	ค่าถ่วงน้ำหนักด้านความร้อน	รวมค่าถ่วงน้ำหนัก
4.61 – สว่างน้อย	4.70 – อุณหภูมิต่ำ	9.31
4.62 – ค่ากลาง	4.69 – ค่ากลาง	9.31
4.63 – สว่างมาก	4.68 – อุณหภูมิสูง	9.31

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงการคำนวณเพื่อคัดเลือกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไฟ DRL

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.)	ขนาดพื้นที่ผิว X ค่าถ่วงน้ำหนัก	อุณหภูมิสูงสุดชิ้นส่วน ข้างเคียง X ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ยถ่วง น้ำหนัก
5	33.33×4.61 = <u>153.65</u>	111.06×4.70 = <u>521.98</u>	72.57
10	68.24×4.62 = <u>315.26</u>	131.78×4.69 = <u>618.05</u>	100.24
12	82.64×4.63 = <u>382.62</u>	141.38×4.68 = <u>661.66</u>	112.17

จากตารางที่ 4.3 สรุปได้ว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไฟ DRL ที่เหมาะสมคือ 12 มม. เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักมากที่สุดทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยนี้เก็บผลระดับความสำคัญด้านความสว่างและด้านความร้อนของลูกค้านำมาเป็นค่าเฉลี่ยแต่การใช้งานจริงควรเก็บผลเปรียบเทียบระดับความสำคัญด้านความสว่างและด้านความร้อนของลูกค้านำมาด้วยเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักที่ชัดเจน

4.3.2 การคำนวณความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

เนื่องจากไฟ DRL ต้นแบบเป็นการทำงานแบบระบบขนาน ซึ่งมี LED เป็นส่วนประกอบจำนวน 12 ชิ้นและประมาณให้ทุกชิ้นมีค่าความน่าเชื่อถือที่ 0.96 เท่ากันตามที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.9.3 ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ (12)

$$R_s = 1 - [(1 - R_1) * (1 - R_2) * \dots * (1 - R_{10})] \quad (12)$$

โดยที่

R_s = ค่าความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์

$R_1, R_2, \dots, R_{10}$ = ค่าความน่าเชื่อถือของแต่ละส่วนประกอบ

แทนค่าลงในสมการที่ (12) ได้ดังนี้

$$R_s = 1 - [(1 - 0.96)^{10}]$$

$$R_s = 1 - [(0.04)^{10}]$$

$$R_s = 1 - [1.05E^{-14}]$$

$$R_s = 1$$

จากการคำนวณความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์อยู่ที่ประมาณ 1 ซึ่งหมายความว่าโอกาสความเสียหายของไฟ LED ในผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีค่าน้อยมากหรือแทบไม่มี ซึ่งถือว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบนี้ใช้ได้แต่ทั้งนี้การใช้งานจริงยังต้องคำนึงถึงส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น สายไฟ เลนส์ เป็นต้น

บทที่ 5

บทสรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาด้านการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ (Daytime Running Lights) โดยพิจารณาหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคจากการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) ร่วมกับวิศวกรรมคันเซ (Kansei Engineering) จากนั้นได้นำหลักการทางวิศวกรรมต่างๆ มาช่วยในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ดังแสดงในบทที่ 4 โดยสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

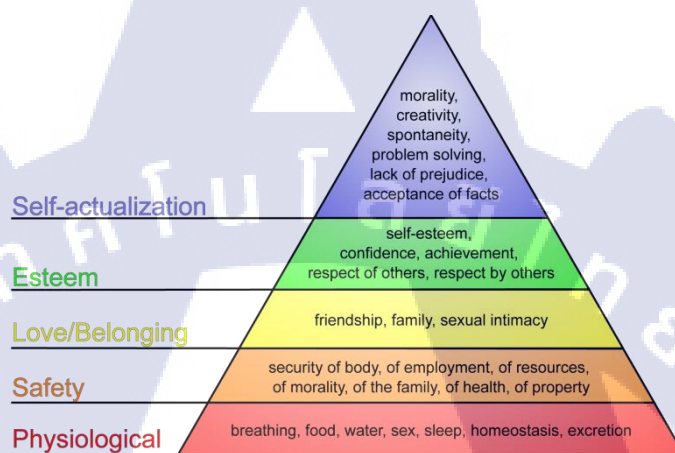
ผลจากการวิจัยโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพร่วมกับวิศวกรรมคันเซ สามารถสรุปแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. คุณลักษณะที่ลูกค้าให้ความสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และบุคคลอื่น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตอยู่ที่ 4.69 ส่วนในด้านของรูปลักษณะนั้น ลูกค้าพึงพอใจไฟส่องไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์แบบเส้นและแบบจุดที่ติดตั้งอยู่กับโคมไฟหน้ารถ
2. คุณลักษณะทางวิศวกรรมที่สำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ ชนิดของไฟที่ใช้
3. รูปลักษณะของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ที่จากการวิเคราะห์โดยวิศวกรรมคันเซ คือ มีลักษณะเป็นเส้น วงกลม วางอยู่ในตำแหน่งตรงกลางและขอบล่างของไฟหน้า และมีจำนวนมากกว่า 1 เส้น
4. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคทางวิศวกรรม คือ 12 มม.

5.2 อภิปรายผล

จากงานวิจัยเพื่อหาแนวทางการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพร่วมกับวิศวกรรมคันเซ ผลปรากฏว่าลูกค้าให้ความสำคัญในเรื่อง ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และบุคคลอื่นมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ ทฤษฎีลำดับชั้นความต้องการของมาสโลว์ที่มนุษย์มีความต้องการด้านความมั่นคงปลอดภัย (Safety Needs) เป็นลำดับขั้นที่สองถัดจากความต้องการด้านร่างกายหรือด้านกายภาพดังแสดงในรูปที่ 5.1, คุณลักษณะทางวิศวกรรมที่สำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ ชนิดของไฟที่ใช้ ซึ่งชนิดไฟที่ใช้ขึ้นเป็น

ส่วนประกอบสำคัญและส่วนประกอบหลักของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์, ด้านรูปลักษณะของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ที่จากการวิเคราะห์โดยวิศวกรรมคันเซ คือ มีลักษณะเป็นเส้นโค้ง วงกลม ซึ่งเส้นโค้งจะให้ความรู้สึก ลื่นไหล สุภาพและอ่อนโยน และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางวิศวกรรม คือ 12 มม. ซึ่งมีพื้นที่มากที่สุดและทำให้มีความสว่างมากที่สุดตามไปด้วย



รูปที่ 5.1 ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของมาสโลว์ [23]

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ในงานวิจัยนี้ไม่ได้มีบริษัทหรือผู้ประกอบการในการให้นโยบายหรือแนวคิดของผลิตภัณฑ์จึงทำให้ กระบวนการวิจัย เช่น การระดมความคิด (Brainstorm) ต่างๆ การกำหนดเป้าหมายของการออกแบบ หรือ การออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นอาจไม่สามารถตอบสนองความต้องการของบริษัทหรือผู้ประกอบการได้เท่าที่ควร ทั้งนี้หากมีนโยบายหรือแนวคิดการออกแบบที่ชัดเจนจากบริษัทหรือผู้ประกอบการจะทำให้แนวทางการออกแบบมีความสมบูรณ์มากขึ้น
2. เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ยังถือว่าผลิตภัณฑ์ใหม่ในเมืองไทยทำให้เวลาผู้วิจัยไปเก็บข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถามบางท่านไม่รู้จักผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่รู้ชื่อเรียกของผลิตภัณฑ์ทำให้บางครั้งผู้วิจัยต้องอธิบายเพิ่มเติม ซึ่งหากจะทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามเข้าใจผลิตภัณฑ์มากขึ้นอาจจะใช้ภาพสไลด์เปรียบเทียบระหว่างรถยนต์ที่ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันกับรถยนต์ที่ไม่มีไฟส่องสว่างในเวลากลางวันหรือใช้วิดีโอเป็นสื่อเพิ่มเติม
3. เนื่องจากแบบสอบถามที่ใช้เก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้ในส่วนของเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพนี้เป็นการถ่ายเอกสารแบบขาวดำทำให้เห็นภาพไม่ชัดเจน ซึ่งอาจทำให้ผู้ตอบ

แบบสอบถามไม่เข้าใจในแบบสอบถาม และการเก็บข้อมูลในส่วนวิศวกรรมคั่นเซผู้วิจัยได้ใช้การเก็บข้อมูลแบบออนไลน์เพื่อความสะดวกและให้เห็นภาพผลิตภัณฑ์เป็นแบบสีแต่ก็มีข้อจำกัดในการตอบแบบสอบถามที่สามารถให้ผู้ตอบเลือกตอบได้เพียงรูปแบบผลิตภัณฑ์เดียวซึ่งทำให้รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ผู้ตอบน้อยไม่สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบได้ ซึ่งจำนวนผู้ตอบแต่ละรูปแบบผลิตภัณฑ์ควรมีประมาณจำนวน 17 คนขึ้นไปจึงสามารถนำผลมาวิเคราะห์ได้

4. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันของรถยนต์นั้นในส่วนของชิ้นงานจริงจะมีรายละเอียดและส่วนประกอบหลายส่วนซึ่งต้องใช้องค์ความรู้จากอุตสาหกรรมจริงแต่ในงานวิจัยนี้ไม่มีข้อมูลเชิงลึกจึงสามารถออกแบบได้ในส่วนของรูปลักษณ์ภายนอกเท่านั้น ซึ่งหากมีข้อมูลเชิงลึกของผลิตภัณฑ์จะทำให้สามารถวางแผนในพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้สมบูรณ์มากขึ้น

5. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันของรถยนต์นั้นไม่สามารถทำเป็นชิ้นงานออกมาได้เนื่องจาก กระบวนการผลิตนั้นต้องใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และเงินทุนสูง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาในส่วนของรูปลักษณ์ของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันของรถยนต์เป็น 3D โดยใช้โปรแกรม Catia V5 ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ซึ่งในอุตสาหกรรมจริงอาจจะมีการผลิตตัวต้นแบบ(Prototype) ออกมาทำให้เห็นรูปลักษณ์ของจริงและพบปัญหาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซึ่งสามารถนำมาปรับปรุงให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดได้

บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- [1] วรรณ ยงพิศาลภพ, “แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2560-62 อุตสาหกรรมรถยนต์,” [Online].Available: https://www.krungsri.com/bank/getmedia/cf250dec-3bbe-4629-8a6b-40f7937eee4b/IO_Automobile_2017_TH.aspx /. [Accessed: 20 ตุลาคม 2560].
- [2] กองสารนิเทศ กระทรวงคมนาคม, “กระทรวงคมนาคมร่วมรณรงค์โครงการเปิดไฟหน้ารถช่วยลดอุบัติเหตุ,” *ข่าวกระทรวงคมนาคม*, ฉบับที่ 3/2560, มกราคม, 2559.
- [3] Kunzmann, “Carlsson LED Daytime Running Lights E-Class W211,” kunzmann.de [Online].Available: <https://www.kunzmann.de/shop/en/tuning-styling-mercedes-benz-e-class-w211-carlsson-led-daytime-running-lights.htm>. [Accessed: November 9, 2017].
- [4] Hauser and Clausing, “*The House of Quality*,” United States : Harvard Business Publishing,1998.
- [5] Comrey and Lee, “*A First Course in Factor Analysis*,” (2nd ed). Hillsdale, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associated,1992.
- [6] S. Schütte, “*Designing Feelings into Products: Integrating Kansei Engineering Methodology in Product Development*,” Ph.D. dissertation (Mechanical Engineering), Linköpings Universitet, Linköping, Sweden, 2002.
- [7] กุศล พิมพันธ์ศรี, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ด้วยวิศวกรรมคั่นเซ,” [Online]. Available: <http://www.ie.kmutnb.ac.th/upload/article/695885.pdf>. [Accessed: 19 พฤศจิกายน 2560].
- [8] K. Ruengsak, “*Packing Design Using Kansei Engineering Approach*,” [Online]. Available:<http://www.thaiscience.info/Article%20for%20ThaiScience/Article/2/10025163.pdf>. [Accessed: November 9, 2017].
- [9] จุฑากาญจน์ ดวงตาดำ, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์เทียนหอมด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและวิศวกรรมคุณค่า,” *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 6, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,สงขลา, 8-9 พฤษภาคม 2551*,หน้า 517-521.

- [10] นาริรัตน์ จริยะปัญญา, “การออกแบบผลิตภัณฑ์ชุดเดินป่าโดยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ,” วิทยานิพนธ์ วศ.ม.(วิชาการพัฒนาอุตสาหกรรม), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2553.
- [11] ชินะ รอดศิริ, “การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมบริการ กรณีศึกษา อาคารผู้โดยสารท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ,” วิทยานิพนธ์ วศ.ม.(วิศวกรรมอุตสาหกรรม), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2553.
- [12] กุศล พิมานันท์ศรี, “การประยุกต์วิศวกรรมคันเซเพื่อการประเมินการรับรู้ของผู้บริโภคต่อแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์: กรณีศึกษาการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ตู้เสื้อผ้า,” รายงานการวิจัย (วิศวกรรมอุตสาหกรรม), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2554.
- [13] นพรัตน์ คุ่มพงษ์, “กรอบแนวคิดการประยุกต์ใช้วิศวกรรมคันเซในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร : กรณีศึกษาข้าวพาร์บอยล์,” การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ.2555, มหาวิทยาลัยศรีปทุม, เพชรบุรี, 17-19 ตุลาคม 2555, หน้า 2,030-2,037.
- [14] W. Wattanutchariya et al., “Implementation of quality function deployment and kansei engineering for GABA rice snack development,” *Environment and Natural Resources Journal*, vol. 10, no.2, pp.1-10, December 2012.
- [15] T.K. Philip et al, “Design of an automotive headlamp considering style and performance,” *SASTECH Journal*, vol. 12 issue 2, pp. 46-51, September 2013.
- [16] อภิศักดิ์ นาคณอม, “การศึกษาการออกแบบไฟหน้าและไฟท้ายรถยนต์โดยใช้หลักการ QFD บริษัทกรณีศึกษา,” สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม), สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, กรุงเทพฯ, 2557.
- [17] P. Padagannavar, “Automotive Product Design and Development of Car Dashboard Using Quality Function Deployment,” [Online]. Available: <http://www.thaiscience.info/Article%20for%20ThaiScience/Article/2/10025163.pdf>. [Accessed: November 9, 2017].
- [18] T. Yamane, “Statistics, An Introductory Analysis,” 2nd Ed., New York : Harper and Row, 1967.
- [19] สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย, “คู่มือการเลือกหลอด LED สำหรับผู้บริโภค,” [Online]. Available: http://www.tieathai.org/images/intro_1479229183/final.pdf. [Accessed: 20 ตุลาคม 2560].

- [20] P. Xavier et al., "Thermal analysis of LED lamps for optimal driver integration," *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 30, no. 7, pp.3,876-3,891, July 2015.
- [21] A. Arezoo, "Nanoporous Polymer/Carbon Nanotube Membrane Filtration: the "How-To" Guide to Computational Methods," [Online]. Available: https://www.researchgate.net/figure/1-Physical-and-Chemical-Properties-of-PBT-Compared-to-Other-Engineering-Plastics_tbl3_280937465. [Accessed: January 19, 2019].
- [22] P. Goodman et al, "Busting Myths about LED Reliability," [Online]. Available: https://www.photonics.com/Articles/Busting_Myths_About_LED_Reliability/a31912. [Accessed: January 19, 2019].
- [23] ศรีประภา ชัยสินธพ, "สภาพจิตใจของวัยผู้ใหญ่," [Online]. Available: <https://med.mahidol.ac.th/ramamental/generalknowledge/general/06272014-1009>. [Accessed: 31 สิงหาคม, 2019].

ภาคผนวก

TNI

ภาคผนวก ก.

ตารางสำเร็จรูปของทาโรยามาเน่

TNI

ตารางสำเร็จรูปของ ทาโร ยามาเน่ เป็นตารางที่ใช้หาขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อประมาณค่า สัดส่วนของประชากร โดยคาดว่าสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร เท่ากับ 0.5 และระดับความ เชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ก.1 ตารางสำเร็จรูปของ ทาโร ยามาเน่

ขนาดประชากร (N)	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ในแต่ละระดับความคลาดเคลื่อน (e)					
	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 3\%$	$\pm 4\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$
500					222	83
1,000				385	286	91
1,500			638	441	316	94
2,000			714	476	333	95
2,500		1,250	769	500	345	96
3,000		1,364	811	517	353	97
3,500		1,458	843	530	359	97
4,000		1,538	870	541	364	98
4,500		1,067	891	549	367	98
5,000		1,667	909	556	370	98
6,000		1,765	938	566	375	98
7,000		1,842	959	574	378	99
8,000		1,905	976	580	381	99
9,000		1,957	989	584	383	99
10,000	5,000	2,000	1,000	588	385	99
15,000	6,000	2,143	1,034	600	390	99
20,000	6,667	2,222	1,053	606	392	100
25,000	7,143	2,273	1,064	610	394	100
50,000		2,381	1,087	617	397	100
100,000		2,439	1,099	621	398	100
∞		2,500	1,111	625	400	100

ภาคผนวก ข.

แบบสอบถาม

เรื่อง ความต้องการของลูกค้าต่อไฟส่องสว่างในเวลากลางวันของรถยนต์ (Daytime Running Lights)

TNI



แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง ความต้องการของลูกค้าต่อไฟส่องสว่างในเวลากลางวันของรถยนต์ (Daytime Running Lights)

แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจความต้องการและความคิดเห็นของลูกค้า (Voice of Customers) เพื่อนำไปหาปัจจัยในการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์

โปรดตอบคำถามโดยใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องสี่เหลี่ยม และเขียนข้อความในช่องว่าง (ข้อมูลของท่านจะถูกเก็บรักษาและนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงวิชาการ เพื่อการวิจัยในครั้งนี้นั่น)

A. ท่านมีใบขับขี่รถยนต์หรือไม่

☐ มี

☐ ไม่มี

B. ท่านอยู่ในกรุงเทพฯหรือปริมณฑลหรือไม่

☐ ใช่

☐ ไม่ใช่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20-30 ปี ☐ 31-40 ปี ☐ 41-50 ปี ☐ 51-60 ปี ☐ มากกว่า 60 ปี

3. สถานภาพ ☐ โสด ☐ สมรส ☐ หย่าร้าง,หย้าย,แยกกันอยู่

4. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด ☐ มัธยมศึกษา,ปวช. หรือต่ำกว่า ☐ อนุปริญญา,ปวส.
☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท ☐ สูงกว่าปริญญาโท

5. อาชีพ

☐ รัฐวิสาหกิจ

☐ ราชการ

☐ นักเรียน / นักศึกษา

☐ พนักงานบริษัท

☐ ธุรกิจส่วนตัว

☐ อาชีพอิสระ

☐ ว่างาน

☐ อื่นๆ โปรดระบุ

6. รายได้

☐ น้อยกว่า 20,000 บาท

☐ 40,001-50,000 บาท

☐ 20,001-30,000 บาท

☐ 50,001-60,000 บาท

☐ 30,001-40,000 บาท

☐ มากกว่า 60,000 บาท

ตอนที่ 2 สำรวจความต้องการของลูกค้า

นิยาม : ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันคือไฟที่ถูกต้องติดตั้งอยู่ด้านหน้าของรถและถูกใช้งานเฉพาะในเวลากลางวัน

โดยช่วยให้รถคันอื่นหรือบุคคลอื่นสังเกตเห็นได้ง่ายขึ้นจึงมีประโยชน์ในการช่วยลดอุบัติเหตุบนท้องถนนได้

คำอธิบาย : แบบสอบถามส่วนนี้ไม่จำกัดความคิดเห็นต่างของผู้ตอบแบบฉบับดังนั้นสามารถตอบได้อย่างอิสระ
 จงเขียนความต้องการของท่านในการเลือกไฟส่องสว่างในเวลากลางวัน (เช่น รูปร่างสวยงาม ไฟมีสี เป็นต้น)

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค.

แบบสอบถาม

เรื่อง การศึกษาปัจจัยการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันของรถยนต์ (Daytime
Running Lights)

TNI



แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง การศึกษาปัจจัยการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันของรถยนต์(Daytime Running Lights)

แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ ในการสำรวจความต้องการและพึงพอใจของลูกค้าเพื่อนำไปทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันของรถยนต์ต่อไป

โปรดตอบคำถามโดยใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องสี่เหลี่ยม

A. ท่านมีใบขับขี่รถยนต์หรือไม่

☐ มี ☐ ไม่มี

B. ท่านอยู่ในกรุงเทพฯหรือปริมณฑลหรือไม่

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

- เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
- อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20-30 ปี ☐ 31-40 ปี ☐ 41-50 ปี ☐ 51-60 ปี ☐ มากกว่า 60 ปี
- สถานภาพ ☐ โสด ☐ สมรส ☐ หย่าร้าง,หม้าย,แยกกันอยู่
- ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด ☐ มัธยมศึกษา,ปวช. หรือต่ำกว่า ☐ อนุปริญญาปวส.
☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท ☐ สูงกว่าปริญญาโท
- อาชีพ ☐ รัฐวิสาหกิจ ☐ ราชการ
☐ นักเรียน / นักศึกษา ☐ พนักงานบริษัท
☐ ธุรกิจส่วนตัว ☐ ว่างาน
☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....
- รายได้/เดือน ☐ น้อยกว่า 20,000 บาท ☐ 40,001-50,000 บาท
☐ 20,001-30,000 บาท ☐ 50,001-60,000 บาท
☐ 30,001-40,000 บาท ☐ มากกว่า 60,000 บาท
- คุณคิดว่าไฟส่องสว่างในเวลากลางวันจำเป็นหรือไม่ ☐ จำเป็น ☐ ไม่จำเป็น
- คุณคิดว่าไฟส่องสว่างในเวลากลางวันช่วยลดอุบัติเหตุได้หรือไม่ ☐ ได้ ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่ได้

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านความสำคัญของผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์

นั่งส่วนบุคคล

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาความสำคัญของไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์แต่ละข้อโดย

ใส่เครื่องหมาย ✓ ในตัวเลือกระดับความสำคัญที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

(ความสำคัญ หมายถึง สิ่งที่ผลิตภัณฑ์ควรมี)

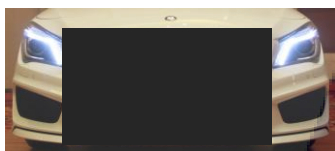
ข้อมูลด้านความสำคัญ	ระดับความสำคัญ				
	(5) มากที่สุด	(4) มาก	(3) ปานกลาง	(2) น้อย	(1) น้อยที่สุด
ด้านรูปลักษณ์					
รูปลักษณ์สวยงาม					
มีความเป็นเอกลักษณ์					
ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม					
ด้านการใช้งาน					
มีระดับความสว่างที่เหมาะสม					
สามารถกำหนดการเปิด-ปิดการใช้งานได้เอง					
เปิดใช้งานเมื่อสตาร์ทรถและปิดการใช้งานเมื่อเปิดไฟหน้า					
สามารถถอดเปลี่ยนได้					
ประหยัดพลังงาน					
ด้านความปลอดภัย					
ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และบุคคลอื่น					
ด้านวัสดุอุปกรณ์					
เลนส์ไม่เป็นรอยง่าย					
หลอดไฟมีอายุการใช้งานยาวนาน					
เลนส์มีความทนทานต่อความร้อน					
เลนส์กันน้ำเข้าได้					
ด้านการบำรุงรักษา					
ซ่อมบำรุงรักษาง่าย					
มีการรับประกัน					

ตอนที่ 3 ข้อมูลด้านความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับ

รถยนต์นั่งส่วนบุคคล

คำชี้แจง ถ้าไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์(DRL)ที่ท่านใช้ มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ท่านจะมี

ความพึงพอใจในระดับใด (ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่)



แบบที่ 1 ไฟ LED แบบเส้นติด
ตั้งอยู่กับไฟหน้า



แบบที่ 2 ไฟ LED แบบจุดติดตั้งอยู่กับไฟ
หน้า



แบบที่ 3 ไฟ LED แบบจุดติดตั้งอยู่
บริเวณกันชนหน้า

ข้อมูลด้านความคุณสมบัติ		ระดับความพึงพอใจ				
		(5) มากที่สุด	(4) มาก	(3) ปานกลาง	(2) น้อย	(1) น้อยที่สุด
ด้านรูปลักษณ์						
รูปลักษณ์สวยงาม	แบบที่ 1					
	แบบที่ 2					
	แบบที่ 3					
มีความเป็นเอกลักษณ์	แบบที่ 1					
	แบบที่ 2					
	แบบที่ 3					
ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม	แบบที่ 1					
	แบบที่ 2					
	แบบที่ 3					
ด้านการใช้งาน						
มีระดับความสว่างที่เหมาะสม						
สามารถกำหนดการเปิด-ปิดการใช้งานได้เอง						
เปิดใช้งานเมื่อสตาร์ทรถและปิดการใช้งานเมื่อเปิดไฟหน้า						
สามารถถอดเปลี่ยนได้						
ประหยัดพลังงาน						

ภาคผนวก ง.

แบบสอบถาม

เรื่อง การศึกษาคุณลักษณะย่อยของผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันของรถยนต์
ที่มีผลต่อผู้บริโภค

TNI



แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง การศึกษาคุณลักษณะย่อยของผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อผู้บริโภค

แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ ในการสำรวจความต้องการและพึงพอใจของลูกค้าเพื่อนำไปทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบไฟส่องสว่างในเวลากลางวันของรถยนต์ต่อไป

โปรดตอบคำถามโดยใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องสี่เหลี่ยม

A. ท่านมีใบขับขี่รถยนต์หรือไม่

☐ มี ☐ ไม่มี

B. ท่านอยู่ในกรุงเทพฯหรือปริมณฑลหรือไม่

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20-30 ปี ☐ 31-40 ปี ☐ 41-50 ปี ☐ 51-60 ปี ☐ มากกว่า 60 ปี

3. ระดับการศึกษาชั้นสูงสุด ☐ มัธยมศึกษา,ปวช. หรือต่ำกว่า ☐ อนุปริญญา/ปวส.
☐ปริญญาตรี ☐ปริญญาโท ☐สูงกว่าปริญญาโท

4. อาชีพ

☐ รัฐวิสาหกิจ ☐ ราชการ
☐ นักเรียน / นักศึกษา ☐ พนักงานบริษัท
☐ ธุรกิจส่วนตัว ☐ ว่างาน
☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้/เดือน

☐ น้อยกว่า 20,000 บาท ☐ 40,001-50,000 บาท
☐ 20,001-30,000 บาท ☐ 50,001-60,000 บาท
☐ 30,001-40,000 บาท ☐ มากกว่า 60,000 บาท



แบบที่ 1



แบบที่ 2



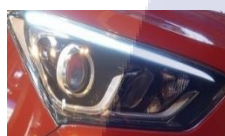
แบบที่ 3



แบบที่ 4



แบบที่ 5



แบบที่ 6



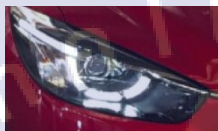
แบบที่ 7



แบบที่ 8



แบบที่ 9



แบบที่ 10



แบบที่ 11



แบบที่ 12

คำแสดง ความรู้สึก	ตัวแทน ผลิตภัณฑ์	ระดับคะแนน					คุณลักษณะผลิตภัณฑ์										จำนวน เส้น		
		1	2	3	4	5	แบบไฟ		การวางแนว			แนวเส้นไฟ			การหักมุม				
							แบบเส้น	แบบจุด	ขอบบนไฟหน้า	ขอบล่างไฟหน้า	ตรงกลางไฟหน้า	เป็นเส้นตรง	เป็นเส้นโค้ง	เป็นวงกลม	แบบเหลี่ยม	แบบโค้ง			ไม่มีการหักมุม
Modern (ทันสมัย)	แบบที่ 1																		
	แบบที่ 2																		
	แบบที่ 3																		
	แบบที่ 4																		
	แบบที่ 5																		
	แบบที่ 6																		
	แบบที่ 7																		
	แบบที่ 8																		
	แบบที่ 9																		
	แบบที่ 10																		
	แบบที่ 11																		
	แบบที่ 12																		

(1 = พึงพอใจน้อยสุด, 5 = พึงพอใจมากที่สุด)

ภาคผนวก จ.

ข้อมูลการเก็บรวบรวมความต้องการของลูกค้า

(Voice of Customer)

TNI

การรวบรวมความต้องการของลูกค้ากับผลิตภัณฑ์ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันสำหรับรถยนต์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2560 จากการใช้แบบสัมภาษณ์กับกลุ่มลูกค้าประมาณ 30 คนโดยได้ข้อมูลและเรียบเรียงถ้อยคำใหม่(Content analysis)ได้ดังนี้

ตารางที่ จ.1 การรวบรวมความต้องการของลูกค้า

ความต้องการ	เรียบเรียงถ้อยคำใหม่
ปลอดภัย	-ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และบุคคลอื่น -มีความปลอดภัยในการใช้งาน
รูปลักษณ์สวยงาม	-รูปลักษณ์สวยงาม
ให้ความสว่างเพียงพอ	-มีระดับความสว่างที่เหมาะสม
ใช้งานได้นาน	-หลอดไฟมีอายุการใช้งานยาวนาน
เคยล์ท์ หลัง	-ไฟส่องสว่างในเวลากลางดึกหลังรถยนต์
ไฟส่องสว่างมีคุณภาพ ไม่สว่างจนเกินไป	-สังเกตได้ง่าย -มีระดับความสว่างที่เหมาะสม
สีของไฟสังเกตได้ง่ายในเวลากลางวัน	-สังเกตได้ง่าย -มีระดับความสว่างที่เหมาะสม
รูปลักษณ์สวยงามเข้ากับตัวรถ	-รูปลักษณ์สวยงาม
คุณภาพวัสดุคงทน	-วัสดุมีความทนทาน
รถคันหน้าสามารถมองเห็นได้ง่าย	-สังเกตได้ง่าย
ใช้งานได้จริง ส่องสว่างได้อย่างเพียงพอ	-สังเกตได้ง่าย -มีระดับความสว่างที่เหมาะสม
สังเกตเห็นง่าย กินแบตเตอรี่น้อย	-สังเกตได้ง่าย -ประหยัดพลังงาน
ดีไซน์รูปลักษณ์รับกับตัวรถ	-รูปลักษณ์มีความสวยงาม
มีเอกลักษณ์ที่ชัดเจน	-มีความเป็นเอกลักษณ์
มีความสว่างเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด	-มีระดับความสว่างที่เหมาะสม
ราคาเหมาะสม	-ราคาเหมาะสม
คิดว่าไม่จำเป็นเท่าไร ขนาดใหญ่ยังเป็นอุปสรรค	-สามารถเลือกเปิด-ปิด การใช้งานได้ -สามารถถอดออกได้เมื่อไม่ต้องการ

ตารางที่ จ.1 การรวบรวมความต้องการของลูกค้า (ต่อ)

ความต้องการ	เรียบเรียงถ้อยคำใหม่
คิดว่าไม่จำเป็นเท่าไร ขนาดญี่ปุ่นยังเป็นออปชั่น	-สามารถเลือกเปิด-ปิด การใช้งานได้ -สามารถถอดออกได้เมื่อไม่ต้องการ
ต้องมีลักษณะที่เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งต้องดูแล้วไม่สับสนกับไฟสัญลักษณ์ เช่นไฟเลี้ยว	-ติดตั้งอยู่ตำแหน่งที่เหมาะสม -มีความแตกต่างจากไฟอื่นๆ
คันอื่นสังเกตได้ชัดเจน แต่แสงต้องไม่แรงจนเกินไป	-สังเกตได้ง่าย -มีระดับความสว่างที่เหมาะสม
ราคาไม่แพง	-ราคาเหมาะสม
ความสว่างไม่มากจนเกินไป	-มีระดับความสว่างที่เหมาะสม
รูปทรงเรียบๆ	-รูปลักษณ์สวยงาม
ความปลอดภัยสูง	-มีความปลอดภัยในการใช้งาน
ไม่สว่างมากจนเกินไปจนเป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่ท่านอื่น	-มีระดับความสว่างที่เหมาะสม
มีแสงสม่ำเสมอ และเป็นแสงวอร์มไลท์ (ขาวอมเหลือง) เพื่อให้สังเกตได้ง่าย	-สังเกตได้ง่าย -มีระดับความสว่างที่เหมาะสม -แสงไฟมีสีขาวอมเหลือง
สวยเหมือนดาว	-มีความเงางามเป็นประกาย
เลนส์ไม่ขุ่น	-เลนส์มีความทนทาน
ดูแลง่าย	-บำรุงรักษาได้ง่าย
ไม่กินไฟมากจนเกินไป	-ประหยัดพลังงาน
อยากให้อาจถอดเปลี่ยนแบบได้หลายๆแบบตามความต้องการ	-สามารถถอดเปลี่ยนได้
สามารถปรับตำแหน่งได้แบบอัตโนมัติเพื่อความเหมาะสม	-สามารถปรับตำแหน่งไฟได้อัตโนมัติ
สวยงาม สะดุดตา	-รูปลักษณ์สวยงาม
เลนส์มีความทนทานไม่เป็นรอยง่าย	-เลนส์ไม่เป็นรอยง่าย
ความสว่างในการใช้งานเหมาะสม	-มีระดับความสว่างที่เหมาะสม
มีการรับประกันสินค้าเวลาเสีย	-มีการรับประกันสินค้า

ภาคผนวก ข.

การทดลองวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณโดยใช้โปรแกรม Minitab

TNI

การทดลองวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณโดยใช้โปรแกรม Minitab โดยใช้การสุ่มค่าระดับความพึงพอใจ (C1) และการกระจายค่าไปยังคุณลักษณะย่อย (C2,C3,C4,C5) และวิเคราะห์แบบ ANOVA (ดูเพิ่มเติมที่ภาคผนวก ณ.)

1. ทดลองสุ่มจำนวน 10 ค่าพบว่า ค่า P-Value ไม่ขึ้นแสดงว่าข้อมูลยังไม่เพียงพอที่จะวิเคราะห์

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	4.000	0.000	*	*	*
C2	0.2000	0.0000	*	*	1.00

Regression Equation
C1 = 4.000 + 0.2000 C2

Worksheet1 ***

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
1	5	5	0.00	0.00	0.00		
2	4	0	1.33	1.33	1.34		
3	4	0	1.33	1.33	1.34		
4	5	5	0.00	0.00	0.00		
5	4	0	1.33	1.33	1.34		
6	4	0	1.33	1.33	1.34		
7	4	0	1.33	1.33	1.34		
8	5	5	0.00	0.00	0.00		
9	4	0	1.33	1.33	1.34		
10	4	0	1.33	1.33	1.34		

2. ทดลองสุ่มจำนวน 15 ค่าพบว่า ค่า P-Value ไม่ขึ้นแสดงว่าข้อมูลยังไม่เพียงพอที่จะวิเคราะห์

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	4.000	0.000	*	*	*
C2	0.2000	0.0000	*	*	1.00

Worksheet1 ***

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
7	4	0	1.33	1.33	1.34	
8	5	5	0.00	0.00	0.00	
9	4	0	1.33	1.33	1.34	
10	4	0	1.33	1.33	1.34	
11	4	0	1.33	1.33	1.34	
12	4	0	1.33	1.33	1.34	
13	4	0	1.33	1.33	1.34	
14	5	5	0.00	0.00	0.00	
15	4	0	1.33	1.33	1.34	

3. ทดลองสุ่มจำนวน 17 ค่าพบว่า ค่า P-Value แสดงดังนั้นจึงสรุปว่าข้อมูลประมาณ 17 ค่าจึงจะเพียงพอที่จะวิเคราะห์

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	3.103	0.487	6.37	0.000	
C2	0.215	0.239	1.07	0.304	1.03
C3	0.180	0.277	0.65	0.513	1.42
C4	0.358	0.140	2.42	0.022	1.40
C5	0.342	0.145	2.41	0.023	1.47

Regression Equation
C1 = 3.103 + 0.215 C2 + 0.180 C3 + 0.358 C4 + 0.342 C5

Worksheet1 ***

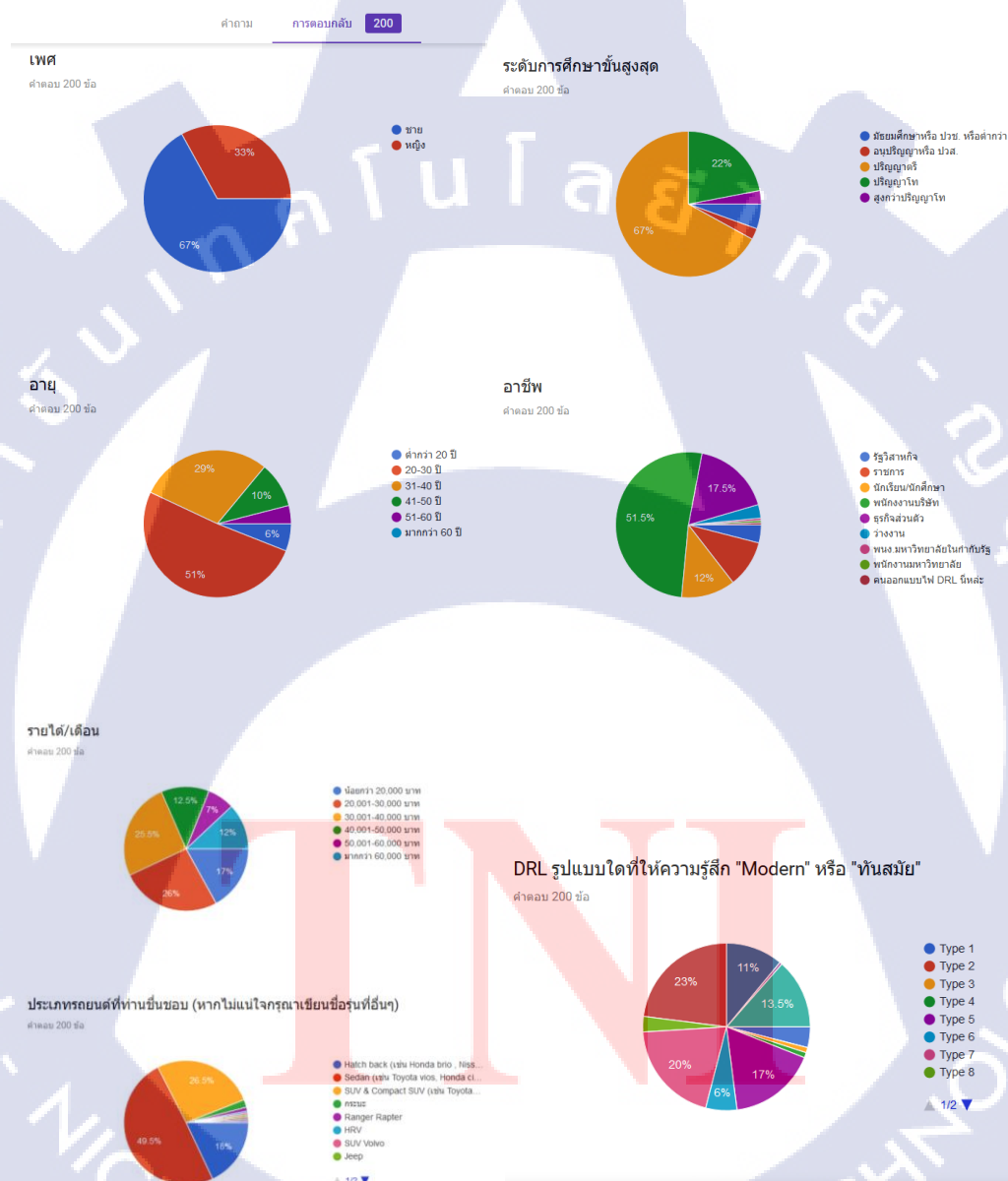
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
10	5	1.25	1.25	1.25	1.25	
11	5	0.00	0.00	0.00	5.00	
12	4	1.00	1.00	1.00	1.00	
13	5	1.67	0.00	1.67	1.66	
14	3	0.60	0.60	0.60	1.20	
15	4	0.00	4.00	0.00	0.00	
16	5	1.25	1.25	1.25	1.25	
17	4	1.33	1.34	1.33	1.34	

ภาคผนวก ซ.

การเก็บรวบรวมข้อมูลของวิศวกรรมคันเซโดยใช้คำแสดงความรู้สึก
และตัวแทนผลิตภัณฑ์

TNI

การเก็บรวบรวมข้อมูลของวิศวกรรมคันเซโดยใช้คำแสดงความรู้สึก “Modern” และตัวแทนผลิตภัณฑ์ไฟ DRL 12 แบบ โดยใช้แบบสอบถามแบบออนไลน์จากการสร้างด้วย Google form ซึ่งเก็บรวบรวมในช่วงเดือน กรกฎาคม ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งได้จำนวนผู้ตอบ 204 คนและผู้วิจัยตัดส่วนที่ใช้ไม่ได้เช่น อายุเกิน 60 ปี ออกให้ได้จำนวน 200 ชุด



รูปที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูลของวิศวกรรมคันเซ

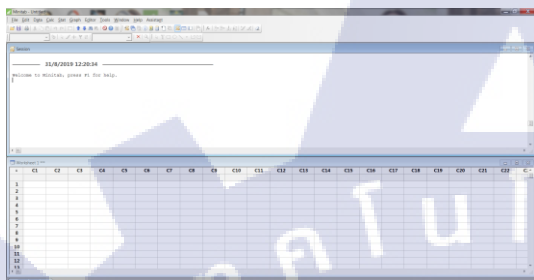
ภาคผนวก ณ.

การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณโดยใช้โปรแกรม Minitab

TNI

การใช้โปรแกรม Minitab ในการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณในงานวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

1. เข้าโปรแกรม Minitab

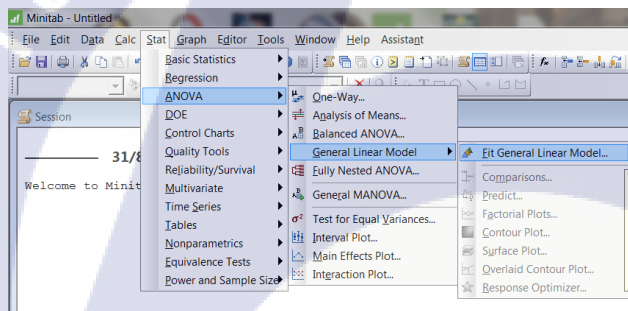


2. นำข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์มาใส่ (ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลของ Type 7)

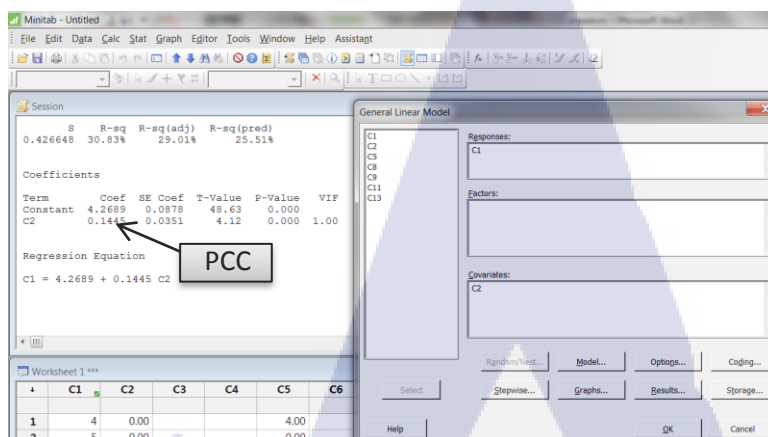
Type	Satisfaction	ไฟแบบเส้น	ไฟแบบจุด	อยู่ขอบบนของไฟหน้า	อยู่ตรงกลางของไฟหน้า	อยู่ขอบล่างของไฟหน้า	แนวไฟเป็นเส้นตรง	แนวไฟเป็นเส้นโค้ง	แนวไฟเป็นวงกลม	มีการหักมุมแบบเหลี่ยม	มีการหักมุมแบบโค้ง	ไม่มีการหักมุม	มีจำนวนเส้นมากกว่า 1 เส้น
7	4	0			4			0	0		0		0
7	5	0			0			0	0		0		1
7	5	5			0			0	0		0		1
7	5	2.5			0			0	0		0		2.5
7	4	0			4			0	0		0		0
7	5	5			0			0	0		0		0
7	4	1.33			1.33			0	1.34		0		0
7	4	0			0			0	4		0		0
7	5	0			0			2.5	0		2.5		0
7	4	2			0			0	2		0		0
7	4	0			4			0	0		0		0
7	5	0			0			0	5		0		0
7	4	0			0			0	2		0		2
7	5	5			0			0	0		0		0
7	5	5			0			0	0		0		0
7	5	2.5			0			0	2.5		0		0
7	5	1.67			0			0	1.67		0		1.66
7	4	2			0			2	0		0		0
7	4	0			0			0	4		0		0
7	4	0			0			0	4		0		0
7	4	0			4			0	0		0		0
7	5	0			0			0	0		0		5
7	5	5			0			0	0		0		0
7	5	2.5			0			0	0		0		2.5
7	4	0			4			0	0		0		0
7	5	5			0			0	0		0		0
7	4	1.33			1.33			0	1.34		0		0
7	4	0			0			0	4		0		0
7	5	0			0			2.5	0		2.5		0
7	4	2			0			0	2		0		0

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
1	4	0.00			4.00			0.0	0.00		0.0		0.00	
2	5	0.00			0.00			0.0	0.00		0.0		1.00	
3	5	5.00			0.00			0.0	0.00		0.0		0.00	
4	5	2.50			0.00			0.0	0.00		0.0		2.50	
5	4	0.00			4.00			0.0	0.00		0.0		0.00	
6	5	5.00			0.00			0.0	0.00		0.0		0.00	
7	4	1.33			1.33			0.0	1.34		0.0		0.00	
8	4	0.00			0.00			0.0	4.00		0.0		0.00	
9	5	0.00			0.00			2.5	0.00		2.5		0.00	
10	4	2.00			0.00			0.0	2.00		0.0		0.00	
11	4	0.00			4.00			0.0	0.00		0.0		0.00	
12	5	0.00			0.00			0.0	5.00		0.0		0.00	
13	4	0.00			0.00			0.0	2.00		0.0		2.00	
14	5	5.00			0.00			0.0	0.00		0.0		0.00	
15	5	5.00			0.00			0.0	0.00		0.0		0.00	
16	5	2.50			0.00			0.0	2.50		0.0		0.00	
17	5	1.67			0.00			0.0	1.67		0.0		1.66	
18	4	2.00			0.00			2.0	0.00		0.0		0.00	
19	4	0.00			0.00			0.0	4.00		0.0		0.00	
20	4	0.00			0.00			0.0	4.00		0.0		0.00	
21	4	0.00			4.00			0.0	0.00		0.0		0.00	
22	5	0.00			0.00			0.0	0.00		0.0		5.00	
23	5	5.00			0.00			0.0	0.00		0.0		0.00	
24	5	2.50			0.00			0.0	0.00		0.0		2.50	
25	4	0.00			4.00			0.0	0.00		0.0		0.00	
26	5	5.00			0.00			0.0	0.00		0.0		0.00	
27	4	1.33			1.33			0.0	1.34		0.0		0.00	
28	4	0.00			0.00			0.0	4.00		0.0		0.00	
29	5	0.00			0.00			2.5	0.00		2.5		0.00	
30	4	2.00			0.00			0.0	2.00		0.0		0.00	
31	4	0.00			4.00			0.0	0.00		0.0		0.00	
32	5	0.00			0.00			0.0	5.00		0.0		0.00	
33	4	0.00			0.00			0.0	0.00		0.0		0.00	

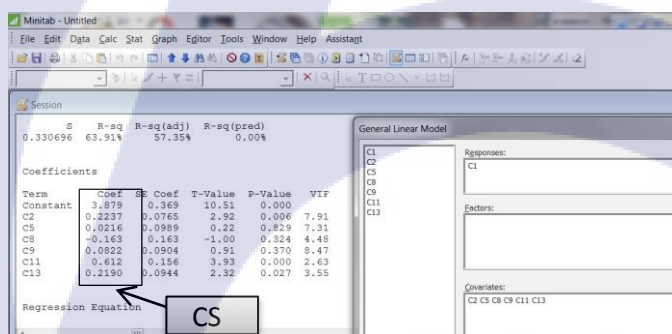
3. ใช้เครื่องมือ “Fit General Linear Model” ในการวิเคราะห์



4. หาค่า PCC (Partial Correlation Coefficient) ซึ่งค่านี้จะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคันเซของผู้บริโภคกับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยเลือก Responses เป็นคอลัมน์ C1 และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ (ตัวอย่างในการวิเคราะห์ คือแบบไฟ ซึ่งมีข้อมูลช่องเดียวคือ “C2” และเป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง (Covariates))



5. หาค่า CS (Category Score) ซึ่งค่านี้จะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคะแนนของผู้บริโภคกับคุณลักษณะย่อยของผลิตภัณฑ์ โดยเลือก Responses เป็นคอลัมน์ C1 และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ และเลือกคุณลักษณะย่อยทั้งหมด (คอลัมน์ C2,C5,C8,C9,C11 และ C13) ซึ่งเป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง (Covariates)



ภาคผนวก ญ.

การนำเสนอผลงานทางวิชาการ

TNI

การนำเสนอผลงานเรื่อง “A Study of Factors influencing the Design of Daytime Running Lights Using Quality Function Deployment Combine Kansei Engineering” ณ งานประชุมวิชาการนานาชาติ “International Conference on Business and Industrial Research(ICBIR) 2018”



การนำเสนอผลงานเรื่อง “The Design of Daytime Running Light by Using Quality Function Deployment Combine Kansei Engineering” ณ งานประชุมวิชาการนานาชาติ “The 9th Thai Society of Mechanical Engineers, International Conference on Mechanical Engineering (TSME-ICoME) 2018”



ประวัติย่อผู้วิจัย



ชื่อ-สกุล

นายพงษ์นรินทร์ บุญล้ำเลิศ

วันเดือนปีเกิด

13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2534

ที่อยู่

42 ซอยโชคชัย 4 ซอย 84 แยก 2 ถ.โชคชัย 4 เขตลาดพร้าว
แขวงลาดพร้าว กรุงเทพฯ 10230

ประวัติการศึกษา

2562

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

2556

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน

ม.ค. 2562-ปัจจุบัน

วิศวกรบริการ

บริษัท ESP Asian Center Co.,Ltd.

พ.ย. 2560-ธ.ค. 2561

วิศวกรฝ่ายวิจัยและพัฒนา

บริษัท Yanmar S.P. Co.,Ltd.

มิ.ย. 2558-มิ.ย.2560

วิศวกรฝ่ายวิจัยและพัฒนา

บริษัท Mitsuba Asia R&D Co.,Ltd.

ม.ค. 2557-มี.ค.2558

วิศวกรฝ่ายออกแบบสนับสนุนกระบวนการผลิต

บริษัท Radicon Co.,Ltd.