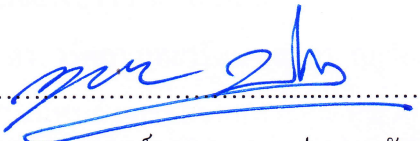
การลดต้นทุนของชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์โดยเทคนิควิศวกรรมคุณค่า

วัลลภ หรั่งขาว

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบงานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ วัลลภ หรั่งขาว ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

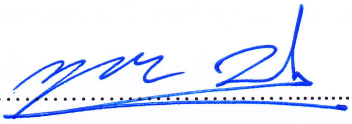
คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์



.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษดา ประสพชัยชนะ)

คณะกรรมการสอบงานนิพนธ์



.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษดา ประสพชัยชนะ)

ฤกูวัลย์ จันทรสา .....กรรมการ

(ดร. ฤกูวัลย์ จันทรสา)

วรัตถา อุทยารัตน์ .....กรรมการ

(ดร. วรัตถา อุทยารัตน์)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ดร. อาณัติ ดีพัฒนา)

วันที่ 13 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษดา ประสพชัยชนะ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร. วรัตถา อุทยารัตน์ และดร. ฤฎูวัลย์ จันทรสา เป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาเป็นกรรมการในการสอบงานนิพนธ์ และขอขอบพระคุณ คุณวสุรี ฐิติวร ที่ให้คำแนะนำแนวทางข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขที่ถูกต้องจนสำเร็จลุล่วง ถูกต้องและมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณพนักงานและผู้บริหาร โรงงานกรณีศึกษา ที่ให้กำลังใจและให้คำปรึกษาผู้วิจัยเสมอมา ตลอดจนแหล่งความรู้และข้อมูลต่าง ๆ ในการทำวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ และพี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา คุณค่าและประโยชน์ของงานนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้า เป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

วัลลภ หรั่งขาว

57921139: สาขาวิชา: การจัดการงานวิศวกรรม; วศ.ม. (การจัดการงานวิศวกรรม)
คำสำคัญ: ลดต้นทุนการผลิต/ ชิ้นส่วนยานยนต์/ วิศวกรรมคุณค่า

วัลลภ หรั่งขาว: การลดต้นทุนของชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์โดยเทคนิควิศวกรรมคุณค่า (COST REDUCTION OF FRONT GRILLE FOR AUTOMOTIVE PART BY VALUE ENGINEERING TECHNIQUE) คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์: กฤษดา ประสพชัยชนะ, Ph.D. 87 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

งานนิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุน และเพิ่มผลิตภาพการผลิตชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์ โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า เมื่อวิเคราะห์คุณค่าแต่ละหน้าที่ของชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์ พบว่าหน้าที่หลักที่ควรปรับปรุงเพื่อลดต้นทุน คือ “ให้ความสวยงาม” และ “แสดงสัญลักษณ์” ซึ่งมีคุณค่า 0.06 และ 0.19 ตามลำดับ เนื่องจากหน้าที่หลักทั้งสองนี้มีคุณค่าน้อยกว่าหนึ่ง ดังนั้น ชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่หลักดังกล่าวถูกปรับปรุงในกระบวนการพ่นสีโดยการยกเลิกกระบวนการพ่นสีพื้น (Primer) ซึ่งหลังการปรับปรุงพบว่า คุณภาพของกระจังหน้ารถยนต์เป็นไปตามมาตรฐานของลูกค้าที่กำหนดไว้และสามารถลดต้นทุนได้ 34.87 บาทต่อชิ้น หรือคิดเป็น 906,620 บาทต่อปี นอกจากนี้กำลังการผลิตชิ้นส่วน GRILLE RAD เพิ่มขึ้นจากเดิม 452 ชิ้นต่อวัน เป็น 707 ชิ้นต่อวัน หรือคิดเป็นการเพิ่มขึ้น 56.42 เปอร์เซ็นต์ และกำลังการผลิตชิ้นส่วน GRILLE-F UP เพิ่มขึ้นจากเดิม 227 ชิ้นต่อวัน เป็น 346 ชิ้นต่อวัน หรือคิดเป็นการเพิ่มขึ้น 54.42 เปอร์เซ็นต์

57921139: MAJOR: ENGINEERING MANAGEMENT; M.Eng. (ENGINEERING MANAGEMENT)
KEYWORDS: COST REDUCTION/ AUTOMOTIVE PART/ VALUE ENGINEERING
WANLOP RANGKAW: COST REDUCTION OF FRONT GRILLE FOR AUTOMOTIVE PART BY VALUE ENGINEERING TECHNIQUE. ADVISORY COMMITTEE: KRITSADA PRASOPCHAICHANA, Ph.D. 87 P. 2017.

The purpose of this research is to reduce the cost and increase the productivity of front grille using value engineering technique. The study has shown that the primary function of “Provide Beauty” and “Show Symbol” had the value of 0.06 and 0.19, respectively. Therefore, the cost of components related to these primary functions had to be reduced by canceling the primer coating in spraying process. After the improved spraying process was implemented according to the customer standard, the cost of front grille was decreased by 34.87 THB per each or 906,620 THB per year. In addition, the production capacity of GRILLE RAD has increased from 452 pieces per day to 707 pieces per day which is 56.42 percent of increase. The production capacity of GRILLE-F UP has increased from 227 pieces per day to 346 pieces per day which is 54.42 percent of increase.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2

ขอบเขตของงานนิพนธ์..... 2

วิธีการดำเนินการ..... 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5

ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า..... 5

ทฤษฎีต้นทุน..... 11

ระยะเวลาคืนทุน..... 13

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพลาสติก..... 14

กระบวนพื้นฐานในการฉีดพลาสติก..... 21

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับงานพ่นสี..... 24

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 28

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 30

การศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา..... 30

ผังองค์กร..... 32

วิธีการดำเนินการ..... 34

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการศึกษาวิจัย……	64
ทดสอบและพิสูจน์……	64
การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตชิ้นงาน……	64
เวลาการผลิตชิ้นงาน……	66
วัดชั้นความหนาสี……	71
การทดสอบทางวิศวกรรม……	72
ผลการทดสอบชิ้นงานทางวิศวกรรม……	77
5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ……	82
อภิปรายผลการวิจัย……	82
สรุปผลที่ได้รับจากการทำวิจัย……	83
ข้อเสนอแนะ……	84
บรรณานุกรม……	85
ประวัติย่อของผู้วิจัย……	87

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1-1 แผนผังการดำเนินโครงการ..... 3

2-1 ตัวอย่างการกำหนดหน้าที่หลักและหน้าที่รอง..... 9

2-2 ความแตกต่างระหว่างเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตพลาสติก..... 16

2-3 ชนิดและการใช้งานของเทอร์โมพลาสติก..... 16

2-4 ชนิดของสีและคุณสมบัติของสี..... 26

3-1 กระบวนการผลิตกระจังหน้ารถยนต์มาสด้า..... 38

3-2 รายการชิ้นส่วนประกอบกระจังหน้ารถยนต์มาสด้า..... 41

3-3 ข้อมูลยอดขายรายเดือนของกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า..... 42

3-4 ต้นทุนชิ้นส่วนประกอบย่อยของกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า..... 43

3-5 การวิเคราะห์หน้าที่ของชิ้นงาน..... 44

3-6 น้ำหนักของหน้าที่เพื่อประเมินหน้าที่เชิงตัวเลข..... 45

3-7 หน้าที่หลักของชิ้นงาน..... 45

3-8 การประเมินหน้าที่เชิงตัวเลข..... 46

3-9 สรุปการประเมินหน้าที่เชิงตัวเลข..... 47

3-10 คุณค่าของชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า..... 48

3-11 คุณสมบัติวัตถุดิบ..... 50

3-12 คุณสมบัติเม็ดพลาสติก..... 52

3-13 ชั้นความหนาสี..... 54

3-14 ต้นทุนวัตถุดิบตามหน้าที่ของชิ้นส่วนประกอบย่อยตามแนวความคิดใหม่..... 55

3-15 ดัชนีคุณค่า..... 55

3-16 ระดับความสำคัญ..... 56

3-17 สัญลักษณ์ที่ใช้แทนปัจจัยในการประเมิน..... 56

3-18 ลำดับความสำคัญของเกณฑ์..... 57

3-19 คำนวณหาค่า Eigen value..... 58

3-20 น้ำหนักความสำคัญของค่า Eigen value..... 58

3-21 น้ำหนักความสำคัญของค่า Substitution factor selection index..... 59

3-22 การคำนวณหาค่า Substitution factor selection index..... 61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-1 รายละเอียดต้นทุนการผลิต……..……....…….... 65

4-2 รายละเอียดค่าใช้จ่ายอื่น……...…….….. 65

4-3 การผลิตชิ้นส่วน GRILLE RAD แบบเดิม……...…….….. 66

4-4 การผลิตชิ้นส่วน GRILLE RAD แบบใหม่...…….....…….. 67

4-5 เปรียบเทียบกำลังการผลิตชิ้นส่วน GRILLE RAD..…….….. 67

4-6 การผลิตชิ้นส่วน GRILLE-F, UP แบบเดิม……...…….… 68

4-7 การผลิตชิ้นส่วน GRILLE-F, UP แบบใหม่…...……..…….... 69

4-8 เปรียบเทียบกำลังการผลิตชิ้นส่วน GRILLE-F, UP...……..... 69

4-9 สรุปรายละเอียดการผลิตชิ้นงาน…….…….....…. 70

4-10 ชั้นความหนาสีการผลิตแบบใหม่…...……....…...……...……. 71

4-11 ผลการทดสอบชิ้นงานทางวิศวกรรมตามข้อกำหนดลูกค้า...…...…...…….... 77

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างการประหยัดและต้นทุนที่เปลี่ยนแปลง……...…. 10

2-2 ค่าใช้จ่าย-ผลตอบแทนและผลตอบแทนสุทธิของโครงการ……...……..... 13

2-3 ลำดับความสำคัญของโครงการตามระยะเวลาคืนทุน...……. 14

2-4 เครื่องฉีดพลาสติกแบบแนวนอน...……..…….. 22

2-5 เครื่องฉีดพลาสติกแบบแนวตั้ง……...…… 23

2-6 ส่วนประกอบในชุดหน่วยการฉีด...…… 24

2-7 ส่วนประกอบของสี……..……...…… 25

3-1 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา...…… 31

3-2 แผนผังการบริหารงานของโรงงานกรณีศึกษา...…….....….. 33

3-3 ขั้นตอนการดำเนินงาน……...……..….. 34

3-4 กระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา…...……...….. 35

3-5 ต้นทุนชิ้นงานที่สูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบราคาขาย...…...…… 36

3-6 กระบวนการผลิตกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า……...…… 37

3-7 ส่วนประกอบกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า……..…... 39

3-8 รายการกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า...……..…….. 40

3-9 ชิ้นงานส่วนประกอบย่อย…...…… 49

3-10 กระบวนการพ่นสี……...…… 49

3-11 เม็ดพลาสติกในกระบวนการฉีด…...…… 51

3-12 ความหนาของชั้นสี…...…… 52

3-13 โซนชิ้นงานที่เกี่ยวข้องกับการพ่นสี…….. 53

3-14 แนวความคิดของชิ้นส่วนประกอบย่อยโดยใช้ AHP……...……..… 56

3-15 มาตรฐาน Surface of cross-cut…...…….. 60

3-16 กระบวนการดำเนินการปรับปรุงแก้ไข……...…….…… 62

4-1 อุปกรณ์ตรวจชิ้นส่วนรถยนต์…… 72

4-2 เครื่องมือวัดชิ้นงานประเภทเกจ...……...…… 73

4-3 การวัดชิ้นงานประเภทเกจ……..... 73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-4 ผลการทดสอบชิ้นงาน GRILLE RAD บน Checking fixture……..…… 75

4-5 ผลการทดสอบชิ้นงาน GRILLE-F, UP บน Checking fixture……...……. 76

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอุตสาหกรรมผู้ผลิตรถยนต์ ต้องมีการจัดซื้อชิ้นส่วนยานยนต์ที่หลากหลายจากบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ซึ่งเป็นซัพพลายเออร์ โดยประกอบด้วยวัตถุดิบในกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมยาง อุตสาหกรรมพลาสติก และอุตสาหกรรมกระจก ปัจจุบันอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง และมีการแข่งขันในธุรกิจนี้สูงทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ทำให้ผู้ผลิตรถยนต์มีทางเลือกในการเลือกผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์มากขึ้น จึงเป็นปัจจัยที่ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ต้องพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตให้เกิดประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยสามารถรองรับการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ผลิตยานยนต์ และในส่วนด้านคุณภาพได้มาตรฐานการผลิตที่ผู้ผลิตรถยนต์ยอมรับ และยังสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ผลิตได้ตรงตามเวลาในการส่งมอบ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญและอีกหนึ่งหัวใจสำคัญในการแข่งขันธุรกิจด้านนี้ คือ ด้านราคา ซึ่งผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เป็นต้นน้ำในโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมยานยนต์ก่อนจะนำชิ้นส่วนเข้ามาทำการผลิตเป็นรถยนต์

ในการพัฒนาการส่งมอบของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในด้านต้นทุนได้ให้ความสำคัญในส่วนนี้เป็นอย่างมาก เนื่องจากสภาวะที่เต็มไปด้วยการแข่งขันด้านราคาที่รุนแรง ซึ่งต้นทุนการผลิตก็สูง จึงต้องมีการลดต้นทุนในด้านการผลิต โดยเริ่มต้นจากการลดต้นทุนของวัตถุดิบและส่วนของชิ้นส่วนที่จัดหาจัดซื้อเพื่อเข้ามาผลิตเป็นชิ้นส่วนยานยนต์ โดยบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ได้มีการร้องขอให้บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ลดราคาชิ้นส่วนยานยนต์ที่จำหน่าย โดยมีการแจ้งนโยบายการลดต้นทุนประจำปีให้ทุกบริษัทผู้ชิ้นส่วนยานยนต์ได้ทราบ และขอให้ร่วมมือในการทำกิจกรรมในการลดต้นทุน ด้วยเทคนิควิศวกรรมคุณค่าเป็นเครื่องมือ โดยโรงงานกรณีศึกษาได้ให้ความสำคัญในการตอบรับความต้องการของลูกค้าและเมื่อทำการสำรวจต้นทุนของชิ้นส่วนยานยนต์ที่ทำการขายพบว่า กระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า รุ่น BT50 มีต้นทุนที่สูง จึงเลือกชิ้นงานนี้เพื่อตอบสนองให้เกิดความพึงพอใจเป็นการสร้างโอกาสทางการค้าในการเป็นผู้จัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์อย่างต่อเนื่องกับรถรุ่นใหม่ ๆ ในอนาคต โดยนำเทคนิควิศวกรรมคุณค่ามาใช้ลดต้นทุนเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อผลประโยชน์สูงสุดขององค์กรต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อลดต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า รุ่น BT50 โดยเทคนิควิศวกรรมคุณค่าในกระบวนการผลิต
2. เพื่อเพิ่มผลิตภาพการผลิตชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์ในกระบวนการพ่นสี

ขอบเขตของงานนิพนธ์

งานนิพนธ์นี้ได้นำเทคนิคทางวิศวกรรมคุณค่ามาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตกระจังหน้ารถยนต์ ยี่ห้อมาสด้า รุ่น BT50 เพื่อหาแนวทางในการลดต้นทุนที่สูญเปล่าในกระบวนการ พ่นสี โดยหน้าที่การทำงานและคุณภาพของชิ้นส่วนยังคงประสิทธิภาพเท่าเดิมหรือที่ลูกค้ายอมรับได้ แต่ในส่วนของต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนลดลง

วิธีการดำเนินการ

การดำเนินงานการวิจัยได้ปฏิบัติตามขั้นตอนวิศวกรรมคุณค่าของ Arthur E. Mudge ซึ่งมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกโครงการ (Selection phase)
2. รวบรวมข้อมูล (Information phase)
3. วิเคราะห์หน้าที่การทำงาน (Function phase)
4. สร้างสรรค์ความคิด (Creativity phase)
5. ประเมินความคิด (Evaluation phase)
6. ทดสอบและพิสูจน์ (Investigation phase)
7. ข้อเสนอแนะ (Recommendation phase)

ตารางที่ 1-1 แผนผังการดำเนินโครงการ (Gantt chart)

หัวข้อการดำเนินงาน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. เลือกโครงการ (Selection phase)	↔											
2. รวบรวมข้อมูล (Information phase)	←					→						
3. วิเคราะห์หน้าที่การทำงาน (Function phase)						←	→					
4. สร้างสรรค์ความคิด (Creativity phase)							←	→				
5. ประเมินความคิด (Evaluation phase)								←	→			
6. ทดสอบและพิสูจน์ (Investigation phase)									←	→		
7. ข้อเสนอแนะ (Recommendation phase)											←	→

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดต้นทุนในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ในส่วนของกระจังหน้ารถยนต์

2. สามารถประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าในส่วนของกระจังหน้ารถยนต์โดยที่ประสิทธิภาพและคุณภาพไม่แตกต่างจากเดิมหรือลูกค้ายอมรับได้

3. ทราบถึงหน้าที่ และคุณสมบัติ ของแต่ละชิ้นส่วนประกอบย่อยที่นำมาประกอบเป็นกระจังหน้ารถยนต์

4. สามารถนำไปประยุกต์ใช้และเป็นแนวทางในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ในส่วนอื่น ๆ เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในองค์กร

5. สามารถเพิ่มผลิตภาพการผลิตชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์ในกระบวนการพ่นสี

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า (Value engineering)

อัมพิกา ไกรฤทธิ์ (2540) ได้กล่าวว่า วิศวกรรมคุณค่า หรือ VE (Value engineering) เป็นการประยุกต์เทคนิคที่มีระบบ โดยเน้นหน้าที่การทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์หรือบริการเป็นหลักใหญ่ ด้วยต้นทุนต่ำสุดและคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือ การนำไปใช้ในโครงการต่าง ๆ จึงสามารถทำให้ต้นทุนต่ำลงได้โดยไม่ลดคุณภาพ ในวงการธุรกิจและอุตสาหกรรม มักใช้วิธีต่อไปนี้เพื่อลดต้นทุน คือ การผลิตหรือซื้อ (Mark or Buy) การเปรียบเทียบราคา (Cost comparison) การวิเคราะห์ระบบการผลิต (Manufacturing system analysis) การวิเคราะห์ความเคลื่อนไหว (Motion analysis) และการทำมาตรฐาน (Standardization) ซึ่งวิศวกรรมคุณค่าได้นำวิธีการเหล่านี้มาประยุกต์ใช้งานร่วมกันเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

1. จุดมุ่งหมายของวิศวกรรมคุณค่า

จุดมุ่งหมายหลัก คือ การลดต้นทุนการผลิตหรือขจัดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็นออก โดยผลิตภัณฑ์นั้นยังคงมีคุณภาพและความน่าเชื่อถือได้อยู่ วัตถุประสงค์หลักจะประกอบด้วย

1.1 เพื่อใช้ทรัพยากร (เงิน กำลังคน และวัสดุ) อย่างเหมาะสม ด้วยการกำจัดต้นทุนที่ไม่จำเป็นออกไป โดยไม่ทำให้คุณภาพหรือสมรรถนะลดลง

1.2 เพื่อสร้างคุณภาพที่ดีในการเปลี่ยนแปลงองค์การ

1.3 เพื่อพัฒนาพนักงานให้พอใจในงาน ด้วยการฝึกทักษะในการประหยัดมีจิตสำนึกในเรื่องต้นทุนการผลิต ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

2. ต้นทุน

การใช้ VE ลดต้นทุนนั้นเรามุ่งที่วัสดุหรือระบบเป็นส่วนใหญ่ว่าสามารถที่จะใช้วัสดุหรือระบบอื่นที่มีต้นทุนมากกว่าแต่มีคุณภาพที่ดีกว่าหรือเท่าเทียมกันมาใช้แทนกันได้หรือไม่

3. คุณค่า

วิศวกรรมคุณค่า หรือ VE คือ เทคนิคที่นำไปใช้วิเคราะห์ประโยชน์การใช้งานของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งประโยชน์ในการใช้งานที่จำเป็นด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีคุณภาพตรงความต้องการของลูกค้า

ความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่การทำงาน (Function) ที่ลูกค้าต้องการและต้นทุน (Cost) ที่ทำให้เกิด Function นั้น โดยเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ ดังสมการที่ 2-1

$$V = F/ C \qquad (2\text{-}1)$$

เมื่อ V คือ คุณค่า F = หน้าที่การทำงาน ส่วน C = ต้นทุน ในเมื่อคุณค่ามีสูตรเป็นแบบนี้ การที่จะเพิ่มคุณค่าได้จึงมี 5 ทาง คือ 1) F เพิ่ม C คงที่ 2) F เพิ่ม C ลด 3) F เพิ่ม C เพิ่ม โดยให้เพิ่ม F ในอัตราที่มากกว่า C 4) F คงที่ C ลด 5) F ลด C ลด โดยให้ลด F ในอัตราที่น้อยกว่า C

4. แผนงานวิศวกรรมคุณค่า 7 ขั้นตอนของ Mudge มีดังนี้

4.1 ขั้นตอนทั่ว ๆ ไป (General phase) แผนวิศวกรรมคุณค่าในขั้นนี้ ต้องใช้หลักมนุษย์สัมพันธ์ที่ดี เพื่อก่อให้เกิดความช่วยเหลือซึ่งกันและกันพร้อมทั้งขจัดการต่อต้านการเปลี่ยนแปลง

4.1.1 กระตุ้นให้เกิดการทำงานร่วมกันเป็นทีม ต้องหาผู้นำที่มีความรอบรู้และตั้งใจทำงานอย่างจริงจัง รวมทั้งได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหาร ร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ

4.1.2 ทำงานเฉพาะด้านเก็บข้อมูล และข่าวสารที่เป็นปัญหาเฉพาะด้าน

4.1.3 ใช้การตัดสินใจที่ดีของธุรกิจ การตัดสินใจทางธุรกิจและการพิจารณาอย่างรอบคอบจะต้องอยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริง การตัดสินใจที่ผิดพลาด ย่อมทำให้เกิดการพ่ายแพ้ต่อคู่แข่งอย่างง่ายดาย

4.2 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล (Information) ขั้นตอนนี้ใช้เทคนิค 3 ข้อ แต่เป็นขั้นตอนที่มากที่สุดและใช้เวลามากที่สุด ดังนี้

4.2.1 หาข้อเท็จจริง เป็นงานยากที่จะได้ข้อเท็จจริงทั้งหมดต้องแน่ใจว่าข่าวสารหรือข้อมูลที่ได้รับมิใช่ข้อเท็จจริงเพียงครึ่งเดียว

4.2.2 หาต้นทุน ต้องสมบูรณ์และเป็นต้นทุนที่ถูกต้องมากที่สุด

4.2.3 กำหนดต้นทุนของข้อกำหนด (Specification) และสิ่งที่ต้องการ (Requirement) ด้วยการหาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนและข้อกำหนด

สรุปในขั้นตอนนี้ต้องระวังในเรื่องข้อเท็จจริง ต้นทุนที่ถูกต้องรวมทั้งต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนด ก่อนที่จะก้าวไปสู่ขั้นตอนอื่น ๆ ในแผนงานวิศวกรรมคุณค่า

4.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Function phase) ให้นิยามของหน้าที่ โดยแบ่งเป็นคำกริยาและคำนาม ต่อจากนั้น ประเมินผลหน้าที่การทำงาน

4.4 ขั้นตอนการสร้างสรรค์ความคิด (Creation phase) เพื่อปรับปรุง เป็นการระดมความคิด (Brainstorming) ความคิดในทางบวก และความคิดในทางสร้างสรรค์ ต้องการปริมาณความคิด มาก ๆ ถึงแม้จะเป็นความคิดที่ไม่น่าเป็นไปได้ก็ตามเพื่อให้เหมาะกับหน้าที่การทำงาน

4.5 ขั้นตอนการประเมินผลความคิด (Evaluation phase) เป็นขั้นตอนการพิจารณาและประเมินความคิดสร้างสรรค์ ด้วยการกลั่นกรองและรวบรวมความคิดเข้าด้วยกัน หาต้นทุนของความคิดทั้งหมด ต้นทุนในแนวความคิดนั้นเป็นเท่าไหร่ และสามารถประหยัดได้แค่ไหนพัฒนาทางเลือกของหน้าที่ ในกรณีที่มีปัญหา และประเมินผลด้วยการเปรียบเทียบว่าอันไหนจะให้คุณค่ามากที่สุด

4.6 ขั้นตอนการทดสอบและพิสูจน์ (Investigation phase) กลั่นกรองทางเลือกของแนวคิด ให้ได้ต้นทุนต่ำ รวมทั้งได้หน้าที่การทำงานที่ต้องการ ควรพิจารณาถึงมาตรฐานของบริษัทและอุตสาหกรรม ถ้าได้ต้นทุนต่ำกว่า ควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านและผู้ขาย บุคคลเหล่านี้จะให้คำตอบและสามารถแก้ปัญหารวมทั้งให้ข้อมูลใหม่ ๆ นอกจากนี้ควรใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานขบวนการหรือวิธีการซึ่งจะทำให้ได้ต้นทุนต่ำโดยได้หน้าที่การทำงานเหมือนเดิมด้วย

4.7 ขั้นตอนการเสนอแนะ (Recommendation phase) เพื่อนำไปปฏิบัติ เป็นขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งจะต้องนำเสนอต่อผู้บริหาร สิ่งที่จะต้องนำเสนอ คือ ความจริงในปัจจุบันเป็นอย่างไร ปัญหาคืออะไร รวมทั้งต้นทุนปัจจุบัน แจกแจงรายละเอียดให้ทราบก่อนเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้บริหารยอมรับในโครงการใหม่ เพื่อนำไปปฏิบัติสั่งการต่อไป การนำเสนอข้อเท็จจริง ต้นทุนและโครงการใหม่ อาจจะทำได้ในรูปของการอธิบาย หรือการส่งรายงาน หรือในแบบผสม คืออธิบายพร้อมทั้งเสนอรายงาน ซึ่งวิธีหลังนี้จะดีที่สุด

5. ขอบข่ายวิศวกรรมคุณค่า

แผนงานของวิศวกรรมคุณค่า ถูกกำหนดขึ้นอย่างมีระเบียบระบบ แนวทางแต่ละขั้นตอนคล้ายกับเทคนิควินิจฉัยโรคของวงการแพทย์หรือแผนวิเคราะห์ของนักเคมี ทำให้แน่ใจได้ว่าวิศวกรรมคุณค่า จะถูกนำไปใช้ด้วยการพิจารณาจากทุกแง่มุมของกิจกรรมทั้งหมดของบริษัท การที่มองหน้าที่ ที่จำเป็นโดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด ชี้ให้เห็นว่า หน้าที่อะไรของผลิตภัณฑ์หรือระบบที่มีความจำเป็น และหน้าที่อะไรที่ไม่จำเป็น อันจะทำให้สามารถตัดค่าใช้จ่ายของหน้าที่ซึ่งไม่จำเป็นออกได้

ตัวอย่างในประเทศสหรัฐอเมริกา เกี่ยวกับขอบข่ายของงานที่ VE ถูกนำไปใช้ดังนี้ 1) งานออกแบบหรือปรับปรุงเครื่องจักร 2) งานบำรุงรักษาเครื่องจักร 3) งานติดตั้ง 4) งานก่อสร้าง 5) งานซ่อมแซมและทดแทน 6) กระบวนการผลิต 7) ระบบขนถ่ายวัสดุ 8) ระบบบรรจุหีบห่อ 9) ระบบการจัดซื้อ 10) ระบบการพิมพ์ 11) ระบบการควบคุมคุณภาพ 12) โปรแกรมคอมพิวเตอร์

สำหรับเปอร์เซ็นต์ที่สามารถประหยัดได้ เมื่อใช้ VE ในประเทศสหรัฐอเมริกา 1) ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี 23 เปอร์เซ็นต์ 2) สิ่งที่ต้นทุนสูงมาก 22 เปอร์เซ็นต์ 3) ข้อกำหนดที่มีปัญหา 18 เปอร์เซ็นต์ 4) เปลี่ยนแปลงความต้องการลูกค้า 12 เปอร์เซ็นต์ 5) ออกแบบเพิ่มเติม 15 เปอร์เซ็นต์

ในประเทศญี่ปุ่น เมื่อใช้ VE ประสิทธิภาพในการลดต้นทุน สามารถประหยัดได้ 30-70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับว่าเป็นความสำเร็จอันยิ่งใหญ่ของญี่ปุ่นทีเดียว

6. การวิเคราะห์หน้าที่

การวิเคราะห์หน้าที่การทำงานเป็นเทคนิคอย่างหนึ่ง ในแผนงานของวิศวกรรมคุณค่า ซึ่งแตกต่างออกไปจากโปรแกรมการลดต้นทุนแบบอื่น ๆ การวิเคราะห์หน้าที่นี้ทำได้โดยอธิบายหน้าที่ ประเมินความสัมพันธ์ของหน้าที่และพัฒนาหาทางเลือก ซึ่งเทคนิคเหล่านี้มีผลกระทบต่อกำไรของธุรกิจ และช่วยในการปรับปรุงต้นทุนได้เป็นอย่างดียิ่ง เนื่องจากกำไรของธุรกิจหรืออุตสาหกรรม เป็นผลจากผลิตภัณฑ์ กระบวนการและวิธีปฏิบัติ จะเห็นได้ว่า ความรู้ในเรื่องเหล่านี้มีผลกระทบต่อกำไร ดังนั้นการใช้เทคนิควิเคราะห์หน้าที่ จึงเป็นการอธิบายปัญหาและความสัมพันธ์ของระบบการผลิตด้วยการแยกแยะ เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาโดยรวม คำจำกัดความของหน้าที่ตามที่สมาคมวิศวกรรมคุณค่าได้เขียนไว้ คือ “สิ่งซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นใช้งานได้หรือขายได้” โดยกฎเกณฑ์ของหน้าที่ มี 3 ข้อ ดังนี้

6.1 หน้าที่การทำงานจะต้องประกอบด้วยคำ 2 คำ คือ คำกริยาและคำนาม

6.2 สำหรับหน้าที่การใช้งานและการขาย ต้องแยกให้คำกริยาและคำนามแตกต่างกัน

6.2.1 หน้าที่การทำงานมักจะเป็นกริยาที่แสดงการกระทำ (Action verbs) และคำนามนั้นนับได้

6.2.2 หน้าที่การขาย กริยาอยู่ในรูปไม่มีการกระทำ (Passive verbs) และคำนามนั้นนับไม่ได้

6.3 หน้าที่ทั้งหมดสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับ คือ หน้าที่พื้นฐาน (Basic function) และหน้าที่รอง (Secondary function)

6.3.1 หน้าที่พื้นฐาน เป็นหน้าที่หลักของผลิตภัณฑ์หรือบริการ

6.3.2 หน้าที่รอง เป็นหน้าที่ช่วยเสริมให้หน้าที่พื้นฐานสมบูรณ์ขึ้น

เราจะต้องศึกษากฎทั้ง 3 ข้อนี้ เพราะเป็นส่วนหนึ่งของขบวนการทางความคิดของกฎเกณฑ์เหล่านี้ทำให้มองปัญหาต่าง ๆ ง่ายขึ้น มีมาตรฐานขึ้นและเป็นแนวทางที่จะแก้ปัญหาบุคคลในเรื่องอุปนิสัยและทัศนคติ

1. วัตถุประสงค์ของการกำหนดคำจำกัดความของหน้าที่ คือ ทำให้หน้าที่มีความชัดเจนในวิศวกรรมคุณค่า จะกลับไปคิดถึงหน้าที่ที่เป็นภูมิหลังของสิ่งนั้น แล้วคิดหาวิธีใหม่ที่จะบรรลุหน้าที่ คือ เป็นการเข้าหาปัญหาแบบการออกแบบ กล่าวคือ จะทำหน้าที่แต่ละอย่างที่ต้องการได้รับจากหัวข้อเรื่องเป้าหมายนั้นมีความชัดเจน ทำการประเมินหน้าที่ เมื่อหน้าที่มีความชัดเจนแล้ว ในขั้นตอนต่อไปก็เป็นการประเมินหน้าที่ในบรรดาหน้าที่ต่าง ๆ ที่จะให้บรรลุของหัวข้อเรื่องเป้าหมายนั้น จะทำการวัดคุณค่าของหน้าที่นั้น ๆ เพื่อให้รู้ว่าหน้าที่ไหนมีปัญหา ดังนั้นจำเป็นจะต้องกำหนดคำจำกัดความของหน้าที่เพื่อให้หน้าที่แต่ละอย่างมีความชัดเจน ก่อนที่จะทำการประเมินหน้าที่

2. สิ่งที่เราได้จากการวิเคราะห์หน้าที่ คือ

2.1 เห็นความซ้ำซ้อนของหน้าที่ หน้าที่แต่ละอันนั้น มักจะมีต้นทุนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นหน้าที่ที่ซ้ำซ้อน จึงมีค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นอยู่ด้วย

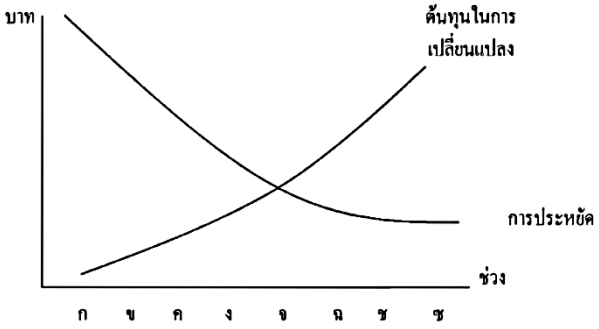
2.2 พบหน้าที่คล้าย ๆ กัน แต่อยู่ในรูปต่างกัน ซึ่งเกิดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นเหมือนกัน

2.3 สามารถกำหนดหน้าที่หลักและรอง ดังแสดงใน ตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างการกำหนดหน้าที่หลักและหน้าที่รอง

ชิ้นส่วน	หน้าที่		หน้าที่	
	คำกริยา	คำนาม	หลัก	รอง
ลิ่ม	ส่งผ่าน	แรง	/	
Key	ช่วยยึด	ตำแหน่ง		/
แหวนล็อค	ให้	ความฝืด	/	
Lock	ส่งผ่าน	แรง		/
Washer	ให้	ตำแหน่ง		
สกรู	ส่งผ่าน	แรง	/	
Screw	ช่วยยึด	ตำแหน่ง		/
	คลาย	การประกอบ		/

3. จะใช้หน้าที่แก้ปัญหาเมื่อไรและอย่างไร ลองพิจารณาดูลำดับขั้นตอนของการเกิดการมีชีวิตและจุดจบของผลิตภัณฑ์ (Life cycle) ลำดับแรก คือ มองเห็นความจำเป็นและหน้าที่ที่สามารถทำได้ออกแบบให้ต้นทุนต่ำสุด วิศวกรรมคุณค่าเริ่มต้นจากการตระหนักถึงหน้าที่ ปัญหา คือ เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านจากแผนกวิจัยและพัฒนา ไปยังฝ่ายผลิตจะมีแนวโน้มที่จะลืมหน้าที่และจะมุ่งสู่ความสนใจไปที่ชิ้นงานที่กำลังผลิต การคิดถึงหน้าที่อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งที่วิศวกรรรมคุณค่าต้องคำนึงอยู่เสมอ ในเหตุผลที่ว่าผลิตภัณฑ์นี้ขึ้นมาทำไม



ก. ความต้องการของตลาด
ข. ฝ่ายวิจัยและพัฒนาแนวทางที่จะสนองความต้องการ
ค. สร้างแบบจำลองและทดสอบ
ง. ออกแบบให้สร้างได้เป็นปริมาณมาก และประหยัด สร้างและทดสอบ
จ. ผลิต ผลิตภัณฑ์นี้เป็นจำนวนมาก (Mass Production)
ฉ. จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์สู่ตลาด
ช. รักษาผลิตภัณฑ์ให้คงอยู่ในตลาด
ซ. ผลิตภัณฑ์เสื่อมความนิยมจากตลาด

ภาพที่ 2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างการประหยัดและต้นทุนที่เปลี่ยนแปลง

จากภาพที่ 2-1 แสดงถึงการใช้วิศวกรรมคุณค่า ในช่วงเริ่มต้น คือ วิจัยและพัฒนา จะให้ประโยชน์สูงสุดประโยชน์ของมันจะค่อย ๆ ลดลง เมื่อสินค้าถูกผลิตและผ่านจากช่วง ง และ จ ไปเรื่อย ๆ จนเมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านจากขั้นตอนหนึ่งไปยังอีกขั้นตอนหนึ่งและไปยังอีกขั้นตอนนั้น ต้นทุนจะสูงขึ้นทุกขณะ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

ดังนั้นเมื่อผลิตภัณฑ์ได้ผ่านขั้นตอนพัฒนา ทดสอบและผลิตไปแล้วการใช้จึงไม่ประหยัดเท่าที่ควร เพื่อประกอบการพิจารณาในการใช้วิศวกรรมคุณค่าเน้นที่การใช้หน้าที่เข้าแก้ปัญหา มีคำแนะนำดังต่อไปนี้

1. พิจารณาหน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ โดยภาพรวมทั้งหมดอย่าพิจารณาเฉพาะส่วน ไม่ว่าจะเป็นช่วงการเริ่มต้นหรือหน้าที่ตอนประกอบ หรือองค์ประกอบเมื่อประกอบเป็นผลิตภัณฑ์แล้ววัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการใช้ต้นทุนต่ำสุด เพื่อให้แก้หน้าที่ ถ้าวิศวกรรมคุณค่าเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์การประกอบของผลิตภัณฑ์ เขาจะผูกมัดตัวเองกับการประกอบแทนที่จะเป็นผลิตภัณฑ์ ข้อดีที่วิเศษที่สุด คือ การใช้คำกิริยา คำนามในการอธิบายหน้าที่ตามแบบที่กล่าวมาแล้ว และหาแนวทางเลือกอื่น ๆ ถ้าวิศวกรคุณค่าพิจารณาหน้าที่เฉพาะส่วน จะเกิดปัญหาในเรื่องข้อจำกัด เพราะมีมากขึ้น ๆ ในขั้นตอนการประกอบและเมื่อองค์ประกอบแล้ว

2. ระดับของการใช้หน้าที่ (ชิ้นงาน การประกอบ องค์ประกอบ) หาว่าหน้าที่ที่ได้จำเป็นสำหรับสิ่งที่ต้องการ ถ้าหน้าที่ใดไม่จำเป็นกำจัดมันออกไป ไม่ว่าจะอยู่ในช่วงชิ้นงาน หรือประกอบ หรือเมื่อเสร็จเป็นสินค้าแล้ว อย่าไปเสียเวลาในการหาค่าใช่จ่ายต่ำสุด สำหรับหน้าที่ที่ไม่จำเป็น

3. พิจารณาดูภาพที่ 2-1 ต้องแน่ใจว่า ต้นทุนในการที่จะเปลี่ยนแปลงนั้นคุ้มค่า ถ้าเลยจุดตัดไปแล้วต้นทุนจะสูงขึ้น

4. ในการใช้หน้าที่ให้เกิดประโยชน์นั้น ต้องแน่ใจว่า พิจารณาวิธีการใหม่ ๆ แนวความคิดใหม่ ๆ และวัสดุใหม่ ๆ ที่เกี่ยวกับแผนกต่าง ๆ ของบริษัท และทำอย่างไร จึงจะได้หน้าที่ที่สมบูรณ์แต่ต้นทุนต่ำที่สุด

ทฤษฎีต้นทุน

ศศิวิมล มีอำพล (2546) กล่าวว่า ต้นทุน คือ เงินสดหรือสิ่งที่เทียบเท่าเงินสดที่ได้จ่ายไปเพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าหรือบริการ ซึ่งนำประโยชน์มาใช้ในกิจการในปัจจุบันหรือในอนาคต โดยแยกประเภทของต้นทุน เป็น 16 ประเภท ดังนี้

1. ต้นทุนเสียโอกาส (Opportunity cost) เป็นรายได้ที่เกิดขึ้นถ้ากิจการเลือกทางเลือกหนึ่ง แต่เนื่องจากกิจการไม่เลือกทางเลือกนี้ กิจการไปเลือกทางเลือกอื่น ทำให้กิจการเสียโอกาสได้รับรายได้จำนวนนี้ เช่น การผลิตสินค้าไม่ทัน หรือการใช้อัตราการผลิตไม่เต็มที่

2. ต้นทุนอนาคต (Future cost) เป็นต้นทุนที่ประมาณการเพื่อใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับอนาคต เช่น การซื้อทรัพย์สินที่ใช้ในปีหน้า

3. ต้นทุนจม (Sunk cost) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นในอดีตและจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งต้นทุนจมนี้จะไม่มีผลต่อการตัดสินใจในปัจจุบันหรือในอนาคต

4. ต้นทุนตามบัญชี (Book cost) เป็นต้นทุนของทรัพย์สินที่หักค่าเสื่อมราคาแล้ว

5. ต้นทุนการทดแทนทรัพย์สิน (Replacement cost) เป็นค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ต้องชำระเพื่อให้ได้มาซึ่งทรัพย์สิน เพื่อการผลิตหรือการบริการ ซึ่งจะนำมาทดแทนทรัพย์สินเดิมที่มีอยู่

6. ต้นทุนเปลี่ยนย้ายได้ (Postponable cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่สามารถกำหนดเพิ่มหรือลดและเปลี่ยนไปตามความจำเป็นในช่วงเวลาต่าง ๆ หรือมีลักษณะเปลี่ยนย้ายได้

7. ต้นทุนเพิ่ม (Increment cost) เป็นต้นทุนที่ใช้ในขยายธุรกิจเพิ่มจากเดิมซึ่งต้องทำการวิเคราะห์ว่าผลตอบแทนจะคุ้มกับต้นทุนในส่วนที่เพิ่มขึ้นหรือไม่

8. ต้นทุนเพิ่มต่อหน่วย (Marginal cost) เป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้นต่อหน่วยผลิตภัณฑ์หรือบริการที่เพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย

9. ต้นทุนเงินสด (Cash cost) ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ชำระเป็นเงินสด

10. ต้นทุนประจำงวด (Period cost) เป็นต้นทุนทั้งหมดที่ไม่ได้จัดเข้ากับต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นหรือซื้อมา เช่น ค่าใช้จ่ายวิจัยและพัฒนา

11. ต้นทุนแยกได้และต้นทุนรวม (Traceable and Common) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนแยกได้ เป็นต้นทุนที่สามารถแยกค่าใช้จ่ายได้อย่างชัดเจนว่าเป็นต้นทุนของผลิตภัณฑ์หรือต้นทุนการดำเนินงาน และต้นทุนรวม คือ เป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่สามารถแยกได้ชัดเจนว่าเป็นต้นทุนต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ เท่าไร เช่น ค่าไฟฟ้าในโรงงาน

12. ต้นทุนควบคุมได้และต้นทุนลดได้ (Controllable and Reducible cost) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนควบคุมได้ เป็นต้นทุนที่สามารถควบคุมหรือลดลงระดับหนึ่งได้ เช่น ต้นทุนการผลิต และต้นทุนควบคุมได้แต่ไม่สามารถลดได้ คือ ต้นทุนของทรัพย์สินอุปโภคบริโภค เช่น ค่าใช้จ่ายสำหรับอาหาร ต้นทุนลดได้บางอย่างก็เป็นต้นทุนควบคุมไม่ได้ เช่น ค่าโฆษณา โดยมากเป็นต้นทุนลดได้แต่มักจะเป็นต้นทุนควบคุมไม่ได้

13. ต้นทุนทางตรง และต้นทุนทางอ้อม (Direct and Indirect cost) โดยต้นทุนทางตรงเป็นค่าใช้จ่ายโดยตรงในการผลิต หรือบริการ เช่น ค่าแรง ค่าวัสดุ ส่วนต้นทุนทางอ้อม เป็นต้นทุนร่วมซึ่งไม่สามารถแยกเป็นต้นทุน ของผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน

14. ต้นทุนค้างจ่ายและต้นทุนรอการตัดบัญชี (Accrued and Deferred cost) โดยต้นทุนค้างจ่าย คือ ต้นทุนที่จ่ายภายหลังจากเอาของมาใช้ในการผลิต และต้นทุนรอการตัดบัญชี คือ ต้นทุนการบริการที่ยังไม่สิ้นสุด

15. ต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน (Fixed cost and variable cost) โดยต้นทุนคงที่ คือ ค่าใช้จ่ายในการผลิต โดยต้นทุนไม่เปลี่ยนแปลงตามจำนวนหน่วย ของการผลิต เช่น ต้นทุนอาคาร ต้นทุนเครื่องจักร และต้นทุนแปรผัน คือ เปลี่ยนแปลงตามจำนวนการผลิต เช่น ค่าวัสดุ

16. ต้นทุนแรกเริ่มและต้นทุนการดำเนินงาน (First and Operating cost) ซึ่งต้นทุนแรกเริ่ม คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของธุรกิจในตอนเริ่มต้นหรือเรียกว่าเงินทุน (Capital cost) เช่น เครื่องจักร

ส่วนต้นทุนเครื่องจักร คือ ต้นทุนที่ใช้จ่ายในการดำเนินงานกับทรัพย์ที่ลงทุนไป เพื่อให้เกิดผลผลิตหรือบริการ

ระยะเวลาคืนทุน

ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ (2544) ได้กล่าวว่า ระยะเวลาคืนทุน คือ ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานมีค่าเท่ากับค่าลงทุนของโครงการ วิธีการนี้พิจารณาถึงจำนวนปีที่จะได้ผลตอบแทนคุ้มกับเงินลงทุนและใช้กันมากในวงธุรกิจ โดยเฉพาะในกรณีที่มีอัตราการเสี่ยงภัยสูง เช่น กรณีของผลผลิตที่คิดได้ใหม่ หรือวิธีการใหม่ ๆ ที่ไม่มีการคุ้มครองจากกฎหมาย สิ่งที่คิดได้ใหม่จึงอาจถูกขโมยความคิดหรือการลอกเลียนแบบจากคู่แข่งขันภายในระยะเวลาอันสั้นได้หลังจากที่ผลผลิตใหม่นั้นออกสู่ตลาด หรือในกรณีที่ภาวการณ์ทางการเมืองมีความไม่แน่นอน

ฉะนั้น เพื่อความแน่นอนไม่ประมาท นักลงทุนจึงต้องพิจารณาเลือกโครงการที่ให้ผลตอบแทนคืนเร็วในระยะสั้น ๆ ระยะเวลา 3 ถึง 5 ปี การคำนวณหาระยะคืนทุนจึงอาจคำนวณหาได้ง่าย ๆ โดยสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 2-2

ระยะคืนทุน = ค่าใช้จ่ายในการลงทุน/ ผลตอบตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี (2-2)

ตัวอย่าง สมมุติว่าโครงการหนึ่งมีค่าลงทุนเท่ากับ 1,000,000 บาท และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและผลตอบแทนรายปีดังภาพที่ 2-2

ปี	ค่าลงทุน	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	ผลตอบแทน	ผลตอบแทนสุทธิ
1	100,000	-	-	-
2		15,000	25,000	10,000
3		20,000	35,000	15,000
4		35,000	50,000	15,000
5		35,000	55,000	20,000
6		40,000	60,000	20,000
7		40,000	65,000	25,000
8		35,000	60,000	25,000
รวม	100,000	220,000	350,000	130,000

ภาพที่ 2-2 ค่าใช้จ่าย-ผลตอบแทนและผลตอบแทนสุทธิของโครงการ (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2544)

ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานเฉลี่ยต่อปีในกรณีนี้จะเท่ากับผลรวมของผลตอบแทนสุทธิตั้งแต่ปีที่ 2 ถึง ปีที่ 8 (คือ 130,000 บาท) หารด้วยจำนวนปี (คือ 7 ปี) ซึ่งจะเท่ากับ 18,571.43 บาทต่อปี หลังจากนั้นก็คำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของโครงการได้ คือ

$$\text{ระยะคืนทุน} = \frac{100,000}{18,571.43} = 5.5 \text{ ปี}$$

หมายความว่า ผู้ลงทุนซึ่งไม่ว่าจะเป็นเอกชน บริษัทห้างร้าน รัฐวิสาหกิจหรือรัฐบาลก็ตาม สามารถคิดคำนวณได้ว่า เมื่อมีการลงทุนตามโครงการนี้ไปแล้ว เขาจะได้รับทุนคืนในระยะเวลา 5.5 ปี และถ้าหากโครงการนี้มีอายุยืนหรือยังคงสามารถให้ผลประโยชน์ตอบแทนไปได้อีก เขาก็จะได้รับกำไรในการจัดลำดับความสำคัญของโครงการตามวิธีการนี้ การจัดลำดับความสำคัญของโครงการตามระยะคืนทุน ดังภาพที่ 2-3

โครงการ	ระยะคืนทุน (ปี)	ลำดับความสำคัญ
ก	3	1
ข	5	3
ค	4	2

ภาพที่ 2-3 ลำดับความสำคัญของโครงการตามระยะเวลาคืนทุน (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2544)

จากตัวอย่างโครงการ ก จะถูกจัดให้อยู่ในระดับสูงสุด ทั้งนี้เพราะระยะเวลาคืนทุนต่ำสุด คือ เท่ากับ 3 ปี ในขณะที่โครงการ ข มีระยะคืนทุนถึง 5 ปี จึงถูกจัดอยู่ในอันดับต่ำสุด

อย่างไรก็ดี เกณฑ์การพิจารณาโครงการตามวิธีนี้ก็มีส่วนเสีย กล่าวคือ ไม่พิจารณาผลตอบแทนหลังระยะคืนทุนหรืออายุของโครงการ ข้อสมมุติบางอย่างตามวิธีนี้ ได้แก่ ระยะคืนทุนยิ่งสั้นเท่าไหร่ยิ่งดีเท่านั้น โดยไม่คำนึงผลตอบแทนในอนาคตหลังระยะคืนทุน เกณฑ์การตัดสินใจดังกล่าวอาจนำไปสู่ความผิดพลาดในการเลือกและจัดลำดับความสำคัญของโครงการได้

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพลาสติก

1. ประเภทของพอลิเมอร์

สุภโชค ต้นพิชัย (2548) กล่าวว่า พอลิเมอร์สามารถแบ่งตามพฤติกรรมเมื่อได้รับความร้อนได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) พอลิเมอร์ประเภทนี้มีโครงสร้างเป็นแบบเส้นหรือแบบกิ่งสั้น ๆ สามารถละลายได้ในตัวทำละลายบางชนิดและเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการอ่อนตัวและหลอมเหลวเป็นของเหลวหนืด (Viscous liquid) และเมื่อเย็นตัวลงก็จะแข็งตัวได้อีก (Reharden)

ดังนั้น ในการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จะต้องอาศัยความร้อน และเมื่อเย็นตัวลงจะสามารถรักษารูปร่างให้เป็นไปตามต้องการได้ พลาสติกประเภทนี้สามารถนำกลับมารีไซเคิล (Recycle) ได้ง่าย โดยการทำให้หลอมเหลวแล้วนำไปขึ้นรูปใหม่ซึ่งการหลอมเหลวและการแข็งตัวนั้น สามารถทำกลับไปกลับมาได้ โดยไม่ทำให้สมบัติทางเคมีและทางกายภาพเกิดการเปลี่ยนแปลงไป พลาสติกประเภทนี้มีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้เพราะจะทำให้บิดเบี้ยวหรือเสียรูปทรงได้ เช่น ช้อนพลาสติกที่ทำจากไวนิลพอลิเมอร์เหมาะสำหรับการตักไอศกรีม แต่ไม่เหมาะกับการใช้คนกาแฟขณะร้อน

1.2 เทอร์โมเซตพลาสติก (Thermoset plastics) พอลิเมอร์ประเภทนี้จะหลอมเหลวในขั้นตอนแรกเท่านั้น และเมื่อเกิดการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลในเวลาต่อมา จนได้พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบเชื่อมโยงหรือร่างแห ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีเสถียรภาพสูง ซึ่งจะไม่สามารถหลอมเหลวได้อีกเมื่อได้รับความร้อน แต่หากได้รับความร้อนที่สูงเกินไป จะทำให้พันธะระหว่างอะตอมภายในโมเลกุลเกิดการแตกออก การสลายตัวจึงเกิดขึ้นทำให้พอลิเมอร์ไม่สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้เหมือนกับเทอร์โมพลาสติก โดยมอนอเมอร์ที่ใช้ในการสังเคราะห์พลาสติกประเภทนี้อย่างน้อย 1 ชนิด จะต้องมีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 2 ขึ้นไป เพื่อให้ได้เป็นโครงสร้างร่างแห

พลาสติกประเภทนี้สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงกว่าเทอร์โมพลาสติก เพราะจะไม่อ่อนตัว หรือบิดเบี้ยวเมื่อได้รับความร้อน

โดยความแตกต่างระหว่างเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตพลาสติกนั้นดังแสดงไว้ในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ความแตกต่างระหว่างเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตพลาสติก (สุภโชค ต้นพิชัย, 2548)

เทอร์โมพลาสติก	เทอร์โมเซตพลาสติก
1. มอนอเมอร์มีหมู่ฟังก์ชัน 2 หมู่ 2. เป็นพอลิเมอร์แบบเส้นหรือกิ่ง 3. อ่อนตัวหรือหลอมเหลวได้เมื่อได้รับความร้อน 4. ต้องทำให้เย็นก่อนนำออกจากแม่แบบมิฉะนั้นอาจจะเสียรูปทรงได้ 5. ไม่เกิดการพอลิเมอไรเซชันอีกในแม่แบบ 6. นำกลับมารีไซเคิลได้	1. มอนอเมอร์อย่างน้อย 1 ชนิดมีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 2 หมู่ 2. เป็นพอลิเมอร์แบบเชื่อมโยงหรือแบบร่างแห 3. จะแข็งตัวเมื่อได้รับความร้อนและสลายตัวที่อุณหภูมิสูง ๆ 4. ไม่ต้องรอให้เย็นก่อนนำออกจากแม่แบบ 5. เกิดการพอลิเมอไรเซชันอีกในแม่แบบ 6. รีไซเคิลด้วยการหลอมเหลวไม่ได้

ปัจจุบันมีความสนใจนำเทอร์โมพลาสติกมาใช้มากขึ้นในการผลิตชิ้นส่วนยางต่าง ๆ เช่น ชิ้นส่วนยานยนต์อุปกรณ์กีฬาเครื่องใช้สอยในชีวิตประจำวัน เพราะเทอร์โมพลาสติกนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างต่าง ๆ ได้สะดวกและรวดเร็ว ทำเป็นสีสันต่าง ๆ ได้ รวมทั้งนำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ได้ ชนิดและการใช้งานของเทอร์โมพลาสติกแสดงไว้ในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ชนิดและการใช้งานของเทอร์โมพลาสติก (สุภโชค ต้นพิชัย, 2548)

ชนิดของเทอร์โมพลาสติก	การใช้งาน
พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE)	ที่รอง ฟิล์มทางการเกษตรกรรม ของเล่น สารเคลือบผิว ท่อ ภาชนะ เครื่องใช้ในครัวเรือน
พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE)	ภาชนะ ของเล่น เครื่องใช้ในบ้าน ท่อบรรจุก๊าซ วัสดุห่อที่ใช้ในอุตสาหกรรม บรรจุภัณฑ์ ถังเคมีภัณฑ์
พอลิโพรพิลีน (PP)	ฟิล์ม กล่องบรรจุแบตเตอรี่ ภาชนะบรรจุที่เข้าไมโครเวฟได้ ส่วนประกอบของรถยนต์ ส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้า

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ชนิดของเทอร์โมพลาสติก	การใช้งาน
พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC)	ส่วนประกอบของหน้าต่าง ท่อ วอลล์เปเปอร์ ขวดน้ำ ฟิล์มหดรัด ของเล่น ฉนวนกันไฟฟ้า บัตรเครดิต อุปกรณ์ทางการแพทย์ กระเบื้องยาง
พอลิสไตรีน (PS & EPS)	อุปกรณ์ด้านไฟฟ้า ฉนวนกันความร้อน เทปถ้วย ของเด็กเล่น จานใส่อาหาร โฟมกันกระแทก
พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET)	ขวดน้ำ เส้นใย ฟิล์มบรรจุอาหาร
สไตรีนโคพอลิเมอร์ (ABS/SAN)	ส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป
พอลิเมทิลเมทาคริเลต (PMMA)	ฉนวนกันไฟฟ้า ส่วนประกอบในห้องน้ำ ส่วนประกอบของรถยนต์
พอลิเอไมด์ (PA)	ฟิล์มบรรจุอาหารประเภทชีส ไขมัน เส้นใย วัสดุวิศวกรรมที่ทนอุณหภูมิสูง ฟิล์มบรรจุอาหารประเภทชีส ไขมัน เส้นใย วัสดุวิศวกรรมที่ทนอุณหภูมิสูง

2. โพลีเอทิลีน (Polyethylene resins: PE)

โดยทั่วไป โพลีเอทิลีน มีสีขาวขุ่น (Milky white) ลักษณะคล้ายขี้ผึ้งไม่เกาะติดน้ำ สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ มีน้ำหนักเบามาก โพลีเอทิลีนมีปริมาณการใช้สูงสุดในประเทศขณะนี้ นิยมใช้ทำ เครื่องใช้เครื่องเรือนทั่วไป ของเล่นเด็ก ดอกไม้พลาสติก ภาชนะบรรจุต่าง ๆ เช่น ถุงก๊อบแก๊บ เป็นต้น โพลีเอทิลีนมีหลายชนิด เช่น Low density polyethylene (LDPE), High density polyethylene (HDPE) และที่ได้พัฒนาใหม่ให้มีคุณสมบัติยิ่งขึ้น นิยมใช้มาก คือ Linear low density polyethylene (LLDPE) กับ Ultra-high molecule weigh polyethylene (UHMW PE) สำหรับเม็ดพลาสติกโพลีเอทิลีนที่ใช้ในประเทศไทยมากมีอยู่ด้วยกัน 3 ประเภทใหญ่ คือ

2.1 HDPE (High density polyethylene) เป็นเม็ดพลาสติกที่มีคุณสมบัติเหนียว แข็ง มีสีขุ่น ทนต่อสารเคมี รักษารูปทรงได้ดีและสามารถทนอุณหภูมิได้ถึง 105 องศาเซลเซียส เม็ดพลาสติก HDPE ได้ถูกนำ มาใช้ในการผลิตสินค้าพลาสติกต่าง ๆ ในหลายรูปแบบ

2.2 LDPE (Low density polyethylene) มีความทนทานต่อสารเคมีกรดและด่าง อีกทั้งยังแปรรูปได้ง่ายเป็นฉนวนได้อย่างดีและไม่มีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ มีความสามารถในการรับแรงกระแทกและมีความยืดหยุ่น

2.3 LLDE (Linear low density polyethylene) เป็นเม็ดพลาสติก PE ที่ใหม่กว่า 2 ประเภทแรก ปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีคุณสมบัติเด่นกว่า LDPE ในหลาย ๆ ด้านไม่ว่าจะเป็น การต้านแรงกระแทก การต้านแรงดันทะลุการต้านแรงดึงขาด การทรงรูป ความแข็งแรงของรอยเชื่อม ความมันเงา และความยืดตัวการนำเอา LLDPE ไปใช้ประโยชน์จะมีด้วยกัน 2 ลักษณะโดยลักษณะแรกเป็นการนำ มาผสมกับเม็ด LDPE หรือ HDPE ในสัดส่วนต่าง ๆ กันเพื่อปรับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น โดยเฉพาะในด้านความเหนียว ซึ่งการนำมาใช้ในลักษณะนี้ผู้ผลิตไม่จำเป็นต้องดัดแปลงเครื่องจักรแต่อย่างใด ส่วนการนำมาใช้ในอีกลักษณะเป็นการนำเอา LLDPE มาเป่าเป็นฟิล์มเดี่ยว ส่วนใหญ่ใช้ในการผลิตเป็นถุงบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนักสูง เช่น ถุงข้าวสาร ถุงขยะ ถุงบรรจุอาหารสัตว์ เป็นต้น

3. โพลีโพรพิลีน (Polypropylene: PP)

เป็นเม็ดพลาสติกที่มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับเม็ดพลาสติกชนิด HDPE และ LDPE จึงสามารถใช้ทดแทนกันได้ระดับหนึ่ง แต่สามารถทนความร้อนได้สูงถึง 150 องศาเซลเซียส เหนียว แข็งแกร่ง ทนต่อแรงอัดและแรงกระแทก ไม่สึกกร่อนง่าย ทนต่อสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

3.1 Homopolymer polypropylene เป็นโพลีโพรพิลีนที่มีคุณสมบัติแข็งกว่าโพลีเอทิลีน ขึ้นรูปง่ายใช้ในงานฉีดทั่วไป งานที่ใช้เม็ดพลาสติกประเภทนี้ ได้แก่

3.1.1 งานฉีดขึ้นรูป เช่น ถัง กะละมัง ตะกร้า ของเด็กเล่น เฟอร์นิเจอร์ เครื่องใช้ทางการแพทย์ ภาชนะบรรจุทั่วไป เป็นต้น

3.1.2 แผ่นฟิล์ม ใช้ทำ ฟิล์มใส ถุงร้อน ถุงเย็น ซองใส่เสื้อเชิ้ต ฟิล์มห่อหุ้มบรรจุอาหารที่ไม่ต้องการให้ออกซิเจนซึมผ่าน

3.1.3 งานเป่า เช่น เป่าขวด ที่นำ มาใช้งานเช่นเดียวกับ HDPE

3.1.4 งานสิ่งทอ ทำ เส้นใย กระสอบสาน เชือก แห อวน เป็นต้น

3.2 Block copolymer polypropylene เป็นโพลีโพรพิลีน ที่รับแรงกระแทกสูงกว่าประเภท Homopolymer ขึ้นรูปง่าย งานที่ใช้เช่นเดียวกับ Homopolymer polypropylene แต่ต้องรับ

แรงกระแทกสูงที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิต่ำ เช่น Top table ในตู้เย็น ชิ้นส่วนเครื่องซักผ้า อุปกรณ์รถยนต์ เฟอร์นิเจอร์ ภาชนะบรรจุที่ต้องการรับแรงกระแทกสูง แบตเตอรี่ เก้าอี้สนาม เป็นต้น

3.3 Random copolymer polypropylene เป็นโพลีโพรพิลีนที่มีความใสเป็นคุณสมบัติพิเศษ ใช้งานฉีดเป็นส่วนใหญ่ งานที่ใช้ ได้แก่ กล่องบรรจุอาหารทั่ว ๆ ไป

4. โพลีไวนีล คลอไรด์ (Polyvinyl chloride: PVC)

Polyvinyl chloride (PVC) มีคุณสมบัติทนต่อสารเคมี ก๊าซและน้ำซึมผ่านเข้าไม่ได้ ใช้เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี ทนต่อสภาพลมฟ้าอากาศได้ดี มีน้ำหนักเบา และมีราคาค่อนข้างถูก ซึ่งจากคุณสมบัติที่ดีเหล่านี้ PVC จึงถูกนำ มาใช้ในงานอย่างกว้างขวาง เช่น รางน้ำ วงกบหน้าต่าง ท่อน้ำ สายเคเบิลไฟฟ้า ใช้ในการบรรจุหีบห่อสินค้า และผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ เป็นต้นอย่างไรก็ตาม PVC ที่นำ มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เช่น ท่อน้ำ PVC ขวด PVC หนังเทียม ฯลฯ ไม่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจาก PVC ผงเลยทีเดียว แต่จะผสมสารเติมแต่งอื่น ๆ อีกหลายชนิด เพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ ความต้องการ อาทิ สารปรับปรุงแรงกระแทก สารเสริมสภาพพลาสติก สารคงสภาพ ฯลฯ

5. โพลีสไตรีน (Polystyrene resins: PS)

มีความหดตัวน้อยมาก มีความแข็งแรงคงทนดี แต่เปราะ สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ผิวเรียบและใส ไม่มีรสและกลิ่นเป็นฉนวนไฟฟ้าดี ความดูดซึมน้ำต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอกทนความร้อนได้พอสมควร โพลีสไตรีนใช้ทำ กล่องบรรจุอาหารชนิดใส กล่องบรรจุของใช้อื่น ๆ เช่น แปรงสีฟัน ถังบรรจุเครื่องดื่ม ของเด็กเล่น แผงและตู้โทรทัศน์วิทยุ ไฟท้ายรถ ไม้บรรทัด ฯลฯ ในรูปแบบโฟม ซึ่งเรารู้จักในชื่อ สโตโรโฟม (Styrofoam) ใช้ทำป้ายและสิ่งประดับในงานต่าง ๆ วัสดุกันแตกในกล่องบรรจุของแผ่นฉนวนกันความร้อนและเสียง ฯลฯ โพลีสไตรีน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

5.1 โพลีสไตรีนชนิดธรรมดา (GPPS) จะแข็งแต่เปราะโพลีสไตรีนชนิดนี้ที่ใช้ในประเทศ

5.2 โพลีสไตรีนชนิดพิเศษ เช่น High impact copolymer (HIPS) จะแข็งแรงกว่ามากและไม่เปราะ ลักษณะของการใช้งานจะคล้ายกันแบบ GPPS แต่จะใช้งานที่ต้องการคุณสมบัติในการรับแรงกระแทกเพิ่มขึ้นและชิ้นงานที่ไม่โปร่งแสง

6. อะคริโลไนทริล บิวทาไดอน สไตรีน (Acrylonitrile butadiene styrene: ABS)

มีคุณสมบัติรับแรงกระทบได้ดีมาก ทนความร้อนสูงถึง 212 องศาฟาเรนไฮต์ ทนกรดและด่างได้ดีพอสมควร เป็นฉนวนไฟฟ้าดี มีคุณสมบัติพิเศษที่นำไปชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าได้ดี

เช่น ชุบโครเมียม ป้ายชื่อรุ่นรถยนต์นิยมนำ ไปทำ ปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์ ABS จะใช้ในอุตสาหกรรมหลัก ๆ ต่อไปนี้

6.1 อุตสาหกรรมของเด็กเล่น ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีการส่งออกจำนวนมาก

6.2 อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์และรถจักรยานยนต์ เช่น กระจกมองข้าง กระจังหน้ารถยนต์ Console box เป็นต้น ซึ่ง ABS จะถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมนี้มากที่สุด

6.3 อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น ชิ้นส่วนหม้อหุงข้าว เตารีด เตาอบไมโครเวฟ โทรศัพท์ พัดลม เครื่องซักผ้า โทรทัศน์ หูจับตู้เย็น นาฬิกา หน้ากากแอร์ ปลั๊กไฟ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

6.4 อุตสาหกรรมเครื่องใช้ในครัวเรือน เช่น จาน ชาม ตะเกียบ

7. อะคริลิค (Acrylic) พลาสติก PMMA (Polymethyl methacrylate)

ที่รู้จักกันดีในนาม “อะคริลิค” เป็นพลาสติกที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายด้วยคุณสมบัติโดดเด่นในด้านความใสเทียบเคียงกระจก มีความมันเงา และทนทานต่อสภาพแวดล้อม PMMA สามารถนำ มาใช้ทั้งในงานฉีดขึ้นรูป (Injection) และงานอัดรีด (Extrusion) ได้เป็นอย่างดี โดยชิ้นงานที่เห็นกันอยู่ทั่วไปในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นรถยนต์ หน้าปัทม์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ฝาครอบไฟ ก๊อกน้ำคริสตัล เครื่องใช้ในครัวเรือนที่คล้ายเครื่องแก้ว เลนส์ กรอบแว่นตา ฯลฯ ล้วนแต่ทำจาก PMMA ทั้งสิ้น

8. โพลีอะซีทัล (Polyacetal)

จัดเป็น Engineering plastics ตัวหนึ่งใช้แทนชิ้นส่วนโลหะที่หล่อโดยวิธี Die casting นอกจากนี้ยังใช้ทำ ชิ้นส่วนในรถยนต์และเครื่องจักรกล เช่น คาบูเรเตอร์เกียร์ แบริ่ง บูช ลูกกลิ้ง ชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวและเสียดทาน นอกจากนี้ ยังใช้ทำเป็นขวดบรรจุสเปรย์ได้อีกด้วย

9. โพลีคาร์บอเนท (Polycarbonate)

เป็นเทอร์โมพลาสติกเรซิ่น (Thermoplastic resin) มีคุณสมบัติที่สำคัญหลายด้าน ได้แก่

9.1 ทนต่อแรงกระแทกสูง

9.2 มีความใสทำให้นำมาประยุกต์ใช้ในงาน Optic ได้อย่างกว้างขวาง (แสงผ่านได้ 90 เปอร์เซ็นต์)

9.3 มีขนาดคงที่ในระหว่างการขึ้นรูปและมีการเปลี่ยนแปลงขนาดเล็กน้อยหลังจากผ่านการขึ้นรูปแล้ว นั่นคือ มีการหดตัวเมื่อผ่านการขึ้นรูปต่ำ ดังนั้น Polycarbonate จึงเป็นพลาสติกที่มีขนาดคงที่เมื่อผ่านการขึ้นรูป

9.4 ใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิกว้างตั้งแต่ – 40 องศาเซลเซียส จนถึง + 120 องศาเซลเซียส

9.5 เมื่อเกิดการลุกไหม้สามารถดับได้เอง จึงถูกนำมาใช้งานในสถานที่ที่การลุกไหม้เป็นสิ่งอันตราย

9.6 มีความทนทานต่อสภาวะอากาศ และโอโซนได้ดีมาก สามารถนำมาใช้กับงานภายนอกอาคารได้

9.7 ไม่เป็นพิษ จึงนำ มาใช้เป็นภาชนะในการบรรจุอาหารและยาได้

9.8 มีคุณลักษณะทางไฟฟ้าที่ดีเยี่ยม นำมาใช้เป็นฉนวนไฟฟ้า

โพลีคาร์บอเนตจึงสามารถนำมาใช้ในการผลิตสินค้าได้หลายประเภท เช่น ทำแว่นตานิรภัย Compact disc กระจกหน้าต่าง Housing ของคอมพิวเตอร์ ฝาครอบไฟฟ้าหน้ารถยนต์และขวด เป็นต้น

กระบวนพื้นฐานในการฉีดพลาสติก

สถาบันไทย-เยอรมันเรื่องเทคโนโลยีแม่พิมพ์พลาสติก (2545) กล่าวว่า การทำงานของเครื่องฉีดพลาสติกจะมีการทำงานอยู่ด้วยกันทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ แบบไม่เป็นอัตโนมัติ (Manual) ซึ่งจะสั่งให้เครื่องทำงานในขั้นตอนใดก่อนหลังก็ได้ตามที่ต้องการ แบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-automatic) ซึ่งการทำงานจะเป็นไปตามขั้นตอนของเครื่องฉีดเพียงวงรอบการทำงานเดียวเท่านั้นแล้วหยุด และแบบอัตโนมัติทั้งหมด (Fully-automatic) จะมีการทำงานเป็นไปตามขั้นตอนของเครื่องฉีด โดยเมื่อครบวงรอบการทำงานของเครื่องฉีดแล้ว ก็จะเริ่มวงรอบการทำงานใหม่ทันทีและทำต่อไปเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่อง โดยการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติทั้งหมดจะมีขั้นตอนพื้นฐานในการฉีดพลาสติก

1. องค์ประกอบในการฉีดพลาสติก

ในกระบวนการฉีดพลาสติกมีองค์ประกอบหรือส่วนประกอบที่สำคัญเพื่อให้ได้คุณภาพของชิ้นงานฉีดที่ดี อัตราการผลิตที่สูง และมีจำนวนของเสียน้อย องค์ประกอบที่สำคัญควรมีอยู่ 6 ส่วน (6M) ด้วยกัน คือ

1.1 วัตถุดิบพลาสติก (Material)

1.2 แม่พิมพ์ฉีด (Mold)

1.3 เครื่องฉีด (Machine)

1.4 วิธีการหรือพารามิเตอร์ที่ปรับตั้งการฉีด (Method)

1.5 ช่างฉีดหรือบุคลากร (Man)

1.6 การจัดการในการฉีด (Management)

2. ประเภทของเครื่องฉีดพลาสติก

เครื่องฉีดพลาสติกโดยทั่วไป สามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างของเครื่องได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

2.1 เครื่องฉีดแนวนอน

เครื่องฉีดแนวนอนเป็นแบบทำงานตามแนวนอนพลาสติกไหลเข้าแบบเป็นเส้นตรงตามแนวนอน ตั้งฉากกับระนาบของแม่พิมพ์โดยชุดฉีดและหน่วยเปิด-ปิดแบบ อยู่ในทิศทางเดียวกัน แบบนี้จะเป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด ภาพที่ 2-4

ภาพที่ 2-4 เครื่องฉีดพลาสติกแบบแนวนอน

2.2 เครื่องฉีดแนวตั้ง

เครื่องฉีดแนวตั้งเป็นแบบทางานตามแนวตั้งพลาสติกไหลเข้าแบบเป็นเส้นตรงตามแนวตั้ง โดยตั้งฉากกับระนาบของแม่พิมพ์โดยชุดฉีดและหน่วยเปิด-ปิดแบบ อยู่ในทิศทางเดียวกัน ดังภาพที่ 2-5

ภาพที่ 2-5 เครื่องฉีดพลาสติกแบบแนวตั้ง

3. หน่วยการฉีด ทำหน้าที่ในการทำงานเกี่ยวกับการฉีดทั้งหมดโดย มีหน้าที่ตั้งแต่การรับเม็ดพลาสติกจาก Hopper มาแล้วทำการหลอมเหลว ก่อนที่จะทำการฉีดพลาสติกเหลวเข้าไปในช่องว่าง (Cavity) ของแม่พิมพ์ (Mold) ซึ่งมีชิ้นส่วนหลัก ๆ ดังนี้

3.1 คอป้อน (Hopper throat)

3.2 กระบอกฉีด (Barrel)

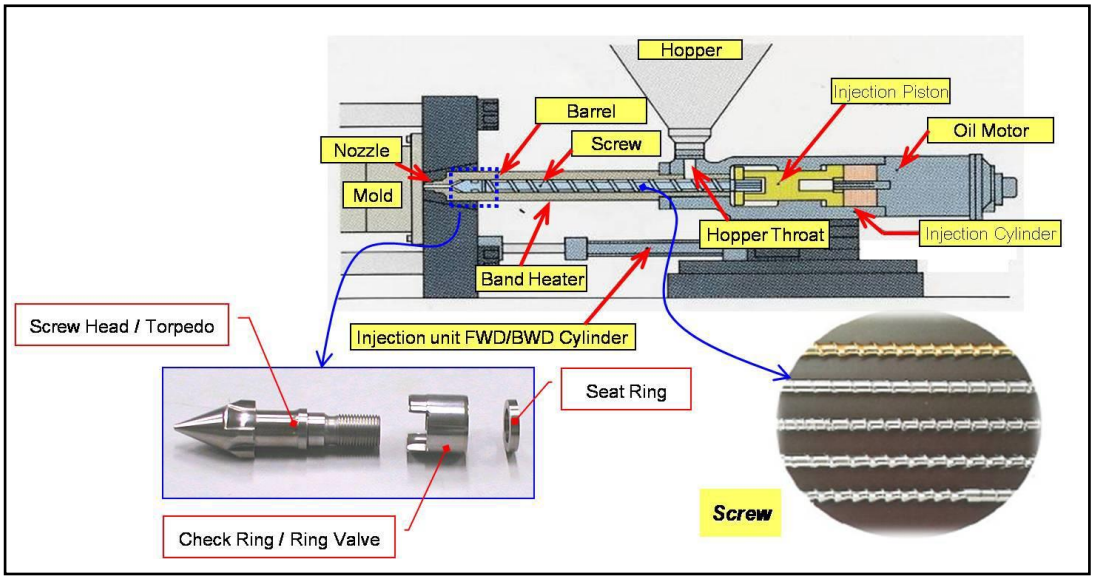
3.3 ปลอกหรือแถบทำความร้อน (Band heater)

3.4 Thermo couple

3.5 Screw

3.6 หัวฉีด (Nozzle)

ดังภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 ส่วนประกอบในชุดหน่วยการฉีด

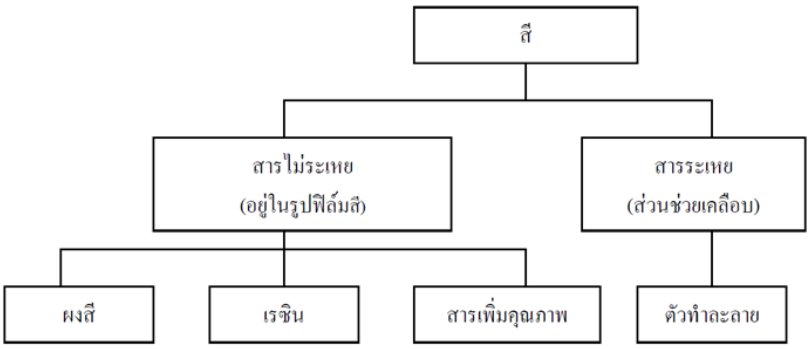
ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับงานพ่นสี (General paint basic knowledge)

พงษ์ศักดิ์ บุญธรรมกุล (2543) กล่าวว่า สี คือ ของผสมที่อยู่ในสภาพเนื้อเดียวกัน โดยประกอบด้วยผงสี สิ่งนำสี ตัวทำลาย และปรับคุณสมบัติซึ่งถูกบดให้ผงสีละเอียดและแขวนลอยอยู่ในสิ่งนำสี เมื่อนำไปใช้งานก็สามารถเปลี่ยนสถานะเป็นฟิล์มแข็งได้

หน้าที่ของสี วัตถุประสงค์หลัก ๆ ของการเคลือบสีโดยทั่วไป มีอยู่สองประการ คือ 1) การป้องกัน (Protection) เพื่อป้องกันปัญหาต่ออายุการใช้งานของชิ้นงาน เช่น การป้องกันสนิม และ ป้องกันปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม สารเคมี ความชื้น แสงอาทิตย์ เป็นต้น 2) เพื่อความสวยงาม (Beautification) เนื่องจากสีต่าง ๆ ช่วยทำให้ชิ้นงานมีคุณค่า และสวยงามมากขึ้นนอกจากนี้สียังมีหน้าที่อื่น ๆ อีก เช่น ใช้สีในการทำสัญลักษณ์ ทำหน้าที่ในการเป็นฉนวน เป็นต้น

1. ส่วนประกอบของสี

ส่วนประกอบของสีโดยทั่ว ๆ ไปประกอบด้วยสารประกอบ 4 อย่าง ดังภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 ส่วนประกอบของสี

1.1 ผงสี (Pigment) คือ สารที่ทำให้ปรากฏเป็นสีต่าง ๆ กับสิ่งที่นำมาเคลือบ มีลักษณะเป็นผงละเอียดโดยทั่วไปมีหน้าที่ ให้ความสวยงาม และ ความทนทาน บางชนิดมีคุณสมบัติในการปกปิดพื้นผิวของวัตถุได้สูง ผงสีมีความสามารถในการแพร่กระจายได้ดี ส่วนมากจะไม่ละลายในสารละลายดังนั้น การนำไปใช้งานจะต้องนำผงสีไปบดเป็นอนุภาคเล็ก ๆ เพื่อให้อนุภาคของสีแขวนลอยอยู่ในสิ่งนำสี

1.2 สิ่งนำสี (Resin) คือ สารอินทรีย์ ซึ่งพืชและแมลงบางชนิดสร้างและหลั่งออกมา โดยปรกติจะไม่ละลายได้ในตัวทำลายอนินทรีย์ต่าง ๆ ตัวอย่าง Resin ธรรมชาติทั่วไป เช่น ชัน (Resin) ครั่ง (Shellac) ปัจจุบันเปลี่ยนมาใช้ Resin สังเคราะห์ (Synthetic resin) หมายถึง วัสดุสังเคราะห์ชนิดเปลี่ยนแปลงรูปได้ โดยทั่วไปผลิตกระบวนการ Polymerization มีคุณสมบัติทนทานมากกว่า Resin ธรรมชาติ โดยเรซิน (Resin) มีหน้าที่ ในการยึดประสานระหว่างอนุภาคของ Pigment เข้าไปด้วยกันพร้อมกับยึดเกาะระหว่างชั้นของสีกับพื้นผิวที่เคลือบ โดยทั่วไป Resin จะเป็นตัวกำหนดคุณภาพคุณสมบัติต่าง ๆ ของฟิล์มสีแต่ละประเภท

1.3 ตัวทำลาย (Solvent) คือ สารที่มีคุณสมบัติในการทำลาย Resin ให้เป็น Liquid Solution มากขึ้นเนื่องจากใน Resin ส่วนใหญ่มีความหนืดค่อนข้างสูง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีตัวทำลายไปปรับความหนืด โดยตัวทำลาย มีหน้าที่ ปรับความหนืดของสี เพื่อให้เหมาะสมต่อการผลิต และการนำไปใช้งานนอกจากนี้ยังเป็นตัวระเหยซึ่งหลังการพ่นสีแล้ว ตัวทำลายจะระเหยไปจนหมดสิ่งที่เหลืออยู่เป็นฟิล์มสี คือ ส่วนของ Pigment และ Resin เท่านั้น

1.4 สารปรับคุณสมบัติ (Solvent) คือ สารที่ใส่ลงไปในสี เพื่อทำหน้าที่ในการปรับคุณสมบัติของสีทั้งในด้านกระบวนการผลิตและการปรับปรุงคุณสมบัติของฟิล์มสี ปริมาณการใช้โดยเฉลี่ย 0.3 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต ในกรณีที่ใช้มากเกินปริมาณที่กำหนดให้มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของฟิล์มสีได้

2. ชนิดของสี (Types of paints)

ชนิดของสีมีมากมายหลายประเภท เช่น สีรองพื้น สีโป้วเก็บรอยสีทับชั้นกลางและสีทับหน้า เป็นต้น ใช้สำหรับพ่นโลหะเพื่อป้องกันสนิม และเป็นตัวยึดเกาะระหว่างผิวโลหะ โดยการพ่นสีรองพื้นลงบนแผ่นเหล็กโดยตรงเพื่อป้องกันสนิมและช่วยในการยึดของชั้นสีที่จะพ่นในขั้นต่อ ๆ ไป ปัจจุบันได้มีการพัฒนา สีพ่นพื้น (Primer surface) มาใช้แทนสีรองพื้นสีพ่นรองพื้นที่นิยมใช้กันได้แก่ รายละเอียดของชนิดสีพ่น ดังแสดงได้จากตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 ชนิดของสีและคุณสมบัติของสี (พงษ์ศักดิ์ บุญธรรมกุล, 2543)

ชนิด	คุณลักษณะการนำไปใช้
สีพื้น (Primer)	ใช้พ่นบนผิวโลหะเปลือยเพื่อป้องกันสนิมและเป็นตัวยึดเกาะระหว่างผิวโลหะกับสีทับหน้า
สีทับหน้า (Top coat) หรือ Base	แบ่งตามสีต่าง ๆ ความมันเงาของผิวหน้าสีและคุณภาพของสี
สีเคลียร์ (Clear paint)	สีเคลียร์ใช้พ่นลงบนสีทับหน้าเพื่อให้เกิดความเงางาม ในขณะเดียวกันจะทำหน้าที่เป็นชั้นป้องกันผิวสีอีกด้วย

3. กระบวนการในการพ่นและเคลือบสี

โดยทั่วไปขั้นตอนในการเคลือบสี (Painting process) สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์จะมีอยู่ด้วยกัน 3 ขั้นตอน ตามลำดับดังนี้

3.1 การเคลือบสีพื้น (Primer paint) สีพื้นที่ใช้พ่นอยู่ในอุตสาหกรรมรถยนต์โดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือ สีพื้นและสีรองพื้น สามารถป้องกันสนิมและทำให้สีจริงยึดติดแน่นกับผิวงานได้ดี การพ่นสีชนิดนี้ใช้พ่นเพียงเบา ๆ โอกาสที่สีพื้นชนิดนี้จะแตกร้าวมีน้อยเพราะมีส่วนผสมของกาวมากกว่าเนื้อสี สีพื้นหรือสีรองพื้นทำหน้าที่เกาะยึดผิวงานเพื่อให้สีจริงเกาะยึดติดแน่นอีกทีหนึ่ง เป็นสีที่มีเนื้อสีมาก สามารถอุดพอกเสริมลบรอยขีดข่วนได้ เมื่อสีแห้งสามารถใช้กระดาษทรายขัดตกแต่งให้ผิวเรียบหรือสมบูรณ์ได้สีพื้น โดยทั่วไปมีอยู่ 2 สี คือ สีน้ำตาลและสีเทา ควรเลือกให้เหมาะสมและกลมกลืนกับสีทับหน้า เช่น สีดำ แดง น้ำตาลหรือสีที่ผสมแล้วมีความเข้มข้นสูงควรเลือกใช้สีพื้นสีน้ำตาล หากเป็นสีอ่อน เช่น สีขาว สีไข่ไก่ เหลืองอ่อน ควรเลือกใช้สีพื้นสีเทา ข้อควรระวังอย่าพ่นสีพื้นให้หนาเกินไปจะเกาะยึดไม่ดีพอ

ข้อดีของสีพื้น คือ สามารถป้องกันสนิมที่ผิวได้ สีจริงเกาะยึดได้ดี อุดรอยขีดข่วนที่ผิวงานเล็กน้อยได้

ข้อเสียของสีพื้น คือ มีเนื้อสีหยาบต้องทำการขัดก่อนพ่นสีจริง ใช้ได้กับงานที่มีผิวเรียบเท่านั้น พ่นหลายชั้นแรงเกาะยึดจะลดลง

3.2 สีจริง (Top coat) หรือ Base เป็นการเคลือบสีขั้นบนสุด หรือ ชั้นสีที่เรามองเห็นบนผลิตภัณฑ์ที่ทำการพ่นหรือเคลือบสีเพราะฉะนั้น สีจริงจึงต้องมีคุณสมบัติที่ต่อต้านหรือปกป้องสิ่งเหล่านั้นได้ เช่น คงทนต่อแสงแดด ซึ่งมีรังสีอัลตร้าไวโอเลตประกอบอยู่คงทนต่อการขูดขีด เป็นต้น กรรมวิธีในการเคลือบสีจริงนั้นใช้วิธีการสเปรย์ เพราะให้ความเรียบของฟิล์มสีดีที่สุด ในปัจจุบันสีจริงนั้นได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน คือ

3.2.1 สีธรรมดา (Solid color) สีธรรมดา Resin ที่ใช้เป็น Alkyd melamine ส่วนผสมของสีจะไม่มีผงอลูมิเนียมหรือผงไมก้าประกอบอยู่ กรรมวิธีการเคลือบสีธรรมดาก็เหมือนกับสีรองพื้น นั่นคือ การเคลือบชั้นเดียวเสร็จแล้วนำเข้าไปอบ ซึ่งลักษณะการเคลือบสีเช่นนี้เรียกว่า “1 Coat 1 bake”

3.2.2 สีบรอนซ์ (Metallic color) สีบรอนซ์ Resin ที่ใช้เป็น Acrylic melamine เป็นสีที่มีผงอะลูมิเนียม ประกอบด้วย ผงอะลูมิเนียม จะช่วยสะท้อนแสงได้ดี ทำให้สีดูเงางามระยิบมากกว่าธรรมดา นอกจากนี้กรรมวิธีนี้ในการเคลือบสี Metallic ยังแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ

3.2.2.1 ชั้นแรก จะต้องพ่นสีที่มีอะลูมิเนียมผสมอยู่ซึ่งเรียกว่า Base จนเสร็จก่อน

3.2.2.2 ชั้นที่สอง จะทิ้งห่างจากชั้นแรกประมาณ 3.5 นาที แล้วจึงพ่น Clear ซึ่งมีลักษณะใสซึ่งประกอบด้วย Resin additive และ Solvent การพ่น Clear บน Base ในขณะที่ Base ยังไม่แห้งตัวนี้เรียกว่า Wet on wet หลังจากนั้น จึงนำไปอบเพื่อให้สีแห้ง กรรมวิธีเคลือบสี Metallic ในลักษณะเช่นนี้เรียกว่า “2 Coat 1 bake“

3.2.3 สีมุก (Pearl color) สีมุก Resin ที่ใช้เป็น Acrylic melamine เช่นเดียวกับสี Metallic จะสะท้อนแสงเฉพาะจากผิวหน้าเท่านั้น ขณะเดียวกันผงไมก้าจะสะท้องแสงตั้งแต่ผิวหน้าไปจนถึงศูนย์กลางของไมก้าจึงทำให้เกิดการหักเหของแสงออกมาเหมือนไข่มุก ความเงางามของผิวจะลึกและใสกว่าสี Metallic

3.3 สีเคลียร์ (Clear paint) ประกอบด้วย สารเคลือบ (Resin) สารปรุงแต่ง (Additive) และสารละลายเท่านั้น ไม่มีผงสีเลย มีลักษณะใส เป็นสีเคลียร์สำเร็จรูปไม่จำเป็นต้องผสมทินเนอร์อีกยกเว้นข้อแนะนำพิเศษของผู้ผลิตเท่านั้น สีเคลียร์ใช้พ่นลงบนสีทับหน้าเพื่อให้เกิดความเงางาม ในขณะเดียวกันจะทำหน้าที่เป็นชั้นป้องกันผิวสีอีกด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณธพล พงษ์สำราญกุล (2550) ได้นำเสนอการปรับปรุงกระบวนการผลิตสลักเกลียวและแป้นเกลียวเพื่อลดต้นทุนในกระบวนการและตอบสนองความต้องการของลูกค้า ส่งผลให้ลดต้นทุนของโซ่อุปทานการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ในส่วนของการผลิตสลักเกลียวในรถจักรยานยนต์ซึ่งในการดำเนินการวิจัยได้ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า วิเคราะห์หน้าที่การทำงานในแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานส่วน Make ซึ่งการวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการนั้น พบว่า มีกระบวนการที่ทำให้เกิดหน้าที่เดียวกันใน 2 กระบวนการ คือ กระบวนการปั๊มขึ้นรูปด้าน Nut และกระบวนการกลึง Chamfer ในการปรับปรุงได้รวม 2 กระบวนการเข้าด้วยกัน คือ ออกแบบ Die ที่ใช้ในการปั๊มขึ้นรูปให้มี Chamfer อยู่ในตัว ได้ทดสอบตามขั้นตอนของวิศวกรรมคุณค่า จากขั้นตอนดังกล่าวผลที่ได้คือ การลดกระบวนการที่ไม่จำเป็นต่อหน้าที่ของเกลียวลงได้ และจากการแก้ไขปรับปรุงและวัดผลการปรับปรุง พบว่า สามารถลดต้นทุนในกระบวนการผลิตจาก 6.57 บาทต่อตัว เหลือ 5.04 บาทต่อตัว ลดลง 1.53 บาทต่อตัว หรือลดลง 23.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าค่าเป้าหมายที่ผู้วิจัยได้ตั้งเป้าหมายไว้ คือ มากกว่าหรือเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ และลดเวลาในการผลิตจาก 37.18 ชั่วโมงต่อล็อต เหลือ 30.93 ชั่วโมงต่อล็อต ลดลง 6.25 ชั่วโมงต่อล็อต หรือ 16.81 เปอร์เซ็นต์

จิรายุ จิตเจือจุน (2555) ได้นำเสนอแนวทางที่เกิดจากการบูรณาการของวิศวกรรมคุณค่า ซิกซ์ ซิกม่า สำหรับการออกแบบและลดต้นทุนในอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์ โดยนำเสนอการใช้เครื่องมือตามแนวทางของวิศวกรรมคุณค่า ร่วมกับขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาแบบ DMAIC ของซิกซ์ ซิกม่า และประเมินผลจาก การลดต้นทุน การคงไว้ซึ่งหน้าที่หลัก คุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเรียกเทคนิคใหม่นี้ว่า การบูรณาการของวิศวกรรมคุณค่า และซิกซ์ ซิกม่า ซึ่งเทคนิคใหม่สามารถนำมาใช้กับบริษัทตัวอย่างในการลดต้นทุนและเพิ่มคุณภาพให้กับอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์ในกรณีศึกษาที่ 1 เป็นเงิน 8.48 บาทต่อชิ้น หรือ 932,800 บาทต่อปี และในกรณีศึกษาที่ 2 เป็นเงิน 3.45 บาทต่อชิ้น หรือ 758,450 บาทต่อปี

สิทธิชัย ธานี (2553) ได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นส่วนแผ่นกันโคลนหน้าล่างซ้ายและขวา สำหรับรถกระบะ เพื่อลดต้นทุนการผลิตในกระบวนการและตอบสนองความต้องการของลูกค้าโรงงานประกอบรถยนต์ตัวอย่างที่ต้องการลดราคาชิ้นส่วนลงร้อยละ 5 ซึ่งในการดำเนินการวิจัยได้ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า วิเคราะห์หน้าที่การทำงานขององค์ประกอบวัตถุดิบและกระบวนการในการผลิตชิ้นส่วน พบว่าในกระบวนการตัดส่วนขั้วรูนำฉีดและทางวิ่ง คือ ส่วนเกินไม่ก่อให้เกิดคุณค่าซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ต้องการของชิ้นงาน เพื่อที่จะกำจัดส่วนเหล่านี้ออกจากโรงงานและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ได้มีการปรับปรุงโดยการนำเอาส่วนขั้วรูนำฉีดและทางวิ่งมาแปรรูปบดย่อย แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ โดยผสมเติมเต็มแทนที่ปริมาณบางส่วนของวัตถุดิบเม็ด

พลาสติก และได้ทดสอบตามขั้นตอนของวิศวกรรมคุณค่า จากขั้นตอนดังกล่าวผลที่ได้ คือ สามารถลดปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบเม็ดพลาสติกลง จากการแก้ไขปรับปรุงและวัดผลการปรับปรุง สามารถลดราคาขายชิ้นส่วนให้กับลูกค้าลงได้ร้อยละ 5 ตามความต้องการที่ลูกค้าร้องขอ สามารถลดต้นทุนในกระบวนการผลิตจาก 41.49 บาทต่อชิ้น เหลือ 39.10 บาทต่อชิ้น ลดลงร้อยละ 5.76 ทำกำไรเพิ่มขึ้นจาก 3.32 บาทต่อชิ้นเป็น 3.51 บาทต่อชิ้น คิดเป็นร้อยละ 5.62 เปอร์เซ็นต์

ชัยวุฒิ อัมราลิขิต (2555) ได้ทำการนำเสนอ ลดต้นทุนและปรับปรุงกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ท่อไอเสีย โดยการนำเทคนิควิศวกรรมคุณค่ามาประยุกต์ใช้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก คือ Information phase, Speculative phase, Analytic phase และ Proposal phase โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของปัญหาในปัจจุบัน และทำการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานต่าง ๆ ของบรรจุภัณฑ์ และใช้แนวความคิดที่หลากหลายเพื่อพัฒนาทางเลือกของหน้าที่การทำงานต่าง ๆ ด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าเดิม และเลือกแนวความคิดที่ดีที่สุดจากการระดมความคิดซึ่งผลจากการศึกษาดังกล่าวทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ท่อไอเสีย และสามารถลดต้นทุนจากเดิม 370.39 บาทต่อกล่อง เป็น 199.79 บาทต่อกล่อง ลดต้นทุนต่อกล่องลง 170.60 บาท คิดเป็น 46.06 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดต้นทุนเฉลี่ยต่อเดือนลง 25,590 บาท (ในกรณีที่มีการผลิตจำนวน 150 กล่องต่อเดือน) คิดเป็น 307,080 บาทต่อปี อีกทั้งยังเพิ่มความสะดวกในการทำงานให้กับพนักงานโดยสามารถลดขั้นตอนในการบรรจุลง

อภิชาต วงศ์สืบสกุล (2550) ได้ทำการนำเสนอ การเพิ่มผลผลิต และประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการพ่นสี ด้วยวิธีการลดความสูญเปล่า กล่าวคือ ในการออกแบบรถรุ่นใหม่ในครั้งแรกประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการพ่นสีเท่ากับ 85 เปอร์เซ็นต์ (1,552 แฮงเกอร์ต่อกะ) ทำให้การผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าในอนาคต จึงได้ทำการศึกษาโดยการใช้เทคนิคการขจัดงานที่ไม่จำเป็น และเทคนิคการจัดกระบวนการผลิตใหม่ โดยการประยุกต์การออกแบบการทดลองที่เหมาะสมในกระบวนการผลิต ด้วยการเว้นแฮงเกอร์ในช่วงเวลาของการเปลี่ยนกะและช่วงเวลาพัก โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่หนึ่งทำการเว้นที่ 50 แฮงเกอร์และขั้นตอนที่สองทำการเว้นที่ 35 แฮงเกอร์ ตามลำดับ ก่อนเข้ากระบวนการล้างฟอสเฟต ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษาจากโรงงานตัวอย่างของบริษัท ไทยยามาฮ่ามอเตอร์ จำกัด ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการพ่นสีเพิ่มขึ้นเป็น 90.48 เปอร์เซ็นต์ (1,643 แฮงเกอร์ต่อกะ) ซึ่งมีผลทำให้อัตราผลผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ต้นทุนและค่าโสหุ้ยลดลงประมาณ 2,344,160 บาทต่อเดือน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา

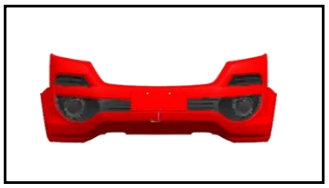
กลุ่มบริษัทไทยซัมมิทเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ชั้นนำของประเทศไทย ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2520 มีส่วนช่วยในการขับเคลื่อนภาคอุตสาหกรรมที่สำคัญของไทย มีฐานการผลิตครอบคลุมพื้นที่อุตสาหกรรมหลักที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ แหลมฉบัง ระยอง นครนายก และสมุทรปราการ รวมไปถึงฐานการผลิตในต่างประเทศ ได้แก่ จีน อินเดีย อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น มาเลเซีย อเมริกา และเวียดนาม พร้อมทั้งขยายการลงทุนไปในธุรกิจประเภทอื่นอย่างต่อเนื่อง

ปัจจุบัน กลุ่มบริษัทไทยซัมมิท มีบริษัทในเครือรวมกว่า 40 บริษัท ครอบคลุมการผลิตเพื่ออุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ เครื่องจักรกลการเกษตร เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยการเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนเพื่อประกอบในภาคอุตสาหกรรมเหล่านี้ เช่น ชิ้นส่วนการขึ้นรูป ชิ้นส่วนการประกอบ ชิ้นส่วนพลาสติกประเภทฉีดและเป่า อลูมิเนียมฉีดขึ้นรูป ระบบไฟสำหรับยานยนต์ แม่พิมพ์โลหะและพลาสติก อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน รวมถึงเครื่องจักรในสายการผลิต

โดยบริษัทกรณีศึกษา ไทยซัมมิทพลาสเทค จำกัด สาขา 2 เป็นหนึ่งในสมาชิกของกลุ่มธุรกิจงานพลาสติก ในกลุ่มบริษัทในเครือไทยซัมมิท ฯ ในอดีตบริษัทเป็นส่วนหนึ่งของบริษัทไทยซัมมิทอีสเทิร์นซีบอร์ดโอโตพาร์ทอินดัสตรี จำกัด เริ่มเปิดดำเนินงานตั้งแต่ปี 2546 มีพื้นที่โรงงานผลิตชิ้นส่วนพลาสติก 47,446 ตารางเมตร และได้ Spring ออกมาเป็นบริษัทไทยซัมมิทพลาสเทค จำกัด เมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2557 โดยมีทุนจดทะเบียน 600 ล้านบาท จำนวนพนักงานทั้งหมด 450 คน

1. ผลิตภัณฑ์

บริษัทไทยซัมมิทพลาสเทค ทำการผลิตทั้งในส่วนของ Front bumper (กันชนหน้า) Rear bumper (กันชนท้าย) และ Interior hard trim ซึ่งเป็นชิ้นส่วนพลาสติกตกแต่งภายในรถยนต์

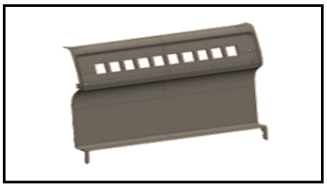


กันชนหน้า

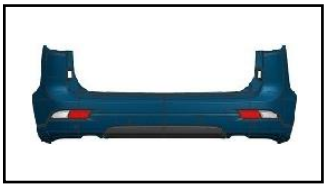
กระจังหน้า

กระจังหน้า

แผงประตู

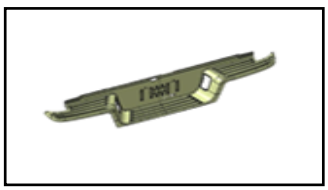


แผงครอบเบาะนั่งหลัง

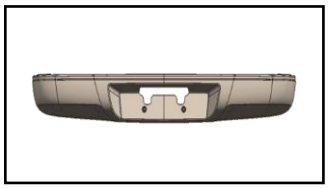


กันชนหลัง

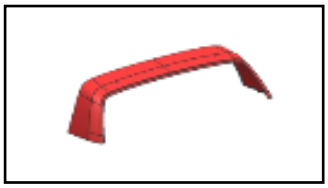
กันชนหน้า



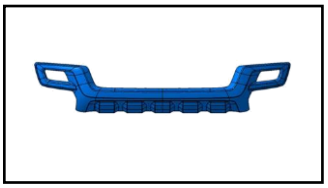
แผงครอบกันชนหลัง



กันชนหลัง



ชุดแต่งสปอยเลอร์หลัง



แผงครอบกันชนหน้า

ภาพที่ 3-1 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา

ผังองค์กร

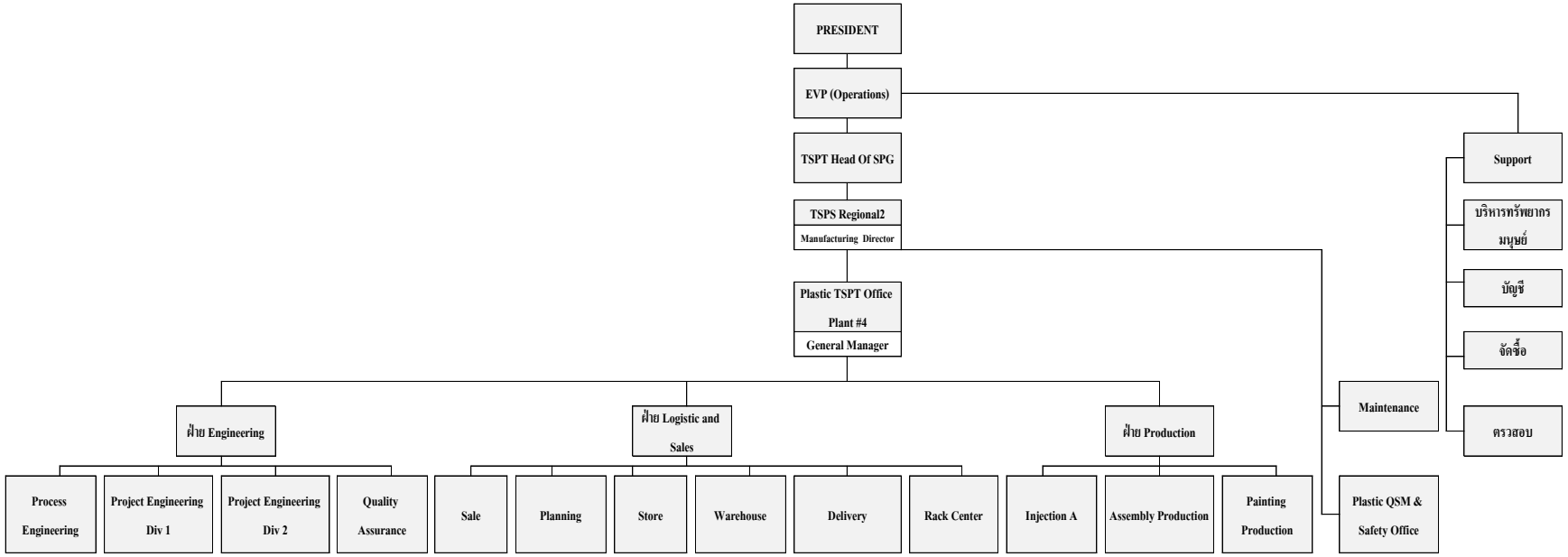
การบริหารของโรงงานกรณีศึกษา มีการวางผังการบริหารแนวราบโดยมีลำดับขั้นที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เป็นการบริหารที่สามารถบริหารจัดการได้ทั่วถึง รวดเร็ว โดยมีการแบ่งสายงานบริหารออกเป็น 4 ฝ่ายหลัก ๆ คือ

1. ฝ่ายวิศวกรรม ประกอบไปด้วย ส่วน Process engineering ทำหน้าที่พัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า ส่วน Project engineering ทำหน้าที่ทดลองพัฒนา ดำเนินการผลิตชิ้นงานใหม่ ๆ ที่ลูกค้าต้องการ และส่วนงานประกันคุณภาพ ทำหน้าที่ตรวจสอบและประกันคุณภาพชิ้นงานก่อนส่งมอบให้ลูกค้า

2. ฝ่ายโลจิสติกส์และฝ่ายขาย ประกอบไปด้วย ส่วนงานวางแผนกระบวนการผลิต กระบวนการวางแผนการจัดซื้อวัตถุดิบ ส่วนงานคลังสินค้าจะทำการจัดระบบการจัดเก็บสินค้าและบริหารสินค้าในคลังให้เหมาะสม สามารถรองรับความต้องการต่าง ๆ ได้ ส่วนงานจัดส่งจะดำเนินการบริหารการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า ส่วนงาน Rack center จะดูแลของบรรจุภัณฑ์ที่จะรองรับการใส่ชิ้นงานก่อนส่งมอบให้ลูกค้า และส่วนงานขายจะดำเนินงานรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าแล้วแจ้งต่อมายังโรงงาน

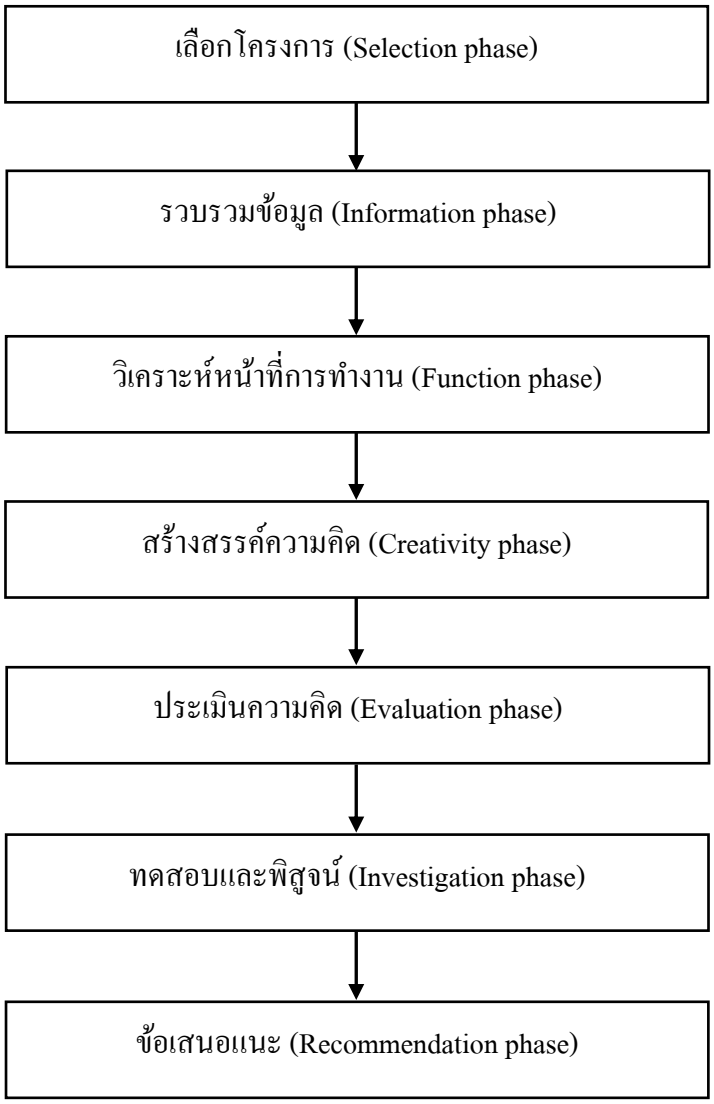
3. ฝ่ายผลิต จะดำเนินการผลิตชิ้นงานตามที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งจะประกอบไปด้วย ส่วนงานฉีดชิ้นงาน ส่วนงานพ่นสี และส่วนงานประกอบ

4. ฝ่ายสนับสนุน จะประกอบไปด้วย ส่วนงานจัดซื้อ ส่วนงานบัญชี ส่วนงานตรวจสอบ ส่วนงานบริหารทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งส่วนงานเหล่านี้จะขึ้นตรงกับรองกรรมการบริษัท



ภาพที่ 3-2 แผนผังการบริหารงานของโรงงานกรณีศึกษา

วิธีการดำเนินการ



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. เลือกโครงการ (Selection phase)

1.1 กระบวนการผลิตชิ้นงาน

กระบวนการผลิตชิ้นงาน ประกอบไปด้วย กระบวนการฉีดพลาสติก (Injection process) กระบวนการพ่นสี (Paint process) กระบวนการยึดติดด้วยความร้อน (Hot melt process) กระบวนการเชื่อมติดด้วยความถี่เหนือเสียง (Ultrasonic welding process) กระบวนการยึดติดแผ่นฟิล์มด้วยความร้อน (Hot stamping process) โดยกระบวนการเหล่านี้ผลิตชิ้นงานให้กลุ่มลูกค้าบริษัทผลิตรถยนต์เจนเนอรัลมอเตอร์ และบริษัทผลิตรถยนต์ฟอร์ด

กระบวนการฉีดพลาสติก

กระบวนการพ่นสี

กระบวนการเชื่อมติดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

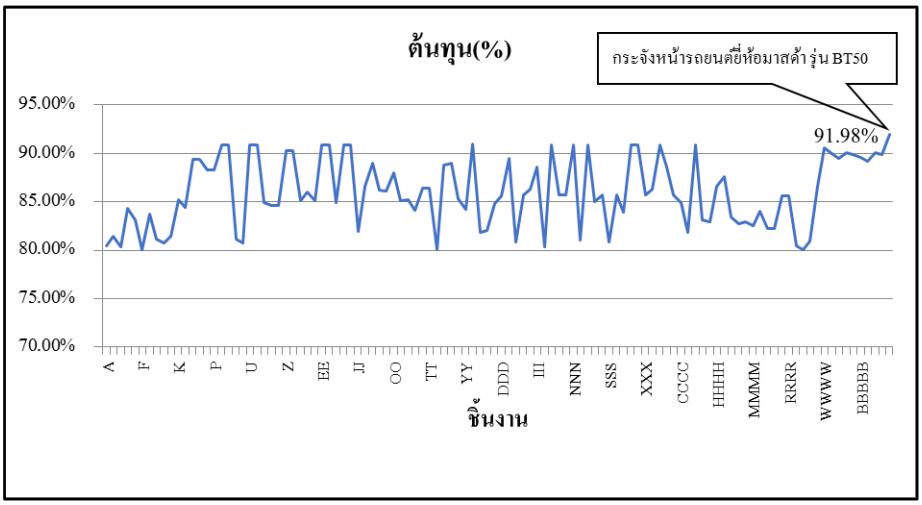
กระบวนการยึดติดแผ่นฟิล์มด้วยความร้อน

ภาพที่ 3-4 กระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา

1.2 ที่มาของปัญหาและสภาพปัญหาปัจจุบัน

โรงงานกรณีศึกษาได้ทำการผลิตชิ้นงานต่าง ๆ ส่งให้กับกลุ่มลูกค้า บริษัทผลิตรถยนต์เจนเนอรัลมอเตอร์ บริษัทผลิตรถยนต์ออโต้อัลลายแอนซ์ บริษัทผลิตรถยนต์ฟอร์ด โดยมีการทำธุรกิจซื้อ ขาย ร่วมกันมาหลายปี ชิ้นส่วนที่มีการซื้อขาย ได้แก่ กันชนหน้า (Front bumper) กันชนหลัง (Rear bumper) กระจังหน้า (Front grille) ฝาครอบประตู (Door trim) และผลิตอื่น ๆ

โดยในปัจจุบันโรงงานประกอบรถยนต์มีสภาวะการแข่งขันด้านราคาที่รุนแรง ซึ่งต้นทุนการผลิตก็สูง จึงต้องมีการลดต้นทุนในด้านการผลิต โดยเริ่มต้นจากการลดต้นทุนของวัตถุดิบและส่วนของชิ้นส่วนที่จัดหาจัดซื้อเพื่อเข้ามาผลิตเป็นชิ้นส่วนยานยนต์ โดยบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ได้มีการร้องขอให้บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ลดราคาชิ้นส่วนยานยนต์ที่จำหน่าย โดยมีการแจ้งนโยบายการลดต้นทุนประจำปีให้ทุกบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ได้ทราบ และขอให้ร่วมมือในการทำกิจกรรมในการลดต้นทุน ด้วยเทคนิควิศวกรรมคุณค่าเป็นเครื่องมือ โดยโรงงานกรณีศึกษาได้ให้ความสำคัญในการตอบรับความต้องการของลูกค้าและเมื่อทำการสำรวจต้นทุนของชิ้นส่วนยานยนต์ที่ทำการขาย จากมาตรฐานที่บริษัทกำหนดในการขายชิ้นงานสัดส่วนของต้นทุนวัตถุดิบต้องน้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ของราคาขายชิ้นงานให้ลูกค้า ซึ่งพบว่าชิ้นงานที่ต้นทุนสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ มีทั้งหมด 110 ชิ้น โดยกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า รุ่น BT50 มีต้นทุนสูงที่สุดและสูงกว่าชิ้นงานอื่น คือ 91.98 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 3-5 จึงเลือกชิ้นงานนี้เพื่อตอบสนองให้เกิดความพึงพอใจ เป็นการสร้างโอกาสทางการค้าในการเป็นผู้จัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์อย่างต่อเนื่องกับรถรุ่นใหม่ ๆ ในอนาคต โดยนำเทคนิควิศวกรรมคุณค่ามาใช้ลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพเพื่อผลประโยชน์สูงสุดขององค์กร

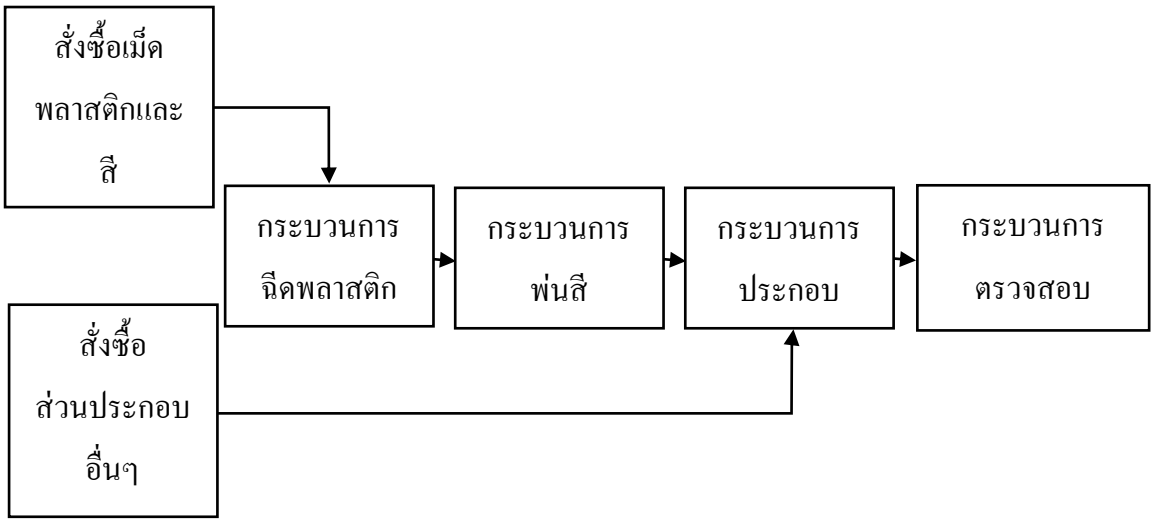


ภาพที่ 3-5 ต้นทุนชิ้นงานที่สูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบราคาขาย

2. รวบรวมข้อมูล (Information phase)

เมื่อเลือกชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า รุ่น BT50 มาทำ VE แล้ว จึงได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นที่เกี่ยวข้องกระบวนการผลิตกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า เพื่อทำการศึกษารายละเอียดของกระบวนการผลิต ซึ่งในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลการผลิต เพื่อนำมาทำ VE สามารถแบ่งออกได้ 5 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

2.1 Process flow ของการผลิตกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า เป็นการแสดงกระบวนการผลิตเพื่อให้ผู้ศึกษาจะได้เรียนรู้กระบวนการผลิต เพื่อทำการศึกษาวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

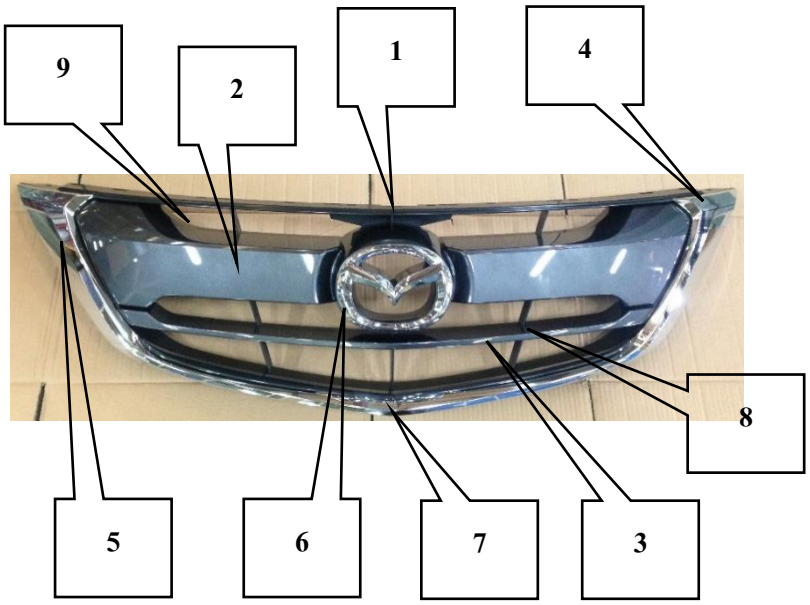


ภาพที่ 3-6 กระบวนการผลิตกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า

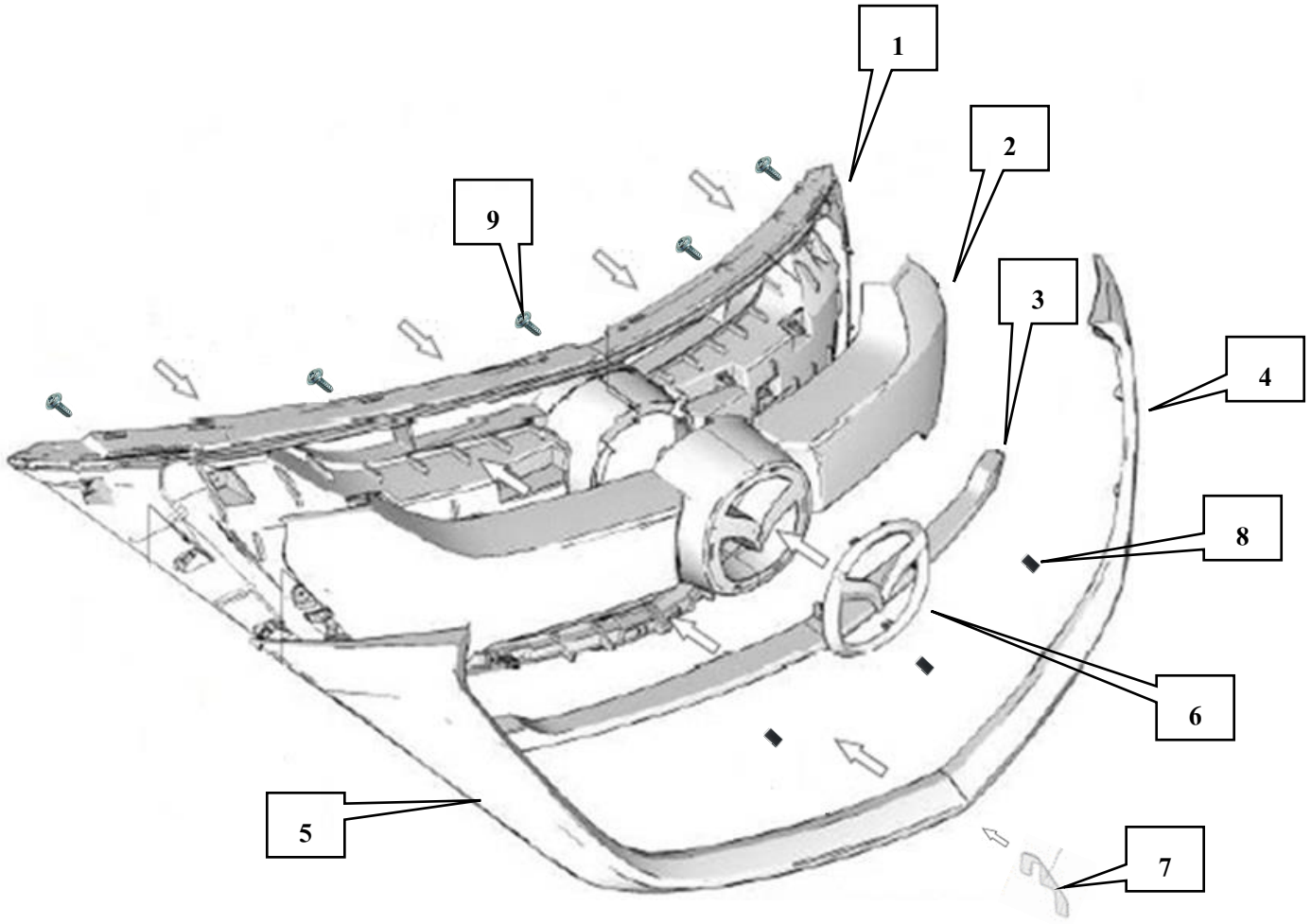
ตารางที่ 3-1 กระบวนการผลิตกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า

ที่	กระบวนการ	วิธีการดำเนินงาน	ภาพประกอบ
1.1	สั่งซื้อเม็ดพลาสติกและสี	หน่วยงานวางแผนทำการเปิด Order สั่งซื้อเม็ดพลาสติกเข้ามาทำการเก็บเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการผลิต	
1.2	สั่งซื้อส่วนประกอบอื่น ๆ	หน่วยงานวางแผนทำการเปิด Order สั่งซื้อชิ้นส่วนประกอบอื่น ๆ เข้ามาทำการเก็บ เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการผลิต	
2	กระบวนการฉีดพลาสติก	หน่วยงานฉีดพลาสติกทำกระบวนการผลิตฉีดขึ้นรูปชิ้นงานต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้เป็นชิ้นส่วนประกอบ	
3	กระบวนการพ่นสี	หน่วยงานพ่นสีทำกระบวนการพ่นสีชิ้นงานต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้เป็นชิ้นส่วนประกอบ	
4	กระบวนการประกอบ	หน่วยงานประกอบทำการประชิ้นงานต่าง ๆ ที่ผ่านกระบวนการข้างต้นเป็นชิ้นงานตามที่ลูกค้าต้องการ	
5	กระบวนการตรวจสอบ	หน่วยงานประกันคุณภาพทำการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า	

2.2 ภาพชิ้นส่วนประกอบของกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า เพื่อเป็นการแสดงส่วนประกอบย่อย และเป็นการแสดงให้ผู้ศึกษาได้เห็นชัดเจน เพื่อทำการศึกษาวิเคราะห์ ดังภาพที่ 3-7, 3-8 และตารางที่ 3-2



ภาพที่ 3-7 ส่วนประกอบกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า



ภาพที่ 3-8 รายการกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า (Drawing)

ตารางที่ 3-2 รายการชิ้นส่วนประกอบกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า

ชิ้นส่วนที่	หมายเลขชิ้นงาน	ชื่อชิ้นงาน	รูปชิ้นงาน	จำนวนที่ใช้
1	UL4H-50712	REINF GRILLE-RAD		1
2	UL4J-507E1	GRILLE-F, UP		1
3	UL4J-50711	GRILLE RAD		1
4	UL4H-507K1	MLDG-LWR GRILLE LH		1
5	UL4H-507J1	MLDG-LWR GRILLE RH		1
6	KA0G-51730	MASCOT		1
7	UL4H-50794	PROTECTOR		1
8	99735-0412	SCREW TAPPING		3
9	UL4H-N9495B	PROTECTOR FILM		20

2.3 ตารางแสดงยอดขาย ทำการเก็บข้อมูลในยอดขายในแต่ละเดือน โดยเริ่มต้นเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2558 จนสิ้นเดือนสิงหาคม 2559 เพื่อนำข้อมูลมาแสดงให้เห็นถึงยอดขายที่จะทำการ VE ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ข้อมูลยอดขายรายเดือนของกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า

ปี	เดือน	จำนวนชิ้นงาน	ยอดขาย
2558	สิงหาคม	2,338	3,255,150.64
	กันยายน	2,773	3,860,792.44
	ตุลาคม	2,469	3,437,539.32
	พฤศจิกายน	2,078	2,893,157.84
	ธันวาคม	1,865	2,596,602.20
2559	มกราคม	2,254	3,138,199.12
	กุมภาพันธ์	2,072	2,884,804.16
	มีนาคม	2,688	3,742,448.64
	เมษายน	1,759	2,449,020.52
	พฤษภาคม	2,026	2,820,759.28
	มิถุนายน	2,517	3,504,368.76
	กรกฎาคม	2,131	2,966,948.68
	สิงหาคม	2,330	3,244,012.40

หมายเหตุ: ราคาขายชิ้นงาน 1,392.28 บาทต่อชิ้น (ข้อมูล ณ วันที่ 7 กันยายน 2559)

2.4 ต้นทุนการผลิตของกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า ประกอบไปด้วยต้นทุนของชิ้นส่วนประกอบย่อยที่ทำการซื้อมา ต้นทุนค่าวัตถุดิบ ต้นทุนกระบวนการผลิต ค่าแรงทางตรง และค่าใช้จ่ายในโรงงาน จะแสดงดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ต้นทุนชิ้นส่วนประกอบย่อยของกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า

จำนวน	ชื่อชิ้นส่วน	ภาพ	ต้นทุนวัตถุดิบ (บาท)	ค่าแรงทางตรง (บาท)	ค่าเสื่อมเครื่องจักร (บาท)	ค่าใช้จ่ายโรงงาน (บาท)	รวม (บาท)
1	REINF GRILLE-RAD		225.00	-	-	-	225.00
1	GRILLE-F, UP		268.83	-	-	-	268.83
1	GRILLE RAD		116.08	-	-	-	116.08
1	MLDG-LWR GRILLE LH		218.51	-	-	-	218.51
1	MLDG-LWR GRILLE RH		218.51	-	-	-	218.51
1	MASCOT		124.98	-	-	-	124.98
1	PROTECTOR		2.71	-	-	-	2.71
20	SCREW TAPPING		0.23	-	-	-	4.60
3	PROTECTOR FILM		0.23	-	-	-	0.69
รวม	GRILLE ASSY-RAD(FG)		-	14.88	6.74	79.12	1,179.91
			รวมทั้งสิ้น				1,280.65

3. หน้าที่การทำงาน (Function phase)

3.1 วิเคราะห์หน้าที่ของชิ้นงาน เป็นการวิเคราะห์หาหน้าที่การทำงานของแต่ละชิ้นส่วน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 การวิเคราะห์หน้าที่ของชิ้นงาน

ชิ้นส่วนที่	ชิ้นส่วน	ภาพ	หน้าที่		หน้าที่	
			คำกิริยา	คำนาม	หลัก	รอง
1	REINF GRILLE-RAD		รองรับ เกิด	ชิ้นส่วนต่าง ๆ การเชื่อมต่อ	/	/
2	GRILLE-F, UP		ให้ ปกปิด	ความสวยงาม ชิ้นส่วน	/	/
3	GRILLE RAD		ให้ ปกปิด	ความสวยงาม ชิ้นส่วน	/	/
4	MLDG-LWR GRILLE LH		ช่วย ให้	ต่อชิ้นงาน ความสวยงาม	/	/
5	MLDG-LWR GRILLE RH		ช่วย ให้	ต่อชิ้นงาน ความสวยงาม	/	/
6	MASCOT		แสดง ให้	สัญลักษณ์ ความสวยงาม	/	/
7	PROTECTOR		ช่วย เสริม	ประสาน ความแน่น	/	/
8	SCREW TAPPING		ช่วย ให้	ยึดชิ้นงาน ตำแหน่ง	/	/
9	PROTECTOR FILM		เสริม ช่วย	ความแน่น การยึดเกาะ	/	/

จากการวิเคราะห์หน้าที่จากตารางที่ 3-5 ทำให้ทราบถึงหน้าที่หลักและหน้าที่รองของชิ้นส่วนเพื่อที่จะนำข้อมูลไปทำการปรับปรุงชิ้นส่วนประกอบย่อย โดยรักษาหน้าที่หลักเดิมทุก

ประการ และได้มีการเปรียบเทียบความสำคัญหน้าที่หลักด้วยน้ำหนักของหน้าที่เพื่อประเมินเชิงตัวเลขดังตารางที่ 3-6 และใช้ตัวอักษรแทนหน้าที่หลักดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-6 น้ำหนักของหน้าที่เพื่อประเมินหน้าที่เชิงตัวเลข

คะแนน	ระดับความสำคัญ
1	มีความสำคัญเท่ากัน
2	มีความสำคัญกว่ากันน้อย
3	มีความสำคัญกว่ากันปานกลาง
4	มีความสำคัญกว่ากันมาก

ตารางที่ 3-7 หน้าที่หลักของชิ้นงาน

ลำดับ	ชิ้นส่วนที่	หน้าที่	สัญลักษณ์
1.	1	รองรับชิ้นส่วนต่าง ๆ	A
2.	2, 3	ให้ความสวยงาม	B
3.	4, 5	ช่วยต่อชิ้นงาน	C
4.	6	แสดงสัญลักษณ์	D
5.	7	ช่วยประสาน	E
6.	8	ช่วยยึดชิ้นงาน	F
7.	9	เสริมความแน่น	G

ในการประเมินนั้นจะทำการเปรียบเทียบเชิงตัวเลข โดยเริ่มต้นจากการเปรียบเทียบหน้าที่ของ A และ B โดยดูว่าหน้าที่ใดสำคัญกว่ากัน แล้วใส่ตัวอักษรตามด้วยน้ำหนักความสำคัญที่แตกต่างกันลงในตารางการประเมินหน้าที่เชิงตัวเลข ตารางที่ 3-8 ซึ่งใส่อักษร A-4 แสดงว่า A มีความสำคัญกว่ากันมาก มากกว่า B ในลำดับต่อไปทำการเปรียบเทียบหน้าที่ A และ C ไปเรื่อย ๆ จนครบที่การเปรียบเทียบหน้าที่ A และ G ต่อจากนั้นเริ่มบรรทัดใหม่โดยการเปรียบเทียบหน้าที่ B และ C ไปเรื่อย ๆ จนครบ และหากมีหน้าที่ใดที่มีระดับความสำคัญที่เท่ากัน

ดังหน้าที่จากการเปรียบเทียบของ B และ D ให้ใส่ B-D ซึ่งแสดงถึง B และ D มีความสำคัญเท่ากัน ซึ่งผลสรุปจากการเปรียบเทียบและประเมินผลนี้สรุปได้ดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 การประเมินหน้าที่เชิงตัวเลข

	A	B	C	D	E	F	G	Sum	%
A		A-4	A-2	A-4	A-3	A-2	A-3	18	35.29
B			C-3	B-D	E-2	F-3	G-2	1	1.96
C				C-3	C-2	C-2	C-2	12	23.53
D					E-2	F-2	G-2	1	1.96
E						E-2	E-G	7	13.73
F							F-2	7	13.73
G								5	9.80
				รวม				51	100

หลังจากการประเมินหน้าที่เชิงตัวเลข ดังตารางที่ 3-8 ได้สรุปตามน้ำหนักการประเมิน สามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณได้ดังนี้

ผลรวมอักษร A รองรับชิ้นส่วนต่าง ๆ = ผลรวมการประเมินหน้าที่ของ A เปรียบเทียบกับ B, C จนถึง G

= A(4)+ A(2)+ A(4)+ A(3)+ A(2)+ A(3)

= 18

เปอร์เซ็นต์อักษร A รองรับชิ้นส่วนต่าง ๆ = (ผลรวมการประเมินหน้าที่ของ A/ ผลรวมการประเมินหน้าที่ของ A-G) x 100

= (18/ 51) x 100

= 35.29 %

ซึ่งสรุปได้ว่า A มีค่าน้ำหนักจากการประเมินเชิงตัวเลขเท่ากับ 18 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 35.29 เปอร์เซ็นต์ และสามารถสรุปการประเมินหน้าที่เชิงตัวเลขดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 สรุปการประเมินหน้าที่เชิงตัวเลข

ลำดับ	ชิ้นส่วนที่	หน้าที่	สัญลักษณ์	น้ำหนัก	เปอร์เซ็นต์
1	1	รองรับชิ้นส่วนต่าง ๆ	A	18	35.29
2	2,3	ให้ความสวยงาม	B	1	1.96
3	4,5	ช่วยต่อชิ้นงาน	C	12	23.53
4	6	แสดงสัญลักษณ์	D	1	1.96
5	7	ช่วยประสาน	E	7	13.73
6	8	ช่วยยึดชิ้นงาน	F	7	13.73
7	9	เสริมความแน่น	G	5	9.80

ผลการประเมินเชิงน้ำหนักความสำคัญของหน้าที่ดังตารางที่ 3-8 และตารางที่ 3-9 พบว่าหน้าที่การรองรับชิ้นส่วนต่าง ๆ มีคะแนนสูงสุด 18 คะแนน รองลงมาหน้าที่ช่วยต่อชิ้นงานมีคะแนนที่ 12 คะแนน และหน้าที่ให้ความสวยงามกับแสดงสัญลักษณ์มีคะแนนที่ 1 ซึ่งน้อยที่สุด ซึ่งหน้าที่ให้ความสวยงามเป็นของชิ้นส่วน GRILLE-F UP กับ GRILLE RAD และหน้าที่แสดงสัญลักษณ์เป็นของชิ้นส่วน MASCOT เพื่อยืนยันว่าชิ้นส่วน GRILLE-F UP, GRILLE RAD และ MASCOT มีความเหมาะสมสำหรับการปรับปรุง จึงทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่า (Value) หน้าที่ (Function) และต้นทุน (Cost) ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 คุณค่าของชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า

ลำดับ	ชิ้นส่วนที่	หน้าที่	สัญลักษณ์	น้ำหนัก	เปอร์เซ็นต์น้ำหนัก (F)	ต้นทุน (บาท)	เปอร์เซ็นต์ต้นทุน (C)	Value V=F/C
1	1	รองรับชิ้นส่วนต่าง ๆ	A	18	35.29	225.00	19.07	1.85
2	4,5	ช่วยต่อชิ้นงาน	C	12	23.53	437.02	37.04	0.64
3	7	ช่วยประสาน	E	7	13.73	2.71	0.23	59.78
4	8	ช่วยยึดชิ้นงาน	F	7	13.73	4.6	0.39	35.22
5	9	เสริมความแน่น	G	5	9.80	0.69	0.06	167.58
6	2,3	ให้ความสวยงาม	B	1	1.96	384.91	32.62	0.06
7	6	แสดงสัญลักษณ์	D	1	1.96	124.98	10.59	0.19
		รวม		66	100	1,179.91	100	

ค่าน้ำหนักของหน้าที่และต้นทุนค่าใช้จ่ายที่นำมาคิดคำนวณคุณค่าจำเป็นต้องทำการปรับค่าให้อยู่ในฐานเดียวกัน คือ เทียบเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 3-10 ซึ่งพบว่าคุณค่าชิ้นส่วน MLDG-LWR GRILLE LH/RH ทำหน้าที่ช่วยต่อชิ้นงาน MASCOT ทำหน้าที่แสดงสัญลักษณ์ GRILLE-F UP และ GRILLE RAD ทำหน้าที่ให้ความสวยงาม มีค่าน้อยกว่าหนึ่ง แสดงว่าต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนสูงกว่าหน้าที่ของชิ้นส่วน ดังนั้นต้องการเพิ่มคุณค่า จำเป็นต้องลดต้นทุนลง แต่เนื่องจากชิ้นส่วน MLDG-LWR GRILLE LH/RH (ช่วยต่อชิ้นงาน) และ MASCOT (แสดงสัญลักษณ์) เป็นชิ้นงานที่ลูกค้าแนะนำให้ซื้อจากผู้ผลิตรายนี้ และผู้ผลิตชิ้นงานที่เกี่ยวกับงานชุบโครเมียมที่ผ่านการยอมรับในมาตรฐานยานยนต์มีน้อยจึงยากต่อการปรับปรุง จึงสรุปได้ว่าชิ้นส่วน GRILLE-F UP และ GRILLE RAD ซึ่งทำหน้าที่ให้ความสวยงาม มีความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนในการผลิตโดยทำการศึกษารายละเอียดข้อมูลของ GRILLE-F UP และ GRILLE RAD เพิ่มเติม

4. สร้างสรรค์ความคิด (Creativity phase)

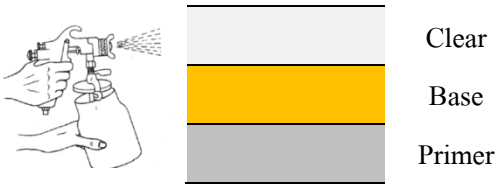
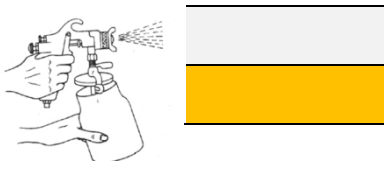
เป็นขั้นตอนในการสร้างสรรค์ความคิดหลังจากที่ได้วิเคราะห์หน้าที่หลักของชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยคำนึงถึงหน้าที่หลักในการนำชิ้นส่วนมาใช้สำหรับเพื่อพิจารณาปรับปรุง โดยมีแนวคิดหน้าที่หลักให้ความสวยงาม โดยมีแนวทางการปรับปรุง 3 แนวทาง ดังต่อไปนี้

ชื่อชิ้นส่วน	รูปภาพ
GRILLE-F, UP	
GRILLE RAD	

ภาพที่ 3-9 ชิ้นงานส่วนประกอบย่อย

4.1 แนวคิดที่ 1 ยกเลิกกระบวนการพ่นสีพื้น (Primer) ในกระบวนการพ่นสี ดังภาพที่ 3-10

4.1.1 ที่มาแนวความคิด ทางบริษัทได้มีโอกาสไปศึกษาดูงานและทำการศึกษากระบวนการผลิตของชิ้นส่วนประกอบย่อยทางประเทศญี่ปุ่นพบว่า ในกระบวนการพ่นสี ส่วนมากไม่มีกระบวนการพ่นสีพื้น (Primer) จึงได้มีแนวความคิดที่นำกระบวนการผลิตนี้มาใช้ในกระบวนการพ่นสีชิ้นส่วนประกอบย่อยของบริษัท

กระบวนการผลิตเดิม	กระบวนการผลิตใหม่
กระบวนการในการพ่นและเคลือบสี 3 ขั้นตอน	กระบวนการในการพ่นและเคลือบสี 2 ขั้นตอน
	

ภาพที่ 3-10 กระบวนการพ่นสี

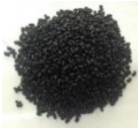
ตารางที่ 3-11 คุณสมบัติวัตถุดิบ

หัวข้อ	คุณสมบัติ
เม็ดพลาสติก ABS	ABS มีคุณสมบัติรับแรงกระทบได้ดีมาก ทนสารเคมีได้ดี มีความเหนียว และความมันเงาสูง มีความทนต่อสภาวะบรรยากาศได้ดี ทนความร้อนสูงถึง 100 องศาเซลเซียส เป็นฉนวนไฟฟ้าดี มีคุณสมบัติพิเศษที่นำไปชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าได้ดี เช่น ชุบโครเมียม พ่นสี
สีพื้น (Primer)	การเคลือบสีรองพื้น (Primer process) มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการยึดเกาะระหว่างชิ้นงานกับสีจริง อีกทั้งเพิ่มความเรียบก่อนพ่นชั้นสีจริง
สีทับหน้า (Top coat)หรือ Base	แบ่งตามสีต่าง ๆ ความมันเงาของผิวหน้าสีและคุณภาพของสี
สีเคลียร์ (Clear paint)	สีเคลียร์ใช้พ่นลงบนสีทับหน้าเพื่อให้เกิดความเงางาม ในขณะเดียวกันจะทำหน้าที่เป็นชั้นป้องกันผิวสีอีกด้วย

จากตารางที่ 3-11 เห็นได้ว่าเม็ดพลาสติก ABS สามารถรับแรงกระทบ ทนสารเคมี มีความเหนียวดี ความมันเงาสูง มีความทนต่อสภาวะบรรยากาศดี ทนความร้อนสูงถึง 100 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติพิเศษที่นำไปชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าได้ดี เช่น ชุบโครเมียม พ่นสี และสีพื้น (Primer) ทำหน้าที่เพิ่มประสิทธิภาพในการยึดเกาะระหว่างชิ้นงานกับสีจริง ทั้งเพิ่มความเรียบของชั้นสีจริง ซึ่งดูแล้วเป็นการทำหน้าที่ที่ซ้ำซ้อนกัน เนื่องจากคุณสมบัติของตัวเม็ดพลาสติก ABS เองที่ทนต่อการกระแทก การขีดข่วน มีความเหนียว หากควบคุมกระบวนการฉีดขึ้นรูปให้ชิ้นงานได้คุณภาพ ก็ไม่จำเป็นต้องใช้สีพื้นเพื่อเพิ่มความเรียบก่อนพ่นชั้นสีจริง

4.2 แนวคิดที่ 2 เปลี่ยนเม็ดพลาสติกจากอะคริโลไนทริลบิวทาไดอนสไตรีน (Acrylonitrile butadiene styrene: ABS) เป็นโพลีโพรพิลีน (Polypropylene: PP) ดังภาพที่ 3-11

4.2.1 ที่มาแนวความคิด ในกระบวนการฉีดขึ้นรูปชิ้นส่วนบริษัทมีการใช้เม็ดพลาสติก ABS, ASA และ PP ในการฉีดขึ้นรูปชิ้นส่วนเท่านั้น หากเป็นเม็ดพลาสติกชนิดอื่นจะทำการว่าจ้างบริษัทภายนอก และบริษัทมีปริมาณการใช้เม็ดพลาสติก PP เป็นหลักทำให้มีอำนาจในการต่อรองราคาต้นทุนเม็ดพลาสติกได้มาก และเมื่อเปรียบเทียบราคาเม็ดพลาสติกทั้งสามพบว่าพลาสติก PP มีราคาถูกที่สุด

กระบวนการผลิตเดิม		กระบวนการผลิตใหม่	
เม็ดพลาสติก ABS		เม็ดพลาสติก PP	

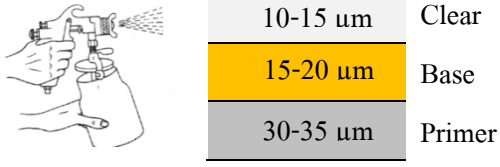
ภาพที่ 3-11 เม็ดพลาสติกในกระบวนการฉีด

เม็ดพลาสติก ABS และ PP สามารถนำมาทดแทนกันได้ถ้านำหน้าที่หลักของชิ้นงานให้ความสวยงาม มาพิจารณา โดยลำดับแรกพิจารณาเม็ดพลาสติกทั้งสอง มีค่าการหดตัว (Mold shrinkage) อยู่ในช่วงมาตรฐานใกล้เคียงกัน ซึ่งในการทำแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกชิ้นส่วนทั้งสองนี้ได้ใช้ค่าการหดตัวของเม็ดพลาสติก ABS คือ 0.5-0.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาทางเลือกอื่นพบว่าเม็ดพลาสติก PP มีค่าการหดตัว 0.5-0.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถฉีดในแม่พิมพ์ทั้งสองนี้ได้และทางบริษัทมีปริมาณการใช้เม็ดพลาสติก PP เป็นหลักโดยมีอำนาจในการต่อรองราคาที่ถูกกว่า ลำดับต่อมาพิจารณาอัตราการไหลของพลาสติก (Melt flow rate) เม็ดพลาสติก PP มีอัตราการไหล 28-34 มากกว่าเม็ดพลาสติก ABS คือ 16.4 ซึ่งอัตราการไหลนี้เม็ดพลาสติก PP จะทำให้ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ได้ดีกว่าเม็ดพลาสติก ABS และพิจารณาส่วนประกอบอื่นซึ่งไม่มีผลต่อกระบวนการฉีดขึ้นรูป คือ ค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) โดยเม็ดพลาสติก ABS มีความต้านทานแรงดึง มากกว่า PP หนึ่งเท่า และค่าความแข็งแกร่งต่อการโค้งงอ (Flexural modulus) ความต้านทานต่อแรงกระแทก (Izod impact strength) และความสามารถในการติดไฟ (Flammability) มีค่าใกล้เคียงกัน และพิจารณาจากคุณสมบัติด้านอื่นดังตารางที่ 3-12 จึงสรุปได้ว่าเม็ดพลาสติก PP สามารถนำทดแทน เม็ดพลาสติก ABS ได้

ตารางที่ 3-12 คุณสมบัติเม็ดพลาสติก

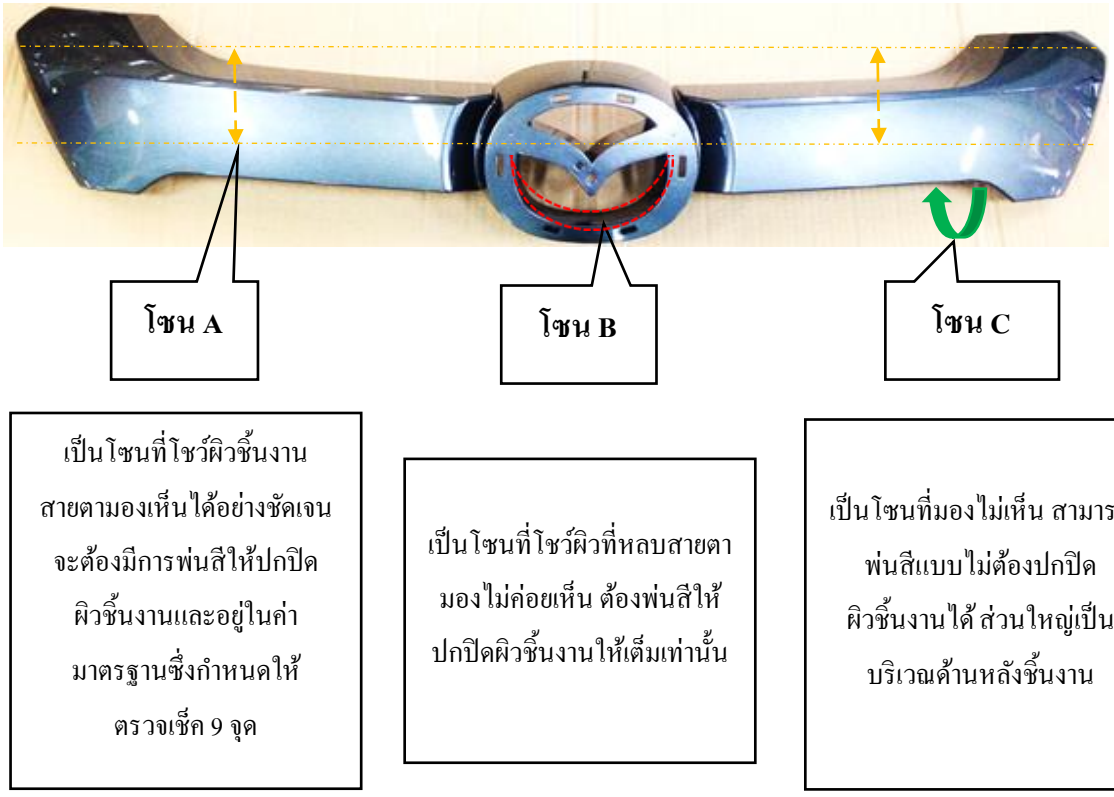
Item	Standard	ABS	PP
Mold shrinkage	ISO 294-3/4	0.5-0.6 %	0.5-0.9 %
Tensile strength	ISO 527	42.2 MPa	18 MPa
Melt flow rate	ISO 1133	16.4	28-34
Flexural modulus	ISO 178	2460 MPa	1900 MPa
Izod impact strength	ISO 180	30 kJ/m	28 kJ/m
Flammability	ISO 3795	49 mm/min	65 mm/min
คุณสมบัติอื่น		รับแรงกระทบได้ดี ทนสารเคมีได้ดี มีความเหนียว และความมันเงาสูง มีความทนต่อสภาวะบรรยากาศได้ดี ทนความร้อนสูงถึง 100 องศาเซลเซียส เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี	ทนความร้อนได้สูงถึง 150 องศาเซลเซียส เหนียวแข็งแกร่ง ทนต่อแรงอัดและแรงกระแทก ไม่สึกกร่อนง่าย ทนต่อสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี

4.3 แนวคิดที่ 3 ลดความหนาของชั้นสีและควบคุมความหนาของชั้นสีให้ได้ตามมาตรฐานการผลิตชิ้นส่วน GRILLE-F UP และ GRILLE RAD โดยเปลี่ยนวิธีการพ่นสีจากปัจจุบันใช้คนในการพ่นสีชิ้นงานมาใช้ หุ่นยนต์ในการพ่นสีชิ้นงาน ซึ่งความหนาของชั้นสี 3 ขั้นตอน ตามมาตรฐานที่กำหนด ดังภาพที่ 3-12



ภาพที่ 3-12 ความหนาของชั้นสี

4.3.1 ที่มาแนวความคิด จากกระบวนการพ่นสีในปัจจุบันพบว่าค่าความหนาของชั้นสีทั้งสามชั้นในแต่ละจุดที่กำหนดให้วัด มีค่าไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนด โดยลูกค้าได้กำหนดโซนชิ้นงานออกเป็น 3 โซน คือ โซน A จะต้องมีการพ่นสีให้ปกปิดผิวชิ้นงานและอยู่ในค่ามาตรฐานซึ่งกำหนดให้ตรวจเช็ค 9 จุด ดังตารางที่ 3-13 ต่อมา โซน B เป็นโซนที่ต้องพ่นสีให้ปกปิดผิวชิ้นงานให้เต็มเท่านั้น เนื่องจากเป็นจุดที่หลบสายตา และโซนสุดท้ายโซน C เป็นโซนที่มองไม่เห็นสามารถพ่นสีไม่ปกปิดผิวชิ้นงานได้ ดังภาพที่ 3-13 โดยค่าความหนามาตรฐานของชั้นสีแต่ละชั้น คือ Primer 10-15µm, Base 15-20µm, Clear 30-35 µm โดยจากตารางที่ 3-13 ความหนาของแต่ละชั้นไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากใช้คนในการพ่น จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการรักษามาตรฐานในการพ่น จึงเปลี่ยนวิธีการมาใช้หุ่นยนต์ในการพ่นสีชิ้นงาน เหมือนเช่นชิ้นงานอื่นที่มีขนาดใหญ่ซึ่งมีการใช้หุ่นยนต์ในการพ่นสีอยู่แล้ว



ภาพที่ 3-13 โซนชิ้นงานที่เกี่ยวข้องกับการพ่นสี

ตารางที่ 3-13 ชั้นความหนาสี

Result thickness

Point	Primer (10-15µm)	Base (15-20µm)	Clear (30-35µm)
1	**9.2**	**12.6**	**28.5**
2	14.7	19.3	**27.7**
3	**9.2**	**33.6**	34.8
4	14.3	**29**	32.4
5	**16.4**	17.6	30.6
6	11.3	**12.2**	31.1
7	**15.1**	**29**	34
8	14.6	17.6	**26.6**
9	12.2	18.9	**27.1**

หมายเหตุ: ตัวหนา คือ ผลการทดสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ลูกค้ากำหนด

5. ประเมินความคิด (Evaluation phase)

ทำการพิจารณาต้นทุนของแนวความคิด เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนของชิ้นส่วนประกอบย่อย โดยแยกต้นทุนตามหน้าที่และกลั่นกรองทางเลือกของแนวคิดให้ได้ต้นทุนต่ำ และได้หน้าที่การทำงานที่ต้องการ ดังตารางที่ 3-14

ตารางที่ 3-14 ต้นทุนวัตถุดิบตามหน้าที่ของชิ้นส่วนประกอบย่อยตามแนวความคิดใหม่

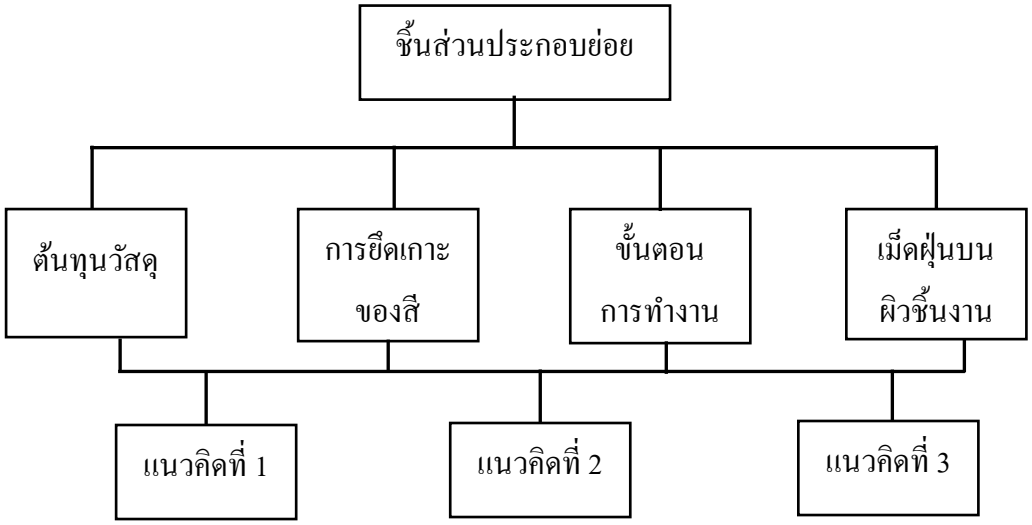
หน้าที่	ต้นทุน	ต้นทุน(บาท)			
		แนวคิดเดิม	แนวคิดที่ 1	แนวคิดที่ 2	แนวคิดที่ 3
ให้ความสวยงาม	ต้นทุนวัตถุดิบ	342.98	302.37	328.98	325.65
	ค่าแรง	4.51	4.32	4.51	3.71
	ค่าเสื่อมเครื่องจักร	3.76	3.65	3.76	4.64
	ค่าใช่จ่ายอื่น ๆ	33.66	30.66	33.66	35.91
	รวม	384.91	341.00	370.91	369.91

ทำการเปรียบเทียบต้นทุนพร้อมทั้งหา Value index (VI) และผลต่างแต่ละแนวคิด ดังตารางที่ 3-15

ตารางที่ 3-15 ดัชนีคุณค่า

รายละเอียด	แนวคิดเดิม	แนวคิดที่ 1	แนวคิดที่ 2	แนวคิดที่ 3
ต้นทุนเดิม C (บาท)	384.91	-	-	-
ต้นทุนตามแนวความคิด W (บาท)	-	341.00	370.91	369.91
Value index (VI) = C/W	-	1.13	1.01	1.01
ผลต่าง C-W	-	43.91	14.00	15.00

จากการเปรียบเทียบต้นทุนการหาค่า Value index เห็นได้ว่าแนวคิดที่ 1 มีต้นทุนต่ำสุด ซึ่งนำไปสู่การประเมินผลแนวความคิดของชิ้นส่วนประกอบย่อยโดยใช้ AHP โดยปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา คือ ต้นทุนวัสดุ การยึดเกาะของสี ขั้นตอนการทำงาน เม็ดฝุ่นบนผิวชิ้นงาน ดังภาพที่ 3-14



ภาพที่ 3-14 แนวความคิดของชิ้นส่วนประกอบย่อยโดยใช้ AHP

ตารางที่ 3-16 ระดับความสำคัญ

ระดับความสำคัญ	ค่าแสดงเป็นตัวเลข
เท่ากัน	1
น้อย	2
ปานกลาง	3
มาก	4

ต่อไปทำการกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้แทนปัจจัยในการประเมิน ดังตารางที่ 3-17

ตารางที่ 3-17 สัญลักษณ์ที่ใช้แทนปัจจัยในการประเมิน

สัญลักษณ์	ปัจจัย
A	ต้นทุนวัสดุ
B	การยึดเกาะของสี
C	ขั้นตอนการทำงาน
D	เม็ดฝุ่นบนผิวชิ้นงาน

ในการคำนวณหาลำดับความสำคัญของเกณฑ์ได้นำข้อมูลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญตามตารางที่ 3-16 และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนปัจจัยในการประเมินตามตารางที่ 3-17 ได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบปัจจัย A กับ A จะได้ค่าเท่ากับ 1 เนื่องจากเปรียบเทียบในปัจจัยเดียวกัน ดังค่าที่ลงในตารางที่ 3-18

2. เปรียบเทียบปัจจัย A กับ B จะได้ค่าเท่ากับ 4 แสดงว่า A มีระดับความสำคัญกว่า B ระดับมากที่สุด ดังค่าในตารางที่ 3-18

3. ทำการเปรียบเทียบปัจจัย A กับ C, D และ E ตามลำดับจนครบทั้งหมด แล้วให้ทำการเปรียบเทียบปัจจัย B และ C จนครบทุกปัจจัย ดังค่าที่ลงในตารางที่ 3-18

ตารางที่ 3-18 ลำดับความสำคัญของเกณฑ์

ปัจจัย	A	B	C	D
A	1	4	2	3
B	1/4	1	1/3	1/2
C	1/2	3	1	2
D	1/3	2	1/2	1
ผลรวม	2.08	10.00	3.83	6.50

จากนั้นคำนวณหาค่า Eigen value โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

1. นำตัวเลขในแต่ละคอลัมน์ของปัจจัย ดังตารางที่ 3-18 หารด้วยผลรวมแต่ละคอลัมน์ของปัจจัย เช่น $A = \frac{1}{2.08} = 0.48, B = \frac{1/4}{2.08} = 0.12$ เป็นต้น

2. หาผลรวมในแต่ละแถวของปัจจัย เช่น ผลรวมปัจจัย A มีค่าเท่ากับ $A = 0.48+0.40+0.52+0.46 = 1.86$ เป็นต้น และทำการหาเช่นนี้กับปัจจัยอื่น

3. หาลำดับความสำคัญโดยหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแต่ละแถว เช่น ลำดับความสำคัญของปัจจัย A ได้ว่า $A = \frac{1.86}{4} = 0.4658$ เป็นต้น และทำการหาเช่นนี้กับปัจจัยอื่น

จากการคำนวณหาค่า Eigen value สามารถสรุปรายละเอียดการคำนวณได้ดังตารางที่ 3-19

ตารางที่ 3-19 คำนวณหาค่า Eigen value

ปัจจัย	A	B	C	D	รวม (Ki)	Eigen value (Ri)
A	0.48	0.40	0.52	0.46	1.86	0.4658
B	0.12	0.10	0.09	0.08	0.38	0.0960
C	0.24	0.30	0.26	0.31	1.11	0.2771
D	0.16	0.20	0.13	0.15	0.64	0.1611
รวม	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00

จากการคำนวณน้ำหนักความสำคัญของค่า Eigen value สรุปได้ดังตารางที่ 3-20

ตารางที่ 3-20 น้ำหนักความสำคัญของค่า Eigen value

ลำดับที่	ปัจจัย	น้ำหนักความสำคัญ (เปอร์เซ็นต์)
1	ต้นทุนวัสดุ (A)	46.58
2	การยึดเกาะของสี (B)	9.60
3	ขั้นตอนการทำงาน (C)	27.71
4	เม็ดฝุ่นบนผิวชิ้นงาน (D)	16.11
	รวม	100.00

ดังนั้นจึงทำการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency ratio) โดยสามารถแทนค่าหาค่าลงในสมการ ได้ดังนี้

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{ki}{ri}}{n} \qquad (3\text{-}1)$$

$$\lambda = \frac{\frac{1.86}{0.47} + \frac{0.38}{0.10} + \frac{1.11}{0.28} + \frac{0.64}{0.16}}{4}$$

$$\lambda = 4$$

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (3\text{-}2)$$

$$CI = \frac{4 - 4}{4 - 1} = 0$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3\text{-}3)$$

$$CR = \frac{0}{1.12} = 0$$

จากการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency ratio) ได้ว่า Consistency ratio ≤ 0 มีความสอดคล้องกันของข้อมูล

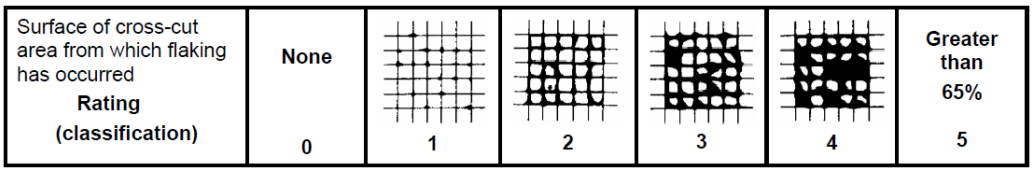
หลังจากการคำนวณหาค่า Eigen value ได้ว่าค่าน้ำหนัก ต้นทุนวัสดุ มีความสำคัญที่สุด แล้วนำไปคำนวณหาค่า Substitution factor selection index (SFSI) โดยแทนค่าในสมการ 3-4 ซึ่งเกณฑ์ที่พิจารณาได้ดังตารางที่ 3-21

$$SFSI = 0.4658A+0.0960B+0.2771C+0.1611D \quad (3\text{-}4)$$

ตารางที่ 3-21 น้ำหนักความสำคัญของค่า Substitution factor selection index

ระดับความสำคัญแต่ละปัจจัย				คะแนน
ต้นทุนวัสดุ (A)*	การยึดเกาะของสี (B)**	ขั้นตอนการทำงาน (C)	เม็ดฝุ่นบนผิวชิ้นงาน (D)***	
ลดลงมาก (12 บาท ขึ้นไป)	ดีมาก (ไม่หลุดลอก, Rating 0)	ลดลง 1 กระบวนการ	ไม่มีเม็ดฝุ่น	1.0
ลดลงปานกลาง (1-12 บาท)	ดี (หลุดลอกในปริมาณที่ยอมรับได้, Rating 1)	คงเดิม	มีเม็ดฝุ่นในปริมาณที่ยอมรับได้	0.5
ไม่ลดลง	ไม่ดี (หลุดลอกในปริมาณที่ไม่ยอมรับ, Rating 2-5)	เพิ่มขึ้น	มีเม็ดฝุ่นในปริมาณที่ยอมรับไม่ได้	0

หมายเหตุ: * ในการลดต้นทุนตามที่ลูกค้าร้องขอ คือ 3 เปอร์เซ็นต์ซึ่งชิ้นส่วนนี้ราคาขาย คือ 384.91 บาท/ชิ้น ซึ่งต้องลดลง 12 บาท/ชิ้น จึงทำการกำหนดระดับคะแนน เป็น 3 ระดับ คือ ระดับคะแนนที่ 0 ไม่มีการลดลง ระดับคะแนนที่ 0.5 ลดลงตามที่ลูกค้าร้องขอ ระดับคะแนนที่ 1 ลดลงสูงกว่าตามที่ลูกค้าร้องขอ ** ในการทดสอบการยึดเกาะของสี จะทดสอบโดยวิธีการ Cross-cut ซึ่งตามมาตรฐานที่ยอมรับได้ต้องต้องมีการหลุดลอกไม่เกิน Rating 1 ดังภาพที่ 3-15 *** ในการตรวจเช็คสภาพผิวชิ้นงาน จะตรวจสอบสภาพผิวภายนอกด้วยสายตาจากการดูเม็ดฝุ่น โดยค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้ คือ มีเม็ดฝุ่นได้ 2 เม็ดภายในพื้นที่ 200 x 200 มิลลิเมตร โดยที่เม็ดฝุ่นมีขนาดไม่เกิน 0.2 มิลลิเมตร แต่ถ้าเกินตามมาตรฐานดังกล่าวจะเป็นชิ้นงานเสีย



ภาพที่ 3-15 มาตรฐาน Surface of cross-cut

ในการคำนวณหาค่า Substitution factor selection index โดยใช้เกณฑ์พิจารณาตามตารางที่ 3-21 ดังนี้

1. เปรียบเทียบแนวคิดที่ 1 กับปัจจัย A จะได้ค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่า ปัจจัย A มีระดับความสำคัญต่อแนวความคิดที่ 1 มากที่สุดเนื่องจากลดค่าใช้จ่ายได้ 43.91 บาท ซึ่งมากกว่า 12 บาท ตามเกณฑ์ขึ้นไป ดังค่าที่ลงในตารางที่ 3-22

2. เปรียบเทียบแนวคิดที่ 1 กับปัจจัย B จะได้ค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่า ปัจจัย B มีระดับความสำคัญต่อแนวความคิดที่ 1 มากที่สุด เนื่องจากมีการยึดเกาะของสีดีที่สุดอยู่ใน Rating 0 ดังค่าที่ลงในตารางที่ 3-22

3. ทำการเปรียบเทียบแนวคิดที่ 1 กับ C และ D ตามลำดับจนครบทั้งหมด แล้วให้ทำการเปรียบเทียบปัจจัย B และ C จนครบทุกปัจจัย ดังค่าที่ลงในตารางที่ 3-22

4. หาผลรวมในแต่ละแถวของแนวคิด เช่น ผลรวมแนวคิดที่ 1 มีค่าเท่ากับ

A = (1.00x0.4658) + (1.00x0.0960) + (1.00x0.2771) + (0.50x0.1611) = 0.92 เป็นต้น

และทำการหาเช่นนี้กับแนวคิดอื่น สามารถสรุปรายละเอียดการคำนวณได้ดังตารางที่ 3-22

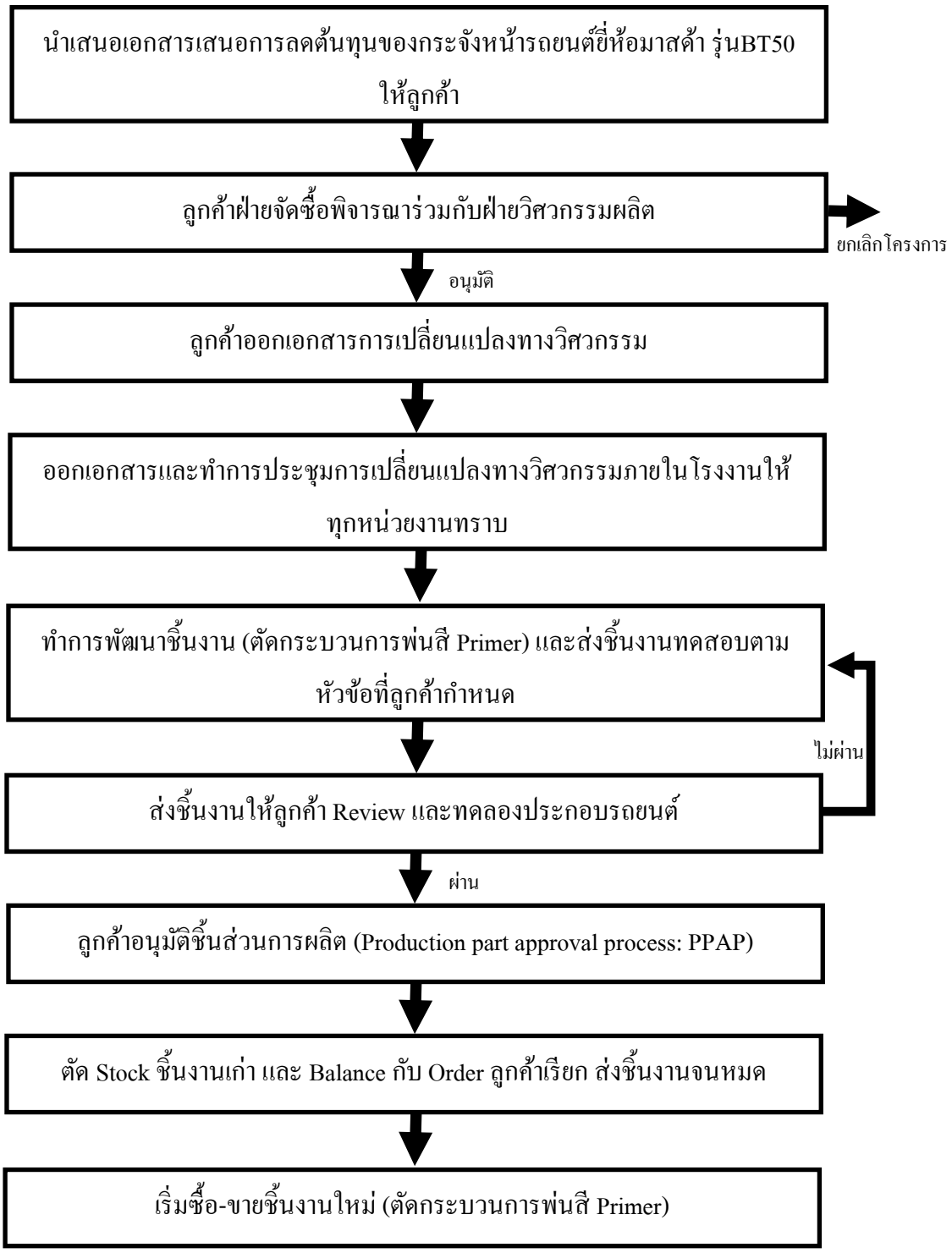
ตารางที่ 3-22 การคำนวณหาค่า Substitution factor selection index

ลำดับที่	ปัจจัย	A	B	C	D	SFSI
	แนวคิดที่/ Eigen value	0.4658	0.0960	0.2771	0.1611	
1	1	1.00	1.00	1.00	0.50	0.92
2	2	0.50	0.00	0.50	0.50	0.45
3	3	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50

จากการคำนวณค่า SFSI ได้ว่าแนวคิดที่ 1 เป็นแบบที่ดีที่สุดจึงสามารถสรุปได้ว่าการออกแบบแนวความคิดที่ 1 สามารถใช้เกณฑ์เกี่ยวกับต้นทุนได้

ดังนั้นสรุปได้ว่าแนวคิดที่ 1 คือ ยกเลิกกระบวนการพ่นสีพื้น (Primer) ในกระบวนการพ่นสีมีความเหมาะสมสุดในการทำ VE เพื่อไปสู่การปรับปรุงกระบวนการผลิตใหม่ในการลดต้นทุน กระบวนการผลิตกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า รุ่น BT50

หลังจากที่ได้ทำการเก็บข้อมูล ศึกษากระบวนการ และวิเคราะห์หาประเด็นปัญหา เพื่อหาแนวทางปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์ และเพิ่มผลิตภาพการผลิตชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์ในกระบวนการพ่นสี ตามกรรมวิธีดำเนินการที่มีขั้นตอนต่าง ๆ จึงสรุปแนวทางกระบวนการปรับปรุงในกระบวนการพ่นสีโดยยกเลิกกระบวนการพ่นสีพื้น (Primer) ดังรายละเอียด ภาพที่ 3-16



ภาพที่ 3-16 กระบวนการดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

จากภาพที่ 3-16 กระบวนการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในกระบวนการพ่นสีโดยยกเลิกกระบวนการพ่นสีพื้น (Primer) รายละเอียดแต่ละกระบวนการมีดังต่อไปนี้

1. การนำเสนอเอกสารเสนอการลดต้นทุนของกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า รุ่น BT50 ให้ลูกค้า โดยจะมีการแสดงรายละเอียดของชื่อชิ้นส่วน กระบวนการที่ต้องการปรับปรุง และการลดราคาของชิ้นส่วนที่นำเสนอ

2. ลูกค้าฝ่ายจัดซื้อพิจารณาร่วมกับฝ่ายวิศวกรรมผลิต ถึงแนวทางความเป็นไปได้ในการปรับปรุงและความคุ้มค่าของการลงทุนในการปรับปรุงของชิ้นส่วนที่นำเสนอ หากลูกค้าเห็นชอบอนุมัติก็จะดำเนินการขั้นต่อไป แต่หากไม่เห็นชอบก็จะยกเลิกเอกสารที่นำเสนอกลับมาทางบริษัท

3. ลูกค้าออกเอกสารแจ้งการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม (Engineering change notice: ECN) โดยมีการแสดงรายละเอียดของชื่อชิ้นส่วน กระบวนการที่ต้องการปรับปรุง และวันที่ต้องการเริ่มการใช้ชิ้นส่วนใหม่หลังการปรับปรุง

4. หน่วยงานการตลาดออกเอกสารและทำการประชุมการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมภายในโรงงานให้ทุกหน่วยงานทราบถึงรายละเอียดตามเอกสารแจ้งการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม (Engineering change notice: ECN) และแจ้งหน้าที่ความรับผิดชอบแต่ละหน่วยงาน

5. ทำการพัฒนาชิ้นงาน (ตัดกระบวนการพ่นสี Primer) และส่งชิ้นงานทดสอบตามหัวข้อที่ลูกค้ากำหนดให้ทำการทดสอบ

6. ส่งชิ้นงานให้ลูกค้า Review และทดลองประกอบรถยนต์เพื่อเป็นการยืนยันผลการเปลี่ยนแปลงในการตัดกระบวนการพ่นสี Primer ออก ว่าส่งผลกระทบต่อฟังก์ชั่นการประกอบรถยนต์หรือไม่ หากลูกค้า Review พบว่าไม่ส่งผลกระทบต่อฟังก์ชั่น การประกอบจะดำเนินขั้นตอนต่อไป แต่หากลูกค้า Review พบว่าส่งผลกระทบต่อฟังก์ชั่น การประกอบก็จะมีการส่งชิ้นงานกลับเพื่อให้ทางบริษัททบทวนปัญหาที่เกิดขึ้น ทางบริษัทจะมาทบทวนตั้งแต่เริ่มกระบวนการผลิตจนส่งชิ้นงานให้ลูกค้า

7. ลูกค้าอนุมัติเอกสารอนุมัติชิ้นส่วนการผลิต (Production part approval process: PPAP) ในกระบวนการผลิตใหม่ คือ การตัดกระบวนการพ่นสี Primer ออก

8. หน่วยงานวางแผนการผลิต หยุดการวางแผนผลิตชิ้นงานที่พ่นสี Primer และให้ทางหน่วยงานคลังสินค้า ตัด Stock ชิ้นงานเก่า เพื่อส่งข้อมูลให้หน่วยงานขาย Balance กับ Order ที่ลูกค้าเรียก เพื่อส่งชิ้นงานเก่าจนหมด

9. เริ่มซื้อ-ขายชิ้นงานใหม่ (ตัดกระบวนการพ่นสี Primer)

บทที่ 4
ผลการศึกษาวิจัย

จากการนำเสนอในบทที่ 3 ทำให้ได้แนวคิดที่ 1 คือ การยกเลิกกระบวนการพ่นสีพื้น (Primer) ในกระบวนการพ่นสีที่นำเสนอความสอดคล้องของข้อมูลในด้านต้นทุน ดังนั้นจึงได้นำแนวคิดมาเข้าสู่กระบวนการทดสอบและพิสูจน์เพื่อยืนยันคุณภาพของชิ้นงานจะไม่เกิดปัญหาด้านคุณภาพโดยรายละเอียดดังนี้

ทดสอบและพิสูจน์ (Investigation phase)

หลังจากได้ทำการออกแบบแนวความคิดในการลดต้นทุนกระบวนการพ่นสี โดยการประเมินแนวคิด AHP ได้ว่าแนวคิดที่ 1 คือ การยกเลิกกระบวนการพ่นสีพื้น (Primer) มีความเหมาะสมสุด ที่นำมาปฏิบัติจริงจึงได้ทำการทดสอบและแสดงรายละเอียดการผลิตชิ้นงานแบบเดิมและการผลิตชิ้นงานแบบใหม่ ดังนี้

การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตชิ้นงาน

ต้นทุนการผลิตชิ้นงานแบบเดิมและต้นทุนการผลิตชิ้นงานแบบใหม่ได้ว่าการผลิตแบบเดิมมีต้นทุนรวม 384.91 บาทต่อชิ้น แต่การผลิตแบบใหม่มีต้นทุนรวม 350.04 บาทต่อชิ้น สามารถลดต้นทุนลงได้ 34.87 บาทต่อชิ้น คิดเป็น 9.06 เปอร์เซ็นต์ จากเป้าหมายที่ต้องการ 11.55 บาทต่อชิ้น คิดเป็น 3 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดต้นทุนรวมได้ 906,620.00 บาทต่อปี คืนทุนในระยะเวลา 8 เดือน ดังรายละเอียดตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 รายละเอียดต้นทุนการผลิต

รายละเอียด	การผลิตแบบเดิม (บาท)	การผลิตแบบใหม่ (บาท)
ต้นทุน/ ชิ้น	384.91	341.00
ค่าใช้จ่ายอื่น	-	9.04
ต้นทุนรวม/ ชิ้น	384.91	350.04
ต้นทุนรวม/ ปี	10,007,660.00	9,101,040.00
ผลต่าง	906,620.00	
ระยะคืนทุน	10 เดือน	

จากตารางที่ 4-1 อธิบายเพิ่มเติมได้ดังนี้

1. กำลังการสั่งซื้อชิ้นงานจากการพยากรณ์ของลูกค้า 26,000 ชิ้นต่อปี
2. อายุของ Model life off คือ 5 ปี ผ่านมาแล้ว 2 ปี จึงเหลืออายุ Model คือ 3 ปี
3. ค่าใช้จ่ายอื่น ดังรายละเอียดตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 รายละเอียดค่าใช้จ่ายอื่น

รายละเอียดค่าใช้จ่าย	จำนวนเงิน (บาท)	หมายเหตุ
ค่าเม็ดพลาสติก	55,000	ใช้ในการทดลองผลิต
ค่าสี	13,000	ใช้ในการทดลองผลิต
ค่าการทดสอบชิ้นงาน ที่ลูกค้ากำหนด 24 หัวข้อ	637,000	ค่าทดสอบสูงเนื่องจากจ้างบริษัททดสอบชิ้นงานด้านยานยนต์ที่ได้รับใบรับรองมาตรฐานสากล และบางหัวข้อใช้ระยะเวลาในการทดสอบนาน
รวม	705,000	

ซึ่งจะทำการคิดเฉลี่ยเป็นต้นทุนโดยคิดจาก

$$\text{ค่าใช้จ่ายอื่น} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายอื่นรวม}}{\text{กำลังการสั่งซื้อต่อปี x อายุของ Model life off ที่เหลือ}}$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายอื่น} = \frac{705,000}{26,000 \times 3} = 9.04 \text{ บาทต่อชิ้น}$$

4. ต้นทุนรวมต่อปี คำนวณจาก กำลังการสั่งซื้อชิ้นงานจากการพยากรณ์ของลูกค้า 26,000 ชิ้นต่อปีคูณกับต้นทุนรวมต่อชิ้น

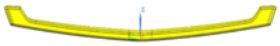
5. ระยะคืนทุน = (ค่าใช้จ่ายในการลงทุน/ ผลตอบตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี) x 12 เดือน

$$\text{ระยะคืนทุน} = \frac{705{,}000}{906{,}620} \times 12 = 9.33 \text{ เดือน}$$

เวลาการผลิตชิ้นงาน

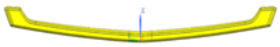
การจับเวลาก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุงตามชิ้นงานแนวคิดที่ 1 คือ การยกเลิกกระบวนการพ่นสีพื้น (Primer) ได้ทำการจับเวลาจากชั่วโมงการทำงาน คือ 8.5 ชั่วโมงต่อวันทำงาน แล้วเฉลี่ยค่ากำหนดค่ามาตรฐานในระบบ Systems, Applications and Products (SAP)ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-3 การผลิตชิ้นส่วน GRILLE RAD แบบเดิม (ค่าเฉลี่ยกำหนดค่ามาตรฐานใน SAP)



Hour	Good part (Piece)	Scrap (Piece)	Down time (Minute)	Breaks (Minute)	Change over time (Minute)
08.00 - 09.00					50
09.00 - 10.00	62	2			
10.00 - 11.00	59	4			
11.00 - 12.00	62	3			
12.00 - 13.00				60	
13.00 - 14.00	50	2			
14.00 - 15.00	57	3			
15.00 - 16.00	58	4			
16.00 - 17.00	55	2			
17.00 - 18.00	28	1		30	
Total	431	21	0	90	50

ตารางที่ 4-4 การผลิตชิ้นส่วน GRILLE RAD แบบใหม่ (ค่าเฉลี่ยกำหนดค่ามาตรฐานใน SAP)



Hour	Good part (Piece)	Scrap (Piece)	Down time (Minute)	Breaks (Minute)	Change over time (Minute)
08.00 - 09.00					50
09.00 - 10.00	91	3			
10.00 - 11.00	89	3			
11.00 - 12.00	92	1			
12.00 - 13.00				60	
13.00 - 14.00	88	1			
14.00 - 15.00	94	2			
15.00 - 16.00	92	3			
16.00 - 17.00	91	4			
17.00 - 18.00	50	3		30	
Total	687	20	0	90	50

ตารางที่ 4-5 เปรียบเทียบกำลังการผลิตชิ้นส่วน GRILLE RAD

รายละเอียด	การผลิตแบบเดิม	การผลิตแบบใหม่
Change over time (Min)	50	50
Scrap rate (%)	5	3
Down time (Min)	0	0
Breaks (Min)	90	90
Cycle time (Sec.)	60	38

จากการเปรียบเทียบกำลังการผลิตชิ้นส่วน GRILLE RAD แบบเดิมและแบบใหม่ใช้เวลาติดตั้งแม่พิมพ์ (Change over time) เท่ากัน คือ 50 นาที ชิ้นงานเสีย (Scrap rate) การผลิตชิ้นส่วนแบบเดิมมีของเสีย 5 เปอร์เซ็นต์ แต่การผลิตชิ้นส่วนแบบใหม่มีของเสีย 3 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเวลาของแม่พิมพ์หยุดไม่สามารถทำงานได้ (Down time) ซึ่งการผลิตชิ้นส่วนแบบเดิมและแบบใหม่ไม่มีการหยุดทำงานเช่นเดียวกัน ช่วงเวลาของพนักงานพักเบรกการผลิตชิ้นส่วนแบบเดิมและแบบใหม่ใช้เวลาเท่ากัน คือ 90 นาที เวลาการผลิตชิ้นงาน ซึ่งการผลิตชิ้นส่วนแบบเดิมใช้เวลา 60 วินาทีต่อชิ้น จะสามารถผลิตชิ้นงานได้ 452 ชิ้นต่อวัน เป็นชิ้นงานดี 431 ชิ้นต่อวัน ชิ้นงานเสีย 21 ชิ้นต่อวัน และการผลิตชิ้นส่วนแบบใหม่ใช้เวลา 38 วินาทีต่อชิ้น จะสามารถผลิตชิ้นงานได้ 707 ชิ้นต่อวัน เป็นชิ้นงานดี 687 ชิ้นต่อวัน ชิ้นงานเสีย 20 ชิ้นต่อวัน

ตารางที่ 4-6 การผลิตชิ้นส่วน GRILLE-F, UP แบบเดิม (ค่าเฉลี่ยกำหนดค่ามาตรฐานใน SAP)

Hour	Good part (Piece)	Scrap (Piece)	Down time (Minute)	Breaks (Minute)	Change over time (Minute)
08.00 - 09.00		6			50
09.00 - 10.00	24	5			
10.00 - 11.00	23	6			
11.00 - 12.00	23				
12.00 - 13.00		8		60	
13.00 - 14.00	25	5			
14.00 - 15.00	24	7			
15.00 - 16.00	23	6			
16.00 - 17.00	24	3			
17.00 - 18.00	15	46		30	
Total	181	6	0	90	50

ตารางที่ 4-7 การผลิตชิ้นส่วน GRILLE-F, UP แบบใหม่ (ค่าเฉลี่ยกำหนดค่ามาตรฐานใน SAP)

Hour	Good part (Piece)	Scrap (Piece)	Down time (Minute)	Breaks (Minute)	Change over time (Minute)
08.00 - 09.00					50
09.00 - 10.00	46	4			
10.00 - 11.00	42	3			
11.00 - 12.00	39	5			
12.00 - 13.00				60	
13.00 - 14.00	41	5			
14.00 - 15.00	40	6			
15.00 - 16.00	39	4			
16.00 - 17.00	44	3			
17.00 - 18.00	22	3		30	
Total	313	33	0	90	50

ตารางที่ 4-8 เปรียบเทียบกำลังการผลิตชิ้นส่วน GRILLE-F, UP

รายละเอียด	การผลิตแบบเดิม	การผลิตแบบใหม่
Change over time (Min)	50	50
Scrap rate (%)	25	10
Down time (Min)	0	0
Breaks (Min)	90	90
Cycle time (Sec.)	120	78

จากการเปรียบเทียบกำลังการผลิตชิ้นส่วน GRILLE-F, UP แบบเดิมและแบบใหม่ใช้ติดตั้งแม่พิมพ์ (Change over time) เวลาเท่ากัน คือ 50 นาที ชิ้นงานเสีย (Scrap rate) การผลิตชิ้นส่วนแบบเดิมมีของเสีย 25 เปอร์เซ็นต์ แต่การผลิตชิ้นส่วนแบบใหม่มีของเสีย 10 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเวลาของแม่พิมพ์หยุดไม่สามารถทำงานได้ (Down time) ซึ่งการผลิตชิ้นส่วนแบบเดิมและแบบใหม่ไม่มีการหยุดทำงานเช่นเดียวกัน ช่วงเวลาของพนักงานพักเบรกการผลิตชิ้นส่วนแบบเดิมและแบบใหม่ใช้เวลาเท่ากัน คือ 90 นาที เวลาการผลิตชิ้นงานแบบเดิมใช้เวลา 120 วินาทีต่อชิ้นจะสามารถผลิตชิ้นงานได้ 227 ชิ้นต่อวัน เป็นชิ้นงานดี 181 ชิ้นต่อวัน ชิ้นงานเสีย 46 ชิ้นต่อวัน และการผลิตชิ้นส่วนแบบใหม่ใช้เวลา 78 วินาทีต่อชิ้น จะสามารถผลิตชิ้นงานได้ 346 ชิ้นต่อวัน เป็นชิ้นงานดี 313 ชิ้นต่อวันชิ้นงานเสีย 33 ชิ้นต่อวัน

ตารางที่ 4-9 สรุปรายละเอียดการผลิตชิ้นงาน

ชิ้นงาน	แบบเดิม			แบบใหม่			ผลต่าง
	ชิ้นงานดี	ชิ้นงานเสีย	รวม	ชิ้นงานดี	ชิ้นงานเสีย	รวม	
GRILLE RAD	431	21	452	687	20	707	255
GRILLE-F, UP	181	46	227	313	33	346	119

จากตารางที่ 4-9 ได้ว่า

ในกระบวนการผลิตชิ้นงาน GRILLE RAD แบบเดิมผลิตชิ้นงานได้ 452 ชิ้นต่อวัน โดยเป็นชิ้นงานดี 431 ชิ้นต่อวัน ชิ้นงานเสีย 21 ชิ้นต่อวัน และแบบใหม่ผลิตชิ้นงานได้ 707 ชิ้นต่อวัน โดยเป็นชิ้นงานดี 687 ชิ้นต่อวัน ชิ้นงานเสีย 20 ชิ้นต่อวัน โดยสามารถผลิตชิ้นงานเพิ่มได้ 255 ชิ้นต่อวัน

ในกระบวนการผลิตชิ้นงาน GRILLE-F, UP แบบเดิมผลิตชิ้นงานได้ 227 ชิ้นต่อวัน โดยเป็นชิ้นงานดี 181 ชิ้นต่อวัน ชิ้นงานเสีย 46 ชิ้นต่อวัน และแบบใหม่ผลิตชิ้นงานได้ 346 ชิ้นต่อวัน โดยเป็นชิ้นงานดี 313 ชิ้นต่อวัน ชิ้นงานเสีย 33 ชิ้นต่อวัน โดยสามารถผลิตชิ้นงานเพิ่มได้ 119 ชิ้นต่อวัน

วัดชั้นความหนาสี

เป็นการวัดเพื่อควบคุมชั้นความหนาสีให้ได้ตามมาตรฐานการผลิตโดยลูกค้าได้กำหนดโซนชิ้นงานออกเป็น 3 โซน คือ โซน A จะต้องมีการพ่นสีให้ปกปิดผิวชิ้นงานและอยู่ในค่ามาตรฐานซึ่งกำหนดให้ตรวจเช็ค 9 จุด โซน B เป็นโซนที่ต้องพ่นสีให้ปกปิดผิวชิ้นงานให้เต็มเท่านั้นเนื่องจากเป็นจุดที่หลบสายตา และโซนสุดท้ายโซน C เป็นโซนที่มองไม่เห็นสามารถพ่นสีไม่ปกปิดผิวชิ้นงานได้ โดยค่าความหนามาตรฐานของชั้นสีแต่ละชั้น คือ Base 15-20 µm, Clear 30-35µm

ตารางที่ 4-10 ชั้นความหนาสีการผลิตแบบใหม่

Result thickness

Point	Base (15-20µm)					Clear (30-35µm)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	15.8	**20.2**	15.8	**21.3**	**21.5**	30.2	30.5	32.2	32.5	32.1
2	16.3	**20.6**	18.2	19.1	17.8	30.2	**36.2**	**35.2**	31.7	33.2
3	15.7	**20.7**	18.4	19.6	18.3	30.7	34.8	**35.1**	32.3	34.2
4	19.9	15.8	16.7	16.6	**20.2**	**35.2**	**37.1**	33.1	30.2	32.6
5	**21.8**	**20.5**	17.3	15.4	16.1	30.9	**35.2**	**36.2**	**36.1**	33.5
6	**22.3**	18.5	19.2	17.4	23.1	**38.5**	32.2	32.4	32.1	31.9
7	19.1	**21.1**	**20.1**	**22.3**	**21.3**	31.7	32.8	33.3	**38.3**	31.1
8	18.2	18.3	17.3	19.9	**22.2**	32.3	31.3	34.2	32.7	32.1
9	16.6	**20.2**	19.8	15.4	19.9	30.2	34.2	32.6	34.9	31.5

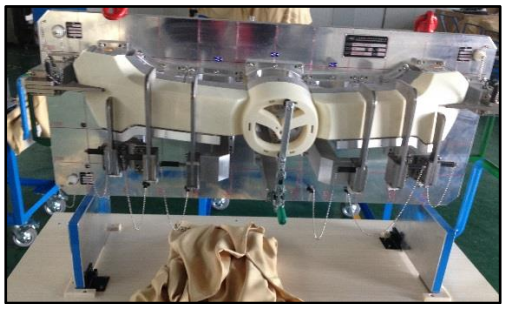
หมายเหตุ: ตัวหนา คือ ผลการทดสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ลูกค้ากำหนด

จากตารางที่ 4-10 การผลิตแบบใหม่พบว่าค่าความหนาของชั้นสีทั้งสองชั้นในแต่ละจุดที่กำหนดให้วัดมีค่าไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนด โดยจากตารางความหนาของแต่ละชั้นเกินค่ามาตรฐาน เนื่องจากใช้คนในการพ่นทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการรักษามาตรฐานซึ่งไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพชิ้นงานแต่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตชิ้นงาน เนื่องจากมีปริมาณการใช้เยอะกว่าที่กำหนด

การทดสอบทางวิศวกรรม

เป็นการวัดเพื่อควบคุมคุณภาพชิ้นงานให้ได้ตามมาตรฐานการผลิตโดยลูกค้าได้มีมาตรฐานกำหนดไว้ ดังแสดงต่อไปนี้

อุปกรณ์ตรวจชิ้นส่วนรถยนต์ (Checking fixture: CF) จัดเป็นอุปกรณ์จับยึดชิ้นหนึ่งซึ่งจับยึดชิ้นงานเพื่อตรวจสอบชิ้นส่วนที่มีลักษณะเฉพาะ หรือที่ลูกค้าต้องการให้ทำขึ้นมาใช้ในการตรวจสอบเฉพาะจุด ซึ่งสามารถวัดขนาดของชิ้นงานได้ดีเพราะรูปร่างของตัวอุปกรณ์ที่ทำนั้นจะใช้ต้นแบบจากแบบงานชิ้นงานสำเร็จหรือข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ และเป็นอุปกรณ์ตรวจสอบขนาดและรูปร่างของชิ้นงานก่อนที่จะนำชิ้นงานแต่ละชิ้นมาประกอบเข้าด้วยกัน และเป็นอุปกรณ์ช่วยในการตรวจสอบชิ้นงานที่สามารถวัดขนาดชิ้นงานออกมาเป็นตัวเลขได้ (Inspection data) เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของชิ้นงานในจุดต่าง ๆ ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวจะต้องมีความแม่นยำมากและผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดต่าง ๆ ก่อนที่จะนำมาตรวจสอบชิ้นงาน ดังภาพที่ 4-1



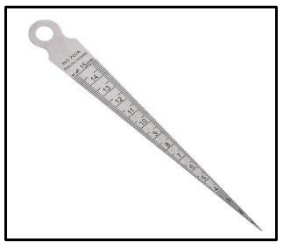
Checking fixture part GRILLE-F, UP

Checking fixture part GRILLE RAD

ภาพที่ 4-1 อุปกรณ์ตรวจชิ้นส่วนรถยนต์

เครื่องมือวัดชิ้นงานประเภทเกจ (Gauge) เกจเป็นเครื่องมือวัดประเภทใช้ตรวจสอบขนาดของชิ้นงานที่ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการวัด เพราะขนาดต่าง ๆ ได้ถูกกำหนดไว้บนเกจแล้ว ดังนั้นจึงเป็นที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นอันมากซึ่งเกจที่ใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานมี

ดังนี้ 1) เกจวัดความเรียว (Taper gauge) เกจแบบนี้จะทำด้วยโลหะมีลักษณะเรียวตลอดความยาว ซึ่งลักษณะเรียวของเกจใช้วัดระยะความห่างของชิ้นงานที่ประกอบต่อกัน 2) สเตปไฮเกจ (Step height gauge) เป็นเครื่องมือสำหรับวัดขนาดของความสูงของชิ้นงาน โดยชิ้นงานนั้นจะต้องมีพื้นผิวหน้าสัมผัสที่เรียบเสมอกันตลอดพื้นที่



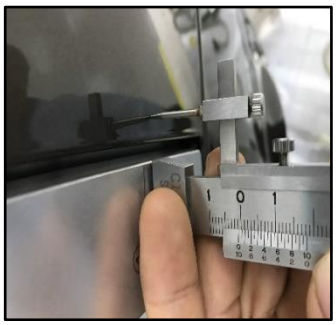
Taper gap gauge

Step height gauge

ภาพที่ 4-2 เครื่องมือวัดชิ้นงานประเภทเกจ (Gauge)

การทดสอบชิ้นงาน GRILLE RAD และ GRILLE-F, UP บน Checking fixture ได้ว่า การตรวจสอบช่องว่างระหว่างชิ้นงาน (Gap) โดยใช้เทเปอร์เกจสอดเข้าไประหว่างช่องว่างของชิ้นงานกับอุปกรณ์ตรวจสอบชิ้นงานให้ถึงผิวด้านในของอุปกรณ์ตรวจสอบชิ้นงานแล้วอ่านค่าที่ได้เทียบกับค่ามาตรฐาน และในส่วนการตรวจสอบขอบชิ้นงานของความสูง (Step) โดยเปรียบขอบชิ้นงานที่ยื่นสูงออกมาว่ามีขนาดเสมอกันกับระนาบศูนย์หรือไม่ จากนั้นใช้สเตปไฮเกจ ในการตรวจสอบโดยวัดจากขอบชิ้นงานเทียบกับพื้นระนาบของ Checking fixture และอ่านค่าที่ได้เทียบกับค่ามาตรฐาน ดังภาพที่ 4-3

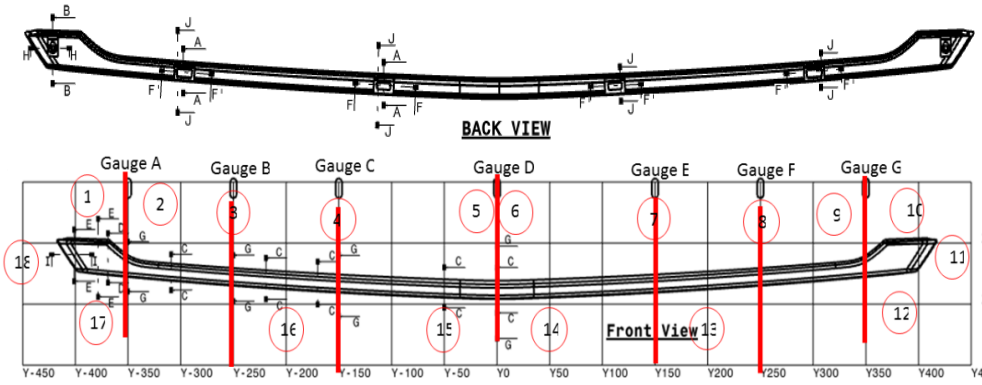
วิธีการตรวจสอบ Gap โดย Taper gauge



วิธีการตรวจสอบ Step ด้วย Step gauge

ภาพที่ 4-3 การวัดชิ้นงานประเภทเกจ

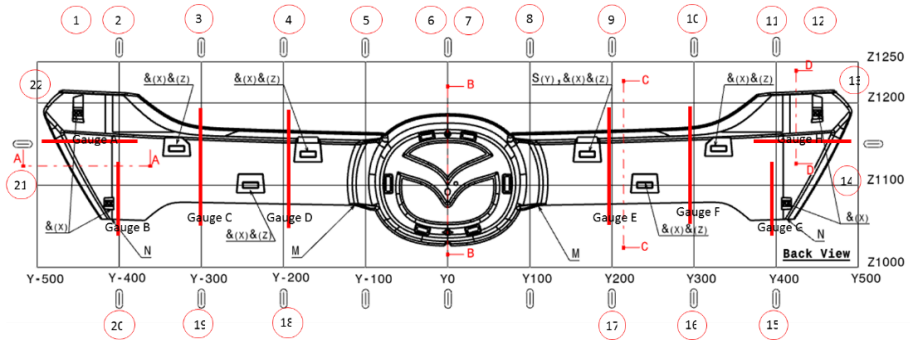
ค่ามาตรฐานการตรวจสอบช่องว่างระหว่างชิ้นงาน กรณีชิ้นงานนี้ต้องมีระยะห่าง 5 มิลลิเมตร และมีค่าพิกัดความเผื่อ ± 0.7 มิลลิเมตร (ที่ลูกค้ากำหนดสำหรับกรณีชิ้นงานนี้) หากค่าที่ได้อยู่ในช่วงพิกัดความเผื่อก็แสดงว่าชิ้นงานนั้นผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ และค่ามาตรฐานการตรวจสอบขอบชิ้นงานของความสูงกรณีชิ้นงานนี้ต้องมีระยะห่าง 0 มิลลิเมตรหรืออยู่ในช่วงพิกัด 0 ± 0.7 มิลลิเมตร หรือไม่ (ที่ลูกค้ากำหนดสำหรับกรณีชิ้นงานนี้) ซึ่งผลการทดสอบค่าที่ได้อยู่ในช่วงพิกัดความเผื่อแสดงว่าชิ้นงานนั้นผ่านเกณฑ์การตรวจสอบดังแสดงในภาพที่ 4-4 และ 4-5



INSPECTION DATA SHEET

Check Date				Current Part										New Part									
ITEM	POINT		TOLERANCE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 GAP	1	Y380	3±0.7																				
	2	Y325																					
	3	Y250		- 0.4	- 0.3	- 0.2	- 0.5	- 0.1	- 0.3	- 0.2	- 0.3	- 0.5	- 0.4	±0	+ 0.1	±0	+ 0.2	+ 0.3	±0	+ 0.1	±0	+ 0.2	+ 0.3
	4	Y150		+ 0.1	+ 0.1	- 0.2	+ 0.1	- 0.2	+ 0.1	- 0.2	+ 0.1	- 0.2	+ 0.1	- 0.1	- 0.3	- 0.2	- 0.3	- 0.4	- 0.1	- 0.3	- 0.2	- 0.3	- 0.4
	5	Y10		+ 0.4	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.4	- 0.3	- 0.3	- 0.2	- 0.3	- 0.4	- 0.3	- 0.3	- 0.2	- 0.3	- 0.4
	6	Y-10		+ 0.6	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.6	- 0.4	- 0.2	- 0.1	- 0.2	- 0.3	- 0.4	- 0.2	- 0.1	- 0.2	- 0.3
	7	Y-150		+ 0.1	+ 0.1	+ 0.5	+ 0.1	+ 0.5	+ 0.1	+ 0.5	+ 0.1	+ 0.5	+ 0.1	- 0.1	- 0.3	- 0.1	- 0.1	- 0.3	- 0.1	- 0.3	- 0.1	- 0.1	- 0.3
	8	Y-250		+ 0.2	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2
	9	Y-325																					
	10	Y-380																					
	11	Z1040		+ 0.3	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.2	- 0.2	±0	±0	±0	+ 0.2	- 0.2	±0	±0	±0
	12	Y-380		- 0.3	- 0.1	+ 0.5	- 0.2	+ 0.1	- 0.2	+ 0.4	- 0.2	+ 0.1	- 0.3	- 0.4	- 0.1	- 0.1	- 0.3	- 0.2	- 0.4	- 0.1	- 0.1	- 0.3	- 0.2
	13	Y-200		- 0.4	- 0.3	- 0.2	- 0.5	- 0.1	- 0.3	- 0.2	- 0.3	- 0.5	- 0.4	- 0.3	±0	+ 0.1	+ 0.1	±0	- 0.3	±0	+ 0.1	+ 0.1	±0
	14	Y-50		+ 0.1	+ 0.1	- 0.2	+ 0.1	- 0.2	+ 0.1	- 0.2	+ 0.1	- 0.2	+ 0.1	- 0.1	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	- 0.1	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2
	15	Y50		+ 0.4	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2
	16	Y200		+ 0.6	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.6	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2
	17	Y380		+ 0.1	+ 0.1	+ 0.5	+ 0.1	+ 0.5	+ 0.1	+ 0.5	+ 0.1	+ 0.5	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2
	18	Z1040		+ 0.2	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2
2 STEP	1	Y380	0.0±0.7	- 0.1	- 1.9	- 0.1	- 0.0	- 0.3	- 0.5	- 0.3	- 0.1	- 0.2	- 0.4	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2
	2	Y325		- 0.4	- 0.1	- 0.2	- 0.2	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.4
	3	Y250		- 0.0	- 0.3	- 0.5	- 0.3	- 0.4	- 0.1	- 0.2	- 0.2	- 0.3	- 0.3	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.1
	4	Y150		+ 0.1	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.1	- 0.0	- 0.3	- 0.5	- 0.3	- 0.1	- 0.2	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.4
	5	Y10		- 0.3	- 0.1	- 0.4	- 0.1	- 0.2	- 0.2	- 0.3	- 0.3	- 0.1	- 0.1	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2
	6	Y-10		+ 0.1	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.1	- 0.2	- 0.2	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.3
	7	Y-150		- 0.3	- 0.1	- 0.4	- 0.1	- 0.5	- 0.3	- 0.4	- 0.1	- 0.2	- 0.2	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.2
	8	Y-250		- 0.2	- 0.1	- 0.0	- 0.3	+ 0.1	+ 0.1	- 0.0	- 0.3	- 0.5	- 0.3	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.2
	9	Y-325		- 0.1	- 0.2	- 0.2	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.1	- 0.0	- 0.3	- 0.5	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.3
	10	Y-380		- 0.4	- 0.1	- 0.2	- 0.2	- 0.3	- 0.4	- 0.1	- 0.2	- 0.2	- 0.3	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.3
	11	Z1040 RH		- 0.0	- 0.3	- 0.5	- 0.3	- 0.1	+ 0.1	+ 0.1	- 0.2	- 0.2	+ 0.1	- 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.3	- 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.3
	18	Z1040 LH		- 0.2	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.3	+ 0.2	- 0.4	- 0.1	- 0.5	- 0.3	- 0.4	- 0.2	- 0.2	- 0.2	- 0.2	- 0.2	- 0.2	- 0.2	- 0.2	- 0.2	- 0.2

ภาพที่ 4-4 ผลการทดสอบชิ้นงาน GRILLE RAD บน Checking fixture



INSPECTION DATA SHEET

Check Date			Current part										New part									
ITEM	POINT		TOLERANCE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 GAP	1	Y450	3±0.7	+0.1	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2	+0.5	+0.6	+0.5	+0.4	+0.3	+0.4	+0.2	+0.5	+0.6
	2	Y400		+0.4	+0.4	+0.3	+0.4	+0.3	+0.4	+0.3	+0.4	+0.3	+0.4	+0.3	+0.5	+0.2	+0.3	+0.5	+0.4	+0.3	+0.3	+0.5	+0.2
	3	Y300		+0.5	+0.4	+0.3	+0.4	+0.3	+0.4	+0.3	+0.4	+0.3	+0.5	+0.7	+0.5	+0.3	+0.7	+0.5	+0.7	+0.5	+0.7	+0.5	+0.3
	4	Y200		+0.3	+0.3	+0.5	+0.3	+0.5	+0.3	+0.5	+0.3	+0.5	+0.3	+0.6	+0.4	+0.6	+0.6	+0.4	+0.6	+0.4	+0.6	+0.4	+0.6
	5	Y100		±0.0	+0.1	+0.4	+0.1	+0.4	+0.1	+0.4	+0.1	+0.4	±0.0	+0.3	±0.0	+0.3	+0.3	±0.0	+0.3	±0.0	+0.3	±0.0	+0.3
	6	Y200		+0.3	+0.1	+0.4	+0.2	+0.1	+0.3	+0.2	+0.5	+0.2	+0.1	-0.1	-0.1	±0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	±0.0
	7	Y-20		+0.1	+0.2	+0.3	+0.2	+0.6	+0.2	+0.1	+0.4	+0.3	+0.2	-0.1	±0.0	-0.1	-0.1	±0.0	-0.1	±0.0	-0.1	±0.0	-0.1
	8	Y-100		+0.2	+0.2	+0.2	+0.2	+0.2	+0.2	+0.2	+0.2	+0.2	+0.2	+0.2	±0.0	-0.3	+0.2	±0.0	+0.2	±0.0	+0.2	±0.0	-0.3
	9	Y-200		+0.5	+0.5	+0.2	+0.5	+0.2	+0.5	+0.2	+0.5	+0.2	+0.5	+0.2	+0.3	+0.2	+0.2	+0.3	+0.2	+0.3	+0.2	+0.3	+0.2
	10	Y-300		+0.5	+0.6	+0.5	+0.6	+0.5	+0.6	+0.5	+0.6	+0.5	+0.5	+0.6	+0.5	+0.3	+0.6	+0.5	+0.6	+0.5	+0.6	+0.5	+0.3
	11	Y-400		+0.4	+0.4	+0.6	+0.4	+0.6	+0.4	+0.6	+0.4	+0.6	+0.4	+0.6	+0.6	+0.5	+0.6	+0.6	+0.6	+0.6	+0.6	+0.6	+0.5
	12	Y-450		+0.3	+0.3	+0.4	+0.3	+0.4	+0.3	+0.4	+0.3	+0.4	+0.3	+0.3	+0.2	+0.3	+0.3	+0.2	+0.3	+0.2	+0.3	+0.2	+0.3
	13	Y-490		-0.3	-0.1	+0.5	-0.2	+0.1	-0.2	+0.4	-0.2	+0.1	-0.3	-0.5	-0.4	-0.2	-0.5	-0.4	-0.5	-0.4	-0.5	-0.4	-0.2
	14	Z1100		-0.4	-0.3	-0.2	-0.5	-0.1	-0.3	-0.2	-0.3	-0.5	-0.4	-0.4	-0.2	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	-0.2
	15	Y-400		+0.1	+0.1	-0.2	+0.1	-0.2	+0.1	-0.2	+0.1	-0.2	+0.1	±0.0	±0.0	+0.2	±0.0	±0.0	±0.0	±0.0	±0.0	±0.0	+0.2
	16	Y-300		+0.4	+0.4	+0.1	+0.4	+0.1	+0.4	+0.1	+0.4	+0.1	+0.4	+0.1	+0.1	+0.2	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.2
	17	Y-200		+0.6	+0.6	+0.4	+0.6	+0.4	+0.6	+0.4	+0.6	+0.4	+0.6	+0.2	+0.1	+0.3	+0.2	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2	+0.1	+0.3
	18	Y200		+0.1	+0.1	+0.5	+0.1	+0.5	+0.1	+0.5	+0.1	+0.5	+0.1	+0.4	+0.1	±0.0	+0.4	+0.1	+0.4	+0.1	+0.4	+0.1	±0.0
	19	Y300		+0.2	+0.2	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2	+0.4	-0.1	-0.2	+0.4	-0.1	+0.4	-0.1	+0.4	-0.1	-0.2
	20	Y400		+0.1	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2	-0.2	-0.4	+0.2	-0.2	+0.2	-0.2	+0.2	-0.2	-0.4
	21	Z1100		-0.2	-0.4	-0.6	-0.1	-0.3	-0.1	-0.4	-0.1	-0.2	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.5	-0.4	-0.5	-0.4	-0.4
	22	Y490		+0.5	-0.2	+0.1	-0.2	+0.4	-0.3	-0.2	-0.5	-0.1	-0.2	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7
2 STEP	1	Y450	0.0 ±0.7	+0.0	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.3	+0.2	+0.2	+0.4	+0.1	+0.1	+0.5	+0.2	+0.2	±0.0	+0.1	+0.5	+0.2	+0.1	+0.5
	2	Y400		-0.0	-0.3	-0.1	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	±0.0	±0.0	-0.6	-0.2	-0.2	±0.0	-0.2	-0.2
	3	Y300		-0.1	-0.2	-0.1	-0.0	-0.3	-0.5	-0.3	-0.1	-0.2	-0.4	-0.5	-0.2	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.2	-0.4	-0.5	-0.2
	4	Y200		-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	+0.1	+0.1	+0.3	+0.2	+0.2	+0.4	-0.1	-0.2	-0.4	-0.4	-0.6	-0.1	-0.2	-0.4	-0.1	-0.2
	5	Y100		-0.0	-0.3	-0.5	-0.3	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	±0.0	±0.0	-0.4	-0.4	-0.3	±0.0	±0.0	-0.4	±0.0	±0.0
	6	Y200		+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	-0.0	-0.3	-0.5	-0.3	-0.1	-0.2	±0.0	-0.2	-0.5	-0.5	-0.4	±0.0	-0.2	-0.5	±0.0	-0.2
	7	Y-20		-0.3	-0.1	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1	±0.0	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	±0.0	-0.4	-0.3	±0.0	-0.4
	8	Y-100		+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	-0.2	-0.2	+0.1	+0.1	+0.3	+0.2	+0.2	-0.3	+0.1	+0.1	±0.0	+0.2	-0.3	+0.1	+0.2	-0.3
	9	Y-200		-0.3	-0.1	-0.4	-0.1	-0.5	-0.3	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	+0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	+0.2	-0.2	-0.2	+0.2	-0.2
	10	Y-300		-0.2	-0.1	-0.1	-0.3	+0.1	+0.1	-0.0	-0.3	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.5	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1
	11	Y-400		-0.1	-0.2	-0.2	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	-0.0	-0.3	-0.5	-0.4	-0.3	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.5	-0.4	-0.3
	12	Y-450		-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.2	-0.5	-0.5	-0.6	-0.5	-0.5
	13	Y-490		-0.0	-0.3	-0.5	-0.3	-0.1	+0.1	+0.1	-0.2	-0.2	+0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5	-0.2	-0.3	-0.4	-0.2	-0.3
	14	Z1100		-0.2	+0.1	+0.1	+0.3	+0.2	-0.4	-0.1	-0.5	-0.3	-0.4	-0.3	-0.5	-0.4	-0.5	-0.3	-0.5	-0.4	-0.5	-0.4	-0.5
	15	Y-400		-0.4	-0.1	-0.5	-0.3	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	+0.1	+0.1	±0.0	±0.0	-0.4	±0.0	±0.0	±0.0	-0.4	±0.0	-0.4	±0.0
	16	Y-300		-0.0	-0.3	+0.1	+0.1	-0.0	-0.3	-0.5	-0.3	-0.4	-0.1	-0.2	±0.0	±0.0	±0.0	-0.2	±0.0	±0.0	±0.0	±0.0	±0.0
	17	Y-200		-0.2	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	-0.0	-0.3	-0.5	-0.0	-0.3	±0.0	+0.2	+0.1	+0.2	±0.0	+0.2	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2
	18	Y200		-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2	+0.1	+0.6	+0.2	+0.3	+0.2	+0.6	+0.2	+0.3	+0.2	+0.3	+0.2
	19	Y300		-0.0	-0.3	-0.5	-0.3	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.6	+0.4	+0.4	+0.4	-0.6	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4
	20	Y400		+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	-0.0	-0.3	-0.5	-0.3	-0.5	-0.3	-0.6	-0.2	±0.0	-0.2	-0.6	-0.2	±0.0	-0.2	±0.0	-0.2
	21	Z1100		-0.3	-0.1	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.1	-0.5	-0.3	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6
	22	Y490		-0.3	-0.5	-0.3	-0.1	+0.1	+0.1	-0.2	-0.2	+0.1	+0.1	-0.4	-0.4	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4

ภาพที่ 4-5 ผลการทดสอบชิ้นงาน GRILLE-F, UP บน Checking fixture

ผลการทดสอบชิ้นงานทางวิศวกรรม

ผลการทดสอบชิ้นงานทางวิศวกรรมตามข้อกำหนดลูกค้าทางบริษัทได้ส่งชิ้นงานไปทดสอบตามหัวข้อที่ลูกค้ากำหนดทั้งหมด 24 หัวข้อ กับทางหน่วยงานและบริษัททดสอบชิ้นงานด้านยานยนต์ซึ่งจะต้องได้รับใบรับรองมาตรฐานสากล ซึ่งผลการทดสอบผ่านทุกหัวข้อดังแสดงตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ผลการทดสอบชิ้นงานทางวิศวกรรมตามข้อกำหนดลูกค้า

Evaluation requirement items			Evaluation schedule and results		
No	Test/Name	Test std. Number	Acceptance criteria	Test results details description	Judgment (Pass/Fail)
1	Appearance (คุณภาพผิวชิ้นงาน)	MES MN 600 Attached table 5 MES MN 601 Item 4	Substrate exposure, peeling, cracks, thin paint, runs, sags	Meet Std.	Pass
2	Gloss (ความเงา)	MES MN 600 Attached table 5 MES MN 601 Item 5	Within the limit of standard parts	81.7	Pass
3	Color tone (คุณภาพเฉดสี)	MES MN 600 Attached table 5 MES MN 601 Item 6	Within the limit of standard parts	Meet Std.	Pass
4	Color fade-out (คุณภาพของสีเมื่อถูกเคลือบเงา)	MES MN 600 Attached table 5 Attached table 14 MES MN 601 Item 7.2	Class 5	Class 5	Pass
5	Adhesion (การยึดเกาะของสี)	MES MN 600 Attached table 5 Attached table 11 MES MN 601 Item 8.1	2 mm. Grid adhesiveness test Class 4 min.	Class 5	Pass
6	Hardness (ความแข็งแรงของสี)	MES MN 600 Attached table 5 MES MN 601 Item 9.1	Pencil hardness 1 HB min.	HB	Pass

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

Evaluation requirement items			Evaluation schedule and results		
No	Test/Name	Test std. Number	Acceptance criteria	Test results details description	Judgment (Pass/Fail)
7	In adhesion (การต้านต่อแรงกดทับเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง)	MES MN 600 Attached table 5 Attached table 13 MES MN 601 Item 10	70°C ± 2 °C; 240 h. Class 4 min.	Class 5	Pass
8	Heat resistance (ความต้านทานความร้อน)	MES MN 600 Attached table 5 Attached table 11 MES MN 601 Item 11	Gloss instrument (GR): 90 % min. Color tone: Class 5 Adhesion 2 mm: Class 4min	Gloss instrument (GR): 100.83% Color tone: Class 5 Adhesion2mm: Class 5	Pass
9	Thermal cycle resistance (ความต้านทานอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง)	MES MN 600 Attached table 5 MES MN 601 Item 12	Appearance: No blistering, peeling, cracks, or wrinkles.	Meet Std.	Pass
10	Waterproof (การป้องกันน้ำของสี)	MES MN 600 Attached table 5,10,11 MES MN 601 Item 13	Gloss instrument (GR): 90 % min. Color tone: Class 5 Adhesion 2 mm: Class 3 min	Gloss instrument (GR): 101.06% Color tone: Class 5 Adhesion 2mm: Class 5	Pass
11	Acid resistance (ความต้านทานต่อกรด)	MES MN 600 Attached table 5,10 MES MN 601 Item 15.1	Gloss: No deterioration in gloss. Color tone: Class 5	Color tone: Class 5	Pass
		MES MN 600 Attached table 5,15 MES MN 601 Item 15.2	No etching, spotting& swelling Conform to Attached Table 15	Meet Std.	Pass

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

Evaluation requirement items			Evaluation schedule and results		
No	Test/Name	Test std. Number	Acceptance criteria	Test results details description	Judgment (Pass/Fail)
12	Alkali resistance (ความต้านทานต่อด่าง)	MES MN 600 Attached table 5,10 MES MN 601 Item 16	Gloss: No deterioration in gloss. Color tone: Class 5	Color tone: Class 5	Pass
13	Alcohol resistance (ความต้านทานต่อแอลกอฮอร์)	MES MN 600 Attached table 5,10 MES MN 601 Item 17	Gloss: No deterioration in gloss. Color tone: Class 5	Color tone: Class 5	Pass
14	White gasoline resistance (ความต้านทานต่อน้ำมันเบนซิน)	MES MN 600 Attached table 5,10 MES MN 601 Item 18	Gloss: No deterioration in gloss. Color tone: Class 5	Color tone: Class 5	Pass
15	Oil resistance (ความต้านทานต่อน้ำมัน)	MES MN 600 Attached table 5,10 MES MN 601 Item 19	Gloss: No deterioration in gloss. Color tone: Class 5	Color tone: Class 5	Pass
16	Windshield washer liquid resistance (ความต้านทานต่อน้ำยาเช็ดกระจก)	MES MN 600 Attached table 5,10 MES MN 601 Item 21	Gloss: No deterioration in gloss. Color tone: Class 5	Color tone: Class 5	Pass
17	Grease resistance (ความต้านทานไขมัน)	MES MN 600 Attached table 5,10 MES MN 601 Item 25	Gloss: No deterioration in gloss. Color tone: Class 5	Color tone: Class 5	Pass
18	Finishing (ส่องดูความเงาและความเรียบของผิวชิ้นงาน)	MES MN 600 Attached table 5 Attached table 9 MES MN 601 Item 26	PDG Meter: 0.2 to 0.5 min	PDG Meter : 0.5	Pass

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

Evaluation requirement items			Evaluation schedule and results		
No	Test/Name	Test std. Number	Acceptance criteria	Test results details description	Judgment (Pass/Fail)
19	Weather ability (ความต้านทานต่อสภาพอากาศ)	MES MN 600 Attached table 5 Attached table 18-4 MES MN 601 Item 28.4 Drawing part WeC3	Gloss instrument (GR): 80 % min. Color tone: Class 4 min Adhesion 2 mm: Class 3 min	Gloss instrument (GR): 97.3% Color tone: Class 5 Adhesion2mm: Class 5	Pass
20	Chipping resistance (ความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมในการจัดส่งชิ้นงานโดยเรือ)	MES MN 600 Attached table 5 Attached table 20-1 MES MN 601 Item 30.1	Class 2 min	Class 3	Pass
		MES MN 600 Attached table 5 Attached table 20-1 MES MN 601 Item 30.1	Class 2 min	Class 3	Pass
21	Scratch resistance (ความต้านทานต่อการขีดข่วน)	MES MN 600 Attached table 5 Attached table 21-1 MES MN 601 Item 31.1 Sc2	Quality: 70.0 to 86.0 excl.	Quality: 86.0 excl.	Pass
22	Synthetic gasoline resistance (ความต้านทานต่อน้ำมันเครื่อง)	MES MN 600 Attached table 5 Attached table 23 MES MN 601 Item 33	Color tone: Class 5	Color tone: Class 5	Pass

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

Evaluation requirement items			Evaluation schedule and results		
No	Test/Name	Test std. Number	Acceptance criteria	Test results details description	Judgment (Pass/Fail)
23	Impact resistance (ความต้านทานต่อแรงกระแทก)	MES MN 600 Attached table 5 Attached table 25 MES MN 601 Item 35	Appearance: No blistering, peeling, cracks or wrinkles	Meet Std.	Pass
24	Rust preventive wax resistance (ความต้านทานต่อน้ำยากันสนิม)	MES MN 600 Attached table 5 Attached table 10 MES MN 601 Item 24	Gloss: No deterioration in gloss. Color tone: Class 5	Color tone: Class 5	Pass

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาและลงมือปฏิบัติการลดต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์ในกระบวนการพ่นสีโดยเทคนิควิศวกรรมคุณค่าในกระบวนการผลิตสามารถสรุปผลได้ ดังนี้

การเลือกโครงการ (Project selection) จากปัจจุบันโรงงานประกอบรถยนต์มีสภาวการณ์แข่งขันด้านราคาที่รุนแรง ซึ่งต้นทุนการผลิตก็สูง จึงต้องมีการลดต้นทุนในด้านการผลิต โดยเริ่มต้นจากการลดต้นทุนของวัตถุดิบและส่วนของชิ้นส่วนที่จัดหาจัดซื้อเพื่อเข้ามาผลิตเป็นชิ้นส่วนยานยนต์ ด้วยเทคนิควิศวกรรมคุณค่าเป็นเครื่องมือ เมื่อทำการสำรวจต้นทุนของชิ้นส่วนยานยนต์ที่ทำการขาย จากมาตรฐานที่บริษัทกำหนดในการขายชิ้นงานสัดส่วนของต้นทุนวัตถุดิบจะต้องน้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ จากราคาขายชิ้นงานให้ลูกค้า ซึ่งพบว่า กระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า รุ่น BT50 มีต้นทุนอยู่ที่ 91.98 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และสูงกว่าชิ้นงานอื่น จึงเลือกชิ้นงานนี้เพื่อหาแนวทางในการลดต้นทุนที่สูญเปล่าในกระบวนการพ่นสีนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและผลประโยชน์สูงสุดขององค์กรต่อไป

การรวบรวมข้อมูล (Information phase) ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลด้านองค์ประกอบต่าง ๆ ของชิ้นส่วนนี้ คือ ข้อมูลด้าน Process flow ของการผลิต ข้อมูลด้านชิ้นส่วนประกอบ ข้อมูลด้านยอดขาย ข้อมูลด้านต้นทุนการผลิต

การวิเคราะห์หน้าที่ (Function phase) จากการวิเคราะห์หน้าที่ของชิ้นงาน ทำให้ทราบถึงหน้าที่หลักและหน้าที่รองของชิ้นส่วนเพื่อที่จะนำข้อมูลไปทำการปรับปรุงชิ้นส่วนประกอบย่อยโดยรักษาหน้าที่หลักเดิมทุกประการ ซึ่งหน้าที่หลักของชิ้นงาน GRILLE-F, UP และ GRILLE RAD คือ ให้ความสวยงามกับกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า รุ่น BT50 ซึ่งค่าน้ำหนักของหน้าที่และต้นทุนค่าใช้จ่ายที่นำมาคิดคำนวณคุณค่า มีค่าเท่ากับ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ค่าน้อยกว่าหนึ่ง แสดงว่าต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนสูงกว่าหน้าที่ของชิ้นส่วน ดังนั้นต้องการเพิ่มคุณค่า จำเป็นต้องลดต้นทุนลง

สร้างสรรค์ความคิด (Creativity phase) ชิ้นงานที่ทำการปรับปรุง คือ GRILLE-F, UP และ GRILLE RAD โดยมี แนวทางการปรับปรุง 3 แนวทาง คือ แนวคิดที่ 1 ยกเลิกกระบวนการพ่นสีพื้น (Primer) ในกระบวนการพ่นสี แนวคิดที่ 2 เปลี่ยนเม็ดพลาสติกจากอะคริโลไนทริล บิวทาไดอน สไตรีน (Acrylonitrile butadiene styrene: ABS) เป็น โพลีโพรพิลีน

(Polypropylene: PP) แนวคิดที่ 3 ลดความหนาของชั้นสีและควบคุมความหนาของชั้นสีให้ได้ตามมาตรฐานการผลิตชิ้นส่วน โดยเปลี่ยนวิธีการพ่นสีจากปัจจุบันใช้คนในการพ่นสีชิ้นงานมาใช้หุ่นยนต์ในการพ่นสีชิ้นงาน

ประเมินความคิด (Evaluation phase) จากการประเมินผลแนวความคิดของชิ้นส่วนประกอบย่อยโดยใช้ AHP โดยปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา คือ ต้นทุนวัสดุ การยึดเกาะของสี ขั้นตอนการทำงาน เม็ดฝุ่นบนผิวชิ้นงาน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีค่าน้ำหนักความสำคัญของค่า Eigen value ในปัจจัยด้านต้นทุนวัสดุ มากสุด คือ 46.58 เปอร์เซ็นต์ และทำการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency ratio) พบว่า Consistency ratio ≤ 0 ซึ่งมีความสอดคล้องกันของข้อมูล ดังนั้นได้ว่าแนวคิดที่ 1 คือ ยกเลิกกระบวนการพ่นสีพื้น (Primer) ในกระบวนการพ่นสีมีความเหมาะสมสุดในการทำ VE เพื่อไปสู่การปรับปรุงกระบวนการผลิตใหม่ในการลดต้นทุนกระบวนการผลิตกระจังหน้ารถยนต์ยี่ห้อมาสด้า รุ่น BT50

ทดสอบและพิสูจน์ (Investigation phase) มีการรวบรวมข้อมูลเปรียบเทียบการผลิตชิ้นงานแบบเดิมและการผลิตแบบใหม่ ในด้านต้นทุนการผลิตชิ้นงาน ด้านเวลาการผลิตชิ้นงาน ด้านชั้นความหนาสี นอกจากนั้นยังมีการทดสอบคุณภาพทางวิศวกรรมและผลการทดสอบชิ้นงานทางวิศวกรรมการผลิตแบบใหม่ ซึ่งผลการทดสอบอยู่ในค่ามาตรฐานการตรวจสอบที่ลูกค้ากำหนด และผ่านทุกหัวข้อการทดสอบชิ้นงานทางวิศวกรรมตามข้อกำหนดลูกค้าซึ่งทางบริษัทได้ส่งชิ้นงานไปทดสอบตามหัวข้อที่ลูกค้ากำหนดทั้งหมด 24 หัวข้อ กับทางหน่วยงานและบริษัททดสอบชิ้นงานด้านยานยนต์ซึ่งจะต้องได้รับใบรับรองมาตรฐานสากล

สรุปผลที่ได้รับจากการทำวิจัย

จากการศึกษาและลงมือปฏิบัติการลดต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์ในกระบวนการพ่นสีโดยเทคนิควิศวกรรมคุณค่าในกระบวนการผลิต สรุปได้ว่า

สามารถลดต้นทุนลงได้จากเดิม 384.91 บาทต่อชิ้น ลดลงมาเป็น 350.04 บาทต่อชิ้น โดยลดลงต่างกัน 34.87 บาทต่อชิ้น คิดเป็น 9.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือ 3 เปอร์เซ็นต์

สามารถลดต้นทุนรวมลงได้จากเดิม 10,007,660.00 บาทต่อปี ลดลงมาเป็น 9,101,040.00 บาทต่อปี ผลต่าง 906,620.00 บาทต่อปี คิดเป็น 9.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งรวมต้นทุนที่ลดลงของอายุ Model life off ที่เหลือ 3 ปี ได้ 2,719,860 บาท

สามารถลดเวลาในการผลิตชิ้นงาน 1) GRILLE RAD จากเดิมผลิตชิ้นงานได้ 452 ชิ้นต่อวัน เป็นชิ้นงานดี 431 ชิ้นต่อวัน ชิ้นงานเสีย 21 ชิ้นต่อวัน และแบบใหม่ผลิตชิ้นงานได้ 707 ชิ้นต่อ

วัน เป็นชิ้นงานดี 687 ชิ้นต่อวัน ชิ้นงานเสีย 20 ชิ้นต่อวัน โดยสามารถผลิตชิ้นงานเพิ่มได้ 255 ชิ้นต่อวัน คิดเป็น 56.42 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถลดชิ้นงานเสียจาก 5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 3 เปอร์เซ็นต์ ลดลงต่างกัน 2 เปอร์เซ็นต์ 2) GRILLE-F, UP จากเดิมผลิตชิ้นงานได้ 227 ชิ้นต่อวัน เป็นชิ้นงานดี 181 ชิ้นต่อวัน ชิ้นงานเสีย 46 ชิ้นต่อวัน และแบบใหม่ผลิตชิ้นงานได้ 346 ชิ้นต่อวัน เป็นชิ้นงานดี 313 ชิ้นต่อวัน ชิ้นงานเสีย 33 ชิ้นต่อวัน โดยสามารถผลิตชิ้นงานเพิ่มได้ 119 ชิ้นต่อวัน คิดเป็น 54.42 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถลดชิ้นงานเสียจาก 25 เปอร์เซ็นต์ เป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ลดลงต่างกัน 15 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะ

1. การทำการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดลองและปรับปรุงกระบวนการผลิตเพียง 1 กระบวนการผลิตและชิ้นงานเพียง 1 รุ่นและ 1 ลูกค้าเท่านั้น ยังมีผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้แนวทางในการปรับปรุงเดียวกันกับชิ้นงานนี้ ซึ่งควรจะมีการทดลองและปรับปรุงในกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ต่อไป เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มอัตราการผลิตให้บริษัทมีผลกำไรที่มากขึ้น

2. การประยุกต์ใช้เทคนิคทางวิศวกรรมคุณค่าเพื่อลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มอัตราการผลิต ควรที่จะต้องขยายผลนำไปใช้กับบริษัทในเครือและให้ได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหาร เนื่องจากในการทำการวิจัยจะต้องมีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลและรวมถึงอาจจะต้องได้รับการสนับสนุนในส่วนของด้านเงินลงทุน

3. ในการประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่าการลดต้นทุนกระบวนการผลิตชิ้นส่วนกระจังหน้ารถยนต์ในกระบวนการพ่นสีมีข้อจำกัดในเรื่องของการออกแบบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์เป็นลิขสิทธิ์ของลูกค้าจะต้องดำเนินการตามขั้นตอนข้อกำหนดของลูกค้าและดำเนินการไปด้วยความละเอียดรอบคอบ

บรรณานุกรม

จิรายุ จิตเจือจุน. (2555). *การบูรณาการของวิศวกรรมคุณค่าและซิกซ์ ซิกม่า สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยวุฒิ อัมราลิขิต. (2555). *การประยุกต์เทคนิควิศวกรรมคุณค่าสำหรับบรรจุภัณฑ์ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตท่อไอเสียรถยนต์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

ณธพล พงษ์สำราญกุล. (2550). *การลดต้นทุนในโซ่อุปทานการผลิตสลักเกลียวและแป้นเกลียวโดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ. (2544). *การวางแผนและวิเคราะห์โครงการ*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา.

พงษ์ศักดิ์ บุญธรรมกุล. (2543). *เคาะพ่นสีรถยนต์*.พิมพ์ครั้งที่ 3.กรุงเทพฯ: เอ็มแอนด์อี.

ศศิวิมล มีอำพล. (2546). *การบัญชีเพื่อการจัดการ*.(พิมพ์ครั้งที่ 9).กรุงเทพฯ: อินโฟไมนิ่ง.

สถาบันไทย-เยอรมัน. (2545). *เทคโนโลยีแม่พิมพ์พลาสติก* กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์สถาบันไทย-เยอรมัน.

สิทธิชัย ธานี. (2553). *การลดต้นทุนของชิ้นส่วนแผ่นกันโคลนสำหรับชิ้นส่วนรถยนต์ โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า*, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม ระบบการผลิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สุภโชค ต้นพิชัย. (2548). *พอลิเมอร์ผสมจากผงพอลิโพรพิลีนและขวดเพตที่ใช้แล้วที่บดด้วยเทคนิคพัลเวอไรเซชัน*, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ ประยุกต์และเทคโนโลยี, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิชาต วงศ์สืบสกุล. (2550). *การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดความสูญเปล่าของกระบวนการพ่นสี* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อัมพิกา ไกรฤทธิ์. (2540). *วิศวกรรมคุณค่า Value Engineering เทคนิคการลดต้นทุนอย่างมีระบบ*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.