การปรับปรุงและพัฒนากระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิคลีนและไคเซ็น: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมลิฟต์

นายอริยะ เสมอวงษ์

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาการจัดการงานวิศวกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบงานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ อริยะ เสมอวงษ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา)

คณะกรรมการสอบงานนิพนธ์

.....ประธาน
(ดร. ปราโมทย์ ลายประดิษฐ์)

.....กรรมการ
(ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา)

.....กรรมการ
(ดร. จักรวาล คุณะดิลก)

คณะวิศวกรรมศาสตร์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ดร. อาณัติ ดีพัฒนา)
วันที่ 26 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2561

กิตติกรรมประกาศ

งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ดร.ฤฎูวัลย์ จันทรสา อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและทุ่มเทของอาจารย์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร. ปราโมทย์ ลายประดิษฐ์ ดร. จักรวาล คุณะดิลก และ ดร. สัญญา ยิ้มศิริ คณะกรรมการสอบงานนิพนธ์และประธานคณะกรรมการสอบงานนิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานนิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ดร. เกษม บุญน้อยกอ ผู้จัดการส่วนวิศวกรรมออกแบบลิฟต์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้องสำหรับงานนิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณบริษัทลิฟต์กรณีศึกษา และคุณกัลยา สารีพิมพ์ คุณสุภาพรรณ เพ็ชรยิ้ม ทีมงานออกแบบจากแผนกออกแบบความสวยงาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลและความร่วมมือเป็นอย่างดีทำให้งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณภรรยา ที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยให้เกิดความมุมานะในการทำงานวิจัยให้สำเร็จลงได้ด้วยดี

คุณค่าอันพึงมีที่ได้รับจากงานนิพนธ์เล่มนี้ ส่วนหนึ่งขออุทิศแด่บิดา นริศ เสมอวงษ์ ที่ไม่ได้อยู่ชื่นชมความสำเร็จของผู้วิจัยในวันนี้ อีกส่วนหนึ่งผู้วิจัยขอมอบให้เป็นเครื่องบูชาพระคุณของมารดา รจศุคนย์ สามก๊ก ซึ่งเป็นผู้ให้กำเนิดที่ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จมาจนบัดนี้ และขอขอบพระคุณป้า นงลักษณ์ เสมอวงษ์ ผู้เป็นปฐมเหตุแห่งโอกาสทางการศึกษาของผู้วิจัยมาถึงระดับการศึกษานี้ ตลอดจนบูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตจนถึงปัจจุบัน สำหรับข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับ และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษาเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

อริยะ เสมอวงษ์

59910271: สาขาวิชา: การจัดการงานวิศวกรรม; วศ.ม. (การจัดการงานวิศวกรรม)
คำสำคัญ: ลีน/ ไคเซ็น/ ความสูญเปล่า/ กระบวนการออกแบบ/ ลิฟต์

อริย เสมอวงษ์: การปรับปรุงและพัฒนากระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิคลีนและไคเซ็น:กรณีศึกษาอุตสาหกรรมลิฟต์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ (IMPROVEMENT AND DEVELOPMENT OF PRODUCT DESIGN PROCESS USING LEAN AND KAIZEN: CASE STUDY OF ELEVATOR INDUSTRY) คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์: ฤฎูวัลย์ จันทรสา, Ph.D., 86 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการออกแบบลิฟต์ให้มีความสูญเปล่าที่ลดลงโดยประยุกต์หลักการลีนและไคเซ็น การวิจัยได้ดำเนินงานตามวงจรคุณภาพ PDCA เริ่มต้นจากขั้นตอนการวางแผนงาน (Plan) ซึ่งได้ศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์และกระบวนการออกแบบลิฟต์ของบริษัทกรณีศึกษา แล้วคัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ลิฟต์ที่เป็นการออกแบบพิเศษ ได้แก่ Class C, D และ E จากนั้นได้วิเคราะห์ด้วยความสูญเปล่าในกระบวนการออกแบบ และวิเคราะห์ขั้นตอนที่สร้างคุณค่าและไม่สร้างคุณค่า ซึ่งพบ 2 ขั้นตอน ที่ควรปรับปรุง ได้แก่ 1) ขั้นตอนการคำนวณตัวแปรในการออกแบบซึ่งเป็นขั้นตอนที่ไม่สร้างคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำและเกิดความสูญเปล่าจากการใช้คนไม่เหมาะกับงาน และ 2) ขั้นตอนการใช้แผ่นตรวจสอบ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ไม่สร้างคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ และพบความสูญเปล่าจากการใช้แผ่นตรวจสอบที่ซ้ำซ้อนกัน 2 ขั้นตอน จากนั้นจึงปฏิบัติตามแผน (Do) โดยการนำเสนอการปรับปรุงด้วยวิธีการใหม่ตามแนวทางไคเซ็น คือ การวิเคราะห์ ECRS และการใช้โปรแกรม Microsoft Excel VBA ในการปรับปรุงกระบวนการออกแบบ แล้วจึงทำการประเมินผล (Check) ซึ่งพบว่าการปรับปรุงโปรแกรมคำนวณตัวแปรสำหรับงานออกพิเศษ Class C สามารถลดเวลาได้ 40.81% และงานออกแบบพิเศษ Class D, E สามารถลดเวลาได้ 34.20% การปรับปรุงการใช้แผ่นตรวจสอบสามารถขจัดกระบวนการที่สูญเปล่าลง 2 ขั้นตอนจากทั้งหมด 16 ขั้นตอน ให้เหลือ 14 ขั้นตอนได้ สำหรับขั้นสุดท้ายของงานวิจัย คือ การดำเนินการ (Action) ให้เหมาะสมได้จัดทำมาตรฐานสำหรับกระบวนการใหม่ที่ได้ปรับปรุงไป

59910271: MAJOR: ENGINEERING MANAGEMENT; M.Eng. (ENGINEERING MANAGEMENT)
KEYWORDS: LEAN/ KAIZEN/ WATSE/ DESIGN PROCESS/ ELEVATOR

ARIYA SAMERWONG: IMPROVEMENT AND DEVELOPMENT OF PRODUCT DESIGN PROCESS USING LEAN AND KAIZEN: CASE STUDY OF ELEVATOR INDUSTRY. ADVISORY COMMITTEE: RUEPHUWAN CHANTRASA, Ph.D., 86 P. 2017.

The objective of this reseach is to improve the design process for the elevators by waste reduction using concepts of Lean and Kaizen. The research applied quality circle PDCA as a research methodology. The first step was the Plan phase (P) in which elevator products and design processes of the case study company were studied. Next, the elevator products which had special designs were selected to be studied, which were products class C, D, and E. Then, each step of the design processes was analyzed for its wastes and value creation as value-added or non-value added activities. This study found 2 steps that need to be improved. The first one was the step of design variable calculation which was identified as non-value added but necessary and waste of inappropriate assignment between operator and work. Another one was the step of the design checksheet usage which was identified as non-value added and unnecessary and waste of 2 steps redundant worksheets. In the Do phase (D), the improved design processes were determined and implemented using ECRS technique of Kaizen, as well as Microsoft Excel VBA. Performing the Check phase (C), it was found that time used for calculating design variables was reduced by 40.81%, and 34.0% for the class C and class D, E of the elevators, respectively. Moerover, rearranging the design checksheet, the overall steps of the design processes were reduced by 2 steps, from 16 steps to 14 steps. In the final phase, which was Action (A), the improved elevator design process was established as the standardized design process for the company.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 4

ขอบเขตของงานวิจัย 4

2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

กระบวนการโดยทั่วไปของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ 5

กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ 7

แนวคิดทางด้านการผลิตแบบลีน 11

กุญแจสู่ความสำเร็จสำหรับแนวคิดแบบลีน 15

ความหมายและแนวคิดในการปรังปรุงงานแบบไคเซ็น 20

เทคนิควิธีการปฏิบัติและการติดตามผลของไคเซ็น 21

เทคนิคการคิดหาวิธีปรับปรุงงาน 23

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 27

3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 30

ศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์ลิฟต์บริษัทกรณีศึกษา 32

ศึกษากระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ลิฟต์ 39

คัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา 43

วิเคราะห์ปัญหาการออกแบบเบื้องต้น 51

วิเคราะห์ความสูญเปล่า 53

วิเคราะห์ขั้นตอนสร้างคุณค่าและไม่สร้างคุณค่า 56

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

กำหนดแนวทางการปรับปรุง 58

4 ผลการดำเนินงานวิจัย 61

การปรับปรุงด้วยวิธีการใหม่ 62

ประเมินผลการปรับปรุง 78

จัดทำให้เป็นมาตรฐาน 83

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 85

สรุปผลการวิจัย 85

อภิปรายผล 86

ข้อเสนอแนะ 87

บรรณานุกรม 88

ประวัติย่อของผู้วิจัย 90

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	ความพึงพอใจโดยรวมของลูกค้า	2
1-2	ระยะเวลาการผลิตของลิฟต์	2
3-1	ขั้นตอนการวิจัย	30
3-2	กระบวนการออกแบบของนักออกแบบ	40
3-3	การจำแนก Class ตามความยากจากงานออกแบบ	43
3-4	ข้อมูลการจับเวลางานออกแบบพิเศษ Class C	45
3-5	ข้อมูลการจับเวลางานออกแบบพิเศษ Class D และ Class E	46
3-6	การจัดลำดับความสำคัญของงานออกแบบพิเศษ Class C	48
3-7	การจัดลำดับความสำคัญของงานออกแบบพิเศษ Class D และ Class E	49
3-8	ตัวอย่างข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์ที่ลูกค้าต้องการ	51
3-9	รายการข้อสังเกตทั่วไปที่ลูกค้าระบุ	52
3-10	การจำแนกกระบวนการออกแบบความสูญเปล่า 8 ประการ	54
3-11	การจำแนกกระบวนการออกแบบจาก Value added, Necessary non-value added และ Non value added	57
3-12	สรุปการวิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้นด้วยหลักการ ECRS	59
3-13	ผลจากการคัดเลือกกระบวนการที่จะปรับปรุง	60
4-1	ข้อมูลการจับเวลางานออกแบบพิเศษ Class C หลังปรับปรุง	79
4-2	ข้อมูลการจับเวลางานออกแบบพิเศษ Class D และ Class E หลังปรับปรุง	80
4-3	การเปรียบเทียบเวลาก่อนหลังการออกแบบ Class C (ปรับปรุงการคำนวณตัวแปร)	81
4-4	การเปรียบเทียบเวลาก่อนหลังการออกแบบ Class D และ Class E (ปรับปรุงการคำนวณตัวแปร)	82
4-5	การเปรียบเทียบเวลาก่อนหลังการออกแบบ Class C (ปรับปรุงแผ่นตรวจสอบ)	82
4-6	การเปรียบเทียบเวลาก่อนหลังการออกแบบ Class D และ Class E (ปรับปรุงแผ่นตรวจสอบ)	83
4-7	กระบวนการออกแบบของแผนกความสวยงามใหม่	84

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	กระบวนการโดยทั่วไปของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ 6 ขั้นตอน	5
2-2	กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ 8 ขั้นตอน	7
2-3	ความสูญเปล่า 8 ประการ	16
2-4	ไคเซ็นในภาษาญี่ปุ่น	21
2-5	วงจรการควบคุมคุณภาพ PDCA	21
2-6	หลักการปรับปรุงงานด้วย ECRS	23
2-7	หลักการพาเรโต	25
2-8	แผนภูมิพาเรโต	26
3-1	ลักษณะโครงสร้างทางกล-ด้านช่องอาคารของลิฟต์	33
3-2	ลักษณะด้านความสวยงามภายนอก-ด้านอาคาร	34
3-3	ลักษณะของลิฟต์ 1 ประตูทางเข้า 1 ประตูทางออก	35
3-4	ลักษณะของลิฟต์ 1 ประตูทางเข้า 2 ประตูทางออก	36
3-5	ลักษณะของลิฟต์ 2 ประตูทางเข้า 2 ประตูทางออก	37
3-6	ลักษณะด้านความสวยงามภายในห้องโดยสารด้านหน้าและด้านข้าง	37
3-7	ลักษณะด้านความสวยงามภายในห้องโดยสารด้านหลัง	38
3-8	กราฟพาเรโตแสดงเวลาของงานออกแบบพิเศษ Class C	50
3-9	กราฟพาเรโตแสดงเวลาของงานออกแบบพิเศษ Class D และ Class E	50
3-10	ตัวอย่างลิฟต์ตามมาตรฐานจากมุมมองด้านบน (Top view)	52
3-11	ตัวอย่างลิฟต์ที่ลูกค้าต้องการจากมุมมองด้านบน (Top view)	53
4-1	ตัวอย่างแบบชิ้นงานก่อนการคำนวณ	62
4-2	ตัวอย่างแบบชิ้นงานหลังการแทนค่าตัวแปร	63
4-3	แผนภูมิการไหลของโปรแกรมหลัก	64
4-4	ข้อความแจ้งเตือนไฟล์ HYOU	65
4-5	รูปแบบไฟล์ HYOU	65
4-6	ชุดคำสั่งเปิดไฟล์ HYOU เพื่อการแสดงผลใน Excel	66
4-7	การแสดงรายการชิ้นส่วน	66

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-8	การแจ้งเตือน Error หลังจากการคำนวณ	67
4-9	แผนภูมิการไหลของโปรแกรมรอง Next level	68
4-10	รูปร่างของของโปรแกรมรอง Next level	68
4-11	แผ่นตรวจสอบทั่วไปก่อนปรับปรุง	70
4-12	แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน ก่อนปรับปรุง	71
4-13	แผ่นตรวจสอบหลังปรับปรุง	73
4-14	การระบุลักษณะห้องโดยสาร สำหรับทางเข้าออก 2 ด้าน ก่อนการปรับปรุง	74
4-15	การระบุลักษณะห้องโดยสาร สำหรับทางเข้าออก 2 ด้าน หลังการปรับปรุง	75
4-16	การระบุลักษณะโครงสร้างช่องอาคารสำหรับทางเข้าออก 2 ด้านก่อนการปรับปรุง	75
4-17	การระบุลักษณะโครงสร้างช่องอาคารสำหรับทางเข้าออก 2 ด้านหลังการปรับปรุง	76
4-18	การตรวจสอบทั่วไปหลังออกแบบ ก่อนปรับปรุง	77
4-19	การตรวจสอบทั่วไปทางเข้าออก 2 ด้านออกแบบ ก่อนปรับปรุง	77
4-20	การตรวจสอบ หลังปรับปรุง	78

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ลิฟต์เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อำนวยความสะดวกและช่วยเพิ่มความรวดเร็วให้กับผู้โดยสารในการเดินทางระหว่างชั้นต่าง ๆ ภายในอาคาร สำนักงาน โรงแรม หรือห้างสรรพสินค้า ลิฟต์ที่ผลิตและใช้ในแต่ละอาคารจะมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันตามโครงสร้างของอาคารและความต้องการของลูกค้าแต่ละราย ซึ่งอุตสาหกรรมการผลิตลิฟต์จะมีลักษณะเป็นการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า มีรูปแบบและข้อกำหนดเชิงเทคนิค ข้อกำหนดทางกฎหมายของแต่ละประเทศตลอดจนข้อกำหนดด้านความปลอดภัยที่แตกต่างกัน ระบบการผลิตลิฟต์จึงไม่สามารถผลิตลิฟต์ไว้ล่วงหน้าก่อนได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า ดังนั้นผู้ผลิตลิฟต์ต้องมีความสามารถและความชำนาญเฉพาะด้าน เพื่อออกแบบและผลิตลิฟต์ตามคำสั่งซื้อของลูกค้าต้องการได้อย่างทันที

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทผู้ผลิตลิฟต์โดยสารมีกำลังการผลิตประมาณ 12,000 ตัวต่อปี โดยลิฟต์ของบริษัทได้มีการจัดจำหน่ายไปทั่วโลก ปัจจุบันบริษัทมีส่วนแบ่งการตลาดประมาณ 10% ในตลาดโลก สำหรับตลาดในประเทศไทยถือเป็นผู้นำในธุรกิจลิฟต์ โดยในปี 2016 ที่ผ่านมาสามารถจำหน่ายลิฟต์ได้มากกว่า 1,700 ตัว โดยบริษัทให้ความสำคัญกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในทุก ๆ การเคลื่อนไหวที่นุ่มนวล ปลอดภัยและสะดวกสบาย

การบริการ คือ หัวใจของการดำเนินธุรกิจ บริษัทตระหนักและให้ความสำคัญในการดูแลผลิตภัณฑ์หลังการขายให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานโดยคำนึงถึงหลักคุณภาพและความปลอดภัยสูงสุด ดังนั้นบริษัทจึงได้ออกแบบสำรวจความพึงพอใจของลูกค้า เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยสอบถามลูกค้าในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออก กลุ่มประเทศอาเซียน กลุ่มประเทศตะวันออกกลาง กลุ่มประเทศเอเชียใต้และประเทศไทย สอบถามตัวแทนจำหน่ายและติดตั้งจำนวน 72 ประเทศ โดยสอบถามในด้านคุณภาพ ด้านความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ ด้านการบรรจุผลิตภัณฑ์และระยะเวลาการส่งมอบของผลิตภัณฑ์ โดยให้ลูกค้าประเมินคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ เกณฑ์การให้คะแนนสูงสุด 5 คะแนนและน้อยที่สุด 1 คะแนน ตามลำดับ ดังสรุปเป็นตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 ผลสำรวจความพึงพอใจโดยรวมของลูกค้า

ปี	ผลิตภัณฑ์	การบรรจุผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาการส่งมอบ
2014	4.16	3.76	2.91
2015	4.25	3.52	3.33
2016	4.21	4.00	3.20

ผลตอบรับของลูกค้าจากปี 2016 ล่าสุด พบว่า หัวข้อที่ได้รับคะแนนน้อยที่สุดจากการสำรวจ คือ หัวข้อระยะเวลาการส่งมอบได้คะแนนอยู่ที่ 3.20 คะแนน และหัวข้อที่ลูกค้าพึงพอใจมากสุด คือ เรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้คะแนนความพึงพอใจจากลูกค้าถึง 4.21 คะแนน

ตารางที่ 1-2 ระยะเวลาการผลิตของลิฟต์

เพื่อรักษาให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจในระดับสูงต่อผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง บริษัทได้พิจารณาหัวข้อระยะเวลาการส่งมอบที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจของลูกค้าสูงสุด โดยเริ่มต้นศึกษาช่วงเวลาของกระบวนการออกแบบและการผลิตจนถึงการส่งมอบให้ลูกค้า โดยมีระยะเวลาในแต่ละกระบวนการ ดังตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-2 ระยะเวลาการผลิตของลิฟต์

ระดับความยากของลิฟต์ / ระยะเวลา (วัน)	Class A, B	Class C	Class D	Class E
การยืนยันข้อกำหนดทางเทคนิค	5	5	5	5
การออกแบบ	10	15	25	25
การวางแผนการผลิต	5	5	5	5
กระบวนการผลิต	20	20	20	20
การตรวจสอบคุณภาพ	5	5	5	5
การส่งมอบ	10	10	10	10
ระยะเวลารวมของการผลิตลิฟต์	55	60	70	70

จากตารางระยะเวลาการผลิตจะเห็นได้ว่าการผลิตลิฟต์ 1 ตัว จะใช้เวลาน้อยที่สุดจาก Class A และ Class B คือ 55 วัน ใช้ระยะเวลามากสุดจาก Class D และ Class E คือ 70 วัน โดยใช้เวลายืนยันข้อกำหนดเชิงเทคนิค 5 วัน การออกแบบ 10–25 วัน ระยะเวลาการวางแผนการผลิต 5 วัน ระยะเวลากระบวนการผลิต 20 วัน ระยะเวลาการควบคุมคุณภาพ 5 วัน และใช้เวลาการส่งมอบสินค้า 10 วัน โดยระยะเวลารวมของการผลิตจะเพิ่มขึ้นตามเวลาของการออกแบบ

จากความหลากหลายของลูกค้าที่ต้องการลักษณะของลิฟต์ที่แตกต่างกัน โครงสร้างของอาคารที่แตกต่างกัน ความแตกต่างทางด้านกฎหมาย ตลอดจนความสวยงามของลิฟต์ที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดข้อกำหนดของขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อสร้างคุณค่าให้กับลูกค้า และขั้นตอนการออกแบบให้มีความสอดคล้องกับความต้องการลูกค้า เพื่อตอบสนองต่อความต้องการในทุก ๆ ด้าน และขั้นตอนเหล่านั้นที่สร้างตามความต้องการของลูกค้าได้กลายเป็นความสูญเปล่าไป โดยคุณค่าของลิฟต์ที่ลูกค้าต้องการ จะประกอบไปด้วยขนาดของลิฟต์ที่ลูกค้าต้องการ ผนังหรือหลังคาห้องโดยสารที่ใช้วัสดุที่ลูกค้าต้องการ ตำแหน่งหรือระยะติดตั้งตามที่ลูกค้าต้องการ ฟังก์ชั่นการใช้งานครบตามกำหนด สินค้าส่งมอบถึงลูกค้าตามระยะเวลาที่กำหนด ผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานมีความปลอดภัยสูง หรือราคาที่เหมาะสมอย่างคุ้มค่า เป็นต้น อย่างไรก็ตามหากการสร้างหรือผลิตคุณค่าออกมาแล้วไม่ได้ตรงตามที่ลูกค้าต้องการ นั่นแสดงให้เห็นว่าเกิดความสูญเปล่าเกิดขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้านักออกแบบสร้างคุณค่าเกินกว่าที่ลูกค้าต้องการย่อมเกิดการสูญเปล่าเกิดขึ้นด้วยเช่นกัน

จากแนวคิดของลีน (Lean) ที่มุ่งเน้นการขจัดความสูญเปล่าในทุก ๆ กระบวนการทำงาน โดยการจำแนกกระบวนการในการทำงานเป็น 2 ส่วน ได้แก่ กระบวนการที่ทำแล้วเกิดคุณค่า (Value added) และกระบวนการที่ทำแล้วไม่เกิดคุณค่า (Non-value added) ซึ่งแบ่งย่อยได้เป็นไม่เกิดคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ และไม่เกิดคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ โดยหลักแนวคิดลีนจะขจัดกระบวนการที่ไม่เกิดคุณค่าหรือทำให้กระบวนการนั้น ๆ ให้ใช้เวลาน้อยที่สุดด้วยคุณภาพที่สูงสุด โดยใช้หลักการ การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuously improvement) ในทุก ๆ กระบวนการทำงานและการทำให้กระบวนการทำงานง่ายขึ้น ซึ่งอาศัยการพิจารณาจากความสัมพันธ์ในสิ่งรอบ ๆ ตัวและอาศัยการมีส่วนร่วมของพนักงานอย่างเต็มที่

ดังนั้นบริษัทจึงมุ่งเน้นการปรับปรุงกระบวนการออกแบบซึ่งเป็นกระบวนการเริ่มต้นก่อนกระบวนผลิตและเป็นกระบวนการที่มีระยะเวลาแปรผันตามระดับความยากของลิฟต์ โดยการลดความสูญเปล่าในกระบวนการออกแบบลิฟต์และเพิ่มคุณค่าในกระบวนการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจที่มีต่อลูกค้า โดยใช้การประยุกต์แนวคิดลีนและไคเซ็น

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อปรับปรุงกระบวนการออกแบบลิฟต์ให้มีความสูญเปล่าที่ลดลงโดยประยุกต์หลักการลีนและไคเซ็น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการออกแบบลิฟต์เพิ่มขึ้น
2. ลดความสูญเปล่าในกระบวนการออกแบบลิฟต์
3. เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ระบบลีนในกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์
4. สร้างวิสัยทัศน์ให้นักออกแบบมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในทุก ๆ กระบวนการทำงาน

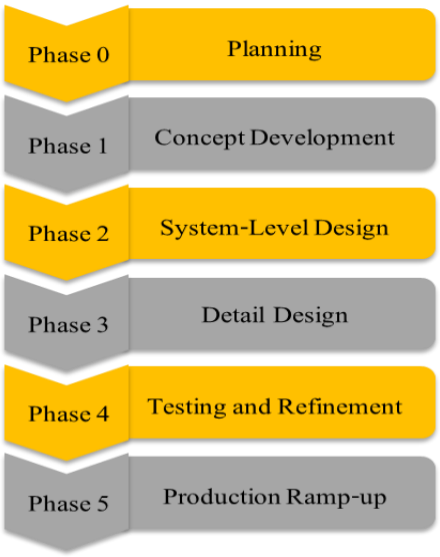
ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษากระบวนการออกแบบลิฟต์ในกลุ่ม Class C Class D และ Class E ซึ่งเป็นการออกแบบพิเศษ
2. ศึกษาประเภทการใช้งานของลิฟต์แบบ ลิฟต์โดยสาร
3. ศึกษากระบวนการออกแบบด้านความสวยงามแบบจากบริษัทผลิตลิฟต์
4. ศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวกับวิธีการ ขั้นตอน กระบวนการผลิต ทรัพยากร และเวลาในแต่ละขั้นตอนการออกแบบ

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการโดยทั่วไปของการพัฒนาผลิตภัณฑ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปของผู้บริโภค เป็นตัวผลักดันให้เกิดการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิมหรือสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่เกิดขึ้น เมื่อตลาดเกิดการแข่งขันสูงขึ้นบริษัทผู้ผลิตต้องปรับตัวเพื่อรักษาส่วนครอบครองตลาดไว้ โดยการขยายเวลาของวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์เดิมหรือเลียนแบบคู่แข่งขัน หรือการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เกิดจากผลิตภัณฑ์เดิมขึ้นมา ดังนั้นขั้นตอนสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั่วไป (Ulrich, 2003) ประกอบด้วย 6 เฟส ดังภาพที่ 2-1 ดังนี้



ภาพที่ 2-1 กระบวนการโดยทั่วไปของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ 6 เฟส

1. เฟสที่ 0: การวางแผน (Planning)

กิจกรรมการวางแผนเรียกว่า "เฟสที่ศูนย์" เนื่องจากเป็นการเริ่มต้นการอนุมัติโครงการและเปิดตัวกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริง เฟสนี้เริ่มต้นด้วยกลยุทธ์ขององค์กร รวมถึงการประเมินด้านการพัฒนาเทคโนโลยีและวัตถุประสงค์ทางการตลาด ผลลัพธ์ของเฟสการวางแผนนี้ คือ พันธกิจของโครงการซึ่งระบุตลาดเป้าหมายสำหรับผลิตภัณฑ์ เป้าหมายทางธุรกิจสมมติฐานที่สำคัญและข้อจำกัดต่าง ๆ

2. เฟสที่ 1: การพัฒนาแนวคิด (Concept development)

ในเฟสการพัฒนาแนวคิดจะมีการระบุความต้องการของตลาดเป้าหมาย เพื่อสร้างการประเมินผลแนวคิดสำหรับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ การเลือกแนวคิดหนึ่งแนวคิดหรือหลายแนวคิดเพื่อพัฒนาและทดสอบต่อไป แนวคิดของผลิตภัณฑ์ คือ รายละเอียดของรูปแบบฟังก์ชันและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยการกำหนดข้อกำหนด การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่สามารถแข่งขันได้และเหตุผลทางเศรษฐกิจของโครงการ

3. เฟสที่ 2: การออกแบบระดับระบบ (System level design)

เฟสการออกแบบระดับระบบ จะรวมไปถึงคำจำกัดความของสถาปัตยกรรมของผลิตภัณฑ์ การแยกส่วน (Decomposition) ของผลิตภัณฑ์ลงในระบบย่อย (Subsystems) และส่วนประกอบโครงร่างสำหรับการประกอบขั้นสุดท้ายของระบบการผลิตมักจะถูกกำหนดไว้ในช่วงนี้เช่นกัน ผลลัพธ์ของเฟสนี้มักมีรูปแบบทางเรขาคณิต (Geometric) ของผลิตภัณฑ์ ข้อกำหนดเฉพาะของแต่ละระบบย่อยของผลิตภัณฑ์ และแผนภาพการไหลของกระบวนการขั้นต้นสำหรับกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย

4. เฟสที่ 3: การออกแบบรายละเอียด (Detail design)

เฟสการออกแบบรายละเอียดประกอบด้วยข้อกำหนดทาง เรขาคณิต (Geometry) วัสดุ (Material) และความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ของชิ้นส่วนทั้งหมดของผลิตภัณฑ์และการระบุส่วนประกอบมาตรฐานทั้งหมดที่ต้องซื้อจากซัพพลายเออร์ มีการสร้างแผนงานและเครื่องมือสำหรับแต่ละส่วนที่จะผลิตขึ้นภายในระบบการผลิต ผลลัพธ์ของเฟสนี้ คือ เอกสารควบคุมสำหรับผลิตภัณฑ์ (Control documentation) แบบของผลิตภัณฑ์ (Drawing) หรือไฟล์คอมพิวเตอร์ที่อธิบายรูปทรงเรขาคณิตของแต่ละส่วนและเครื่องมือการผลิต (Production tooling) ข้อกำหนดของชิ้นส่วนที่ต้องซื้อ แผนการสำหรับการผลิต (Process plans) และการประกอบผลิตภัณฑ์ สองประเด็นสำคัญที่กล่าวถึงในเฟสการออกแบบรายละเอียด คือ ต้นทุนการผลิตและประสิทธิภาพที่ดี

5. เฟสที่ 4: การทดสอบและการปรับแต่ง (Testing and Refinement)

เฟสการทดสอบและการปรับแต่งจะเกี่ยวข้องกับการสร้างและประเมินผลผลิตภัณฑ์รุ่นก่อนการผลิตหลายรูปแบบ

ตัวต้นแบบชนิด Alpha มักสร้างขึ้นโดยมีชิ้นส่วนในการผลิตซึ่งที่เป็นเพียงรูปทรงเรขาคณิต และมีคุณสมบัติทางวัตถุเหมือนกันสำหรับเป็นต้นแบบของผลิตภัณฑ์ แต่ไม่จำเป็นต้องใช้กระบวนการที่เกิดขึ้นจริงในการผลิต ตัวต้นแบบ Alpha จะได้รับการทดสอบเพื่อพิจารณาว่าผลิตภัณฑ์จะทำงานได้ตามที่ได้รับการออกแบบหรือไม่ และผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการที่สำคัญของลูกค้าได้

ตัวต้นแบบ Beta มักจะถูกสร้างขึ้นพร้อมกับชิ้นส่วนที่จัดเตรียมสำหรับกระบวนการผลิตจริงแต่จะยังไม่ประกอบ โดยใช้กระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย ตัวต้นแบบ Beta จะได้รับการประเมินผล และได้รับการทดสอบในสภาพแวดล้อมการใช้งานจริง เป้าหมายของตัวต้นแบบเบต้า คือ การผลลัพธ์เกี่ยวกับประสิทธิภาพ (Performance) และความน่าเชื่อถือ (Reliability) เพื่อระบุการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมที่จำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

6. เฟสที่ 5: การทดลองการผลิต (Production ramp-up)

ในระยะการทดลองการผลิตจะทำโดยใช้ระบบการผลิตที่ต้องการ จุดประสงค์ คือ การฝึกอบรมพนักงานและเพื่อหาแนวทางที่เหลืออยู่ในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในระหว่างการผลิตนี้ บางครั้งจะมีให้กับลูกค้าที่ต้องการและได้รับการประเมินอย่างรอบคอบเพื่อระบุข้อบกพร่องที่เหลืออยู่ การเปลี่ยนจากการผลิตไปสู่การผลิตที่ต่อเนื่องมักจะค่อยเป็นค่อยไป ในบางช่วงของการเปลี่ยนแปลงนี้ผลิตภัณฑ์จะเปิดตัวและพร้อมให้บริการสำหรับการกระจายอย่างกว้างขวาง

กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ สามารถแบ่งออกเป็น 8 เฟส (Kotler & Kevin, 2009) ดังภาพที่ 2-2

ภาพที่ 2-2 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ 8 ขั้นตอน

1. การสร้างแนวความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ (Idea generation) เป็นการค้นหาความคิดต่าง ๆ ที่เป็นไปได้และมองเห็นช่องทางที่จะขายผลิตภัณฑ์นั้น การคิดค้นผลิตภัณฑ์ใหม่แบ่งออกเป็น 2 แหล่งด้วยกัน คือ

1.1 แหล่งภายในองค์กร ได้แก่

1.1.1 พนักงานขาย (Salespersons) ถือเป็นบุคคลที่อยู่ใกล้ชิดกับผู้บริโภค และทราบถึงความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด

1.1.2 ฝ่ายวิจัยและพัฒนา (R&D Specialists) เป็นบุคคลที่ใกล้ชิดกับการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ

1.1.3 ผู้บริหารระดับสูง (Top management) เป็นบุคคลที่ทราบถึง จุดอ่อน จุดแข็งของบริษัท จึงเป็นเหมือนผู้กำหนดทิศทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

1.2 แหล่งภายนอกองค์กร ได้แก่

1.2.1 ลูกค้า (Customers) ถือเป็นแหล่งข้อมูลที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่บริษัทจะเสนอขายนั้นจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องตอบสนองความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก

1.2.2 สมาชิกในช่องทางการจัดจำหน่าย (Channel members) เป็นอีกแหล่งข้อมูลหนึ่งที่ทราบถึงความต้องการของลูกค้า เช่น พ่อค้าส่ง พ่อค้าปลีก ตัวแทนจำหน่าย เป็นต้น

1.2.3 คู่แข่งขัน (Competitors) การเคลื่อนไหวทางการแข่งขัน รวมถึงกลยุทธ์ของคู่แข่งก็เป็นอีกแหล่งข้อมูลหนึ่งที่ช่วยบริษัทในการคิดค้นผลิตภัณฑ์ใหม่

2. การประเมินและคัดเลือกแนวความคิด (Idea screening) หลังจากได้แนวความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่แล้ว ก็จะต้องมีการนำแนวความคิดเหล่านั้นมา ทำการประเมินถึงความเป็นไปได้และคัดเลือกแนวความคิดที่ดีและเหมาะสมที่สุดมาทำการพัฒนาและทดสอบแนวความคิดต่อไป โดยการประเมินและคัดเลือกแนวความคิดจะช่วยลดต้นทุนที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากความคิดที่เป็นไปไม่ได้ การประเมินและคัดเลือกแนวความคิดมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ดังนี้

2.1 การประเมินโอกาสด้านตลาด (Evaluating market opportunity) เป็นการพิจารณาถึงความเป็นไปได้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น ตลาดเป้าหมาย ขนาดของตลาด ยอดขาย ภาวการณ์แข่งขันด้านราคา รายได้ ต้นทุน และกำไร รวมถึงความสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของบริษัทและความสอดคล้องกับทรัพยากรของบริษัท

2.2 เครื่องมือให้คะแนนความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ (Product idea rating devices) เป็นการกลั่นกรองความคิดเห็นด้วยวิธีการให้คะแนน โดยพิจารณาจากปัจจัยทางด้านต่าง ๆ คือ การเงิน กฎหมาย การผลิต วัตถุดิบ การตลาด เครื่องมือเครื่องใช้ เป็นต้น ทางบริษัทจะแสดงความเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ในรูปแบบมาตรฐาน ผ่านการทดสอบจากกรรมการ

3. การพัฒนาและทดสอบแนวความคิด (Concept development and Testing) เมื่อได้แนวความคิดที่ดีและเหมาะสมที่สุดจากขั้นตอนที่สองแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการนำแนวความคิดที่ผ่านการคัดเลือกแล้วนั้นมาพัฒนาให้มีความชัดเจนมากขึ้นและนำไปทดสอบกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายเพื่อวัดความรู้สึกและการยอมรับในผลิตภัณฑ์ตัวใหม่

3.1 การพัฒนาแนวความคิด (Concept development) เป็นความพยายามของบริษัทในการสร้างความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ให้เกิดขึ้นกับผู้บริโภค โดยวิธีการตั้งคำถามให้กับด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ เช่น ใครเป็นผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ คุณค่าของผลิตภัณฑ์คืออะไร โอกาสที่จะใช้ผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ซึ่งคำถามเหล่านี้จะทำให้บริษัทสามารถกำหนดทางเลือกเกี่ยวกับแนวคิดผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม

3.2 การกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์ (Product and Brand positioning) เป็นการพิจารณาถึงลักษณะสินค้าของบริษัทและคู่แข่งขันตามความรู้สึกของผู้บริโภค โดยบริษัทต้องเลือกว่า จุดเด่นของผลิตภัณฑ์คืออะไร เพื่อที่จะนำมากำหนดตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ว่าอยู่ในตำแหน่งใดเมื่อเปรียบเทียบกับคู่แข่ง

3.3 การทดสอบแนวความคิด (Concept testing) เป็นการทดสอบผลิตภัณฑ์กับกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นเป้าหมาย เพื่อหาแนวคิดที่สามารถจูงใจและเป็นที่ต้องการของกลุ่มผู้บริโภคได้ (Kotler, 2007) หรือเป็นการนำความคิดที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้วไปทดสอบกับผู้บริโภคเพื่อดูปฏิกิริยาของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

3.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ร่วมกัน (Conjoint analysis) เป็นการวัดความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดยการวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ร่วมกัน เป็นวิธีการทดสอบความคิดเห็นวิธีหนึ่งโดยผู้วิจัยพัฒนาคุณสมบัติด้านอื่น ๆ ของผลิตภัณฑ์เดิม ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อหาลำดับความต้องการของผู้บริโภค แล้วนำมาปรับปรุงคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ด้านต่าง ๆ มากหรือน้อยตามลำดับความต้องการของผู้บริโภค วิธีนี้จะวัดความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สำหรับทางเลือกต่าง ๆ ผลลัพธ์ที่ได้จะใช้เพื่อพิจารณาลักษณะผลิตภัณฑ์ที่มีความสามารถจูงใจได้สูงสุด ซึ่งจะสามารถพยากรณ์ยอดขายและส่วนครองตลาดได้

4. การพัฒนากลยุทธ์การตลาด (Marketing strategy development) เป็นการพัฒนาเครื่องมือทางการตลาด เพื่อใช้ในการแนะนำผลิตภัณฑ์ใหม่เข้าสู่ตลาด ให้สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดเป้าหมาย ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

4.1 ขนาด โครงสร้าง และพฤติกรรมของตลาดเป้าหมาย (Target market's size, structure and behavior) เป็นการวางแผนกำหนดตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ ยอดขาย (Sales) ส่วนครองตลาด (Market share) และเป้าหมายกำไร (Profit) ในระยะ 2-3 ปีแรก

4.2 การพัฒนากลยุทธ์การตลาด (Marketing strategy) ประกอบด้วย

4.2.1 การกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์ (Product positioning) และกลยุทธ์ด้านผลิตภัณฑ์อื่น (Other product strategies)

4.2.2 กลยุทธ์ด้านราคา (Price strategies)

4.2.3 กลยุทธ์ด้านการจัดจำหน่าย (Distribution strategies)

4.2.4 กลยุทธ์ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion strategies)

4.3 ยอดขายและกำไรตามเป้าหมายและกลยุทธ์ทางการตลาดในระยะยาว (Long-run sales and profit goals and marketing mix strategies) เป็นการวางแผนกิจกรรมทางการตลาดในระยะยาว ซึ่งเป็นกิจกรรมในอนาคตที่จะทำให้บริษัทสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่วางแผนไว้

5. การวิเคราะห์ทางธุรกิจ (Business analysis) เป็นการตรวจสอบยอดขาย ต้นทุน และกำไรจากการวางแผนโครงการสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อค้นหาปัจจัยที่สามารถสร้างความพึงพอใจให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของบริษัท ซึ่งเป็นการประมาณความต้องการของตลาดหรือยอดขาย การประมาณต้นทุนหรือกำไรที่จะเกิดขึ้นจากแนวความคิดผลิตภัณฑ์ใหม่ว่าเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ หากผลลัพธ์ที่ได้เป็นที่น่าพึงพอใจ ผู้บริหารจะนำผลิตภัณฑ์นั้นเข้าสู่ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ต่อไป องค์ประกอบที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่

5.1 การคาดคะเน ยอดขายรวม (Estimating total sales) เป็นการคาดคะเน ยอดขายเพื่อพิจารณาว่าสูงพอที่จะทำให้เกิดกำไรได้หรือไม่

5.2 การคาดคะเน ยอดขายที่ซื้อทดแทน (Estimating replacement) เป็นการประมาณการยอดขายจากการซื้อสินค้าเพื่อทดแทนสินค้าเดิม

5.3 การคาดคะเน ยอดขายที่ซื้อซ้ำ (Estimating repeat sales) สินค้าที่ผู้ซื้อต้องใช้ประจำสม่ำเสมอและคุณค่าต่อหน่วยต่ำถือว่าต้องมีการซื้อซ้ำเกิดขึ้นถ้าอัตราการซื้อซ้ำสูงแสดงให้เห็นว่าผู้ซื้อเกิดความพึงพอใจในสินค้า

6. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product development) เป็นการนำแนวความคิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ผ่านการวิเคราะห์ทางธุรกิจมาวิจัยและพัฒนา โดยการสร้างสินค้าขึ้นมาจำลองแบบทุกอย่างเหมือนของจริง ในขั้นนี้จะใช้เงินลงทุนมากและจะต้องตอบคำถามเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ว่าสามารถเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ได้หรือไม่ และลูกค้าจะยอมรับเพียงใดเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้

7. การทดสอบตลาด (Market testing) เป็นการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้วไปทดสอบกับตลาดเป้าหมาย โดยสินค้าที่นำไปทดสอบต้องมีตราสินค้า มีการบรรจุหีบห่อและกำหนดโปรแกรมการตลาดสำหรับสินค้าดังกล่าวไว้ด้วยวัตถุประสงค์ในการทดสอบตลาด คือ เพื่อจะศึกษาว่าผู้บริโภคและคนกลางมีปฏิกิริยาต่อการใช้สินค้าอย่างไร เป็นการหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ตลอดจนทำให้ทราบถึงขนาดของตลาดถ้าสินค้าเป็นที่ยอมรับในกลุ่มผู้บริโภคที่ทดสอบและขนาดของตลาดจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับขนาดของเงินทุน ความเสี่ยง ระยะเวลาและต้นทุนของการทดสอบ สินค้าใดที่มีการลงทุนสูงจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อลดความเสี่ยง

ในทางตรงกันข้ามถ้าต้องรีบนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดเนื่องจากมีเวลาจำกัด ธุรกิจอาจต้องยอมเสี่ยงกับการที่ผลิตภัณฑ์จะล้มเหลวแทนการสูญเสียโอกาสทางการตลาด

8. การดำเนินธุรกิจ (Commercialization) เป็นการตัดสินใจนำผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาดหลังจากทดสอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งขั้นนี้บริษัทจะใช้ต้นทุนมากที่สุด เพราะต้องผลิตสินค้าเต็มที่และต้องตัดสินใจเกี่ยวกับจำนวนการผลิตที่เหมาะสม ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นแนะนำผลิตภัณฑ์ใหม่ (Introduction stage)

แนวคิดทางด้านการผลิตแบบลีน

แนวคิดแบบลีนในระดับนามธรรม (Abstract level) ที่ไม่ใช่ในระดับรูปธรรม (Concrete level) อย่างการผลิตแบบลีน หรือระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) จะพบว่า ความสูญเปล่าในมุมมองของแนวคิดแบบลีนนั้น กำหนดมาจากลูกค้าและความต้องการของลูกค้า จะเรียกกิจกรรมที่ทำไปแล้วแต่ลูกค้าไม่ต้องการไม่ว่าจะทำมากเกินไปหรือทำน้อยไปว่าเป็น “ความสูญเปล่า (Waste)” และจะไม่เกิดขึ้นถ้าสามารถทำหรือตอบสนองได้พอดีกับความต้องการของลูกค้า นั่นก็คือ หัวใจของแนวคิดการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in time) ซึ่งแสดงออกมาในมุมมองการตอบสนองต่อลูกค้า (วิทยา สุหฤทดำรง, 2552)

ลีน (Lean) ในความหมายนี้ คือ “การเพิ่มคุณค่าของสินค้าหรือบริการในสายตาของลูกค้าโดยการขจัดหรือลดความสูญเปล่าในกระบวนการทำงาน" ในระยะแรกนิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ต่อมามีการดัดแปลงมาใช้ในกระบวนการด้านอื่น ๆ อีก เช่น ด้านการบริการสุขภาพ การก่อสร้าง การศึกษา ด้านการเงิน หน่วยงานราชการ หรือแม้แต่ในกองทัพ (กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร, 2558)

1. ประวัติของระบบการผลิตแบบลีน

การผลิตแบบลีน เป็นแนวคิดที่มีระบบแผนในการระบุและกำจัดความสูญเปล่าหรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าภายในกระแสคุณค่าของกระบวนการ โดยอาศัยการดำเนินการตามความต้องการของลูกค้าด้วยระบบการผลิตแบบดึง (Pull system) ทำให้เกิดสภาพคล่องตัว มีการไหลอย่างต่อเนื่องและทำการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างคุณค่าให้แก่ระบบอยู่เสมอ แนวคิดการผลิตแบบลีน ถูกใช้เป็นเป้าหมายหลักในการกำจัดความสูญเปล่าที่ไม่ช่วยให้เกิดคุณค่าเพิ่ม มุ่งเน้นการระบุคุณค่าในมุมมองของลูกค้า การผลิตแบบลีนจึงเป็นการผลิตที่มีการวางแผน ออกแบบและการจัดการกระบวนการ ระบบทรัพยากร และมาตรฐานต่าง ๆ อย่างเหมาะสม โดยเป็นระบบการผลิตที่มุ่งเน้นการไหลของผลิตภัณฑ์หรืองาน (ฐิติพร มุสิกะนันทน์, 2558)

ระบบการผลิตแบบลีน มีต้นกำเนิดจากไทอิจิ โอโนะ (Taiichi Ohno) คิดระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) ของประเทศญี่ปุ่นขึ้นมา เขาได้เดินทางไปดูงานที่บริษัทผลิตรถยนต์ ฟอร์ด ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา นั่นคือ จุดกำเนินความคิดเรื่องระบบการผลิตแบบโตโยต้า ที่มุ่งเน้นการไหลของงานหลัก (Flow) โดยสิ่งต่าง ๆ ที่ขัดขวางการไหลของงานจะถูกเรียกว่า เป็นความสูญเปล่า (Waste/ Muda) ที่จะต้องกำจัดออกไป โดย เจมส์ วอแม็ก เป็นผู้เรียกระบบการผลิตดังกล่าวว่าเป็นระบบการผลิตแบบลีนและเผยแพร่จนเป็นที่รู้จัก (พฤทธิพงศ์ โพธิวราพรรณ, 2548)

มีหลักการที่สำคัญ คือ การผลิตในจำนวนที่ลูกค้าต้องการ ภายในเวลาที่เหมาะสมและคุณสมบัติตรงกับความต้องการของลูกค้า นอกจากนี้เป้าหมายการผลิตแบบโตโยต้า คือ การผลิตที่มีคุณภาพสูงสุด ต้นทุนต่ำสุดและเวลาตั้งแต่การผลิตจนส่งมอบสั้นที่สุด โดยถือว่าคลังสินค้าเป็นต้นทุน จึงต้องทำการผลิตโดยไม่ให้เหลือคลังสินค้า ระบบการผลิตแบบโตโยต้า ประกอบด้วย การผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time: JIT) และระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ (Autonomation หรือ Jidoka)

2. หลักการพื้นฐานของการผลิตแบบลีน

แนวคิดเรื่องลีน ที่เจมส์ วอแม็ก กล่าวไว้ในหนังสือชื่อ “Lean Thinking” หลักการพื้นฐานของการผลิตแบบลีนมี 5 ประการ คือ การนิยามคุณค่าการวิเคราะห์สายธารคุณค่า การไหลการผลิตแบบดึง/ การผลิตแบบทันเวลาพอดี และความสมบูรณ์แบบ และยังคำนึงถึงการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในแต่ละโครงสร้างหลักตามการหมุนของวงล้อการผลิตแบบลีน

2.1 การนิยามคุณค่า (Value definition) ในหลักการนี้เสนอให้สามารถระบุคุณค่าของผลิตภัณฑ์หรือบริการให้ได้ ว่าคุณค่าของสินค้าที่ผลิตมีคุณค่าอยู่ที่ใด ตรงกับความต้องการของลูกค้าหรือไม่ การระบุว่าสินค้าหรือบริการมีคุณค่าอยู่ที่ใดอาจเปรียบเทียบกับคู่แข่ง (Benchmarking) ก็ได้ และกระบวนการที่ปราศจากการสูญเปล่า (Waste-free) เป็นกระบวนการที่ดำเนินการไปอย่างถูกต้องใช้เวลาและความพยายามที่จะกำจัดความสูญเปล่าออกจากกระบวนการ ดังนั้นกระบวนการที่สร้างคุณค่าจึงเป็นสิ่งสำคัญ แต่จำเป็นต้องมองในมุมของลูกค้า (Customer’s perspective) ไม่ใช้มองจากมุมของผู้ผลิต (Producer’s perspective) ลูกค้าจะเป็นคนสุดท้ายที่กำหนดคุณค่า ด้วยเหตุความสูญเปล่าประเภทหนึ่งของของเสีย (Waste/ Muda) คือ กระบวนการที่ลูกค้าไม่ต้องการ บริษัทที่ผลิตแบบลีน จะดำเนินการเพื่อกำหนดคุณค่าในตัวผลิตภัณฑ์และความสามารถของผลิตภัณฑ์ในการเสนอราคาให้กับลูกค้า การที่สามารถระบุได้ว่าสินค้าหรือบริการที่เป็นผลิตผลขององค์กรมีคุณค่าอย่างไรนั้น นับเป็นบันไดขั้นแรกของแนวคิดลีนซึ่งจะทำให้ลูกค้าเกิด

ความพึงพอใจ อันจะส่งผลต่อการดำเนิน ธุรกิจต่อไปทั้งยังสามารถนำคุณค่าที่ลูกค้าต้องการนั้นมาเป็นแนวทางในการดำเนินการผลิตด้วย

2.2 การวิเคราะห์สายธารคุณค่า (Value stream analysis) หลักการนิยามคุณค่าเป็นพื้นฐานสำคัญ สำหรับการวิเคราะห์สายธารคุณค่า ซึ่งในการวิเคราะห์เริ่มต้นด้วยแผนภาพกระบวนการ (Process mapping) กำหนดแต่ละขั้นตอนตามกระบวนการผลิตซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะมีคำถามว่า “มีคุณค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ตามทรรศนะของลูกค้าหรือไม่” ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีผลต่อการเพิ่มคุณค่าของความสามรถของผลิตภัณฑ์หรือคุณภาพ โดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบให้เป็นภัณฑ์ การกำจัดสิ่งที่ไม่เกิดคุณค่าเพิ่มในกระบวนการซึ่งเป็นสิ่งที่ดีในการเพิ่มคุณค่าและเพิ่มประสิทธิภาพ

แผนภาพกระบวนการสามารถทำได้โดยสร้างแผนภาพการไหลของคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) โดยที่ Value stream คือ กิจกรรมหรืองานทั้งหมด (เป็นสิ่งที่เกิดคุณค่าและไม่เกิดคุณค่าเพิ่ม) ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า ดังนั้น VSM คือ การเขียนแผนภาพแสดงถึงการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลสารสนเทศในการผลิตของกระบวนการต่าง ๆ เพื่อเข้าใจว่าอะไร คือการไหลของคุณค่าของผลิตภัณฑ์แล้วจะพบกับกิจกรรม 3 ประเภทดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนของการสร้างคุณค่าเพิ่มในการไหลและกระบวนการ (Value added flow and activities) เป็นขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เหมาะสมในเรื่องหน้าที่การทำงานของวัตถุดิบ และนำไปสู่กระบวนการสุดท้ายที่ได้ผลิตภัณฑ์

2.2.2 ขั้นตอนของการสร้างซึ่งไม่ก่อให้เกิดคุณค่าแต่จำเป็น (Necessary but non value adding) เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนปัจจุบันของระบบในกระบวนการผลิตที่อาจจะรวมถึงการตรวจสอบ การรอคอย และการขนส่ง

2.2.3 ขั้นตอนของการสร้างซึ่งไม่ก่อให้เกิดคุณค่าและควรจะกำจัดออกทันที (Non-value added flow and activities)

2.3 การไหล (Flow) การทำให้คุณค่าเกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง การทำให้สายการผลิตสามารถปฏิบัติงานได้อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา โดยไม่มีการขัดขวางหรือหยุดการผลิตด้วยเหตุอันใดก็ตาม ให้งานสามารถไหลไปได้อย่างต่อเนื่อง เหมือนเช่น น้ำในแม่น้ำ ซึ่งแม้ว่าระดับน้ำจะลดต่ำลงแต่ก็ยังไหลอยู่เสมอ องค์กรต่าง ๆ ต้องการมุ่งเน้นในเรื่องของการไหลของผลิตภัณฑ์แบบรวดเร็ว (Rapid product flow) โดยการกำจัดอุปสรรคต่าง ๆ ระยะทางที่อยู่ระหว่างแผนกที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ที่ทำให้แผนผังการทำงานของพนักงานและเครื่องมือเกี่ยวกับการผลิตเปลี่ยนแปลงไป

2.4 การผลิตแบบดึง (Pull)/ การผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) แนวคิดแบบลีนสินค้าคงคลังหรือวัสดุคงคลังจะถูกพิจารณาเป็นเรื่องการสูญเปล่า ฉะนั้นการผลิตภัณฑ์ที่ขายไม่ได้จะเป็นการสูญเปล่า เช่นเดียวกัน ดังนั้นการให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงคุณค่าของกระบวนการ คือ การทำการผลิตเมื่อลูกค้ามีความต้องการสินค้านั้นและผลิตแค่เพียงพอกับที่ลูกค้าต้องการ โดยหมายถึง ทั้งลูกค้าภายในและภายนอกเป็นการผลิตที่เข้าใกล้กับลักษณะของการผลิตตามสั่ง (Made to order) ไม่ใช่การผลิตเพื่อเก็บและรอการขาย (Made to stock) ซึ่งการผลิตเพื่อเก็บและรอการขาย ถือเป็นความสูญเปล่าชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นเพราะการอคอย (Waiting) วัตถุประสงค์ของการผลิตแบบทันเวลาพอดี คือ การสร้างความสมดุลของการไหล โดยนำ Takt time มาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดสมดุลของการไหลโดย Takt time นั้นเป็นตัวคำนวณมาตรฐานของคุณค่าบนความต้องการของลูกค้าและเป็นความรวดเร็วที่กำหนดให้ในกระบวนการผลิต ในระบบการผลิตแบบลีน Takt time จึงเป็นเครื่องมือที่เชื่อมระหว่างการผลิตกับลูกค้าและเป็นตัวกำหนดอัตราการผลิต การประเมินสภาพการผลิต การคำนวณแนวทางการทำงาน การพัฒนาเส้นทางสำหรับการเคลื่อนที่ของผลิตภัณฑ์ซึ่งนำไปสู่การค้นหาปัญหาและหาคำตอบที่ต้องการ

2.5 ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) หลังจากที่เข้าใจความต้องการของลูกค้าและเข้าใจในคุณค่าของสินค้าที่ผลิต จัดทำผังของคุณค่า ให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงงานและกำหนดกิจกรรมในการผลิตแล้วต่อมา ก็คือ การพยามยามเพิ่มคุณค่า (Value) ให้กับสินค้าและบริการอย่างเนื่อง รวมถึงการค้นหาความสูญเปล่า (Waste) ให้พบและกำจัดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งก็คือ แนวคิดของ PDCA (Plan-Do-Check-Action) การทำให้ประสบความสำเร็จได้นั้นได้รับผลมาจากการทำงานที่มีประสิทธิภาพ ควรเน้นโอกาสที่จะปรับปรุงในเรื่องของการลดเวลา พื้นที่ ต้นทุน และการลดความผิดพลาดเกี่ยวกับการสร้างผลผลิตและการจัดการซึ่งเป็นผลตอบสนองไปยังความต้องการของลูกค้า โดยทั่วไปองค์ประกอบ 3 ประการที่แนวคิดแบบลีนมุ่งเน้น ได้แก่ ประการแรก บรรลุถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์และกิจกรรมในกระบวนการผลิตซึ่งเป็นกระบวนการเพิ่มคุณค่าในสายตาลูกค้า ประการที่สอง เป็นการวางโครงสร้างระบบการไหลอย่างต่อเนื่อง ระบบคงคลังเป็นศูนย์ การผลิตแบบทันเวลาพอดีของเสียเป็นศูนย์ และประการที่สาม ความสมบูรณ์แบบ คือ การเพิ่มคุณค่ามากที่สุดโดยการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องหรือ Kaizen ดังนั้น การบริหารและการดำเนินงานขั้นต่อไปควรคำนึงถึง การปรับปรุงอย่างเนื่องที่เป็นไปได้

กุญแจสู่ความสำเร็จสำหรับแนวคิดแบบลีน

1. ความสูญเปล่าในการออกแบบ

ตามแนวคิดของลีนการทำความเข้าใจว่าอะไรคือ คุณค่า (Value) และความสูญเปล่า (Waste) ตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ การจัดซื้อวัตถุดิบ การเตรียมการผลิต การผลิต การขาย และการเรียกเก็บเงินซึ่งถือเป็นกิจกรรมโดยปกติขององค์กร สามารถจำแนกตามลักษณะของการเกิดคุณค่าได้ 2 ประเภท (ประดิษฐ์ วงศ์มณีรุ่ง, สมเจตน์ เพิ่มพูนธัญญะ, พรเทพ เหลือทรัพย์สุข, และนพดล อิ่มเอม, 2552)

1.1 กิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (Value Added: VA) กิจกรรมใด ๆ ก็ตามที่มีคุณค่าในการดำเนินงานทั้งข้อมูลและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุดิบ แล้วลูกค้าเห็นว่ากิจกรรมนั้น ๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น กิจกรรมประเภทนี้องค์กรต้องรักษาไว้เพราะสร้างประโยชน์ให้แก่องค์กร เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์ กระบวนการแปรสภาพ เป็นต้น

1.2 กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value Added: NVA) กิจกรรมใด ๆ ก็ตามที่ใช้ทรัพยากร เช่น เวลา พนักงาน เครื่องจักร พื้นที่ เป็นต้น แต่ไม่มีส่วนในการเพิ่มความพึงพอใจแก่ลูกค้า กิจกรรมประเภทนี้จะเกิดความสูญเปล่าและสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

1.2.1 กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำแต่มีความจำเป็นต่อการดำเนินงานขององค์กร คือ กิจกรรมที่ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์หรือบริการมีคุณค่าเพิ่มขึ้น แต่จำเป็นต้องมีในระบบ เช่น การตรวจสอบคุณภาพการออกแบบ เป็นต้น

1.2.2 กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าและไม่สร้างประโยชน์ให้แก่องค์กร คือ กิจกรรมใด ๆ ที่ไม่จำเป็นและไม่สร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้า เช่น การรอคอย การเคลื่อนย้าย เป็นต้น

2. ความสูญเปล่าในสำนักงาน

การทำลีนในสำนักงาน จะต้องระบุ วิเคราะห์ ความไร้ประสิทธิภาพของกระบวนงานโดยการขจัดความสูญเปล่าซึ่ง ความสูญเปล่า (Waste) หมายถึง การทำงานหรือบริการใด ๆ ที่ทำแล้วไม่ได้เกิดคุณค่าต่อลูกค้าและลูกค้าไม่ยินดีจ่ายเงิน เช่น การรอคอย การทำงานซ้ำซ้อน การผิดพลาด ทำในสิ่งที่ลูกค้าไม่ต้องการ หรือการเสียเวลาค้นหาสิ่งของต่าง ๆ เป็นต้น ความสูญเปล่าในสำนักงานมี 8 ประการ (กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร, 2558) ดังภาพที่ 2-3

ภาพที่ 2-3 ความสูญเปล่า 8 ประการ (สิริพงศ์ จึงถาวรรณ, ม.ม.ป.)

2.1 ผลผลิตที่บกพร่อง (Defects) หมายถึง กระบวนงานที่ทำให้เกิดความบกพร่องและกระบวนงานที่ต้องแก้ไขงานชิ้นนั้น (การทำงานให้ถูกต้องในครั้งแรก ดีกว่าต้องมานั่งแก้ไขในภายหลัง) การแก้ไขงานเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นขององค์กร ตัวอย่างเช่น การกรอกข้อมูลผิด การใส่รหัสผิด การกำหนดมาตรฐานผิดพลาด การส่งเอกสารที่ยังไม่เรียบร้อย การทำเอกสารหาย ลงข้อมูลในเอกสารผิด บุคลากรไม่พอเพียงต่อการให้บริการ เป็นต้น

2.2 การผลิตมากเกินไป (Over production) หมายถึง การผลิตก่อนที่จะมีคำสั่งซื้อหรือก่อนมีการร้องขอเป็นความสูญเปล่าที่พบมากที่สุด เช่น การทำเอกสารซ้ำซ้อน การทำรายงานที่ไม่มีใครอ่าน การทำสำเนาเพิ่มการพิมพ์งาน เดิมซ้ำ ส่งอีเมล์เดิมซ้ำ เป็นต้น

2.3 การรอคอย (Waiting) หมายถึง ทุกการรอคอย (รอคอย ผู้คน ลายเซ็น ข่าวสาร ฯลฯ) เป็นสิ่งที่เห็นได้ง่ายและแก้ไขได้ง่าย ตัวอย่างเช่น การลงนามรับรองในเอกสารที่ไม่จำเป็น ต้องพึ่งพาผู้อื่นในการทำงาน การรอคอยข้อมูลข่าวสาร โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างรุ่น ต้องอาศัยทรัพยากรจากต่างกลุ่มงาน เป็นต้น

2.4 ใช้คนไม่คุ้มค่า (Non-utilized Talent) หมายถึง การใช้งานคนได้ไม่เต็มศักยภาพที่เขามีอยู่หรือมอบหมายงานที่เขาไม่ได้ใช้ทักษะ ความรู้ ความสามารถที่จะก่อประโยชน์ในการสร้างคุณค่าให้กับงาน ตัวอย่างเช่น ทำงานไม่ทันกำหนด กระจายงานไม่สมดุล การขาดงานสูง หรือออกจากงานสูง การประเมินทักษะก่อนรับทำงานไม่สมบูรณ์ ไม่มีส่วนร่วมในการพัฒนางาน

2.5 การขนส่ง (Transportation) หมายถึง การขนส่งที่ทำให้ต้องเสียเวลาภายในสำนักงาน ตัวอย่างเช่น การส่งเอกสารที่ไม่ได้ใช้ ภาระการจัดเก็บเอกสารการทำงานมากเกินไป การส่งอีเมล์ในรายชื่อที่ไม่ทันสมัย เป็นต้น

2.6 สินค้าคงคลัง (Inventory) หมายถึง กองงานที่คั่งค้าง การมีสิ่งอุปกรณ์เกินความจำเป็น ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้เสียเวลา หรือเสียพื้นที่โดยเปล่าประโยชน์ เช่น เอกสารรอการลงนาม งานที่รอให้ผู้อื่นทำต่อ เอกสารล้าสมัย อุปกรณ์ล้าสมัย ขาดการอบรมบุคลากรหรือการทดแทนที่ไม่พอเพียง การสั่งซื้ออุปกรณ์มากเกินพอดี เป็นต้น

2.7 การเคลื่อนไหว (Motion) หมายถึง ทุกการเคลื่อนไหว (ผู้คน เอกสาร สื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่ไม่เกิดคุณค่า) เกิดจากการออกแบบสำนักงานที่ไม่ดี อุปกรณ์ที่ล้าสมัยไม่มีประสิทธิภาพ หรือสิ่งอุปกรณ์ที่ไม่พอเพียง อยู่ไกลเกินที่จะใช้อย่างสะดวก ตัวอย่างเช่น การค้นหาเอกสาร การค้นหาไฟล์ในคอมพิวเตอร์ การหาข้อมูลข่าวสารจากหนังสือคู่มือ ถือเอกสารไปยังแผนกอื่น เป็นต้น

2.8 กระบวนงานซ้ำซ้อน (Excess processing) หมายถึง การทำงานซ้ำซ้อนเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าภายนอก หรือลูกค้าภายใน เป็นงานที่ท้าทายที่สุดในการค้นหาความสูญเปล่าในกระบวนงาน ตัวอย่างเช่น การทำรายงานซ้ำซ้อน การกรอกข้อมูลเดิมซ้ำ การเผยแพร่ข้อมูลที่ผิด ๆ การทำเอกสารซ้ำซ้อน การวางแผนงานไม่ดี เป็นต้น

3. ความสูญเปล่าในกระบวนการ

แผนภูมิสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) คือ เครื่องมือที่ใช้เขียนแผนภาพที่แสดงถึงเส้นทางการผลิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งแผนภาพจะแสดงทั้งการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลในการผลิตนั้น มีประโยชน์ในการใช้จำแนกหรือระบุถึงขั้นตอนที่เป็นการเพิ่มคุณค่าและที่ไม่เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ หรือที่เรียกว่า ความสูญเปล่า แล้วจึงหาวิธีการเพื่อทำการกำจัดความสูญเปล่านั้นออกไป ลักษณะของ VSM จะเป็นเครื่องมือง่าย ๆ คือ ใช้เพียงกระดาษกับดินสอเท่านั้นก็ทำให้มองเห็นกิจกรรม และการไหลทั้งหมดในการเคลื่อนย้ายสินค้าตั้งแต่วัตถุดิบจนไปสู่ผู้บริโภคขั้นสุดท้าย ซึ่งเพื่อความสะดวก และง่ายต่อการพิจารณาแผนภาพนั้นได้มีการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวาดแผนภาพนี้ VSM ถือเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการที่จะพยายามผลักดันองค์กรให้เข้าสู่การผลิตแบบลีนก่อนที่จะไปใช้เครื่องมืออื่น ๆ

การไหลของวัตถุดิบและข้อมูลที่ VSM คือ การไหลของวัตถุดิบจะเริ่มมาจากผู้จัดส่งวัตถุดิบ (Supplier) ส่งมาให้โรงงานผู้ผลิตและเมื่อได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแล้วโรงงานผู้ ผลิตจะส่งให้ผู้แทนจำหน่าย (Distributor) เป็นผู้จำหน่ายออกไปจนถึงมือผู้บริโภคขั้นสุดท้าย ในขณะที่การไหลของข้อมูลจะมีทิศทางกลับกันกับการไหลของวัตถุดิบ คือ ผู้แทนจำหน่ายจะได้รับข้อมูล

ความต้องการของลูกค้าโดยตรง และข้อมูลความต้องการนั้นจะถูกใช้ร่วมกันทั้งผู้แทนจำหน่าย โรงงานที่ผลิตและผู้จัดส่งวัตถุดิบ

3.1 การกำหนดความต้องการของลูกค้า (Customer requirement) เนื่องจาก VSM เป็นเครื่องมือในแนวคิดการผลิตแบบลีนซึ่งมุ่งกำจัดความสูญเปล่าต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต เพื่อให้สินค้าหรือบริการนั้นสามารถตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้า ดังนั้นก่อนที่จะเข้าสู่ขั้นตอนในการทำ VSM สิ่งแรกที่จำเป็นต้องคำนึงถึง คือ การสามารถเข้าใจถึงความต้องการของลูกค้าได้อย่างแท้จริงเราจึงจะสามารถตอบสนองความต้องการนั้นได้อย่างถูกต้องจนทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจ การจะเข้าถึงความต้องการของลูกค้าได้อย่างแท้จริงนั้นสามารถทำได้โดยการวิจัยตลาด โดยการสำรวจตลาด การออกแบบสอบถาม รวมไปถึงวิธีการใด ๆ ที่ให้ได้มาซึ่งข้อมูลความต้องการของลูกค้าหรือผู้บริโภคขั้นสุดท้ายอย่างแท้จริง

3.2 กลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product family) ทราบว่าผลิตภัณฑ์ใดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการและมีขั้นตอนการผลิตเป็นอย่างไรแล้ว ก่อนที่จะเริ่มทำการเขียนแผนภาพนั้นถ้าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนแรกมาแล้วมีเพียงชนิดเดียวก็จะสามารถข้ามขั้นตอนนี้ไปสู่ขั้นตอนที่ 3 ได้เลย

3.3 การเขียนแผนภาพสถานการณ์ปัจจุบัน (Current state drawing) เมื่อเลือกผลิตภัณฑ์หรือกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ต้องการได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการวาดแผนภาพกระบวนการผลิตที่แสดงทั้งการไหลของวัตถุดิบ และการไหลของข้อมูลในกระบวนการผลิตที่กำลังดำเนินการอยู่ในปัจจุบันของผลิตภัณฑ์หรือกลุ่มผลิตภัณฑ์นั้น เพื่อทำให้มองเห็นถึง ความสูญเปล่าต่าง ๆ ที่ซ่อนอยู่และหาทางกำจัดความสูญเปล่าเหล่านั้นออกไป แผนภาพที่ได้จากการวาดในขั้นตอนนี้จะเรียกว่า แผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์ปัจจุบัน (Current state mapping) ขั้นตอนการวาดแผนภาพจะแบ่งเป็น External mapping และ Internal mapping (Feld, 2000)

แผนภูมิภายนอก (External mapping) คือ การวาดแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์กร คือ ระหว่างโรงงานผลิตเองกับผู้ส่งวัตถุดิบ (Supplier) และกับลูกค้า (Customer)

แผนภูมิภายใน (Internal mapping) คือ การวาดแผนภาพที่แสดงถึงกิจกรรมในกระบวนการผลิตทั้งหมด ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องเฉพาะภายในองค์กรของเรา โดยที่ผู้วาดจะต้องออกไปสังเกตการณ์ในกระบวนการจริง ๆ เพื่อเก็บรายละเอียดทั้งหมด และการวาดก็จะต้องเริ่มจากการสังเกตที่กระบวนการหลังสุดย้อนกลับไปข้างหน้า คือ จากฝ่ายขนส่งสินค้า (Shipping) ย้อนกลับไปจนถึงการรับวัตถุดิบจากผู้ส่งวัตถุดิบ (Supplier) เหตุผล ก็คือ จะทำให้สามารถเข้าใจการไหลของการผลิตนั้นได้ง่ายกว่า

3.4 การวิเคราะห์คุณค่า (Analysis mapping) เมื่อได้แผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์ปัจจุบันแล้ว จะนำแผนภาพที่ได้นี้มาทำการวิเคราะห์และปรับปรุง โดยใช้หลักการกำจัดความสูญเปล่า ซึ่งไม่ถือว่าเป็นการเพิ่มคุณค่าออกจากระบบ เพื่อให้ได้กระบวนการผลิตใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีขึ้นจากเดิม ซึ่งความสูญเปล่าต่าง ๆ ที่อยู่ภายในกระบวนการผลิตและการไหลนั้น แผนภาพ VSM สามารถแสดงให้เห็นได้จากความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ ได้แก่ การผลิตเกินความจำเป็น (Overproduction) ของคงคลัง (Inventory) การเคลื่อนย้าย (Transportation) กระบวนการผลิตที่ไม่จำเป็นหรือไม่เหมาะสม (Inappropriate processing) ของเสีย (Defect) การรอคอย (Waiting) และการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น (Motion)

3.5 การเขียนแผนภาพสถานการณ์อนาคต (Future state drawing) ขั้นตอนนี้เป็นการวาดแผนภาพกระบวนการผลิตใหม่ที่ถูกปรับปรุง โดยการกำจัดความสูญเปล่าต่าง ๆ ออกไป และปรับปรุงกระบวนการหรือขั้นตอนการผลิตใหม่โดยใช้วิธีการหรือความรู้ต่าง ๆ แล้วจะได้เป็นแผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์อนาคต (Future state mapping) การปรับปรุงนี้ จะทำให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เวลานำเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งจะต้องแสดงไว้ให้เห็นในแผนภาพ เนื่องจากการปรับปรุงแผนภาพกระบวนการผลิตนี้ยังไม่ได้นำมาใช้ในกระบวนการผลิตจริง ดังนั้นบางครั้งอาจใช้การจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วยเพื่อทำให้เห็นค่าต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป

3.6 การนำไปใช้งาน (Implementation)

เมื่อสังเกตได้ว่าค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเช่น ค่าเวลานำ รอบเวลาการผลิต ที่ได้จากแผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์อนาคตมีค่าที่แสดงว่าประสิทธิภาพดีขึ้นจากกระบวนการผลิตแบบเดิม เราก็สามารถนำกระบวนการผลิตใหม่ที่ปรับปรุงแล้วนั้นไปใช้ในกระบวนการผลิตจริงได้ต่อไป แต่ถ้าหากพบว่ายังสามารถปรับปรุงหรือกำจัดความสูญเปล่าในจุดใดได้อีก ก็สามารถทำให้แผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์อนาคตนั้นเปลี่ยนเป็นแผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์ปัจจุบัน

ความหมายและแนวคิดในการปรังปรุงงานแบบไคเซ็น

ไคเซ็น (Kaizen) เป็นคำจากภาษา ญี่ปุ่น แสดงในภาพที่ 2-4 ซึ่งคำว่า “KAI” มีความหมาย คือ ความต่อเนื่อง (Continuous) ส่วนคำว่า “ZEN” มีความหมาย คือ การปรับปรุง (Improvement) ให้ดีขึ้น ดังนั้น ไคเซ็น (Kaizen) จึงให้ความหมายว่า การเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ดีขึ้นหรือการปรับปรุงให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ภาพที่ 2-4 ไคเซ็นในภาษาญี่ปุ่น (หลักการบริหาร, 2557)

การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous improvement) คือ การปรับปรุงเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่เกิดขึ้นจากความพยายามอย่างต่อเนื่อง ค่อยเป็นค่อยไปในการปรับปรุงจากมาตรฐานเดิมที่มีอยู่ให้ดีขึ้นรวมถึงการปรับปรุงการทำงานประจำวันให้ดียิ่งขึ้น การปรับปรุงนี้อาจไม่จำเป็นต้องใช้เทคนิคพิเศษใด ๆ เพียงแต่ใช้สามัญสำนึกของพนักงานทุกคนในองค์กร ตั้งแต่ระดับบน จนถึงระดับล่างในการตรวจสอบงานของตนเองและตั้งใจปฏิบัติงานให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม (บูรณะศักดิ์ มาดหมาย, 2551) ปกติในแต่ละวันเราใช้เวลากับงาน 3 ประเภทนี้

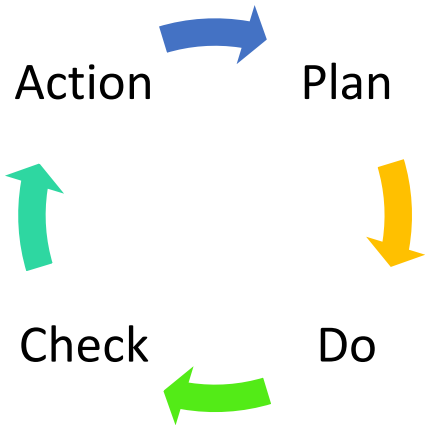
1. งานประเภท A: ทำงานประจำวัน
2. งานประเภท B: ปรับปรุงงาน
3. งานประเภท C: แก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า

ซึ่ง “การปรับปรุงงาน” จะถูกบีบออกไปโดยงาน A และงาน C จึงต้องพยายาม ผลักดันให้ “การปรับปรุงงาน” เป็นส่วนหนึ่งของงานในแต่ละวัน (งานประจำถูกปรับปรุงให้ดีขึ้น) สุดท้ายจะส่งผลให้ “การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า” น้อยลง

ไคเซ็น (Kaizen) เป็นหลักการปฏิบัติที่ส่งเสริมคุณภาพและการเพิ่มผลผลิตมีที่มาจากการปรับปรุงงานในด้านอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ ได้ทุกงานเพราะหลักสำคัญของไคเซ็น คือ การปรับปรุงการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด วิธีการทำงาน แบบที่ทำต่อเนื่องโดยไม่มีวันสิ้นสุด เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต้องใช้นวัตกรรมหรือเทคโนโลยี และไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดด หรือปรับโครงสร้าง (บูรชัย ศิริมหาสาคร, 2560)

เทคนิควิธีการปฏิบัติและการติดตามผลของไคเซ็น

วงจรการควบคุมคุณภาพ หรือ PDCA (Plan-Do-Check-Act) เป็นกิจกรรมพื้นฐานในการพัฒนาประสิทธิภาพและคุณภาพของการดำเนินงาน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ วางแผน ปฏิบัติ ตรวจสอบ และปรับปรุงการดำเนินกิจกรรม ส่งผลให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพเพิ่มขึ้น วงจร PDCA นี้ได้พัฒนาขึ้นโดย ดร.ชิวฮาร์ท (Walter Shewhart) ต่อมา ดร.เดมมิ่ง (W.Edwards Deming) ได้นำมาเผยแพร่จนเป็นที่รู้จักกัน (บูรณะศักดิ์ มาดหมาย, 2551) และสามารถนำมาพิจารณานำไปสู่แนวทางปฏิบัติของไคเซ็น (Kaizen) ดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 วงจรการควบคุมคุณภาพ PDCA

1. การร่วมวางแผน (Plan: P)

เป็นส่วนประกอบของวงจรที่มีความสำคัญ เนื่องจากการวางแผนเป็นจุดเริ่มต้นของงานและเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การทำงานในส่วนอื่น เป็นไปอย่างมีประสิทธิผล การวางแผนในวงจร เดมมิ่ง เป็นการหาองค์ประกอบของปัญหา โดยวิธีการระดมความคิด การหาสาเหตุของปัญหา การหาวิธีการแก้ปัญหา การจัดทำตารางการปฏิบัติงาน การกำหนดวิธีดำเนินการ การกำหนดวิธีการตรวจสอบ และประเมินผล ในขั้นตอนนี้ มีการดำเนินการดังนี้

1.1 ตระหนักและกำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไขหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยสมาชิกแต่ละคนร่วมมือและประสานกันอย่างใกล้ชิด ในการระบุปัญหาที่เกิดขึ้น ในการดำเนินงานเพื่อที่จะร่วมกันทำการศึกษาและวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขต่อไป

1.2 เก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์และตรวจสอบการดำเนินงาน หรือหาสาเหตุ ของปัญหา เพื่อใช้ในการปรับปรุง หรือแก้ ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งควรจะวางแผนและดำเนินการเก็บข้อมูลให้เป็นระบบระเบียบ เข้าใจง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน เช่น ตาราง ตรวจสอบ แผนภูมิ แผนภาพ หรือแบบสอบถาม เป็นต้น

1.3 อธิบายปัญหาและกำหนดทางเลือก วิเคราะห์ปัญหา เพื่อใช้กำหนดสาเหตุ ของความบกพร่อง ตลอดจนแสดงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งนิยมใช้วิธีการเขียนและวิเคราะห์แผนภูมิ หรือแผนภาพ เช่น แผนภูมิก้างปลา แผนภูมิพาเรโต และแผนภูมิการควบคุม เป็นต้น เพื่อให้สมาชิกทุกคน ในทีมงานคุณภาพเกิดความเข้าใจในสาเหตุและปัญหาอย่างชัดเจน แล้วร่วมกันระดมความคิด ในการแก้ปัญหา โดยสร้างทางเลือกต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ ในการตัดสินใจแก้ปัญหา เพื่อมาทำการวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกที่เหมาะสมที่สุดมาดำเนินงาน

2. การร่วมปฏิบัติตามแผน (Do: D)

เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ในตาราง การปฏิบัติงาน ทั้งนี้ สมาชิกกลุ่มต้องมีความเข้าใจถึงความสำคัญและความจำเป็นในแผนนั้น ๆ ความสำเร็จของการนำแผนมาปฏิบัติต้องอาศัยการทำงานด้วยความร่วมมือเป็นอย่างดี จากสมาชิก ตลอดจนการจัดการทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงานตามแผนนั้น ๆ ในขั้นตอนนี้ ขณะที่ลงมือปฏิบัติจะมีการตรวจสอบไปด้วย หากไม่เป็นไปตามแผนอาจจะต้องมีการ ปรับแผนใหม่และเมื่อแผนนั้นใช้งานได้ก็นำไปใช้เป็นแผนและถือปฏิบัติต่อไป

3. การร่วมประเมิน (Check: C)

การประเมินดูว่าเมื่อปฏิบัติตามแผนหรือการแก้ปัญหาตามแผนจะเป็นอย่างไร สภาพปัญหานั้นได้รับการแก้ไขตรงตามเป้าหมายหรือไม่ ซึ่งอาจจะเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ไม่ปฏิบัติตามแผน ความไม่เหมาะสมของแผน การเลือกใช้เทคนิคที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น

4. การดำเนินการให้เหมาะสม (Action: A)

เป็นการกระทำภายหลังที่กระบวนการ 3 ขั้นตอน ตามวงจรได้ดำเนินการเสร็จแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการนำเอาผลจากขั้นการตรวจสอบ (Check: C) มาดำเนินการให้เหมาะสมต่อไป

เทคนิคการคิดหาวิธีปรับปรุงงาน

1. หลักการปรับปรุงงานด้วย ECRS

ในองค์กรธุรกิจทั่วไปจะสามารถแบ่งรูปแบบของกระบวนการหน่วยงานออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนของงานโรงงานและส่วนของงานสนับสนุน ทั้ง 2 ส่วนนี้สามารถก่อให้เกิดความสูญเปล่าได้ (ประเสริฐ อัครประถมพงศ์, 2552) ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

ส่วนแรก คือ ส่วนของงานโรงงาน คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการผลิตสินค้าของบริษัท การลดความสูญเปล่าในการผลิตเป็นสิ่งจำเป็นและควรให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจะหมายถึงต้นทุนของสินค้าที่เพิ่มสูงขึ้น หากสามารถลดความสูญเปล่าลงได้ก็จะส่งผลให้ประหยัดต้นทุนการผลิตลงด้วย ผลที่ตามมา ก็คือ มีความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งสูงขึ้น

สำหรับส่วนของงานสนับสนุนนั้นจะหมายถึง หน่วยงานที่ไม่ได้มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการผลิต แต่จะช่วยสนับสนุนการผลิตนั่นเอง ในส่วนของการสนับสนุนนี้งานหลักของส่วนสนับสนุนจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับงานด้านเอกสารและข้อมูลเป็นหลัก เพราะจะต้องมีการจัดทำเอกสารหรือการบันทึกต่าง ๆ มากมาย เพื่อเก็บเป็นข้อมูลในการสอบกลับได้ และเพื่อประโยชน์ในการทำงาน

หลักการ ECRS อยู่บนพื้นฐาน 4 ประการ คือ การกำจัด (Eliminate) การผสาน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่าย ๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่า ดังภาพที่ 2-6

ภาพที่ 2-6 หลักการปรับปรุงงานด้วย ECRS (บุญเลิศ คณาธนสาร, 2559)

1.1 การกำจัด (Eliminate) หมายถึง การกำจัดเอกสารที่ไม่จำเป็นออกไป หากลองพิจารณาเอกสารต่าง ๆ รอบตัว เอกสารบางอย่างอาจไม่มีความจำเป็นที่จะต้องมีก็เป็นได้ เราสามารถกำจัดออกไปได้เลย

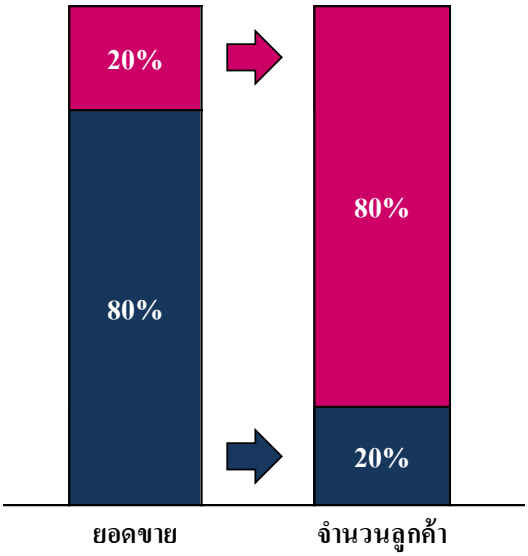
1.2 การผสาน (Combine) หมายถึง การรวมเอาเอกสารจากหลาย ๆ แผ่นมาไว้ในแผ่นเดียวกันได้ ซึ่งจะทำให้สะดวกสำหรับการวิเคราะห์และลดปริมาณเอกสารที่ต้องจัดเก็บลง

1.3 การจัดใหม่ (Rearrange) หมายถึง บางครั้งเอกสารที่ใช้อยู่อาจมีความซ้ำซ้อนกัน จึงควรมีการจัดเรียงเอกสารใหม่ เพื่อลดความซ้ำซ้อนและความยุ่งยากในงานเอกสารบางรายการลงไป

1.4 การทำให้ง่าย (Simplify) หมายถึง การจัดรูปแบบของเอกสารให้เข้าใจง่ายและสะดวกเหมาะสมกับการใช้งาน

2. แผนภูมิพาเรโต (Pareto diagram)

แผนภูมิพาเรโต (Pareto diagram) ได้ชื่อมาจาก Vilfredo Pareto นักเศรษฐศาสตร์และสังคมศาสตร์ชาวอิตาลี ซึ่งเป็นผู้ที่คิดวิธีนี้ขึ้นมา และเผยแพร่ในปลายศตวรรษที่ 19 โดยใช้กฎ 80/20 ซึ่งมีที่มาจากการสำรวจพบว่า ในประเทศอิตาลียุคนั้น มีคนรวย 20% คนจน 80% และใน 20% นี้ครอบครองทรัพย์สิน 80% ขณะที่คน 80% ครอบครองทรัพย์สิน 20% และ Dr. Joseph M. Juran พบว่า ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตมีอยู่มากมายหลายประเภท ยังได้ทำการวิจัยและพบว่า “สิ่งที่สำคัญมาก” ควรจะมีค่าประมาณ 80% จากปริมาณข้อมูลทั้งหมดส่วน “มีจำนวนน้อย” ควรมีค่าประมาณ 20% ของจำนวนกลุ่มข้อมูลทั้งหมด ตัวอย่างเช่นจำนวนยอดขาย 80% มาจากลูกค้าเพียง 20% ส่วนลูกค้าที่อีกเหลือ 80% มียอดขายรวมกันเพียง 20% เท่านั้น ด้วยตัวเลขดังกล่าว หลักการพาเรโตจึงมีอีกชื่อหนึ่งว่ากฎ 80-20 (80-20 rule) ดังภาพที่ 2-7

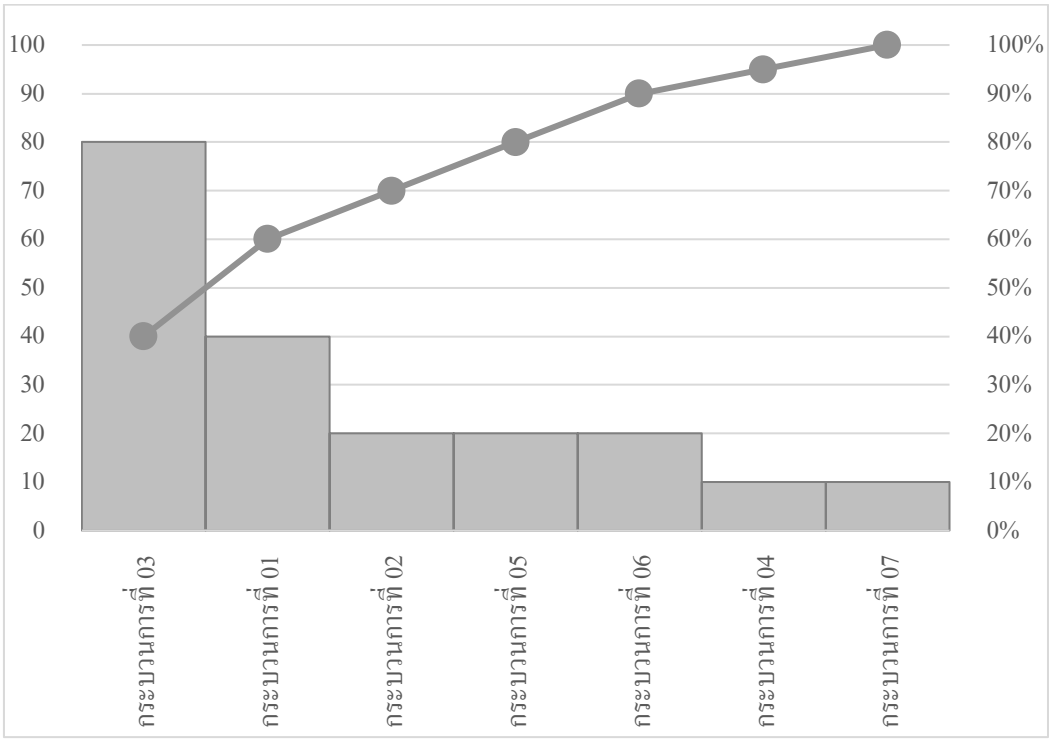


ภาพที่ 2-7 หลักการพาเรโต

สำหรับประเทศไทย เปรียบเทียบกับเศรษฐีของประเทศไทย (จากการจัดอันดับอภิมหาเศรษฐีของนิตยสาร Forbes ประจำปี พ.ศ. 2555) ในอันดับต้น ๆ ซึ่งได้แก่ คุณธนินท์ เจียรวนนท์ ผู้บริหารเครือเจริญโภคภัณฑ์ หรือซีพี ซึ่งมีทรัพย์สิน 210,000 ล้านบาท คุณ เจริญ สิริวัฒนภักดี เจ้าของธุรกิจเครื่องดื่มตราช้างมีทรัพย์สิน 165,000 ล้านบาท ส่วน คุณเฉลียว อยู่วิทยา เจ้าของธุรกิจเครื่องดื่มบำรุงกำลังกระทิงแดง มีทรัพย์สิน 150,000 ล้านบาท จาก 3 อันดับแรกก็มีทรัพย์สินรวมกันถึง 525,000 ล้านบาทแล้ว หากรวม 1,000 อันดับแรก จะมีทรัพย์สินเกิน 1 ล้านล้านบาท ซึ่งต่อให้รวมทรัพย์สินของคนที่เหลือในประเทศทั้งหมด ก็คงเทียบไม่ได้กับคนกลุ่มแรก สรุปก็คือ คนรวยที่เป็นคนส่วนน้อยของประเทศกลับถือครองทรัพย์สินจำนวนมหาศาล ส่วนคนฐานะปานกลางและคนจน ซึ่งเป็นคนส่วนมากของประเทศกลับถือครองทรัพย์สินเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (วิบูลย์ พงศ์พรทรัพย์, 2555)

แผนภูมิพาเรโต มีลักษณะคล้ายกับกราฟแท่ง หรือ Histogram แตกต่างกันที่ แท่งของข้อมูลตามแนวแกนนอน มีค่าลดลงตามลำดับ หลักการของแผนภูมิพาเรโต ในการปรับปรุงคุณภาพ คือ การหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพ (Quality function) ตัวอย่างเช่น ถ้าเราหาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อคุณภาพ และนำมาหาค่าตัวเลข หรือร้อยละของผลกระทบนั้น จัดลำดับจากมากไปน้อย นำมาเขียนกราฟโดยให้แกนตั้งด้านซ้าย เป็นค่าจริงของผลกระทบของตัวแปร ส่วนแกนตั้งด้านขวา เป็นค่าสะสมของผลกระทบของตัวแปร

ถ้านำข้อมูลมาจัดลำดับลงในตารางจากมากไปน้อย จะได้กราฟความสัมพันธ์ 2 แบบ คือ กราฟแท่งที่แสดงตัวเลขหรือร้อยละของความสัมพันธ์ ได้แก่ 80 40 20 20 20 10 และผลรวมสะสม (Cumulative sum) ของร้อยละ ได้แก่ 40 60 70 80 90 95 100 กราฟที่ได้จะแสดงให้เห็นลำดับและขนาดของผลกระทบของตัวแปร และแสดงให้เห็นว่าการแก้ไขปัญหา ต้องแก้ไขที่ตัวแปรใดก่อน แผนภูมิพาเรโต มีประโยชน์ในการสรุปรวม และประมาณการณ์ถึงขนาดของปัญหา ที่จะแก้ไขได้จากแต่ละปัจจัย ดังภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-8 แผนภูมิพาเรโต

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พนิดา หวานเพ็ชร (2555) ได้นำแนวคิด ไคเซ็น มาประยุกต์ใช้ในแผนกบัญชีในเดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 โดยมุ่งเน้นให้พนักงานที่มีจำนวน 7 คน สามารถรองรับงานที่เพิ่มจากการเปิดที่ทำการสาขาใหม่ โดยการลดขั้นตอนในบางกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ออกไป การรวมขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ซ้ำซ้อนกันในแต่ละกระบวนการเข้าด้วยกัน และการจัดให้เกิดความสม่ำเสมอของการนำส่งเอกสารทางการบัญชีจากร้านค้า ผลการศึกษาพบว่า โดยเฉลี่ยพนักงาน 1 คน สามารถรองรับปริมาณงานที่เพิ่มขึ้นได้ถึง 139.39% จากปริมาณเฉลี่ยเดิมก่อนการปรับปรุงกระบวนการทำงาน และจำนวนข้อบกพร่องลดลงเหลือ 2.05% ของจำนวนการทำงานทั้งเดือนธันวาคม ซึ่งลดลงจากค่าเฉลี่ย 7.7% ที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555

จารุวัฒน์ เนตรนิ่ม (2560) ทำการศึกษากระบวนการการจัดตรวจนับ การจัดเก็บและการแจกจ่ายของคลังสินค้าคงคลัง โดยใช้แนวคิดตามทฤษฎีไคเซ็น ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ใช้เครื่องมือที่ชื่อว่า ECRS เพื่อการปรับปรุงกระบวนการ การทำงานภายในคลังสินค้า ซึ่งทำการปรับปรุงอยู่ 2 เรื่องด้วยกัน คือ การสอบยอดบัญชีระหว่างบัญชีคุมและบัญชีคลังสอบยอดกันทุกวัน และการเร่งรัดในการตัดจ่ายใบเบิก ผลการวิจัยสามารถทำการ ปรับปรุงกระบวนการในการบริหารสินค้าคงคลัง ในเรื่องบัญชีคุมและบัญชีคลังสอบยอดกันทุกวัน สามารถลดระยะเวลาในการรอคอยการปฏิบัติงานลงได้จากเดิม ใช้ระยะเวลาในการส่งเอกสารไปยังบัญชีคุมระยะเวลาประมาณ 5-7 วัน แต่เมื่อปรับปรุงกระบวนการแล้วสามารถลดระยะเวลาลงเหลือเพียง 1 วัน และระยะเวลายืนเอกสารจากบัญชีคุมไปเพื่อให้ผู้บังคับบัญชาลงนาม เดิมใช้ระยะเวลา 3-5 วัน ลดลงเหลือเพียง 1-2 วัน ในเรื่องการเร่งรัดตัดจ่ายใบเบิก จากเดิมทำการจ่ายสินค้าสัปดาห์ละ 3 วัน จ่ายใบเบิกได้ 9 ใบเบิก ปรับเป็นทำการจ่ายสินค้า 5 วันต่อสัปดาห์ สามารถจ่ายใบเบิกได้ 15 ใบเบิกต่อสัปดาห์ เมื่อคิดเป็นระยะเวลาในการตัดจ่ายใบเบิกภายใน 1 เดือนจากเดิมจ่ายได้ 36 ใบเบิก เมื่อปรับปรุงใหม่จ่ายได้ 60 ใบเบิกต่อ 1 เดือน

กมลวรรณ สงวนสิริกุล (2550) งานวิจัยนี้นำเอาแนวคิดการลดความสูญเปล่าอันเนื่องจากกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่มของลีน (Lean) ในกระบวนการทำงานของหน่วยงานรัฐวิสาหกิจตัวอย่างที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับการขนส่งมวลชนและขนส่งสินค้า โดยเน้นไปที่แผนกบุคคลและแผนกบัญชี ซึ่งพบปัญหาจากการทำกิจกรรมที่ไม่จำเป็น การขนส่งที่ไม่จำเป็นและการรอคอยงาน โดยนำแนวคิดการลดความสูญเปล่ามาประยุกต์ ซึ่งประกอบด้วย 4 แนวทาง คือ การกำจัด (Eliminate: E) การผสมผสาน (Combine: C) การจัด ลำดับใหม่ (Re-sequence: R) และการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify: S) โดยอาจมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยเสริมเพื่อให้การทำงานมี

ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผลที่ได้รับการเนินการปรับปรุงพบว่าความสูญเปล่าในการใช้ทรัพยากร ไม่ว่าจะเป็นทางด้านเวลาหรือจำนวนเอกสารมีปริมาณลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยสามารถลดเวลาดำเนินงานและปริมาณเอกสารในแผนกบุคคลได้เฉลี่ย 25.50% และ 14.71% ตามลำดับส่วนแผนกบัญชีสามารถลดเวลาดำเนินงานและปริมาณเอกสารได้ถึง เฉลี่ย 56.85% และ 20.74% ตามลำดับ

ศิริชัย ยศวังใจ (2553) ได้นำเสนอวิธีการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยทำการเปรียบเทียบด้วยการออกแบบทางวิศวกรรม หลักการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (Quality function deployment) และหลักการ Axiomatic design (AD) โดยการออกแบบทางวิศวกรรมนั้นเป็นรูปแบบพื้นฐานที่ประยุกต์ใช้ในการหาความต้องการในกระบวนการออกแบบเพื่อใช้ร่วมกับกระบวนการตัดสินใจส่วนการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพมีการอธิบายในส่วนของเมทริกซ์หลัก 4 ขั้นตอนที่ประกอบไปด้วย การวางแผนผลิตภัณฑ์ การแปลงการออกแบบ การวางแผนกระบวนการและการวางแผนปฏิบัติการผลิต ซึ่งมีกระบวนการคล้าย ๆ กับหลักการ Axiomatic design มีแนวคิดในการออกแบบให้เกิดความสัมพันธ์กันระหว่างความต้องการทางหน้าที่กับพารามิเตอร์ในการออกแบบ (Design parameter; DPs) ที่มีหลักการ 3 ขั้นตอนที่ประกอบด้วย แนวคิดการออกแบบ (Conceptual design) ออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product design) และออกแบบกระบวนการ (Process design)

จารุพรรณ เพชรสุข (2546) ได้นำเสนอวิธีในการค้นหาความสูญเปล่าหลักของกระบวนการผลิตโดยนำแผนภาพสายธารคุณค่าซึ่งเป็นเครื่องมือของการผลิตแบบลีน มาใช้ในการระบุถึงความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรม และนำพลวัตของระบบซึ่งเป็นการจำลองสถานการณ์ของระบบแบบพลวัต ที่มีการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่อยู่ในระบบมาใช้ในการค้นหาชนิดของความสูญเปล่า โดยนำวิธีการนี้มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตชุดหัวอ่าน อัลไพน์ ของโรงงานซีเกท เพื่อค้นหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตนี้มีผลกระทบซึ่งกันและกัน และชนิดของความสูญเปล่าที่เป็นความสูญเสียหลัก คือ ของเสีย โดยมีปริมาณคิดเป็น 45.5% ของเวลาที่สูญเสียไปกับความสูญเปล่าทั้งหมด

พฤทธิพงศ์ โพธิวราพรรณ (2548) ได้ประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมที่มีทั้งการผลิตแบบต่อเนื่องและแบบช่วง หรือเรียกอีกอย่างว่าอุตสาหกรรมผสม ซึ่งการวิจัยนี้ได้เลือกอุตสาหกรรมผลิตเหล็กรูปพรรณเป็นกรณีวิจัย เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่มีการผลิตแบบผสมใช้เครื่องมือการผลิตแบบลีน คือ แผนภูมิสายธารคุณค่าจะช่วยจำแนกคุณค่าของกระบวนการผลิตและแบบจำลองสถานการณ์จะใช้วิเคราะห์ทางเลือก ประเมิน และพัฒนาแผนภูมิสายธารคุณค่า

งานวิจัยนี้จะใช้การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลเต็มแบบ 23 โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์วิเคราะห์ปัจจัยทั้งหมด 3 ปัจจัย ได้แก่ ระบบการผลิต การบำรุงรักษาแบบทุกคนมีส่วนรวม และการลดเวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักร จากผลของการจำลองขจัดความสูญเปล่าสามารถลดระยะเวลาการผลิตรวมจาก 16.24 วัน มาเป็น 8.56 วัน หรือคิดเป็นร้อยละ 47.30 และลดสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการจาก 96.35 ตันต่อวัน เหลือ 10.62 ตันต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 88.98 จากนั้นนำมาสร้างแผนภูมิสายธารคุณค่าสถานะอนาคต

รัฐพล เอกลักษณานันท์ (2553) ได้การศึกษาการทำงานเพื่อลดความสูญเปล่าเพื่อปรับปรุงผลผลิตของโรงงานผลิตเลนส์ส่งออกให้ตอบสนองทันความต้องการของตลาดเลนส์มัลติโค๊ดที่สูงขึ้นเฉลี่ย 12.5% ต่อปี โดยปกติแล้วจะต้องลงทุนติดตั้งเครื่องจักรเป็นจำนวนเงิน 40 ล้านบาท แต่ยังพบว่า ยังมีการเพิ่มผลผลิตได้อีกทางหนึ่ง คือ การลดความสูญเปล่าจากการรอคอยในการผลิตจากการศึกษาจากโรงงานผู้ผลิต ตัวอย่างเลนส์ส่งออกนั้น พบว่า การทำงานระหว่างคนกับเครื่องจักรนั้นทำให้เกิดการรอคอยที่ไม่เกิดคุณค่าจึงได้ทำการเก็บข้อมูลการทำงานเพื่อทดสอบการกระจายตัวซึ่งค่าเวลามาตรฐานนั้นถูกนำมาเรียงในแผนภูมิการไหลจากนั้นก็จัดลำดับการทำงานระหว่างคนและเครื่องจักรโดยปัญหาของการรอคอยนั้นได้ถูกวิเคราะห์ด้วยการใช้แผนภูมิก้างปลาโดยที่มีกลุ่ม QCC เป็นผู้วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาผลการศึกษาการทำงานพบว่าเกิดการรอคอยเป็นเวลา 1,234 วินาที หรือ 28.69% หลังจากทำการทดลองแก้ปัญหาจากแนวทางการแก้ไข และศึกษาเวลามาตรฐานการทำงานแบบใหม่ พบว่า สามารถลดเวลาการรอคอยที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่าเป็นเวลา 516 วินาที หรือ 12.97% ลดลงถึง 718 วินาที ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตได้ จากเดิม 87 เลนส์ เป็น 100 เลนส์ต่อชั่วโมงโดยที่ไม่ต้องลงทุนติดตั้งเครื่องจักร

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเพื่อปรับปรุงกระบวนการออกแบบลิฟต์อุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นนี้ ได้ประยุกต์กรอบแนวคิดของไคเซ็นซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและการมีส่วนร่วมของทีมงานออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยการปรับปรุงด้วยไคเซ็นนั้นจะประกอบด้วยวงจรคุณภาพ 4 ขั้นตอน ได้แก่ Plan Do Check และ Action พร้อมทั้งงานวิจัยได้ประยุกต์หลักการลีนซึ่งมุ่งเน้นการลดลดความสูญเปล่าในกระบวนการออกแบบและเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์ในมุมมองของลูกค้าเพื่อปรับปรุงและพัฒนากระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ลิฟต์อุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ขั้นตอนการวิจัย ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนหลัก (Phase)	**ขั้นตอนย่อย**	**นำเสนอ**
1. การวางแผน (Plan: P)	1.1 ศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์ลิฟต์บริษัทกรณีศึกษา	บทที่ 3
	1.2 ศึกษากระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ลิฟต์	
	1.3 คัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา	
	1.4 วิเคราะห์ปัญหาการออกแบบเบื้องต้น	
	1.5 วิเคราะห์ความสูญเปล่า	
	1.6 วิเคราะห์ขั้นตอนสร้างคุณค่าและไม่สร้างคุณค่า	
2. การปฏิบัติตามแผน (Do: D)	2.1 กำหนดแนวทางการปรับปรุง	บทที่ 3
	2.2 นำเสนอการปรับปรุงด้วยวิธีการใหม่	บทที่ 4
3. การประเมิน (Check: C)	3.1 ประเมินผลการปรับปรุง	บทที่ 4
4. การดำเนินการ (Action: A)	4.1 จัดทำให้เป็นมาตรฐาน	บทที่ 4

จากตารางที่ 3-1 ขั้นตอนการวิจัยจะประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอนตามกรอบวงจรคุณภาพของไคเซ็น ซึ่งแต่ละขั้นตอนหลักจะประกอบด้วยขั้นตอนย่อย อธิบายได้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการวางแผน (Plan: P) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 6 ขั้นตอน ได้แก่

1.1 ศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์ลิฟต์ เป็นการศึกษารายละเอียดข้อมูลเชิงเทคนิคและการออกแบบด้านความสายงามของลิฟต์ของบริษัทกรณีศึกษา

1.2 ศึกษากระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ลิฟต์ ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษากระบวนการออกแบบลิฟต์ของบริษัทกรณีศึกษา โดยเน้นกระบวนการออกแบบรูปลักษณ์ด้านความสวยงาม (Design appearance process)

1.3 คัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา ขั้นตอนนี้เป็นการแยกประเภทคำสั่งออกแบบลิฟต์ของลูกค้า เป็นกลุ่มหลัก ตามลักษณะของการออกแบบ โดยงานวิจัยจะมุ่งเน้นปรับปรุงเฉพาะคำสั่งซื้อลิฟต์ในกลุ่มที่เป็นการออกแบบพิเศษ ซึ่งต้องมีการออกแบบชิ้นส่วนใหม่ที่เพิ่มขึ้นของลิฟต์

1.4 วิเคราะห์ปัญหาการออกแบบเบื้องต้น ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการออกแบบ ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้จะเป็นข้อมูลในการกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาในลำดับต่อไป

1.5 วิเคราะห์ความสูญเปล่า ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ความสูญเปล่า 8 ประการที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการออกแบบลิฟต์ ตามหลักการลีน ซึ่งขั้นตอนที่มีความสูญเปล่าเกิดขึ้นจะถูกนำมาพิจารณาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงต่อไป

1.6 วิเคราะห์ขั้นตอนที่สร้างคุณค่าและไม่สร้างคุณค่า ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์แต่ละขั้นตอนของการออกแบบลิฟต์ว่าเป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดคุณค่า (Value added) คือ สามารถสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าได้ หรือ เป็นขั้นตอนที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ (Necessary non-value added) หรือ เป็นขั้นตอนที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ (Non-value added) ซึ่งสามารถกำจัดออกจากกระบวนการออกแบบลิฟต์ได้

2. ขั้นตอนการปฏิบัติตามแผน (Do: D) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน ได้แก่

2.1 กำหนดแนวทางการปรับปรุง ขั้นตอนนี้เป็นการนำผลการวิเคราะห์จากขั้นตอนการวางแผน ได้แก่ ปัญหาเบื้องต้น การวิเคราะห์ความสูญเปล่า การวิเคราะห์ขั้นตอนสร้างคุณค่าและไม่สร้างคุณค่า มาพิจารณาร่วมกันพร้อมทั้งใช้หลักการ ECRS ซึ่งได้แก่ การกำจัด (Eliminate: E) การรวมกัน (Combine: C) การจัดเรียงใหม่ (Rearrange: R) และ การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify: S) เพื่อกำหนดขั้นตอนและแนวทางที่ควรได้รับการปรับปรุง

2.2 นำเสนอการปรับปรุงด้วยวิธีการใหม่ ขั้นตอนนี้เป็นการปรับปรุงกระบวนการออกแบบลิฟต์ตามแนวทางที่ได้นำเสนอในขั้นตอนก่อนหน้า และประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Excel VBA เพื่อให้นักออกแบบสามารถทำงานได้สะดวกขึ้น

3. ขั้นตอนการประเมินผลการปรับปรุง (Check: C)

ขั้นตอนนี้เป็นการประเมินผลการปรับปรุงการออกแบบลิฟต์ด้วยวิธีใหม่โดยเปรียบเทียบกับกระบวนการก่อนปรับปรุง

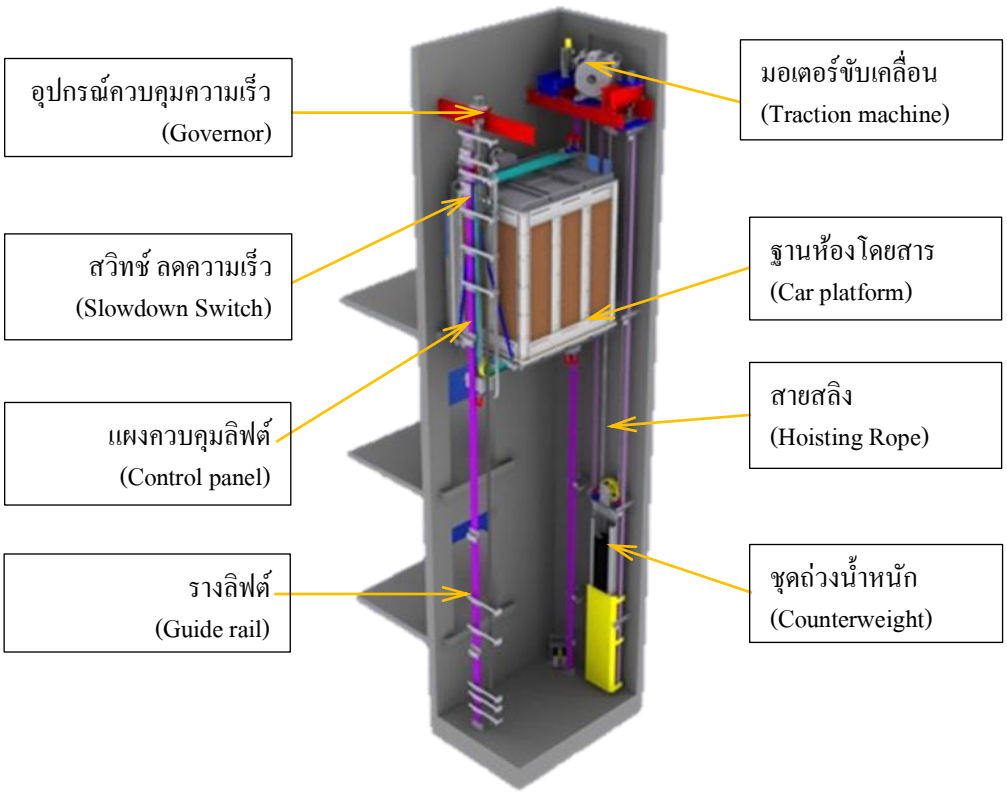
4. ขั้นตอนการจัดทำให้เป็นมาตรฐาน (Action: A)

เป็นขั้นตอนการสร้างมาตรฐานของกระบวนการออกแบบลิฟต์ตามวิธีการใหม่

ศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์ลิฟต์บริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทผู้ผลิตลิฟต์จากคำสั่งซื้อของลูกค้าซึ่งส่วนใหญ่เป็นลูกค้าต่างประเทศ โดยลูกค้าจะระบุคุณลักษณะของลิฟต์ที่ต้องการเพื่อให้บริษัทกรณีศึกษาได้ออกแบบและผลิตชิ้นส่วนทั้งหมดของลิฟต์ โดยจะมีตัวแทนจำหน่ายในแต่ละประเทศเป็นผู้ติดตั้งให้กับลูกค้า ซึ่งลูกค้าแต่ละรายจะมีความต้องการในคุณลักษณะของลิฟต์ที่หลากหลายและแตกต่างกัน โดยโครงสร้างอาคารที่สามารถติดตั้งลิฟต์ได้นั้นต้องออกแบบและสร้างให้ได้ตามมาตรฐานของลิฟต์ เพื่อให้เข้าใจถึงอุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ ของลิฟต์และลักษณะทั่วไปของลิฟต์จะอธิบายลักษณะของลิฟต์ได้ ดังภาพที่ 3-1

1. โครงสร้างทางกล-ด้านช่องอาคารของลิฟต์ ดังภาพที่ 3-1 ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลายชนิดสามารถอธิบายได้ดังนี้



ภาพที่ 3-1 ลักษณะโครงสร้างทางกล-ด้านช่องอาคารของลิฟต์

1.1 มอเตอร์ขับเคลื่อน (Traction machine) เป็นอุปกรณ์ในการขับเคลื่อน สำหรับยกตัวลิฟต์ขึ้น-ลง โดยมีมอเตอร์ส่งกำลังไปที่ชุดเฟืองผ่านไปยังล้อรอก

1.2 แผงควบคุมลิฟต์ (Control panel) เป็นตัวควบคุมระบบไฟฟ้าในการทำงานของลิฟต์ทั้งหมดเปรียบเสมือนสมองของลิฟต์ เป็นอุปกรณ์สั่งการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของลิฟต์ ตัวควบคุมความเร็วของลิฟต์เมื่อมีความเร็วเกินกำหนด สั่งการประตูให้เปิด-ปิด สัมพันธ์กันระหว่างประตูฝั่งอาคารและฝั่งห้องโดยสาร สั่งการให้ลิฟต์ไปจอดยังชั้นต่าง ๆ เมื่อมีการเรียกใช้จากทางฝั่งอาคารหรือภายในห้องโดยสาร และสั่งการลิฟต์เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินหรือเหตุเพลิงไหม้

1.3 รางลิฟต์ (Guide rail) เป็นรางเลื่อนเหล็ก โดยจะยึดกับผนังของช่องอาคารของลิฟต์ในแนวตั้ง ใช้บังคับการเคลื่อนที่ของลิฟต์ในแนวดิ่ง

1.4 ชุดถ่วงน้ำหนัก (Counterweight) เป็นแท่งเหล็กซ้อนกันหลาย ๆ แท่ง โดยน้ำหนักจะสัมพันธ์กับน้ำหนักของลิฟต์ เพื่อให้เกิดความสมดุล เคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้ามกับลิฟต์ และช่วยลดภาระงานของมอเตอร์ขับเคลื่อนให้ใช้กำลังไฟน้อยลง

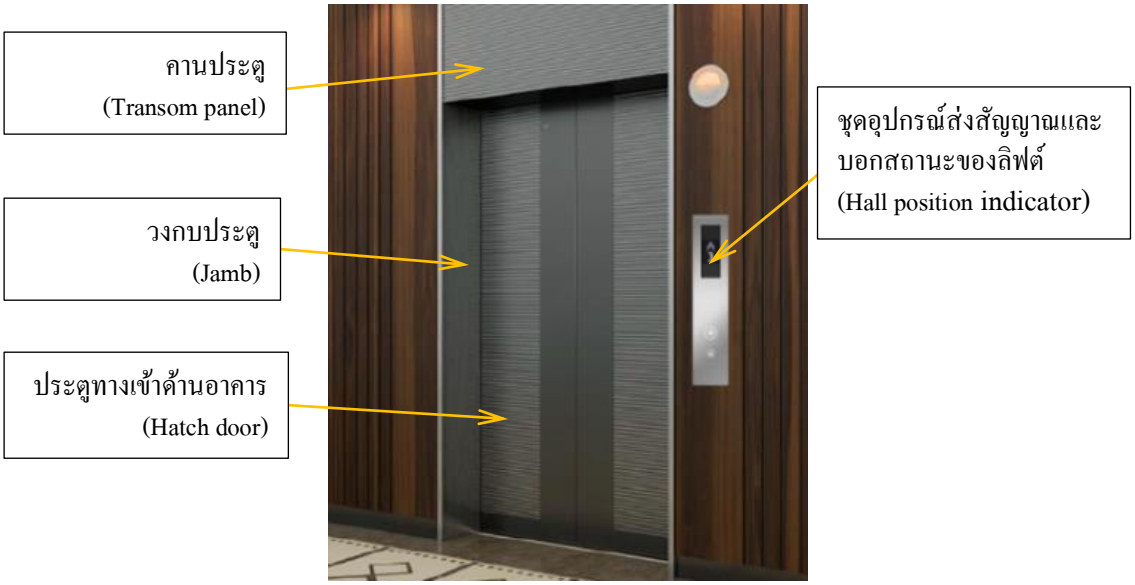
1.5 อุปกรณ์ควบคุมความเร็ว (Governor) เป็นระบบความปลอดภัยที่ใช้สำหรับตรวจจับความเร็วของลิฟต์เวลาขับเคลื่อน เมื่อลิฟต์เคลื่อนที่เร็วปกติ ในช่วงแรกจะส่งสัญญาณให้แผงควบคุมลิฟต์ ตัดระบบไฟฟ้าเพื่อให้ลิฟต์ลดความเร็วลง หากเข้าช่วงที่สองเมื่อลิฟต์ยังคงไม่ลดความเร็วลงจะทำหน้าที่เป็นเบรกโดยอุปกรณ์ทางกลจะทำงานเพื่อเบรกกับรางลิฟต์ให้ลิฟต์หยุดในทันที

1.6 สายสลิง (Hoisting rope) คือ สายสลิงที่ใช้แขวนหรือคล้อง ตัวลิฟต์และดึงลิฟต์ให้เคลื่อนที่จากการหมุนของมอเตอร์ขับเคลื่อน โดยสายสลิงจะยึดจากตัวลิฟต์ไปชุดถ่วงน้ำหนัก

1.7 สวิตช์ลดความเร็ว (Slowdown switch) เป็นสวิตช์ป้องกันเพื่อความปลอดภัยไม่ให้ลิฟต์เคลื่อนที่เกินระยะที่กำหนดที่ชั้นบนสุดและชั้นล่างสุด จะติดตั้งที่ตำแหน่งชั้นบนสุดและชั้นล่างสุด โดยติดตั้งกับรางลิฟต์

1.8 ฐานห้องโดยสาร (Car platform) คือ โครงสร้างหลักของตัวลิฟต์ เป็นพื้นลิฟต์ให้ผู้โดยสารยืน และใช้สำหรับติดตั้งผนังลิฟต์ และเป็นส่วนฐานสำหรับให้ลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้นหรือลง

2. ลักษณะภายนอก-ด้านอาคาร ดังภาพที่ 3-2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 3-2 ลักษณะด้านความสวยงามภายนอก-ด้านอาคาร

2.1 ประตูทางเข้าด้านอาคาร (Hatch door) คือ ประตูของลิฟต์สำหรับเปิด-ปิดให้ผู้โดยสารเข้า-ออก และจะมีคีย์กุญแจสำหรับเปิดเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน เพื่อเปิดประตูเข้าไปช่วยผู้โดยสารภายในลิฟต์หรือเพื่อการซ่อมบำรุงลิฟต์

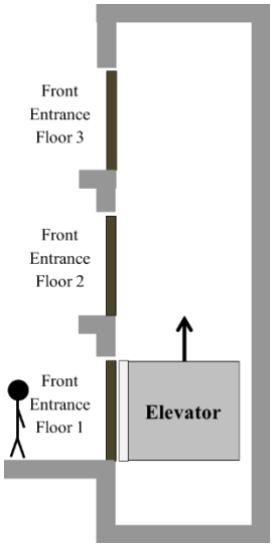
2.2 วงกบประตูทางเข้าด้านอาคาร (Jamb) เป็นโครงสร้างสำหรับทางเข้าของประตูอาคาร มีไว้เพื่อเสริมความแข็งแรงในการก่อสร้างทางเข้าของประตูอาคาร

2.3 คานประตูทางเข้าด้านอาคาร (Transom panel) ทำหน้าที่เป็นคาน สำหรับทางเข้า–ออก และเป็นที่ติดตั้งมอเตอร์สำหรับเปิดประตูฝั่งอาคารซึ่งจะทำงานสัมพันธ์กันประตูภายในห้องโดยสาร

2.4 ชุดอุปกรณ์ส่งสัญญาณและบอกสถานะของลิฟต์ (Hall position indicator) เป็นอุปกรณ์แสดงผลเพื่อบอกสถานะของลิฟต์ตัวนั้น ๆ ว่ากำลังอยู่ที่ชั้นใด กำลังขึ้นหรือลง และยังแสดงสถานะเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ และจะมีปุ่มกดเพื่อเรียกลิฟต์ไปยังชั้นต่าง ๆ

3. ลักษณะทางเข้า-ด้านช่องอาคารของลิฟต์

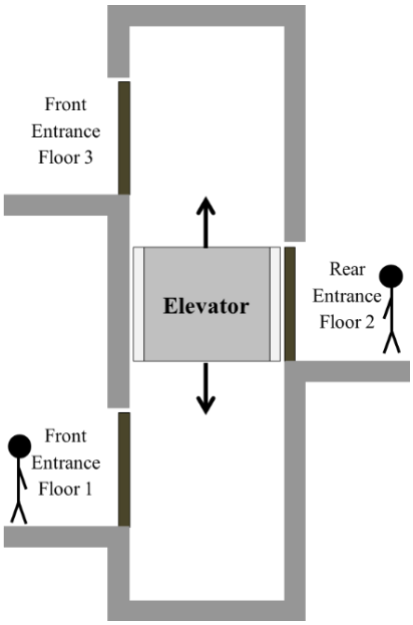
อาคารโดยทั่วไปจะมีทางเข้าลิฟต์เพียงด้านเดียว คือ ที่ด้านหน้าของลิฟต์ ซึ่งผู้โดยสารจะสามารถเรียกลิฟต์จากฝั่งอาคารเพื่อขึ้นหรือลงไปยังชั้นต่าง ๆ ที่ต้องการได้ เมื่อลิฟต์มาถึงชั้นที่ผู้โดยสารเรียกใช้งาน ผู้โดยสารจะสามารถเข้าลิฟต์ได้จากทางเข้าที่ประตูหน้า เมื่อเข้าไปยังห้องโดยสารแล้วผู้โดยสารต้องการไปยังชั้นใด ให้เลือกชั้นที่ต้องการจากปุ่มที่แผงควบคุมภายในลิฟต์ และจะสามารถออกจากลิฟต์ได้จากทางออกด้านหน้าเพียงด้านเดียวเท่านั้น ซึ่งสามารถแสดงลักษณะโครงสร้างอาคารที่มีทางเข้าเพียงด้านเดียวได้ ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 ลักษณะของลิฟต์ 1 ประตูทางเข้า 1 ประตูทางออก

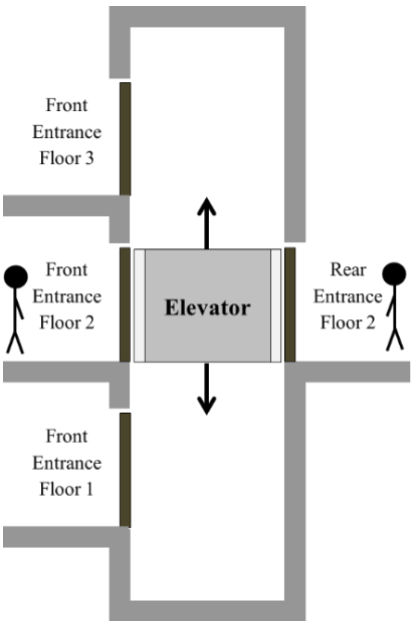
บางกรณีที่มีอาคารเชื่อมโยงกัน โดยลิฟต์จะติดตั้งอยู่ระหว่างกลางของสองอาคาร หรือบางชั้นบริการที่ไม่สามารถออกจากลิฟต์ได้จากทางด้านหน้า ดังนั้นลิฟต์จะต้องมีประตูสำหรับให้ผู้โดยสารสามารถเข้า-ออกได้ ทั้งด้านหน้าลิฟต์และด้านหลังลิฟต์ โดยจะเรียกลิฟต์ประเภทนั้นว่าเป็น Two-gate elevator หรือลิฟต์ที่มีทางเข้า-ออกได้ 2 ประตู ซึ่งสามารถแบ่งย่อยได้อีก 2 ชนิด คือ

3.1 ชนิด 1 ประตูทางเข้า 2 ประตูทางออก (1 Door 2 Gate) การใช้งานผู้โดยสารจะสามารถเรียกลิฟต์จากฝั่งอาคารได้ทั้งด้านหน้าหรือด้านหลังของลิฟต์เพื่อไปยังชั้นต่าง ๆ เมื่อถึงชั้นที่ต้องการผู้โดยสารจะสามารถออกจากลิฟต์ได้จากประตูลิฟต์ที่ด้านหน้าหรือด้านหลังตามชั้นที่บริการเพียงด้านเดียว ตัวอย่างเช่น ผู้โดยสารอยู่ที่ชั้น 1 ที่เป็นทางเข้าด้านหน้าแล้วต้องการไปยังชั้นที่ 2 ซึ่งมีทางออกด้านหลัง ผู้โดยสารต้องกดปุ่มที่แผงควบคุมภายในลิฟต์ ที่ชั้น 2 เพื่อให้ลิฟต์ไปส่งที่ชั้น 2 และผู้โดยสารจะสามารถออกได้ที่ทางออกด้านหลังจากที่ชั้น 2 โดยจะแสดงลักษณะโครงสร้างอาคารที่เป็นชนิด 1 ประตูทางเข้า 2 ประตูทางออกได้ ดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 ลักษณะของลิฟต์ 1 ประตูทางเข้า 2 ประตูทางออก

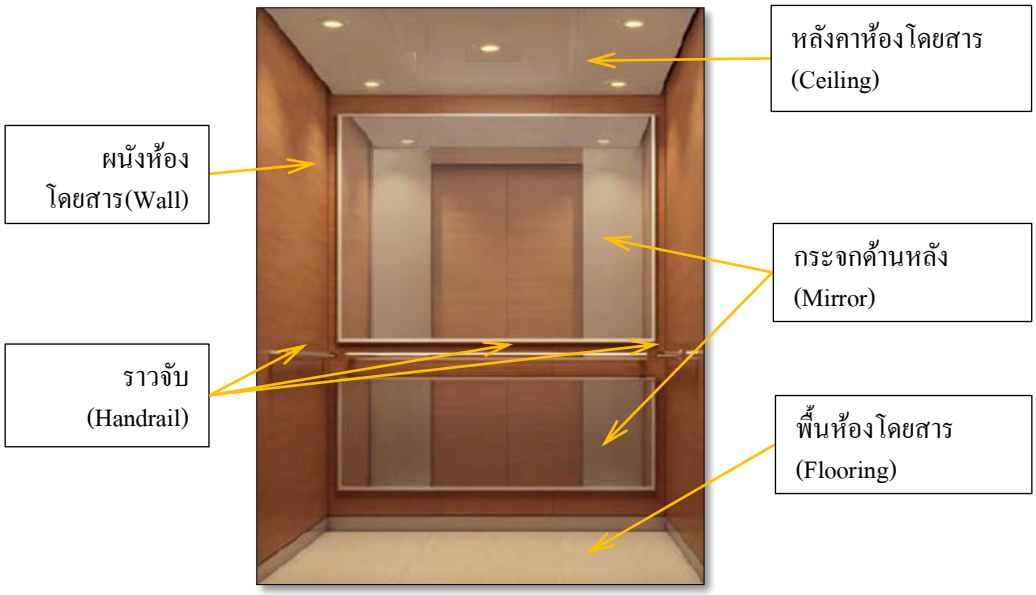
3.2 ชนิด 2 ประตูทางเข้า 2 ประตูทางออก (2 Door 2 Gate) การใช้งานผู้โดยสามารถเรียกลิฟต์จากฝั่งอาคารได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของอาคารเพื่อไปยังชั้นต่าง ๆ หากไปถึงชั้นที่สามารถออกได้ทั้ง 2 ทาง โดยประตูลิฟต์จะเปิดให้ออกได้ทั้ง 2 ด้าน เพื่อให้ผู้โดยสารออกจากลิฟต์ ซึ่งสามารถแสดงได้ในภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 ลักษณะลิฟต์ 2 ประตูทางเข้า 2 ประตูทางออก

4. ลักษณะภายใน-ด้านห้องโดยสาร ดังภาพที่ 3-6 และภาพที่ 3-7

ภาพที่ 3-6 ลักษณะด้านความสวยงามภายในห้องโดยสารด้านหน้าและด้านข้าง



ภาพที่ 3-7 ลักษณะด้านความสวยงามภายในห้องโดยสารด้านหลัง

จากภาพที่ 3-6 และภาพที่ 3-7 แสดงลักษณะด้านความสวยงามภายในห้องโดยสารที่ด้านหน้า ด้านข้าง และด้านหลัง ซึ่งสามารถแสดงอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

4.1 หลังคาห้องโดยสาร (Ceiling) เป็นส่วนที่อยู่ด้านบนของห้องผู้โดยสารลิฟต์ เปรียบเสมือนฝ้าเพดานของลิฟต์ โดยจะมีการตกแต่งเพื่อความสวยงามและให้แสงสว่างภายในลิฟต์

4.2 ผนังห้องโดยสาร (Wall) เป็นผนังที่กันบริเวณโดยรอบของห้องโดยสาร ส่วนมากจะตกแต่งผนังเพื่อความสวยงาม เช่น ใช้วัสดุต่างชนิดกันภายในห้องโดยสาร ตกแต่งผนังด้วยการกัดลาย (Etching) ทำสีผนังด้วยสีพิเศษ (Special color) ติดตั้งกระจกรอบผนัง ติดตั้งผ้าม่าน ติดตั้งโทรศัพท์ภายในห้องโดยสาร หรือจะติดตั้งแผงควบคุมสำหรับคนพิการ (Wheelchair COP)

4.3 ประตูทางเข้าห้องโดยสาร (Car door) ประตูของลิฟต์สำหรับเปิด-ปิด ให้ผู้โดยสารเข้า-ออก ภายในห้องโดยสาร ประตูจะเปิดเมื่อถึงชั้นที่ต้องการ โดยจะทำงานสัมพันธ์กับประตูฝั่งอาคารและมีระบบความปลอดภัย เช่น เซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์ทางกล เพื่อตรวจจับเมื่อประตูกำลังจะปิดเพื่อไม่ให้เกิดอันตราย เมื่อลิฟต์จอดไม่เสมอชั้นระบบทางกลที่ทำงานร่วมกับประตูฝั่งอาคารจะไม่สามารถทำงานให้เปิดประตูได้เพื่อป้องการผลัดตกของผู้โดยสาร

4.4 แผงควบคุมห้องโดยสาร (Car operating panel) เป็นแผงควบคุมลิฟต์ภายในห้องโดยสารและแสดงว่าลิฟต์กำลังอยู่ที่ชั้นใด เป็นอุปกรณ์ที่สั่งให้ลิฟต์ไปยังชั้นที่ต้องการ เป็นอุปกรณ์ควบคุมประตูให้เปิดหรือปิดเมื่อต้องการ หากเกิดเหตุฉุกเฉินจะมีปุ่มแจ้งให้เจ้าหน้าที่ภายนอกทราบ และยังแสดงสถานะเมื่อเกิดเหตุไฟไหม้

4.5 ราวจับ (Handrail) ทำหน้าที่เป็นที่ยึดจับภายในห้องโดยสารและป้องกันไม่ให้ผู้โดยสารไปพิงผนังลิฟต์ มีทั้งชนิด ท่อกลมและเป็นแผ่นเรียบ กรณีที่เป็นลิฟต์สำหรับโรงพยาบาลเมื่อมีการเข็นเตียงคนไข้เข้ามาภายในจะป้องกันเตียงไปกระแทกกับผนังหรือสิ่งที่ตกแต่งภายในลิฟต์

4.6 พื้นห้องโดยสาร (Flooring) เป็นชิ้นส่วนที่ติดตั้งอยู่ด้านบนของฐานห้องโดยสาร ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ตกแต่งเพื่อให้ความสวยงาม วัสดุมาตรฐานจะทำมาจาก กระเบื้องยาง แผ่นอลูมิเนียมหรือวัสดุอื่น ๆ ตามที่ลูกค้าต้องการ

4.7 คานประตูห้องโดยสาร (Transom panel) ทำหน้าที่เป็นคานสำหรับประตูด้านในห้องโดยสาร และปกปิดชุดอุปกรณ์สำหรับการเปิด-ปิดของประตูลิฟต์ด้านในห้องโดยสารเพื่อความสวยงาม

4.8 ผนังด้านทางเข้า (Front return panel) เปรียบเสมือนวงกบประตูด้านในของลิฟต์และสามารถติดตั้งแผงควบคุมลิฟต์ (COP) ได้หากลูกค้าต้องการ

4.9 แผ่นกันกระแทกด้านล่าง (Kick plate) แผ่นกันกระแทก ที่อยู่ด้านล่างของผนัง (Wall) เพื่อป้องกันรอยจากเท้าของผู้โดยสารกระแทกที่ผนังด้านล่าง

ศึกษากระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ลิฟต์

กระบวนการออกแบบความสวยงามของลิฟต์ (Design appearance process) ดังตารางที่ 3-2 โดยจะอธิบายกระบวนการออกแบบความสวยงามของลิฟต์ของนักออกแบบ ตั้งแต่ได้รับคำสั่งซื้อผ่านทางระบบ MSE ผ่านกระบวนการออกแบบต่าง ๆ จนกระทั่งนักออกแบบได้ส่งงานออกแบบให้ฝ่ายผลิตเพื่อผลิตชิ้นงาน โดยมีขั้นตอนได้ดังนี้

ตารางที่ 3-2 กระบวนการออกแบบของนักออกแบบ

ลำดับ	กระบวนการออกแบบ	ลูกค้า	ฝ่ายออกแบบ			ฝ่ายผลิต
			Mechanical	Electrical	Appearance	
01	รับคำสั่งซื้อลิฟต์จากลูกค้า					
02	ทำความเข้าใจรายละเอียดและศึกษาข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์					
03	แจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ					
04	ประชุมหาแนวทางการออกแบบและทบทวนการออกแบบ					
05	ใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์					
06	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (ก่อนการออกแบบ)					
07	ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (ก่อนการออกแบบ)					
08	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (ก่อนการออกแบบ)					
09	ตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์เทียบกับคู่มือมาตรฐาน					
10	คำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงาน					
11	ตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยจำลองการประกอบด้วย Auto CAD					
12	สร้างแบบชิ้นงานใหม่ จากการตรวจสอบและแก้ไข					
13	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (หลังการออกแบบ)					
14	ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (หลังการออกแบบ)					
15	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (หลังการออกแบบ)					
16	ส่งงานออกแบบให้กับฝ่ายผลิต					

สัญลักษณ์ : เริ่มต้น/ สิ้นสุด กระบวนการ ส่งข้อมูล

จากตารางที่ 3-2 จะสามารถอธิบายกระบวนการออกแบบได้ดังนี้

1. นักออกแบบได้รับคำสั่งซื้อลิฟต์จากลูกค้า ผ่านระบบ Manufacturing specification for elevator (MSE) โดยลูกค้าจะระบุข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่ต้องการ เช่น ขนาดของลิฟต์ วัสดุที่ต้องการ ระยะการติดตั้งที่ด้านโครงสร้างอาคาร ขนาดช่องอาคารของลิฟต์ หรือความสูงอาคาร

2. ทำความเข้าใจรายละเอียดและศึกษาข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์ ด้วยการจัดลำดับจากความยาก-ง่าย จากข้อกำหนดเชิงเทคนิคหรือหากมีชิ้นส่วนใด ๆ ที่ต้องสั่งซื้อจากภายนอกบริษัทจะต้องให้ความสำคัญเป็นอันดับแรกและจะต้องทำความเข้าใจข้อกำหนดต่าง ๆ ของลิฟต์จากกลุ่มประเทศนั้น เพราะแต่ละประเทศจะมีข้อกำหนดเฉพาะของลิฟต์ที่แตกต่างกัน หากเป็นข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน ลูกค้าจะสามารถระบุคุณลักษณะเฉพาะได้โดยตรง แต่เมื่อมีข้อกำหนดเชิงเทคนิคใด ๆ ที่ลูกค้าต้องการ จะต้องระบุข้อกำหนดเชิงเทคนิคไว้ที่ Remark เพื่อให้นักออกแบบสามารถสังเกตได้ง่ายและสามารถการวางแผนการออกแบบได้

3. แจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยแผนกออกแบบจะมีส่วนงานย่อย 3 ส่วน ได้แก่ แผนกออกแบบเครื่องกล (Mechanical) แผนกออกแบบความสวยงาม (Appearance) และแผนกออกแบบระบบไฟฟ้า (Electrical) เมื่อในกรณีที่นักออกแบบได้ทำการแก้ไขแบบชิ้นส่วนของลิฟต์ใหม่ ซึ่งส่งผลกระทบต่อแบบของลิฟต์และทำให้การติดตั้งของลิฟต์เปลี่ยนแปลงไป ในกรณีเช่นนี้นักออกแบบจะต้องแจ้งข้อมูลการเปลี่ยนแปลงให้แผนกอื่น ๆ ทราบหรือเป็นการแจ้งข้อมูลให้ลูกค้าทราบโดยจะต้องแจ้งผ่านไปยังแผนก Sale engineering เพื่อให้บุคคลที่ดูแลเฉพาะของลูกค้าประเทศนั้น ๆ ส่งอีเมลเพื่อติดต่อกับลูกค้า

4. จัดประชุมเพื่อหาแนวทางการออกแบบและทบทวนการออกแบบ ทีมออกแบบจะจัดประชุมโดยเชิญให้ผู้ชำนาญด้านการออกแบบเข้าร่วมประชุม โดยให้คำแนะนำ ข้อควรระวัง และสรุปแนวทางการออกแบบจากข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่ลูกค้าต้องการ เพื่อให้การออกแบบลิฟต์ถูกต้องและสมบรูณ์มากที่สุด

5. ใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์ ทางบริษัทจะมีโปรแกรมที่ชื่อว่า ELMES ซึ่งจะคำนวณข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์จาก MSE โดยเทียบกับคู่มือมาตรฐาน (Standard manual) ของลิฟต์ ซึ่งโปรแกรมจะคำนวณหมายเลขของชิ้นงาน (Drawing number) ของลิฟต์ทั้งหมด หากเป็นข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์ที่นอกเหนือจากมาตรฐาน โปรแกรม ELMES จะไม่สามารถคำนวณได้ทั้งหมด ดังนั้นนักออกแบบจะต้องตรวจสอบความถูกต้องจากผลของการคำนวณที่ผิดพลาด

6. ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป ก่อนการออกแบบ นักออกแบบจะต้องระบุรายละเอียดของลิฟต์ เช่น ชื่อโปรเจ็ค หมายเลขคำสั่งซื้อ ระบุแนวทางการออกแบบลงในแผ่นตรวจสอบ

โดยนักออกแบบจะต้องนำ Remark จากข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลูกค้าใส่ไว้ที่ด้านล่างของแผ่นตรวจสอบ เพื่อเตือนนักออกอีกครั้งเมื่อออกแบบเสร็จ

7. ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน ก่อนการออกแบบ โดยนักออกแบบจะต้องระบุรายละเอียดของลิฟต์ เช่น ชื่อโปรเจ็ค หมายเลขคำสั่งซื้อ โดยแผ่นตรวจสอบจะแสดงลักษณะของช่องอาคารของลิฟต์ นักออกแบบจะต้องระบุชนิดของชิ้นส่วนที่ต้องออกแบบและจำนวนชิ้นส่วนที่ออกแบบทั้งด้านหน้าและด้านหลังของลิฟต์ เพื่อให้นักออกแบบสามารถออกแบบจำนวนชิ้นส่วนได้ถูกต้องและสามารถเข้าใจข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลูกค้าได้ง่ายขึ้น

8. ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ ก่อนการออกแบบ โดยนักออกแบบจะต้องระบุรายละเอียดของลิฟต์ เช่น ชื่อโปรเจ็ค หมายเลขคำสั่งซื้อ และหมายเลขของแบบชิ้นงานที่สร้างใหม่ โดยจะมี Check list จากความผิดพลาดที่เคยเกิดขึ้นมาแล้ว ให้นักออกแบบตรวจสอบก่อนการสร้างแบบชิ้นงานใหม่เพื่อป้องกันความผิดพลาดของนักออกแบบ

9. ตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์เทียบกับคู่มือมาตรฐาน เมื่อโปรแกรม ELMES ได้คำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์ออกมาแล้ว นักออกแบบจะต้องตรวจสอบความผิดพลาดจากโปรแกรมที่ได้คำนวณออกมา หากเป็นกรณีที่ข้อกำหนดเชิงเทคนิคอยู่นอกเหนือมาตรฐาน นักออกแบบจะต้องแก้ไขรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์ด้วยตนเอง เพราะโปรแกรม ELMES ไม่สามารถคำนวณได้

10. คำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงาน กรณีที่ต้องสร้างแบบชิ้นงานใหม่ นักออกแบบจะต้องคำนวณค่าตัวแปรจากสูตรต่าง ๆ ในแบบชิ้นงาน เนื่องจากแบบชิ้นงานที่เป็นมาตรฐาน (Standard drawing) นั้นจะอยู่ในรูปแบบ Family tree ซึ่งขนาดหรือระยะต่าง ๆ ในแบบชิ้นงานจะถูกแทนค่าเป็นตัวแปร

11. ตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยจำลองการประกอบด้วยโปรแกรม Auto CAD โดยที่นักออกแบบจะต้องจำลองชิ้นงานของลิฟต์จากข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่ลูกค้าขอ ในรูปแบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ เพื่อให้สามารถเห็นการประกอบหรือการติดตั้งได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จากการใช้โปรแกรมเขียนแบบ Auto CAD เพื่อหาผลกระทบจากข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลูกค้า ที่อยู่นอกเหนือจากมาตรฐานการออกแบบและผลกระทบจากการติดตั้งกับชิ้นส่วนต่าง ๆ

12. สร้างแบบชิ้นงานใหม่จากการตรวจสอบและแก้ไข เมื่อจำลองลิฟต์หรือชิ้นงานจากโปรแกรมเขียนแบบ Auto CAD แล้วพบว่าส่งผลกระทบต่อชิ้นส่วนอื่น นักออกแบบจะต้องสร้างแบบชิ้นงานใหม่ (New drawing) โดยการแก้ไข (Modify) จากแบบชิ้นส่วนนั้น ๆ ให้สามารถติดตั้งหรือประกอบกับชิ้นส่วนได้ โดยการอ้างอิงแบบชิ้นงานจากมาตรฐานเทียบกับแบบชิ้นงานที่แก้ไขใหม่และข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลูกค้า

13. ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป หลังการออกแบบ เมื่อออกแบบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์ เสร็จจะต้องตรวจสอบหลังการออกแบบอีกครั้ง เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น และตระหนักถึงความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้จาก Check list ในแผ่นตรวจสอบ

14. ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน หลังการออกแบบ การออกแบบลิฟต์ที่มีลักษณะการเปิดประตูแบบ 2 ทางออก จะเป็นการออกแบบที่พิเศษกว่าปกติทั้งจำนวนชิ้นส่วนต่อชั้นที่มีทางเข้า-ออก 2 ด้าน จะต้องออกแบบทั้ง 2 ด้าน ให้ถูกต้อง ดังนั้นหลังการออกแบบจะต้องใช้แผ่นตรวจสอบนี้ เพื่อให้นักออกแบบตระหนักถึงความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

15. ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ หลังการออกแบบ เมื่อนักออกแบบสร้างแบบชิ้นงานใหม่ นักออกแบบจะต้องคำนวณตัวแปรของแบบชิ้นงานและจำลองการติดตั้งหรือประกอบชิ้นส่วนเพื่อหาผลกระทบต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อป้องกันความผิดพลาด นักออกแบบจะต้องใช้แผ่นตรวจสอบนี้ เพื่อตระหนักถึงความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้หลังออกแบบ

16. ส่งงานออกแบบให้กับฝ่ายผลิต หลังการตรวจสอบทั้งหมดแล้ว นักออกแบบจะต้องอนุมัติการงานออกแบบผ่านระบบ ELMES โดยระบบจะส่งรายการชิ้นส่วนทั่วไปให้กับฝ่ายผลิตเพื่อผลิตชิ้นส่วนต่อไป

คัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา

จากกระบวนการออกแบบความสวยงามของลิฟต์ สามารถจำแนกความยากของงานออกแบบได้เป็น Class A B C และ E โดยสรุปได้เป็นตารางที่ 3-3 ดังนี้

ตารางที่ 3-3 การจำแนก Class ตามความยากจากงานออกแบบ

Class	ลักษณะการออกแบบ	ข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลูกค้า	การสั่งซื้อชิ้นส่วนใหม่	การออกแบบชิ้นส่วนใหม่	การสั่งซื้อจากแบบชิ้นส่วนใหม่	งานออกแบบเป็นครั้งแรก
A	Standard	Standard	No	No	No	No
B	Semi-Standard	Remark	Yes/ No	No	No	No
C	Special	Remark	Yes/ No	1 item	No	No
D	Special	Remark	Yes/ No	> 1 item	Yes/ No	No
E	Special	Remark	Yes/ No	> 1 item	Yes/ No	Yes

จากตารางที่ 3-3 งานออกแบบมาตรฐาน Class A และ B เป็นงานออกแบบที่ไม่ผ่านการออกแบบจากนักออกแบบ เนื่องจากเป็นงานออกแบบมาตรฐาน โดยสามารถใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนต่าง ๆ ของลิฟต์ได้สมบูรณ์ สำหรับกรณีที่ไม่มีการสั่งซื้อชิ้นส่วนมาตรฐานและไม่มีการระบุข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลูกค้าที่เป็นมาตรฐาน จะสามารถจำแนกให้เป็นงานออกแบบ Class A หากมีการระบุข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลูกค้าที่เป็น Remark จะจำแนกให้เป็นงานออกแบบ Class B

งานออกแบบพิเศษ Class C เป็นงานออกแบบที่พิเศษที่ต่างจากมาตรฐาน ซึ่งจะมีการออกแบบชิ้นส่วนใหม่จากข้อกำหนดเชิงเทคนิคนั้น ๆ เพียง 1 ชิ้นส่วน

สำหรับงานออกแบบพิเศษ Class D และ Class E เป็นงานออกแบบที่พิเศษต่างจากมาตรฐาน โดยจะต้องมีการสร้างแบบชิ้นส่วนใหม่จากข้อกำหนดเชิงเทคนิคนั้น ๆ ตั้งแต่ 1 ชิ้นส่วนขึ้นไป กรณีงานออกแบบ Class E จะเป็นงานออกแบบที่พิเศษเฉพาะ คือ เป็นงานออกแบบที่มีการร้องขอข้อกำหนดเชิงเทคนิคนั้น ๆ มาเป็นครั้งแรก

1. เก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างคำสั่งซื้อลิฟต์ เพียงบางส่วนจากจำนวนของลิฟต์ที่ได้มีการสั่งซื้อเข้ามา จำนวน 230 ตัว โดยใช้การบันทึกข้อมูลกระบวนการออกแบบทั้ง 16 ขั้นตอน จากการจัดกลุ่มตามตารางที่ 3-2 การจำแนกความยากของงานออกแบบบ สามารถแบ่งออกแบบ 3 กลุ่มย่อย คือ

1.1 งานออกแบบมาตรฐาน Class A และ Class B

1.2 งานออกแบบพิเศษ Class C

1.3 งานออกแบบพิเศษ Class D และ Class E

สำหรับงานออกแบบมาตรฐาน Class A จะไม่ผ่านงานออกแบบจึงไม่นำมาวิเคราะห์ร่วมด้วย ดังนั้นจึงเก็บข้อมูลเป็น 2 ชุด คือ ข้อมูลงานออกแบบพิเศษ Class C และข้อมูลงานออกแบบพิเศษ Class D และ Class E โดยจะเก็บข้อมูลจากงานออกแบบจากจำนวนคำสั่งซื้อเป็นเวลา 1 เดือน เพื่อนำมาวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3-4 และตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-4 ข้อมูลการจับเวลางานออกแบบพิเศษ Class C

ลำดับ	กระบวนการออกแบบ	เวลาออกแบบเร็วสุด (นาที)	เวลาออกแบบนานสุด (นาที)	เวลาออกแบบเฉลี่ย (นาที)	ร้อยละ	Standard Deviation	Confidence Interval (95.00%)
1	รับคำสั่งซื้อลิฟต์จากลูกค้า	2	7	4.4	100%	1.74	0.26
2	ทำความเข้าใจรายละเอียดและศึกษาข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์	14	56	33.4	100%	12.09	1.80
3	แจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ	13	84	26.3	100%	17.44	2.59
4	ประชุมหาแนวทางการออกแบบและทบทวนการออกแบบ	11	19	15.2	100%	2.59	0.38
5	ใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์	7	19	13.1	100%	3.68	0.55
6	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (ก่อนการออกแบบ)	7	14	10.5	100%	2.19	0.33
7	ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (ก่อนการออกแบบ)	11	22	16.8	16%	3.09	0.46
8	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (ก่อนการออกแบบ)	7	15	10.7	37%	2.46	0.37
9	ตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์เทียบกับคู่มือมาตรฐาน	90	220	153.8	100%	38.64	5.75
10	คำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงาน	22	126	77.6	37%	31.06	4.62
11	ตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยจำลองการประกอบด้วย Auto CAD	136	479	292.8	37%	99.47	14.80
12	สร้างแบบชิ้นงานใหม่ จากการตรวจสอบและแก้ไข	174	1053	317.4	37%	153.06	22.77
13	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (หลังการออกแบบ)	7	14	10.6	100%	2.10	0.31
14	ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (หลังการออกแบบ)	7	11	8.9	16%	1.29	0.19
15	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (หลังการออกแบบ)	7	11	9.2	37%	1.39	0.21
16	ส่งงานออกแบบให้กับฝ่ายผลิต	7	9	8.0	100%	0.79	0.12

ตารางที่ 3-5 ข้อมูลการจับเวลางานออกแบบพิเศษ Class D และ Class E

ลำดับ	กระบวนการออกแบบ	เวลาออกแบบเร็วสุด (นาที)	เวลาออกแบบนานสุด (นาที)	เวลาออกแบบเฉลี่ย (นาที)	ร้อยละ	Standard Deviation	Confidence Interval (95.00%)
1	รับคำสั่งซื้อลิฟต์จากลูกค้า	2	7	4.6	100%	1.72	0.47
2	ทำความเข้าใจรายละเอียดและศึกษาข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์	16	55	33.7	100%	10.72	2.93
3	แจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ	13	86	51.9	100%	25.68	7.01
4	ประชุมหาแนวทางการออกแบบและทบทวนการออกแบบ	9	30	18.1	100%	6.79	1.85
5	ใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์	8	22	14.5	100%	4.38	1.20
6	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (ก่อนการออกแบบ)	7	14	10.6	100%	2.08	0.57
7	ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (ก่อนการออกแบบ)	18	23	20.0	7%	2.45	3.90
8	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (ก่อนการออกแบบ)	7	15	11.1	83%	2.26	0.68
9	ตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์เทียบกับคู่มือมาตรฐาน	107	359	222.0	100%	63.18	17.24
10	คำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงาน	20	122	69.9	83%	31.39	9.43
11	ตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยจำลองการประกอบด้วย Auto CAD	125	462	287.8	83%	95.84	28.79
12	สร้างแบบชิ้นงานใหม่ จากการตรวจสอบและแก้ไข	174	1572	345.8	83%	282.30	84.81
13	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (หลังการออกแบบ)	7	14	11.0	100%	2.22	0.61
14	ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (หลังการออกแบบ)	7	10	9.0	7%	1.41	2.25
15	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (หลังการออกแบบ)	7	11	9.0	83%	1.50	0.45
16	ส่งงานออกแบบให้กับฝ่ายผลิต	7	9	8.1	100%	0.81	0.22

จากกลุ่มตัวอย่างของลิฟต์ที่เป็นงานออกแบบพิเศษ Class C ซึ่งมีจำนวนคำสั่งซื้อลิฟต์รวมทั้งหมด 176 คำสั่งซื้อ พบว่า ขั้นตอนการออกแบบที่ต้องดำเนินการในทุกคำสั่งซื้อของลูกค้าได้แก่กระบวนการที่ 1 2 3 4 5 6 9 13 และ 16 สำหรับข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่มีการสร้างแบบชิ้นงานใหม่ คิดเป็นร้อยละ 37 มีจำนวน 65 คำสั่งซื้อ และข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่มีทางเข้า-ออก 2 ด้าน มีจำนวนทั้งหมด 29 ตัว คิดเป็นร้อยละ 16 โดยขั้นตอนที่ใช้เวลาออกแบบเฉลี่ยนานที่สุด 3 ลำดับแรก คือ กระบวนการสร้างแบบชิ้นงานใหม่ (Min=174 นาที Max=1053 นาที S.D.=153.06 และ 95% CI.=22.77) กระบวนการตรวจสอบแบบชิ้นงาน โดยจำลองการประกอบด้วยโปรแกรม Auto CAD (Min=136 นาที Max=479 นาที S.D.=99.47 และ 95% CI.=14.80) และกระบวนการตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์เทียบกับคู่มือมาตรฐาน (Min=90 นาที Max=220 นาที S.D.=38.64 และ 95% CI.=5.75)

จากข้อมูลการจับเวลางานออกแบบพิเศษ Class D และ Class E จากกลุ่มลิฟต์ตัวอย่างจำนวน 54 คำสั่งซื้อ สำหรับข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่มีการสร้างแบบชิ้นงานใหม่ คิดเป็นร้อยละ 83 จากจำนวน 44 คำสั่งซื้อ และข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่มีทางเข้า-ออก 2 ด้าน มีจำนวน 4 คำสั่งซื้อ คิดเป็นร้อยละ 7 โดยผลจากกลุ่มตัวอย่าง 3 กระบวนการแรกที่ใช้เวลาเฉลี่ยนานที่สุดจะคล้ายกับงานออกแบบพิเศษ Class C ดังนี้ คือ กระบวนการสร้างแบบชิ้นงานใหม่ (Min=174 นาที Max=1,572 นาที S.D.=282.30 และ 95% CI.=84.81) กระบวนการตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยการจำลองการประกอบด้วยโปรแกรม Auto CAD (Min=125 นาที Max=462 นาที S.D.=95.84 และ 95% CI.=28.79) และกระบวนการตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์เทียบกับคู่มือมาตรฐาน (Min=107 นาที Max=359 นาที S.D.=63.18 และ 95% CI.=17.24)

2. การจัดเรียงเวลาการออกแบบด้วยแผนภูมิพาเรโต

เมื่อนำข้อมูลการจับเวลางานออกแบบพิเศษ Class C Class D และ Class E นำมาจัดเรียงเวลาการออกแบบเฉลี่ยของแต่ละกระบวนการจากมากที่สุดไปยังกระบวนการที่ใช้เวลาเฉลี่ยน้อยที่สุด โดยใช้การวิเคราะห์จากแผนภูมิพาเรโต เพื่อเลือกกระบวนการที่มีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยสะสมจากกระบวนการที่ใช้เวลามากสุดเกินกว่า 80% ดังตารางที่ 3-6 และตารางที่ 3-7

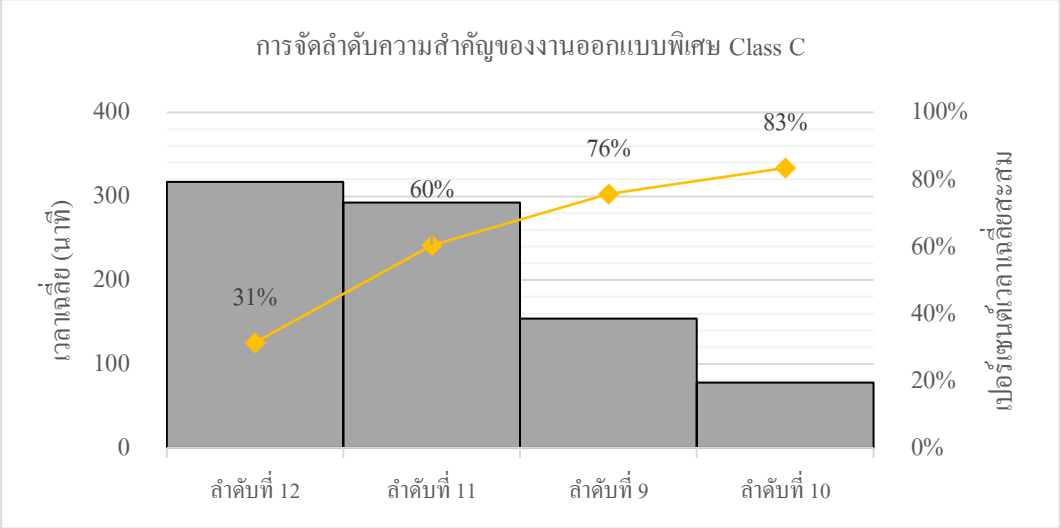
ตารางที่ 3-6 การจัดลำดับความสำคัญของงานออกแบบพิเศษ Class C

ลำดับ	กระบวนการออกแบบ	เวลาเฉลี่ย (นาที)	เปอร์เซ็นต์เวลาเฉลี่ยสะสม
12	สร้างแบบชิ้นงานใหม่	317.4	31.5%
11	ตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยการจำลองประกอบด้วย Auto CAD	292.8	60.5%
9	ตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์เทียบกับคู่มือมาตรฐาน	153.8	75.7%
10	คำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงาน	77.6	83.4%
2	ทำความเข้าใจรายละเอียดและศึกษาข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์	33.4	86.8%
3	แจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ	26.3	89.4%
7	ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (ก่อนการออกแบบ)	16.8	91.0%
4	ประชุมหาแนวทางการออกแบบและทบทวนการออกแบบ	15.2	92.5%
5	ใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์	13.1	93.8%
8	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (ก่อนการออกแบบ)	10.7	94.9%
13	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (หลังการออกแบบ)	10.6	95.9%
6	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (ก่อนการออกแบบ)	10.5	97.0%
15	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (หลังการออกแบบ)	9.2	97.9%
14	ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (หลังการออกแบบ)	8.9	98.8%
16	ส่งงานออกแบบให้กับฝ่ายผลิต	8.0	99.6%
1	รับคำสั่งซื้อลิฟต์จากลูกค้า	4.4	100.0%

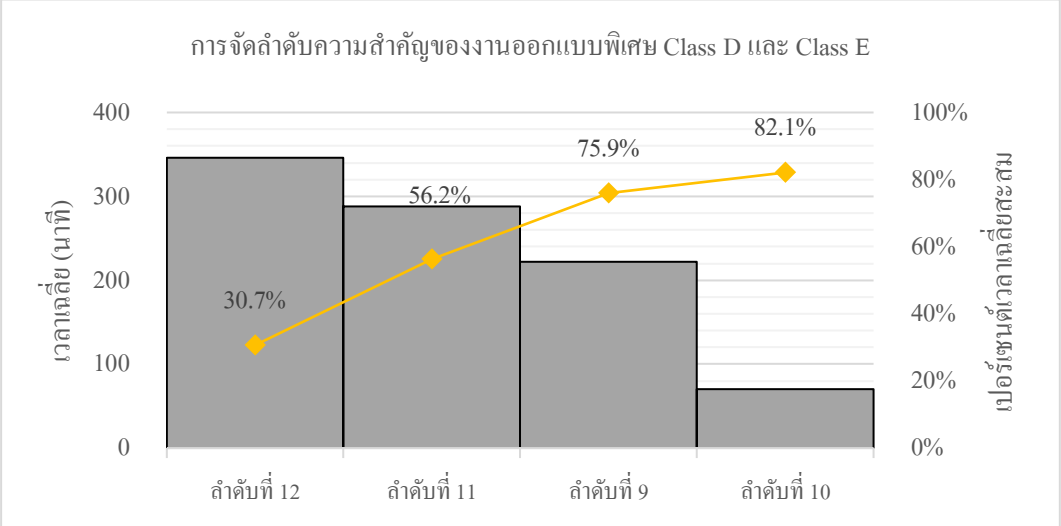
ตารางที่ 3-7 การจัดลำดับความสำคัญของงานออกแบบพิเศษ Class D และ Class E

ลำดับ	กระบวนการออกแบบ	เวลาเฉลี่ย (นาที)	เปอร์เซ็นต์เวลาเฉลี่ยสะสม
12	สร้างแบบชิ้นงานใหม่	345.8	30.7%
11	ตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยการจำลองประกอบด้วย Auto CAD	287.8	56.2%
9	ตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์เทียบกับคู่มือมาตรฐาน	222.0	75.9%
10	คำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงาน	69.9	82.1%
3	แจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ	51.9	86.7%
2	ทำความเข้าใจรายละเอียดและศึกษาข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์	33.7	89.7%
7	ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (ก่อนการออกแบบ)	20.0	91.5%
4	ประชุมหาแนวทางการออกแบบและทบทวนการออกแบบ	18.1	93.1%
5	ใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์	14.5	94.4%
8	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (ก่อนการออกแบบ)	11.1	95.4%
13	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (หลังการออกแบบ)	11.0	96.3%
6	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (ก่อนการออกแบบ)	10.6	97.3%
14	ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (หลังการออกแบบ)	9.0	98.1%
15	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (หลังการออกแบบ)	9.0	98.9%
16	ส่งงานออกแบบให้กับฝ่ายผลิต	8.1	99.6%
1	รับคำสั่งซื้อลิฟต์จากลูกค้า	4.6	100.0%

เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 3-6 และตารางที่ 3-7 มาทำการจัดลำดับความสำคัญของงานออกแบบพิเศษ Class C Class D และ Class E โดยการสร้างเป็นกราฟของพาเรโต เพื่อให้สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยเลือกกระบวนการที่ใช้เปอร์เซ็นต์เวลาสะสมเฉลี่ยถึง 80% มาแสดงเป็นภาพที่ 3-8 และภาพที่ 3-9 ดังนี้



ภาพที่ 3-8 กราฟพาเรโตแสดงเวลาของงานออกแบบพิเศษ Class C



ภาพที่ 3-9 กราฟพาเรโตแสดงเวลาของงานออกแบบพิเศษ Class D และ Class E

วิเคราะห์ปัญหาการออกแบบเบื้องต้น

จากคุณลักษณะของลิฟต์ที่มีความหลากหลาย ทำให้ลูกค้าสามารถเลือกลักษณะของลิฟต์ที่มีลักษณะพิเศษ (Special) หรือลิฟต์ที่นอกเหนือจากมาตรฐาน (Out of standard) ได้ตามต้องการ ทำให้นักออกแบบไม่สามารถออกแบบได้ตามมาตรฐาน ดังนั้นนักออกแบบต้องสร้างแบบชิ้นงานใหม่ที่ใช้งานชั่วคราว (Temporary drawing) สำหรับคำสั่งซื้อนั้น ๆ ส่งผลให้ต้องเพิ่มกระบวนการออกแบบและเพิ่มระยะเวลาการออกแบบให้มากขึ้นจากเวลามาตรฐาน

1. การระบุข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลูกค้า

เมื่อลูกค้าสั่งซื้อลิฟต์ผ่านทางระบบ Manufacturing specification for elevator (MSE) หากมีการระบุข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่ต้องการเป็นพิเศษ (Special) ลงในรายการข้อสังเกตทั่วไป (General basic remarks) จากการระบุรายละเอียดของลิฟต์โดยทั่วไปซึ่งไม่สามารถระบุได้ จะแสดงตัวอย่างการระบุของลูกค้า ดังตารางที่ 3-8 และตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-8 ตัวอย่างข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์ที่ลูกค้าต้องการ

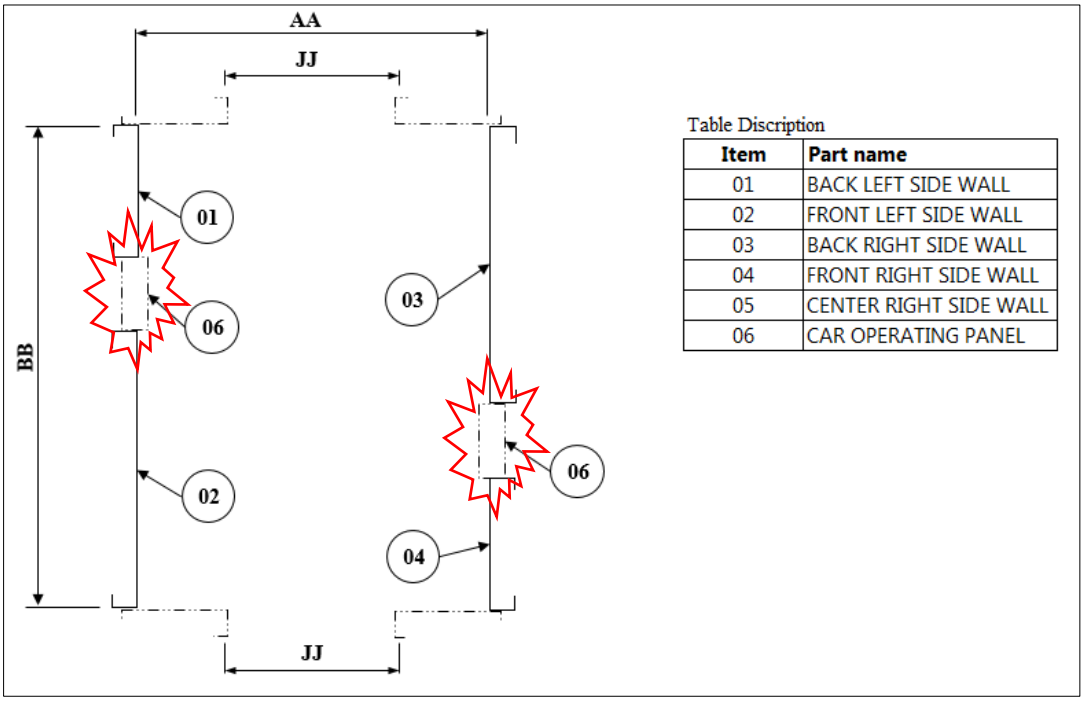
รายละเอียดของลิฟต์ที่ต้องการ (MSE)	
จำนวนชั้นบริการ (Service stops)	5 ชั้น
ลักษณะทางเข้า (Entrance)	2 ประตูทางเข้า 2 ประตูทางออก
ความกว้างผนังห้องโดยสาร (Car internal width)	2,000 มิลลิเมตร
ความลึกของห้องโดยสาร (Car internal depth)	1,400 มิลลิเมตร
ความกว้างประตูทางเข้าห้องโดยสาร (Entrance width)	900 มิลลิเมตร
ความสูงภายในห้องโดยสาร (Car internal height)	2,100 มิลลิเมตร
ชนิดของประตู (Door type)	เปิดกึ่งกลางประตู (Center opening)
แผงควบคุมห้องโดยสาร (Car operating panel)	Remark

เมื่อลูกค้าต้องการข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่พิเศษจะต้องระบุรายละเอียดของลิฟต์ (MSE) ให้เป็น Remark แล้วจึงระบุรายละเอียดที่ต้องการเป็นพิเศษลงในรายการข้อสังเกตทั่วไป (General basic remarks) ซึ่งสามารถแสดงได้ในตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 รายการข้อสังเกตทั่วไปที่ลูกค้าระบุ

รายการข้อสังเกตทั่วไป (General basic remarks)	
แผงควบคุมห้องโดยสาร (Car operating panel)	ติดตั้งที่ผนังห้องโดยสารด้านขวาจากด้านหน้า จำนวน 2 ชิ้น

จากข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่ลูกค้าต้องการในตารางที่ 3-9 พบว่า ไม่สามารถออกแบบได้ตามมาตรฐาน ซึ่งตำแหน่งการติดตั้งตามมาตรฐาน ดังภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-10 ตัวอย่างลิฟต์ตามมาตรฐานจากมุมมองด้านบน (Top view)

จากมาตรฐานการออกแบบที่ความลึกของห้องโดยสาร คือ 1,400 มิลลิเมตร สามารถติดตั้งแผงควบคุมห้องโดยสาร ที่ผนังห้องโดยสารได้เพียงด้านละ 1 ตัวเพียงเท่านั้น ทำให้นักออกแบบจะต้องออกแบบพิเศษ โดยการจัดเรียงผนังด้านที่มีแผงควบคุมภายในลิฟต์ใหม่เพื่อเปลี่ยนแปลงระยะติดตั้ง ปรับแก้ระยะติดตั้งของหลังคากับผนัง และผนังกับพื้นลิฟต์ ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างการติดตั้งแผงควบคุมภายในลิฟต์ที่ลูกค้าต้องการ ดังภาพที่ 3-9

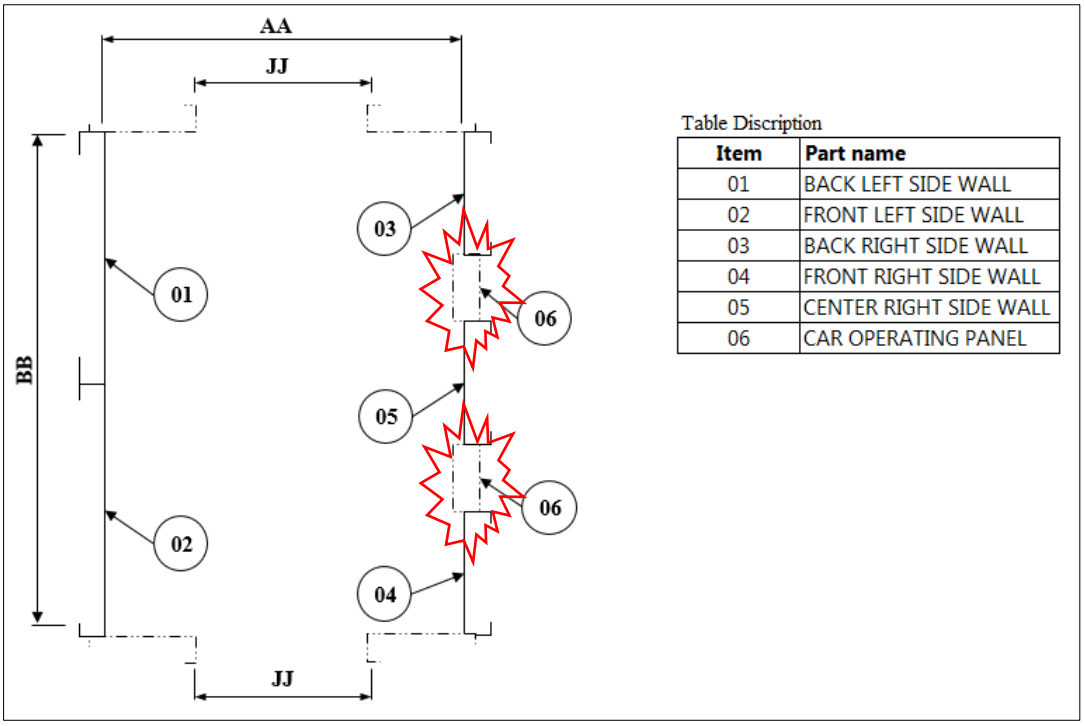


Table Discription

Item	Part name
01	BACK LEFT SIDE WALL
02	FRONT LEFT SIDE WALL
03	BACK RIGHT SIDE WALL
04	FRONT RIGHT SIDE WALL
05	CENTER RIGHT SIDE WALL
06	CAR OPERATING PANEL

ภาพที่ 3-11 ตัวอย่างลิฟต์ที่ลูกค้าต้องการจากมุมมองด้านบน (Top view)

วิเคราะห์ความสูญเปล่า

จากความสูญเปล่าในสำนักงาน 8 ประการ หากกระบวนการออกแบบใด ๆ สามารถลดเวลาการออกแบบลงได้หรือมีกระบวนการออกแบบใด ๆ ที่จำเป็นที่ต้องขจัดออก เพื่อให้สามารถออกแบบได้อย่างราบรื่นและสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น จึงใช้การจำแนกกระบวนการที่สร้างคุณค่าให้กับงานออกแบบ ซึ่งส่งผลให้ฝ่ายผลิตสามารถทำงานได้เร็วขึ้นตามไปด้วย หรือนักออกแบบสามารถออกแบบชิ้นส่วนเพื่อให้ฝ่ายผลิตสามารถผลิตชิ้นงานจากงานออกแบบได้ โดยที่ไม่เกิดปัญหาจากการออกแบบ ดังนั้นจึงสามารถวิเคราะห์กระบวนการออกแบบ ดังตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 การจำแนกกระบวนการออกแบบความสูญเปล่า 8 ประการ

ลำดับ	กระบวนการออกแบบ	8 Waste							
		Defects	**Over production**	**Waiting**	**Non-utilized Talent**	**Transportation**	**Inventory**	**Motion**	**Excess Processing**
1	รับคำสั่งซื้อลิฟต์จากลูกค้า								
2	ทำความเข้าใจรายละเอียดและศึกษาข้อกำหนดเชิงเทคนิค						✓		
3	แจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ			✓		✓			
4	ประชุมหาแนวทางการออกแบบและทบทวนการออกแบบ								
5	ใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์	✓							
6	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (ก่อนการออกแบบ)								✓
7	ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (ก่อนการออกแบบ)								✓
8	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (ก่อนการออกแบบ)								
9	ตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปเทียบกับคู่มือมาตรฐาน	✓							
10	คำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงาน	✓			✓				
11	ตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยจำลองการประกอบด้วย Auto CAD								
12	สร้างแบบชิ้นงานใหม่	✓							
13	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (หลังการออกแบบ)								✓
14	ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (หลังการออกแบบ)								✓
15	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (หลังการออกแบบ)								
16	ส่งงานออกแบบให้กับฝ่ายผลิต								

จากตารางที่ 3-10 จะพบความสูญเปล่าในสำนักงาน 8 ประการ จากกระบวนการออกแบบความสวยงามของลิฟต์ ได้ดังนี้

1. ความสูญเปล่าจากความบกพร่อง (Defects) เกิดความสูญเปล่าทั้งหมด 4 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการลำดับที่ 5 การใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์ เมื่อโปรแกรม ELMES ไม่สามารถคำนวณได้สมบูรณ์ เนื่องจากการระบุข้อกำหนดเชิงเทคนิคใน MSE เป็น Remark ทำให้การคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์จากโปรแกรม ELMES เกิดข้อผิดพลาดขึ้น จึงทำให้เกิดความสูญเปล่าจากความผิดพลาดของโปรแกรม

กระบวนการลำดับที่ 9 การตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์เทียบกับคู่มือมาตรฐาน เมื่อโปรแกรม ELMES ไม่สามารถคำนวณรายการชิ้นส่วนได้สมบูรณ์ ทำให้การคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์ความจากโปรแกรม ELMES มีข้อผิดพลาด และนักออกแบบต้องแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น จึงทำให้เกิดความสูญเปล่าจากการแก้ไขข้อผิดพลาดในกระบวนการนี้

กระบวนการลำดับที่ 10 การคำนวณตัวแปรในแบบชิ้นงานของส่วนประกอบลิฟต์ การคำนวณตัวแปรของแบบชิ้นงานที่มีขนาดเกินขอบเขต ซึ่งมาจากการระบุข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลูกค้า ทำให้แบบชิ้นงานไม่สามารถผลิตหรือติดตั้งได้ ทำให้นักออกแบบต้องแก้ไขแบบชิ้นงานให้สามารถผลิตหรือติดตั้งได้ จึงเกิดความสูญเปล่าในกระบวนการนี้

กระบวนการลำดับที่ 12 การสร้างแบบชิ้นงานใหม่ เมื่อมีการระบุข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลูกค้ามาเป็นพิเศษ ทำให้นักออกแบบต้องสร้างแบบชิ้นงานจากแบบชิ้นงานมาตรฐานโดยแก้ไขให้แบบชิ้นงานให้ตรงตามข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลูกค้า ซึ่งการแก้ไขบางครั้งพบความผิดพลาดจากการออกแบบชิ้นงานใหม่ จึงทำให้เกิดความสูญเปล่าเกิดขึ้นในกระบวนการนี้

2. ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไป (Over production) เนื่องจากเป็นการออกแบบเมื่อได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าเพียงเท่านั้น นักออกแบบจึงจะเริ่มทำงาน เมื่อมีคำสั่งซื้อมาจากลูกค้า ทำให้ไม่เกิดการทำงานก่อนมีคำสั่งซื้อ

3. ความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting) พบว่า เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการลำดับที่ 3 คือ กระบวนการแจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นกระบวนการที่ต้องรอคอยการตอบกลับจากแผนกอื่น ๆ รอคอยการตรวจสอบจากการติดตั้งที่เกี่ยวข้องกับแผนกอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อชิ้นส่วนของความสวยงาม การรอคอยจากการยืนยันอีเมล์จากลูกค้า เป็นต้น ทำให้เกิดความสูญเปล่าจากการรอคอยในกระบวนการนี้

4. ความสูญเปล่าจากการใช้คนไม่คุ้มค่า (Non-utilized talent) กระบวนการลำดับที่ 10 การคำนวณตัวแปรที่ใช้ในแบบชิ้นงาน ปัจจุบันแบบชิ้นส่วนมาตรฐานได้มีการปรับปรุงระบบ

การสร้างแบบใหม่โดยใช้งานร่วมกับโปรแกรม Microsoft Excel VBA ทำให้นักออกแบบสามารถสร้างตารางชิ้นส่วนหรือตัวแปรได้อย่างรวดเร็ว แต่นักออกแบบยังคงต้องคำนวณตัวแปรเหล่านั้นด้วยเครื่องคิดเลข ทำให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการนี้

5. ความสูญเปล่าจากการขนส่ง (Transportation) จากกระบวนการลำดับที่ 3 การแจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ พบว่า เกิดความสูญเปล่าในการตอบกลับหรือการยืนยันอีเมล์จากลูกค้าที่อยู่ต่างประเทศ ซึ่งมีช่วงเวลาที่ต่างกันทำให้การรับส่งข้อมูลเกิดความสูญเปล่าจากระยะทางที่ห่างไกลและความต่างของช่วงเวลาได้

6. ความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลัง (Inventory) จากการหาแนวทางการออกแบบหรือเอกสารสำหรับการออกแบบในข้อกำหนดเชิงเทคนิค พบว่า เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการลำดับที่ 2 การทำความเข้าใจรายละเอียดและศึกษาข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์ เป็นความสูญเปล่าจากการสืบค้นข้อมูลแนวทางออกแบบหรือข้อกำหนดของลิฟต์ไม่พบ เนื่องจากการจัดเก็บเอกสารที่ไม่ดี บางข้อกำหนดเชิงเทคนิคมีแนวทางการออกแบบที่ไม่ปรับปรุงให้ใหม่ขึ้น ทำให้นักออกแบบต้องใช้เอกสารที่ไม่ได้ปรับปรุงข้อมูลหรือถูกจัดเก็บไว้เป็นเวลานาน ทำให้ให้เกิดความสูญเปล่าเกิดขึ้นในกระบวนการนี้และอาจเกิดความผิดพลาดจากการออกแบบได้

7. ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหว (Motion) ลักษณะของงานออกแบบไม่มีความจำเป็นต้องเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวร่างกาย เพราะนักออกแบบจะออกแบบจากคอมพิวเตอร์ส่วนตัวที่โต๊ะทำงานของตนเอง จึงไม่เกิดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่เกินจำเป็น

8. ความสูญเปล่าจากกระบวนงานซ้ำซ้อน (Excess processing) การทำงานที่มีขั้นตอนมากเกินความจำเป็นและมากเกินความต้องการของลูกค้า ทำให้เกิดความสูญเปล่าจากกระบวนการออกแบบ ทั้งหมด 4 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการลำดับที่ 6 การใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (ก่อนการออกแบบ) กระบวนการลำดับที่ 7 การใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (ก่อนการออกแบบ) กระบวนการลำดับที่ 13 การใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (หลังการออกแบบ) และกระบวนการลำดับที่ 14 การใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (หลังการออกแบบ) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นการใช้แผ่นตรวจสอบทั้งหมด ทำให้เกิดการทำงานซ้ำซ้อน

วิเคราะห์ขั้นตอนสร้างคุณค่าและไม่สร้างคุณค่า

เพื่อจำแนกกระบวนการที่ก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่ม (Value added) กระบวนการที่ไม่ก่อเกิดคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ (Necessary non-value added) และกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ (Non-value added) สามารถประเมินกระบวนการออกแบบ ดังตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11 การจำแนกกระบวนการออกแบบจาก Value added, Necessary non-value added และ Non value added

ลำดับ	กระบวนการออกแบบ	Value Added	Necessary Non Value Added	Non Value Added
1	รับคำสั่งซื้อลิฟต์จากลูกค้า	✓		
2	ทำความเข้าใจรายละเอียดและศึกษาข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์	✓		
3	แจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ	✓		
4	ประชุมหาแนวทางการออกแบบและทบทวนการออกแบบ	✓		
5	ใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์	✓		
6	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (ก่อนการออกแบบ)			✓
7	ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (ก่อนการออกแบบ)			✓
8	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (ก่อนการออกแบบ)			✓
9	ตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์เทียบกับคู่มือมาตรฐาน	✓		
10	คำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงาน		✓	
11	ตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยจำลองการประกอบด้วย Auto CAD	✓		
12	สร้างแบบชิ้นงานใหม่ จากการตรวจสอบและแก้ไข	✓		
13	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (หลังการออกแบบ)			✓
14	ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (หลังการออกแบบ)			✓
15	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (หลังการออกแบบ)			✓
16	ส่งงานออกแบบให้กับฝ่ายผลิต	✓		

จากการประเมินตามลักษณะของกระบวนการที่การเกิดคุณค่า สามารถสรุปได้ดังนี้

1. กระบวนการที่ก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่ม (Value added) เมื่อพิจารณากระบวนการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจจากมุมมองของลูกค้าเป็นหลัก ได้แก่ กระบวนการรับคำสั่งซื้อลิฟต์จากลูกค้า กระบวนการทำความเข้าใจรายละเอียดและศึกษาข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์ กระบวนการแจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ กระบวนการประชุมหาแนวทางการออกแบบและทบทวนการออกแบบ กระบวนการใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์ กระบวนการตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์เทียบกับคู่มือมาตรฐาน กระบวนการตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยจำลองการประกอบด้วยโปรแกรม Auto CAD กระบวนการสร้างแบบชิ้นงานใหม่ และกระบวนการส่งงานออกแบบให้กับฝ่ายผลิต

2. กระบวนการที่ไม่ก่อเกิดคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ (Necessary non-value added) สำหรับกระบวนการออกแบบที่ไม่ส่งผลต่อความพึงพอใจของลูกค้าแต่มีความจำเป็นต้องทำและไม่สามารถขจัดกระบวนการนั้นออกจากงานออกแบบได้ แม้ว่ากระบวนการเหล่านั้นจะไม่ก่อให้เกิดคุณค่า คือ การคำนวณตัวแปรที่ใช้ในแบบชิ้นงาน

3. กระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ (Non value added) สำหรับกระบวนการที่สามารถขจัดออกจากงานออกแบบได้โดยไม่ลดคุณค่าและสร้างพึงพอใจให้แก่ลูกค้า ได้แก่ กระบวนการใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (ก่อน/ หลัง การออกแบบ) กระบวนการใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (ก่อน/ หลัง การออกแบบ) และกระบวนการใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (ก่อน/ หลัง การออกแบบ)

กำหนดแนวทางการปรับปรุง

จากปัญหาของงานออกแบบด้านความสวยงามนั้นจะต้องอาศัยส่วนประกอบสำคัญจากการวางแผน (Plan: P) เพื่อให้วงจรคุณภาพ PDCA ดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิผล ดังนั้นขั้นตอนการวางแผนงานสามารถดำเนินการ โดยนำผลจากการวิเคราะห์หาสาเหตุจากตารางที่ 3-10 การจำแนกกระบวนการออกแบบความสูญเปล่า 8 ประการ และตาราง 3-11 การจำแนกกระบวนการออกแบบด้วย Value added ผู้วิจัย ได้คัดเลือกกระบวนการที่ควรปรับปรุงด้วยหลักการปรับปรุงงานของไคเซ็น คือ ECRS ดังตารางที่ 3-12

ตารางที่ 3-12 สรุปการวิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้นด้วยหลักการ ECRS

กระบวนการออกแบบ	เวลาเฉลี่ย Class		8 Waste								Value Added			ECRS			
	C	D, E	D	O	W	N	T	I	M	E	VA	NNVA	NVA	E	C	R	S
รับคำสั่งซื้อลิฟต์จากลูกค้า	4.4	4.6									✓						
ทำความเข้าใจและศึกษาข้อกำหนดเชิงเทคนิค	33.4	33.7						✓			✓						
แจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ	26.3	51.9			✓		✓				✓						
ประชุมและทบทวนการออกแบบ	15.2	18.1									✓						
ใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์	13.1	14.5	✓								✓						
ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (ก่อนออกแบบ)	10.5	10.6								✓			✓	✓	✓	✓	✓
ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (ก่อนออกแบบ)	16.8	20.0								✓			✓	✓	✓	✓	✓
ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (ก่อนออกแบบ)	10.7	11.1								✓			✓	✓			✓
ตรวจสอบรายการชิ้นส่วนเทียบกับคู่มือมาตรฐาน	153.8	222.0	✓								✓						
คำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงาน	77.6	69.9	✓			✓						✓		✓			✓
ตรวจสอบแบบชิ้นงานด้วย Auto CAD	292.8	287.8									✓						
สร้างแบบชิ้นงานใหม่ จากการตรวจสอบและแก้ไข	317.4	345.8	✓								✓						
ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป (หลังออกแบบ)	10.6	11.0								✓			✓	✓	✓	✓	✓
ใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน (หลังออกแบบ)	8.9	9.0								✓			✓	✓	✓	✓	✓
ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (หลังออกแบบ)	9.2	9.0								✓			✓	✓			✓
ส่งงานออกแบบให้กับฝ่ายผลิต	8.0	8.1									✓						

จากตารางที่ 3-12 เป็นการรวมหัวข้อการปรับปรุงโดยให้ความสำคัญกับกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ (NVA) และกระบวนการที่ไม่ก่อเกิดคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ (NNVA) โดยประยุกต์หลักการปรับปรุงงานของไคเซ็น คือ ECRS เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการออกแบบ สามารถสรุปหัวข้อการปรับปรุงได้ดังนี้

1. การปรับปรุงการคำนวณตัวแปรที่ใช้ในแบบชิ้นงาน เป็นกระบวนการที่ไม่ก่อเกิดคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ (NNVA) จากการนำตัวแปรที่ได้จากการคำนวณไปใช้แทนค่าให้กับแบบชิ้นงาน กระบวนการนี้จะเกิดความสูญเปล่าจากความบกพร่อง (Defects) และการใช้คนไม่คุ้มค่า (Non-utilized Talent) จากการคำนวณตัวแปรที่อาจเกิดความผิดพลาดโดยใช้เครื่องคิดเลข สามารถปรับปรุงได้ด้วยการนำหลักการปรับปรุงของไคเซ็น ได้แก่ การขจัด (Eliminate: E) การคำนวณด้วยเครื่องคิดเลข แล้วเปลี่ยนเป็นการใช้โปรแกรมคำนวณแทน และการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify: S) ด้วยการนำโปรแกรม Excel VBA เข้ามาช่วยคำนวณ ทำให้การคำนวณ มีความถูกต้องและรวดเร็วยิ่งขึ้น

2. การปรับปรุงการใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไปและที่ทางเข้า-ออก 2 ด้าน (ก่อนและหลังการออกแบบ) กระบวนการนี้ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ (NVA) โดยนักออกแบบจะต้องตรวจสอบทั้ง ก่อนและหลังการออกแบบ ด้วยการใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไปและแผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน ทำให้กระบวนการนี้เป็นกระบวนการออกแบบที่ซ้ำซ้อน (Excess processing) จำนวน 4 ขั้นตอน ซึ่งสามารถปรับปรุงด้วยการใช้หลักการปรับปรุงงานของไคเซ็น ได้แก่ การขจัด (Eliminate: E) การใช้แผ่นตรวจสอบที่ทำซ้ำซ้อนกันทั้ง 2 ชนิด ออก ใช้การรวมกัน (Combine: C) ของแผ่นตรวจสอบทั่วไปและแผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน แล้วจัดเรียงใหม่ (Rearrange: R) โดยนำส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผ่นตรวจสอบทั้งสองมาจัดเรียงโครงสร้างใหม่ และการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify: S) ด้วยการนำโปรแกรม Excel VBA เข้ามาช่วยในการตรวจสอบ

ดังนั้นจึงสามารถกำหนดเป้าหมายที่สรุปได้จากหัวข้อการปรับปรุง ดังตารางที่ 3-13

ตารางที่ 3-13 ผลจากการคัดเลือกกระบวนการที่จะปรับปรุง

การปรับปรุง	**วิธีการปรับปรุง**	**เป้าหมายการปรับปรุง**
1. การคำนวณตัวแปรที่ใช้ในแบบชิ้นงาน	Eliminate Simplify และ Excel-VBA	ลดเวลาเฉลี่ยของ ขั้นตอนนี้ลง 10%
2. การใช้แผ่นตรวจสอบ	Eliminate Combine Rearrange Simplify และ Excel-VBA	ขจัดกระบวนการที่ไม่จำเป็นได้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

สำหรับบทนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหลักการปรับปรุงงานของไคเซ็น คือ ECRS และประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Excel VBA เพื่อให้นักออกแบบสามารถปฏิบัติงานได้สะดวก รวดเร็วและง่ายต่อการใช้งานยิ่งขึ้น จากกระบวนการออกแบบที่ได้คัดเลือกจากขั้นตอนการกำหนดแนวทางปรับปรุงในบทที่ 3 ซึ่งมีหัวข้อการปรับปรุงดังต่อไปนี้

1. การปรับปรุงการคำนวณตัวแปรที่ใช้ในแบบชิ้นงาน

จากการกำหนดแนวทางการปรับปรุงงานในกระบวนการออกแบบความสวยงามของลิฟต์ พบว่า กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ไม่ก่อเกิดคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ จึงได้นำการปรับปรุงด้วย ECRS และประยุกต์ใช้ VBA มาปรับปรุงในกระบวนการนี้

เนื่องจากกระบวนการนี้ส่งผลต่อกระบวนการสร้างแบบชิ้นงานใหม่และกระบวนการตรวจสอบแบบชิ้นงานด้วยการประกอบแบบชิ้นงานจากโปรแกรม Auto CAD เพราะจะใช้ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณตัวแปรไปแทนค่าลงในแบบชิ้นงานให้ได้ขนาดหรือระยะ ตรงตามข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลูกค้าที่กำหนดมา

2. การปรับปรุงการใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไปและแผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน

จากความสูญเปล่าในกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ พบว่ากระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการใช้แผ่นตรวจสอบทั้ง 3 ชนิด คือ การใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป การใช้แผ่นตรวจสอบสำหรับทางเข้า-ออก 2 ด้าน และการใช้แผ่นตรวจสอบสำหรับแบบชิ้นงาน เป็นกระบวนการที่ควรปรับปรุง เพราะเกิดความสูญเปล่าจากการใช้แผ่นตรวจสอบที่ซ้ำซ้อนทั้ง 3 ชนิด ดังนั้นจึงปรับปรุงกระบวนการเหล่านี้ด้วยการปรับปรุงงานด้วย ECRS และการประยุกต์ใช้ VBA

แต่สำหรับกระบวนการใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่จะไม่นำมาปรับปรุงร่วมกับแผ่นตรวจสอบทั้ง 2 ชนิดที่เหลือ เนื่องด้วยลักษณะการตรวจสอบที่แตกต่างกันและลักษณะโครงร่างที่ไม่เหมือนกัน ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงแผ่นตรวจสอบเพียง 2 ชนิด คือ แผ่นตรวจสอบทั่วไปและแผ่นตรวจสอบสำหรับทางเข้า-ออก 2 ด้าน เพียงเท่านั้น

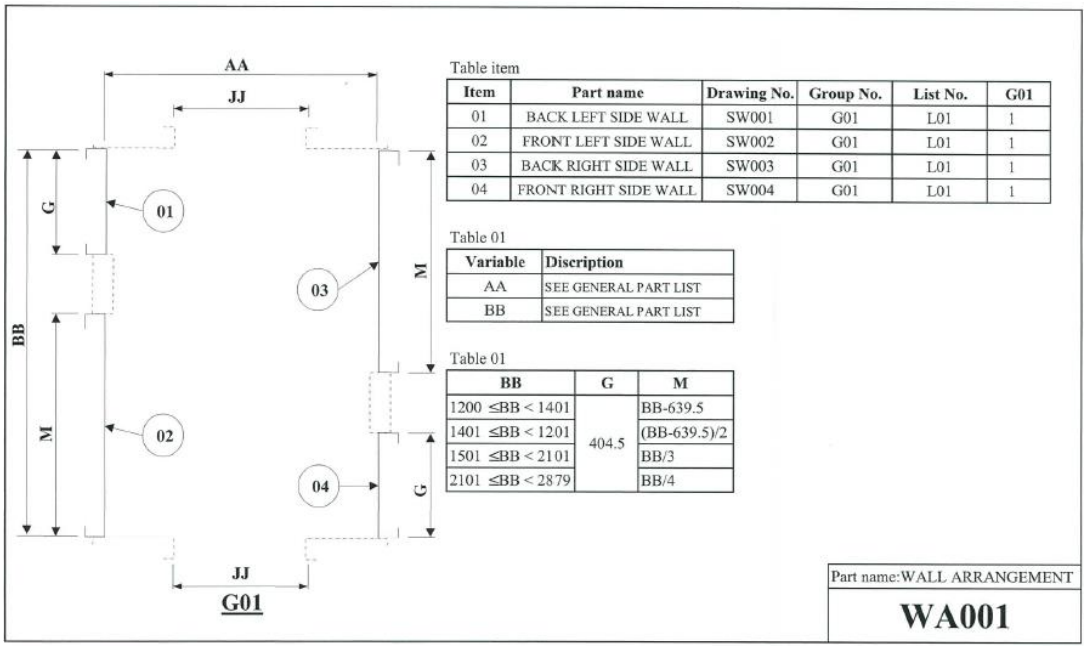
การปรับปรุงด้วยวิธีการใหม่

จากบทที่ 3 วงจรคุณภาพ PDCA ได้ดำเนินการมาถึงขั้นตอนหลักของการปฏิบัติตามแผน (Do) ซึ่งต่อเนื่องกับขั้นตอนย่อย คือ การกำหนดแนวทางการปรับปรุง สำหรับขั้นตอนย่อยต่อไปนี้จะปรับปรุงกระบวนการออกแบบได้ดังต่อไปนี้

1. การปรับปรุงการคำนวณตัวแปรที่ใช้ในแบบชิ้นงาน

สำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ลิฟต์ เมื่อนักออกแบบได้สร้างแบบชิ้นงานใหม่ (New drawing) หรือทำการตรวจสอบการประกอบชิ้นงานด้วยโปรแกรม Auto CAD ในรูปแบบการตรวจสอบแบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ จากข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่ถูกกำหนดโดยลูกค้า ผ่านทางระบบ MSE นักออกแบบจะนำผลลัพธ์ของตัวแปรที่ได้จากรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์ (GPL) ซึ่งมาจากข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์นั้น ๆ นำไปใช้สำหรับออกแบบหรือตรวจสอบ

1.1 ก่อนการปรับปรุง จะแสดงตัวอย่างแบบชิ้นงานมาตรฐานได้ในภาพตัวอย่างที่ 4-1



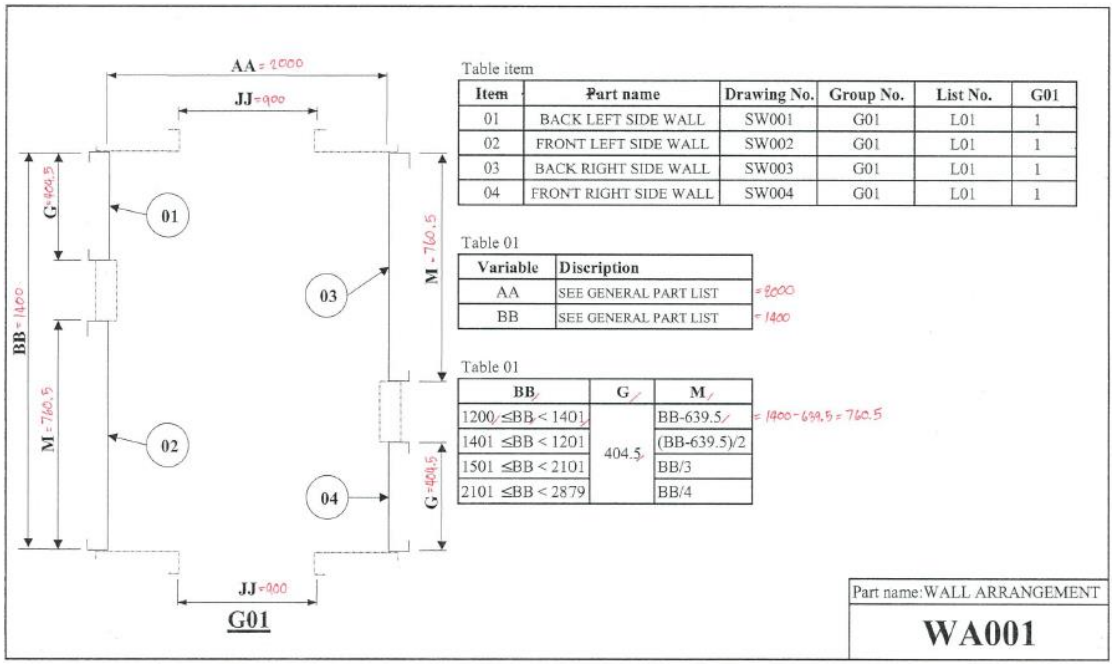
ภาพที่ 4-1 ตัวอย่างแบบชิ้นงานก่อนการคำนวณ

การกำหนดขนาดมาตรฐาน (Standard dimensions) ของแบบชิ้นงานจะถูกกำหนดให้เป็นค่าตัวแปร (Variable) เช่น AA BB หรือ JJ เพื่อให้แบบชิ้นงานมีขนาดที่สามารถแปรผัน

ได้ตามขนาดชิ้นส่วนของลิฟต์ที่ลูกค้าต้องการ โดยค่าตัวแปรที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จะถูกกำหนดขอบเขตมาตรฐาน (Scope) ไว้หากตัวแปรใด ๆ ที่มีผลลัพธ์เกินกว่าขอบเขต (Out of scope) ของตัวแปรในแบบชิ้นงานนั้นจะไม่สามารถติดตั้งได้

เมื่อต้องการนำแบบชิ้นส่วนไปออกแบบหรือผลิต นักออกแบบจะต้องทำให้แบบชิ้นงานมีรายละเอียดที่สมบูรณ์ โดยนำตัวแปรจากรายการชิ้นส่วนทั่วไป (GPL) แทนค่าลงในแบบชิ้นงาน แล้วคำนวณค่าตัวแปรเหล่านั้นด้วยเครื่องคิดเลข เสร็จแล้วจึงนำผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องคิดเลขไปแทนค่าลงในแบบชิ้นงานอีกครั้งเพื่อให้แบบชิ้นงานมีขนาดที่ถูกต้อง หรือให้สามารถเรียกใช้งานชิ้นส่วนย่อยอื่น ๆ เพื่อมาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้แบบชิ้นงานที่สมบูรณ์

ตัวอย่างต่อไปนี้ จะเป็นการแทนค่าตัวแปรลงในแบบชิ้นงานดังภาพที่ 4-2 โดยที่มีหมายเลขแบบ (Drawing No.) คือ WA001 หมายเลขกลุ่มของแบบ (Group No.) คือ G01 ตัวแปร (Variable) คือ AA = 2,000 BB = 1,400 และ JJ = 900 เมื่อแทนค่าจากรายการชิ้นส่วนทั่วไปลงในแบบชิ้นงานจะแสดงได้ในภาพที่ 4-2 ดังนี้



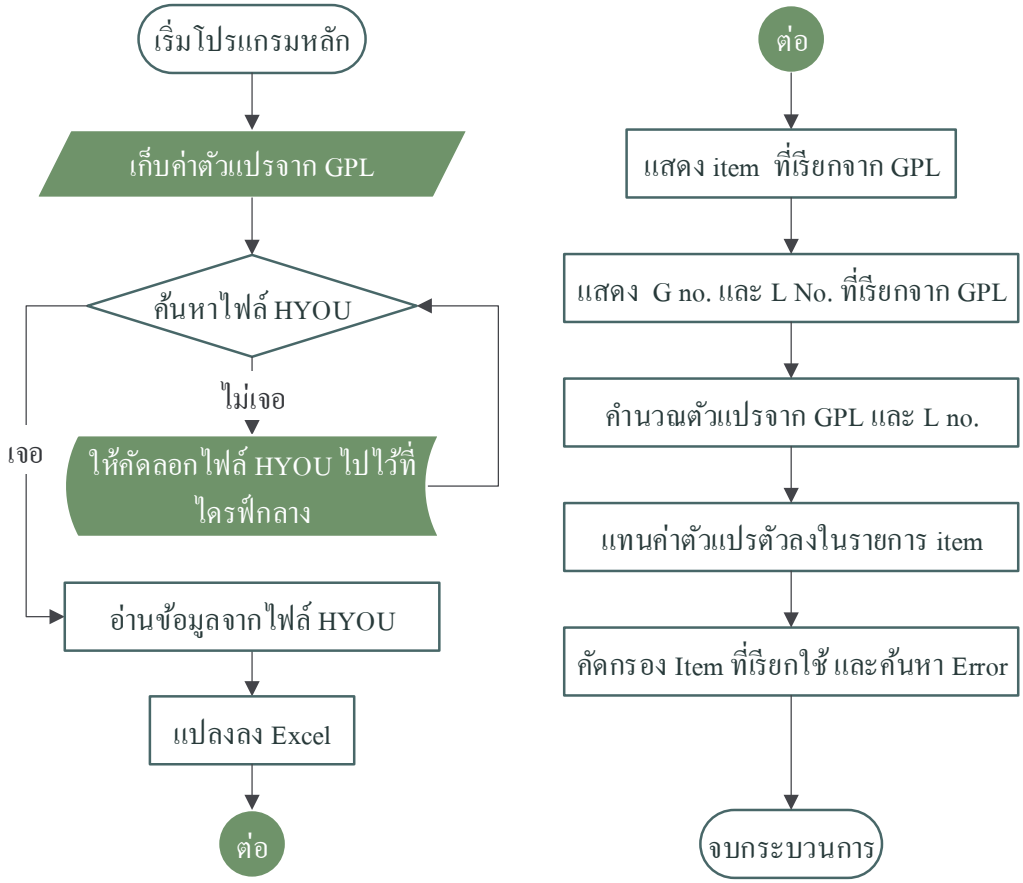
ภาพที่ 4-2 ตัวอย่างแบบชิ้นงานหลังการแทนค่าตัวแปร

จากภาพที่ 4-2 การแทนค่าตัวแปรลงในแบบชิ้นงานก่อนออกแบบ จะต้องปริ้นแบบชิ้นงานออกแบบมาก่อน แล้วจึงแทนค่าจากการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลข ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดได้ หากแบบชิ้นงานมีความซับซ้อนหรือมีการเรียกแบบชิ้นงานย่อยจากแบบชิ้นส่วนอื่น ๆ

นำมาประกอบเข้าด้วยกัน เช่น แบบชิ้นงานหมายเลข WA001 G01 ซึ่งเป็นแบบชิ้นงานการประกอบ Level 0 จะเรียกใช้งานแบบชิ้นส่วน Level 1 ที่หมายเลข SW001 G01 มาประกอบภายใน Level 0 และภายในแบบชิ้นส่วนย่อย Level 1ที่หมายเลข SW001 G01 นั้นเรียกแบบชิ้นงานย่อยอื่น ๆ เช่น Level 2 3 4 หรือ 5 มาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อให้แบบชิ้นงาน Level 0 ประกอบได้สมบูรณ์

1.2 หลังปรับปรุง เพื่อให้นักออกแบบเกิดความสะดวกและง่ายต่อการออกแบบ จึงได้ปรับปรุงโดยการนำโปรแกรม Microsoft Excel VBA เข้ามาช่วยสำหรับการคำนวณและการเรียกชิ้นงานย่อยอื่น ๆ โดยจะเขียนคำสั่งลงในโมดูล (Module) แล้วนำค่าตัวแปรต่างจากรายการชิ้นส่วนทั่วไป (GPL) นำมาคำนวณร่วมกับไฟล์ ZIPHYOU ซึ่งเป็นไฟล์จากระบบของแบบชิ้นงานภายในบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งจะใช้โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมหลักและโปรแกรมรองได้ดังต่อไปนี้

1.2.1 การทำงานของโปรแกรมหลัก จะแสดงในแผนภูมิการไหลของโปรแกรมหลัก ดังภาพที่ 4-3 เริ่มด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4-3 แผนภูมิการไหลของโปรแกรมหลัก

1.2.1.1 เก็บค่าตัวแปรของรายการชิ้นส่วนทั่วไป (GPL) เช่น หมายเลขแบบ (Drawing No.) หมายเลขกลุ่ม (Group No.) หมายเลขรายการ (List No.) และค่าตัวแปรของลิฟต์ที่ได้จากข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลูกค้า

1.2.1.2 ค้นหาไฟล์ HYOU จากไดรฟ์กลาง ว่ามีหรือไม่ ถ้าไม่เจอให้แสดงข้อความแจ้งเตือนว่าไม่พบไฟล์ในไดรฟ์กลาง และถ้าเจอไฟล์ให้โปรแกรมดำเนินการกระบวนการต่อไปซึ่งจะแสดงข้อความแจ้งเตือนในภาพที่ 4-4

ภาพที่ 4-4 ข้อความแจ้งเตือนไฟล์ HYOU

1.2.1.3 อ่านข้อมูลจากไฟล์ HYOU ของบริษัทจะมีข้อมูลที่เป็นรูปแบบ คั่นเซลล์ด้วยเครื่องหมาย “|” แล้วทำให้ขนาดไฟล์เล็กลงด้วยการบีบอัดไฟล์ให้เป็นไฟล์ Zip สำหรับการอ่านไฟล์จะใช้คำสั่ง Open OpenfileName For Input As #1 แล้วสิ้นสุดชุดคำสั่งด้วยคำสั่ง Close โดยที่ “OpenfileName” จะเป็นที่อยู่ไฟล์ HYOU

```
|-01||BACK LEFT SIDE WALL|DWG|SW001|G01|L01|||||||||-01|1|||||||||
|-02||FRONT LEFT SIDE WALL|DWG|SW002|G01|L01|||||||||-02|1|||||||||
|-03||BACK RIGHT SIDE WALL|DWG|SW003|G01|L01|||||||||-03|1|||||||||
|-04||FRONT RIGHT SIDE WALL|DWG|SW004|G01|L01|||||||||-04|1|||||||||
```

ภาพที่ 4-5 รูปแบบไฟล์ HYOU

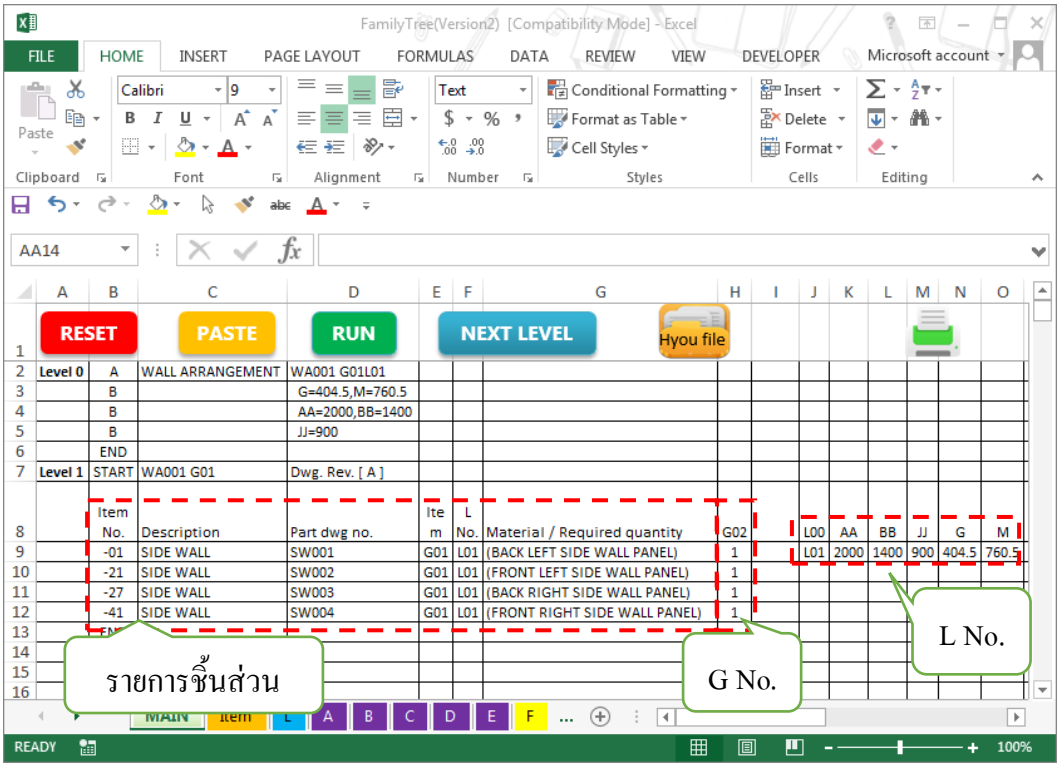
1.2.1.4 แปลงข้อมูลกลับไปในไฟล์ Excel เมื่ออ่านไฟล์ HYOU เสร็จจะแปลงข้อมูลรอบละ 1 บรรทัดจนกว่าจะสิ้นสุดไฟล์ โดยใช้คำสั่ง Do Until และ EOF ดังภาพที่ 4-6

```
Open OpenfileName For Input As #1
   Rowi = 1
   Do Until EOF(1)
      Line Input #1, LineFromFile
      Sheets("MAIN").Cells(Rowi, 1).Value = LineFromFile
      Rowi = Rowi + 1
   Loop
Close #1
```

ภาพที่ 4-6 ชุดคำสั่งเปิดไฟล์ HYOU เพื่อการแสดงผลใน Excel

1.2.1.5 แสดงรายการชิ้นส่วน (item) ที่เรียกจากรายการชิ้นส่วนทั่วไป (GPL) ในหน้าหลักของโปรแกรม

1.2.1.6 แสดงหมายเลขกลุ่ม (Group No.) และหมายเลขรายการ (List No.) ที่เรียกใช้งานจากรายการชิ้นส่วนทั่วไป (GPL)



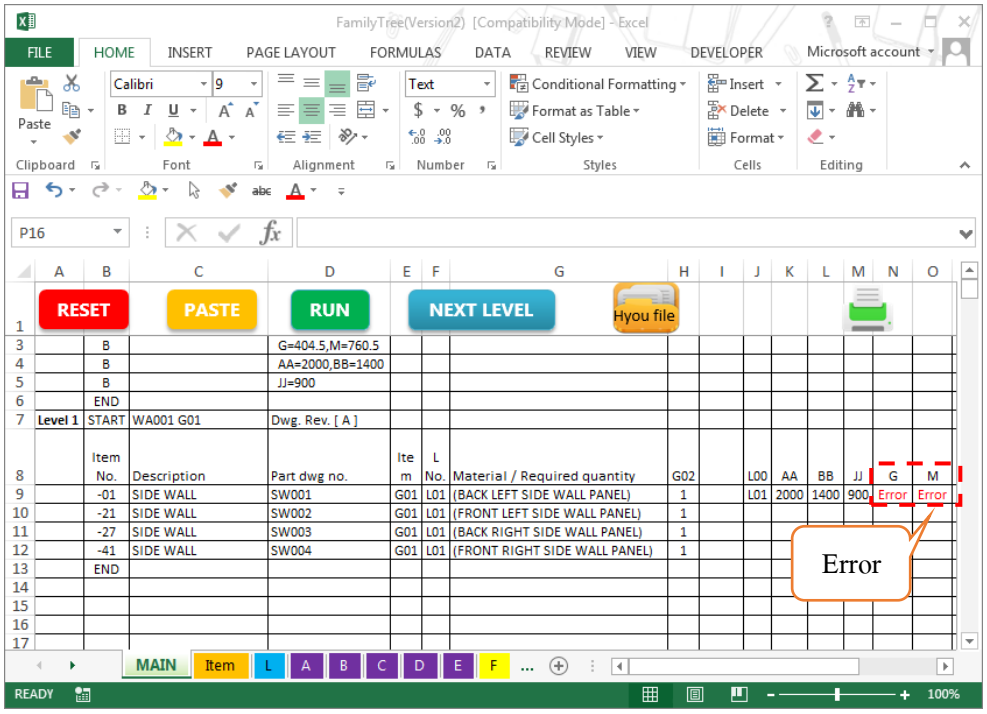
ภาพที่ 4-7 การแสดงรายการชิ้นส่วน

1.2.1.7 คำนวณตัวแปรจากรายการชิ้นส่วนทั่วไป (GPL) และหมายเลขรายการ (List No.) การคำนวณจะเริ่มต้นการค้นหาตัวแปรที่จะนำมาแทนที่

โดยใช้คำสั่ง คือ “Replace(สูตรที่จะคำนวณ, ตัวแปรที่ค้นหา, ขนาดที่นำมาแทนที่)” โดยสูตรที่จะนำมาคำนวณ คือ JJ/2 ตัวแปรที่ค้นหา คือ JJ ขนาดที่นำมาแทนที่ คือ 1,200 จะได้ผลการแทนที่ คือ 1,200/2 หลังจากนั้นจะใช้คำสั่งการคำนวณ คือ “Application.Evaluate(Replace(สูตรที่จะคำนวณ, ตัวแปรที่ค้นหา, ขนาดที่นำมาแทนที่))” ซึ่งจะได้ผลลัพธ์จากการคำนวณ คือ 600

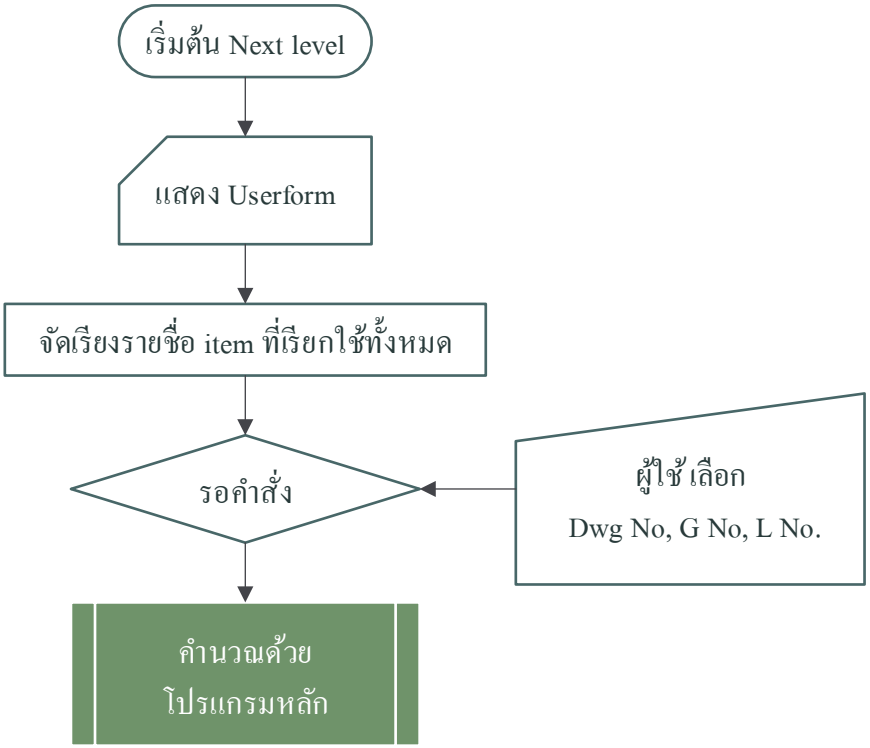
1.2.1.8 แทนค่าตัวแปรตัวลงในรายการชิ้นส่วน (item) เมื่อคำนวณตัวแปรได้แล้ว จะนำค่าที่ได้ไปแทนที่ในรายการชิ้นส่วน (item)

1.2.1.9 คัดกรองรายการชิ้นส่วน (item) ที่เรียกใช้และค้นหาความผิดพลาด (Error) หากมีตัวแปรใดที่ไม่สามารถคำนวณได้หรือตารางการคำนวณหลุดขอบเขต (Out of scope) จะแจ้งเตือนความผิดพลาด (Error) ที่เกิดขึ้น ดังภาพที่ 4-8 ตัวอย่างที่มีการคำนวณหลุดขอบเขต เช่น ตัวแปร BB คือ 1,100 ที่ได้จากรายการชิ้นส่วนทั่วไป (GPL) นำค่าตัวแปร BB = 1,100 ที่ได้ไปคำนวณตัวแปร G และ M ซึ่งค่าตัวแปรทั้งสองมีขอบเขตจากตัวแปร BB คือ 1,199 < BB < 2,879 ทำให้ตัวแปร G และ M จะหลุดขอบเขต (Out of scope) จากตาราง



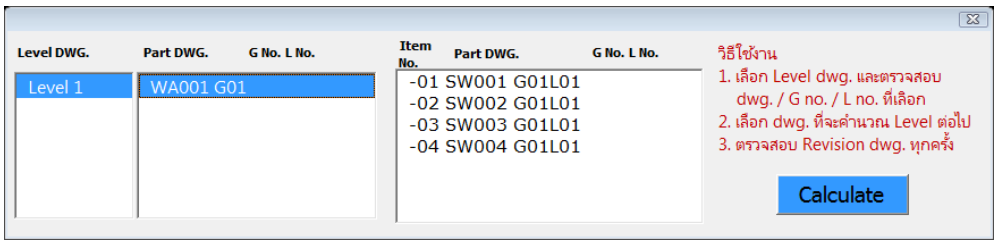
ภาพที่ 4-8 การแจ้งเตือน Error หลังจากการคำนวณ

1.2.2 การทำงานของโปรแกรมรอง Next level จะแสดงแผนภูมิการไหลในภาพที่ 4-9 และมีขั้นตอนย่อยดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4-9 แผนภูมิการไหลของโปรแกรมรอง Next level

1.2.2.1 แสดง User form เมื่อผู้ใช้เลือก Next level จากหน้าหลักของโปรแกรม ซึ่งจะแสดงหน้าต่าง ดังภาพที่ 4-10



ภาพที่ 4-10 รูปร่างของของโปรแกรมรอง Next level

1.2.2.2 แสดงรายชื่อแบบชิ้นงาน (item) ที่รายการชิ้นส่วนทั่วไป (GPL) เรียกใช้ โดยช่องแรกจะแสดง Level ของแบบชิ้นงานทั้งหมด ส่วนช่องที่สองจะแสดงชื่อหมายเลขแบบชิ้นงานหลักที่เลือกจากช่อง Level สำหรับช่องสุดท้ายจะแสดงหมายเลขแบบชิ้นงานย่อย

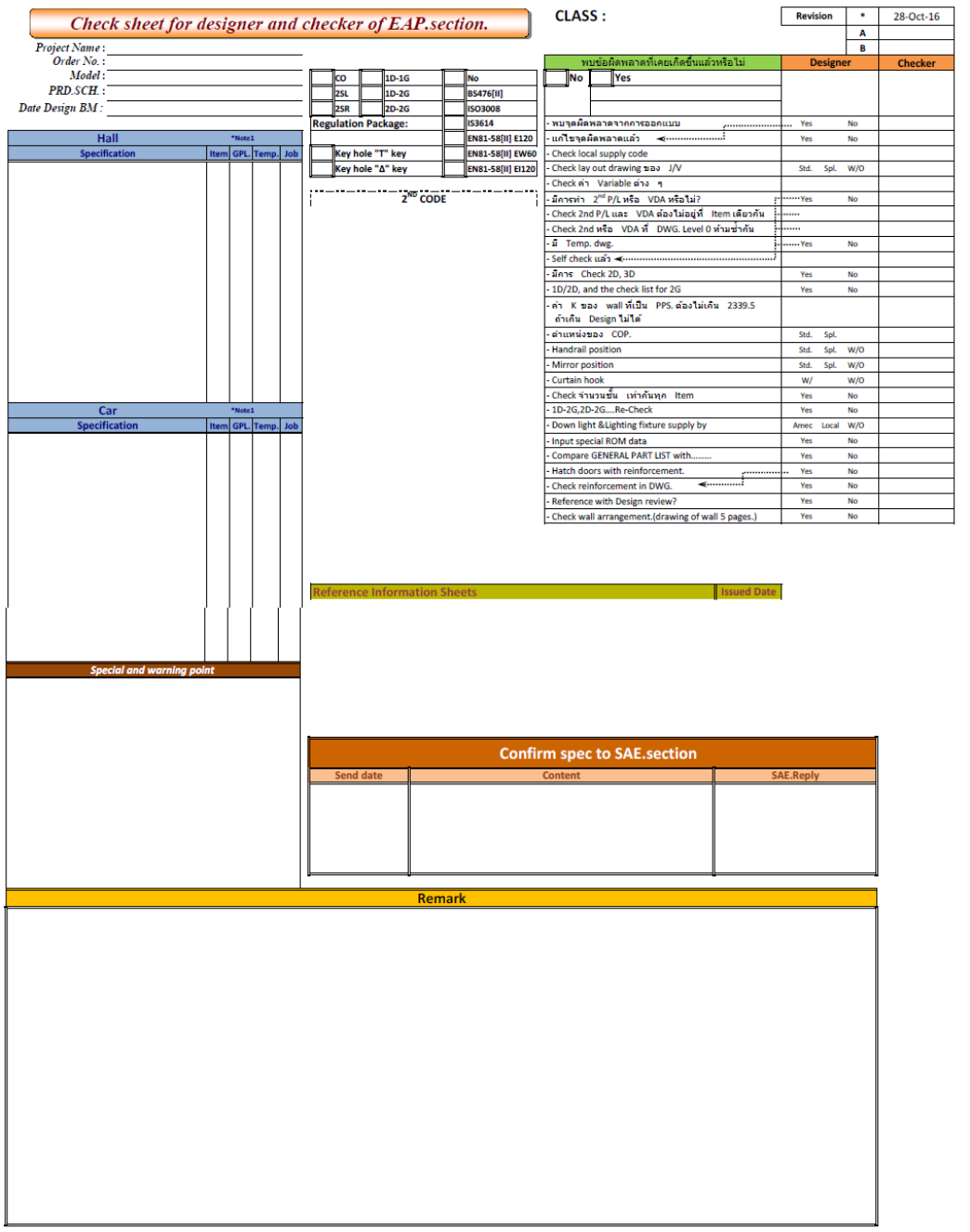
1.2.2.3 รอคำสั่ง เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกหมายเลขแบบชิ้นงานก่อน แล้วจึงกดคำนวณตัวแปรของหมายเลขแบบที่เลือก

1.2.2.4 ส่งหมายเลขแบบชิ้นงานย่อยที่ผู้ใช้เลือก ส่งกลับไปยังชุดคำสั่งหลักของโปรแกรม โดยให้โปรแกรมหลักคำนวณตัวแปรต่อไป

2. กระบวนการใช้แผ่นตรวจสอบ

นักออกแบบจะใช้แผ่นตรวจสอบก่อนการออกแบบและหลังการออกแบบ เพื่อสรุปข้อกำหนดเชิงเทคนิคก่อนการออกแบบและตรวจสอบความถูกต้องของการออกแบบ เทียบกับข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่ลูกค้าต้องการ โดยภายในแผ่นตรวจสอบแต่ละแผ่นจะมีการระบุ หมายเลขโปรเจ็ค (Project No.) หมายเลขคำสั่งซื้อ (Order No.) ระบุรายละเอียดของข้อกำหนดเชิงเทคนิคสำหรับด้านโดยสาร ด้านอาคาร ระบุรายการข้อสังเกต (Remarks) ทุกข้อที่ลูกค้าต้องการ ไว้ที่กรอบด้านล่างของแผ่นตรวจสอบ เพื่อตรวจสอบข้อกำหนดเชิงเทคนิคก่อนการออกแบบและหลังจากที่ได้ออกแบบเสร็จ นักออกแบบจะต้องตรวจสอบอีกครั้งจากรายการตรวจเช็ค (Check list) หลังการออกแบบซึ่งนักออกแบบจะต้องปฏิบัติตามข้อควรระวังต่าง ๆ ให้ครบทุกข้อควรระวังและต้องตรวจสอบรายการข้อสังเกต (Remarks) ที่ลูกค้าต้องการอีกครั้ง ว่าได้ออกแบบครบทุกข้อกำหนดเชิงเทคนิคแล้วหรือไม่

2.1 ก่อนการปรับปรุง กระบวนการที่เกิดความซ้ำซ้อนของการออกแบบ คือ กระบวนการใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไปและการใช้แผ่นตรวจสอบสำหรับทางเข้า-ออก 2 ด้าน ซึ่งจะแสดงแผ่นตรวจสอบแบบเดิมก่อนการปรับปรุง ดังภาพที่ 4-11 แผ่นตรวจสอบทั่วไป และภาพที่ 4-12 แผ่นตรวจสอบสำหรับทางเข้า-ออก 2 ด้าน ได้ดังนี้



Check sheet for designer and checker of EAP.section.

CLASS :

Revision	*	28-Oct-16
	A	
	B	

Project Name :
Order No. :
Model :
PRD.SCH. :
Date Design BM :

	CO		1D-1G		No
	2SL		1D-2G		BS476[II]
	2SR		2D-2G		ISO3008
Regulation Package:					IS3614
					EN81-58[II] E120
	Key hole "T" key				EN81-58[II] EW60
	Key hole "Δ" key				EN81-58[II] EI120

2ND CODE

Hall *Note1				
Specification	Item	GPL.	Temp.	Job

Car *Note1				
Specification	Item	GPL.	Temp.	Job

Special and warning point

พบข้อผิดพลาดที่เคยเกิดขึ้นแล้วหรือไม่	Designer	Checker
No Yes		
- พบจุดผิดพลาดจากการออกแบบ	Yes No	
- แก้ไขจุดผิดพลาดแล้ว	Yes No	
- Check local supply code		
- Check lay out drawing ของ J/V	Std. Spl. W/O	
- Check ค่า Variable ต่าง ๆ		
- มีการทำ 2nd P/L หรือ VDA หรือไม่?	Yes No	
- Check 2nd P/L และ VDA ต้องไม่อยู่ที่ Item เดียวกัน		
- Check 2nd หรือ VDA ที่ DWG. Level 0 ห้ามซ้ำกัน		
- มี Temp. dwg.	Yes No	
- Self check แล้ว		
- มีการ Check 2D, 3D	Yes No	
- 1D/2D, and the check list for 2G	Yes No	
- ค่า K ของ wall ที่เป็น PPS. ต้องไม่เกิน 2339.5 ถ้าเกิน Design ไม่ได้		
- ตำแหน่งของ COP.	Std. Spl.	
- Handrail position	Std. Spl. W/O	
- Mirror position	Std. Spl. W/O	
- Curtain hook	W/ W/O	
- Check จำนวนชั้น เท่ากันทุก Item	Yes No	
- 1D-2G,2D-2G....Re-Check	Yes No	
- Down light &Lighting fixture supply by	Amec Local W/O	
- Input special ROM data	Yes No	
- Compare GENERAL PART LIST with.....	Yes No	
- Hatch doors with reinforcement.	Yes No	
- Check reinforcement in DWG.	Yes No	
- Reference with Design review?	Yes No	
- Check wall arrangement.(drawing of wall 5 pages.)	Yes No	

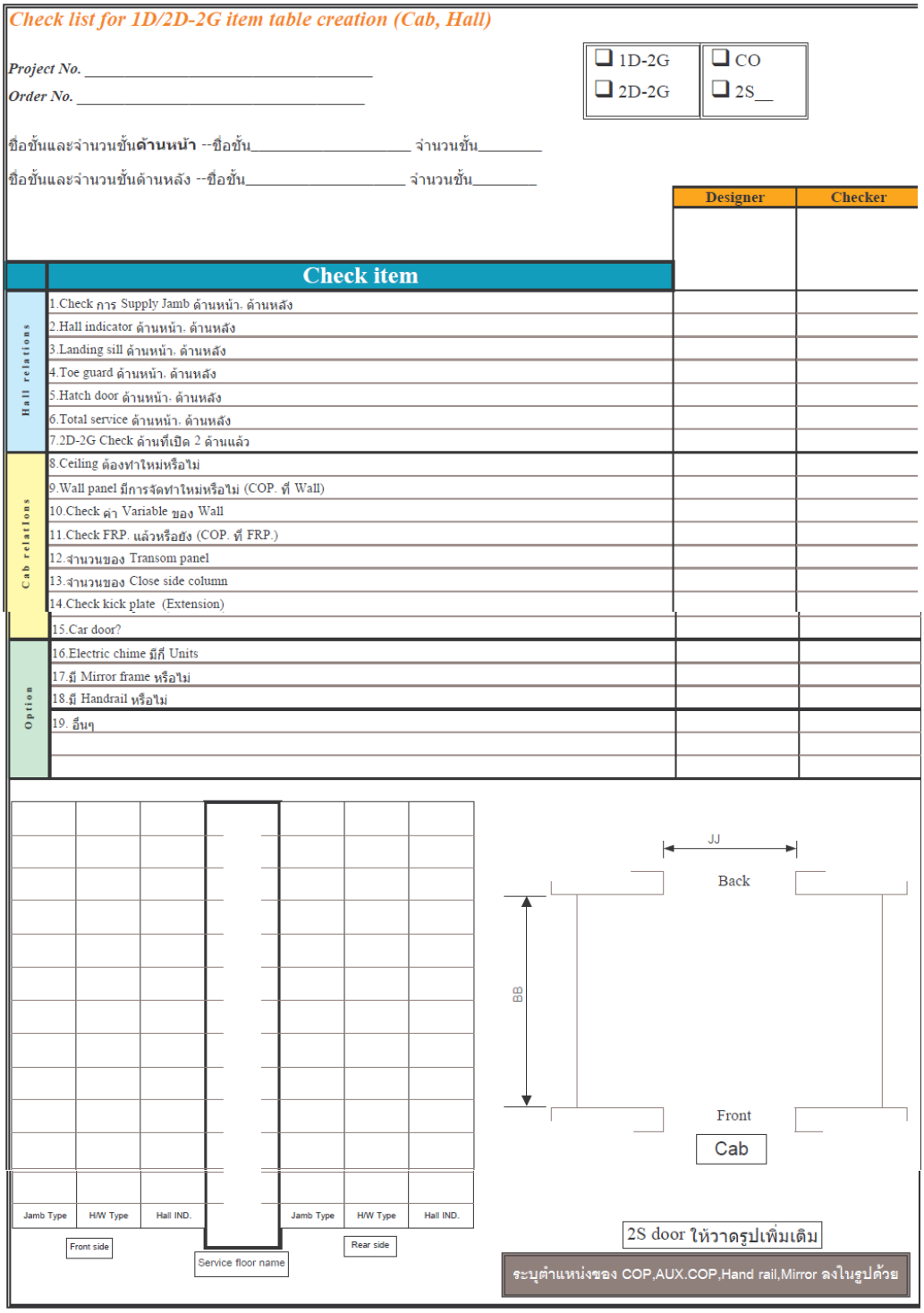
Reference Information Sheets	Issued Date

Confirm spec to SAE.section

Send date	Content	SAE.Reply

Remark

ภาพที่ 4-11 แผ่นตรวจสอบทั่วไปก่อนปรับปรุง

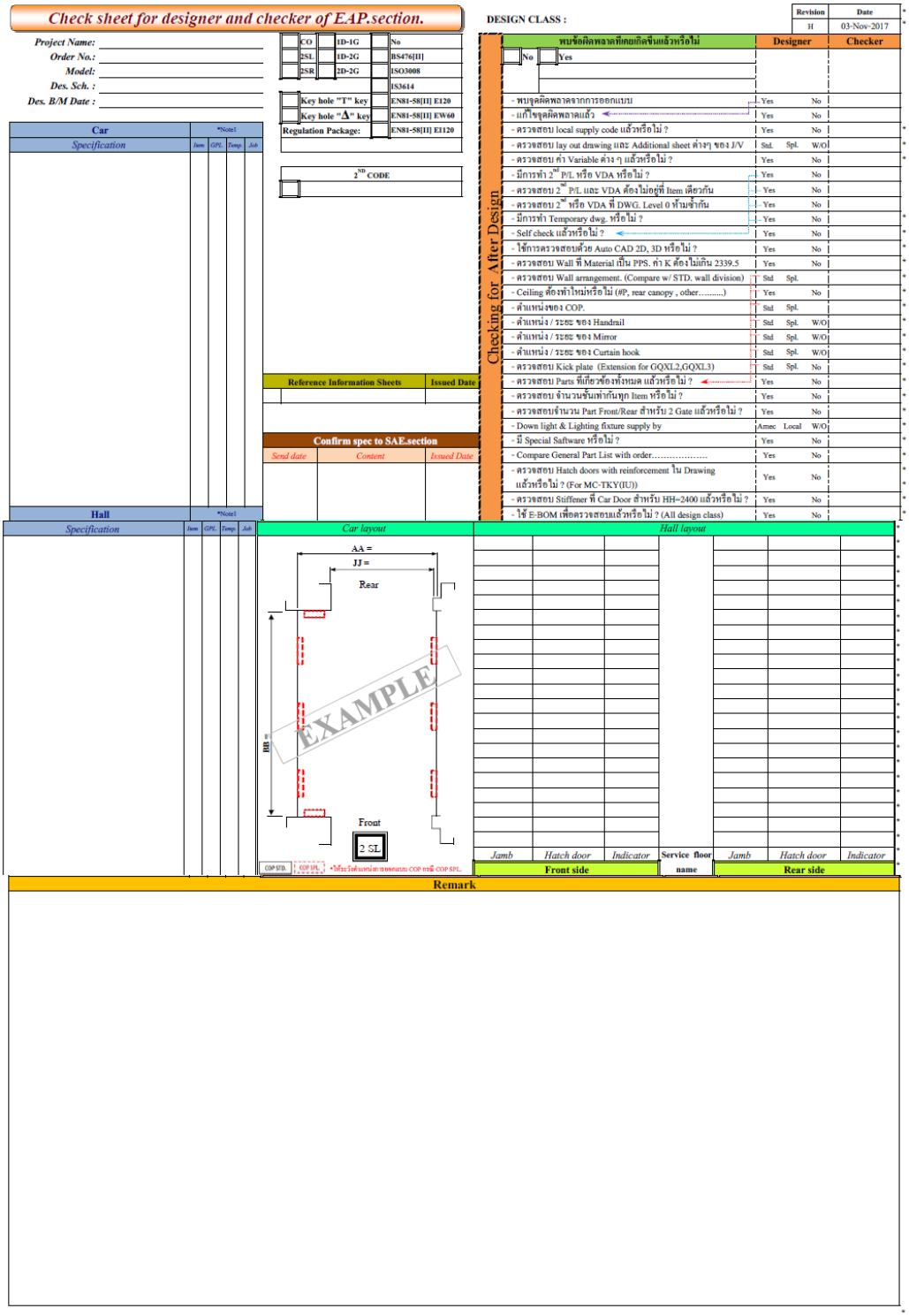


ภาพที่ 4-12 แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน ก่อนปรับปรุง

2.2 หลังปรับปรุง เพื่อให้นักออกแบบทุกคนมีส่วนร่วมสำหรับการปรับปรุงแผ่นตรวจสอบใหม่ของแผนก ผู้วิจัยจึงได้จัดประชุมภายในแผนก เพื่อสรุปแนวทางการปรับปรุงใหม่จากแผ่นตรวจสอบแบบเดิม สรุปผลที่ได้ เพื่อนำไปจัดทำเป็นแผ่นตรวจสอบใหม่ด้วยการนำหลักการปรับปรุงงานของไคเซ็น คือ ECRS และประยุกต์ใช้ Microsoft Excel VBA มาประยุกต์ใช้ ซึ่งได้ผลการปรับปรุงย่อยได้ดังหัวข้อย่อยต่อไปนี้

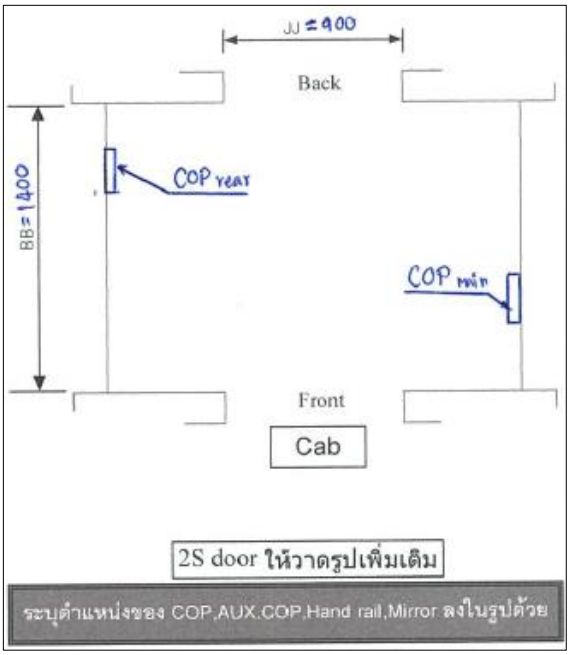
2.2.1 ลักษณะทั่วไปและโครงร่าง ก่อนการปรับปรุง นักออกแบบจะใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไป จำนวน 1 แผ่น ดังภาพที่ 4-11 และใช้แผ่นตรวจสอบสำหรับทางเข้า-ออก 2 ด้าน จำนวน 1 แผ่น ดังภาพที่ 4-12

หลังการปรับปรุง ลักษณะทั่วไปและโครงร่าง ใช้การรวมกัน (Combine) ของแผ่นตรวจสอบทั่วไปและแผ่นตรวจสอบสำหรับทางเข้า-ออก 2 ด้าน จากจำนวน 2 แผ่น และใช้การขจัด (Eliminate) ให้เหลือเพียง 1 แผ่น โดยให้แผ่นตรวจสอบทั่วไปเป็นโครงสร้างหลัก แล้วจัดเรียงรายละเอียดย่อย ๆ จากแผ่นตรวจสอบสำหรับทางเข้า-ออก 2 ด้าน เพิ่มเติมเข้าไป โดยอาศัยการปรับโครงสร้างและปรับตำแหน่งการจัดวางใหม่ (Rearrange) ดังภาพที่ 4-13



ภาพที่ 4-13 แผ่นตรวจสอบหลังปรับปรุง

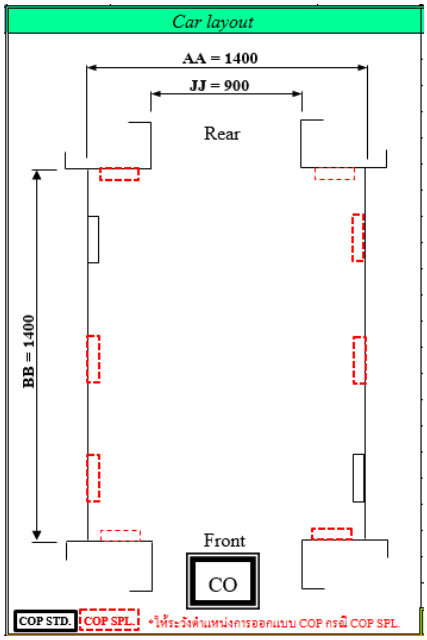
2.2.2 การระบุลักษณะห้องโดยสารสำหรับทางเข้า-ออก 2 ด้าน ก่อนการปรับปรุง นักออกแบบต้องวาดลักษณะของ ห้องโดยสารของลิฟต์ลงในแผ่นตรวจสอบโดยจะระบุ ความกว้าง ความยาวของลิฟต์ ตำแหน่งหรือระยะติดตั้งของแผงควบคุมภายในลิฟต์ลงในแผ่นตรวจแบบเก่า ตามตำแหน่งที่ลูกค้าต้องการ เพื่อตรวจสอบเทียบกับตำแหน่งมาตรฐานที่สามารถออกแบบได้ ดังภาพที่ 4-14



ภาพที่ 4-14 การระบุลักษณะห้องโดยสารสำหรับทางเข้าออก 2 ด้าน ก่อนการปรับปรุง

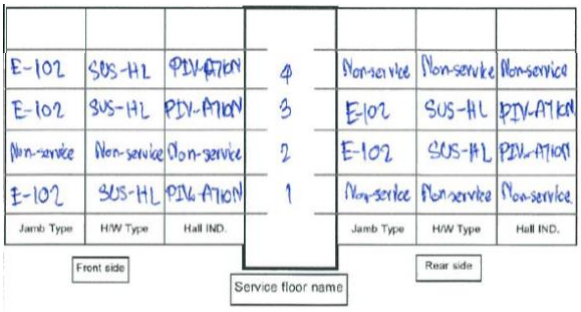
หลังการปรับปรุง เพื่อให้การระบุลักษณะห้องโดยสารสำหรับทางเข้า-ออก 2 ด้าน สะดวกต่อการใช้งาน (Simplify) จะใช้การประยุกต์ Microsoft Excel VBA คือ การสร้าง Shapes แทนตำแหน่งของแผงควบคุมภายในลิฟต์ เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกตำแหน่งของแผงควบคุมที่ลูกค้าต้องการ โดยจะจัดเรียง (Rearrange) ตำแหน่งมาตรฐานที่ไม่ใช่มาตรฐานไว้ให้นักออกแบบเลือกใช้งานได้ โดยใช้คำสั่งย่อยเมื่อมีการคลิกเลือกใช้งานที่ Shapes จากใน Microsoft Excel จะทำการซ่อนตำแหน่งที่ไม่ต้องการ จากคำสั่ง VBA คือ “Shapes("ชื่อ Shapes").Visible = False” โดยจะให้ผู้ใช้งานเลือกตำแหน่งการติดตั้งแผงควบคุมที่ลูกค้าไม่ต้องการออก สุดท้ายหากตำแหน่งที่ลูกค้าต้องการเป็นตำแหน่งมาตรฐาน นักออกแบบก็ไม่ต้องออกแบบเพิ่มเติม แต่หากไม่ใช่มาตรฐานนักออกแบบต้องออกแบบพิเศษและต้องแจ้งการเปลี่ยนแปลงการแก้ไขของระยะการติดตั้งผนังใหม่

ให้กับแผนกที่เกี่ยวข้องแก้ไขระยะติดตั้งตามที่ลูกค้าต้องการ ดังจะแสดงตัวอย่างของตำแหน่งการติดตั้งแผงควบคุมภายในห้องโดยสาร ดังภาพที่ 4-15



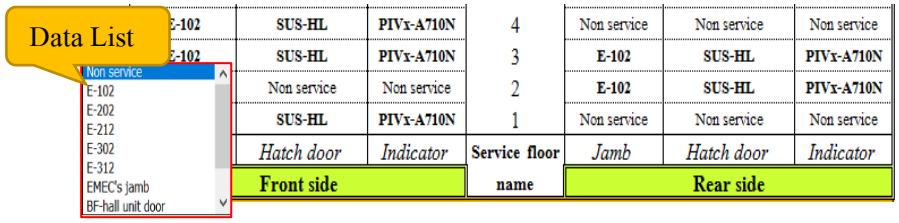
ภาพที่ 4-15 การระบุลักษณะห้องโดยสาร สำหรับทางเข้าออก 2 ด้าน หลังการปรับปรุง

2.2.3 การระบุลักษณะโครงสร้างช่องอาคารสำหรับทางเข้า-ออก 2 ด้าน ก่อนการปรับปรุง นักออกแบบจะต้องเขียนชื่อชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ติดตั้งด้านอาคาร ทั้งด้านหน้าและด้านหลังลงในแผ่นตรวจสอบตามชั้นบริการต่าง ๆ ของลิฟต์ ดังภาพที่ 4-16



ภาพที่ 4-16 การระบุลักษณะโครงสร้างช่องอาคารสำหรับทางเข้าออก 2 ด้าน ก่อนการปรับปรุง

หลังการปรับปรุง การระบุลักษณะโครงสร้างช่องอาคารสำหรับทางเข้า-ออก 2 ด้าน จะใช้การปรับปรุง โดยการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) จากเดิมที่นักออกแบบจะต้องเขียนลงในกระดาษ เปลี่ยนเป็นให้นักออกแบบเลือกชื่อชิ้นส่วนด้วย Data Validation ซึ่งเป็นชนิด Data list จากช่อง Cells ภายในโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้การผสาน (Combine) ชื่อและชนิดของชิ้นส่วนที่มีทั้งหมดไว้ภายใน Data List เพื่อให้สะดวกต่อการเลือกใช้งานและตรวจสอบได้ง่ายยิ่งขึ้น ดังภาพที่ 4-17



ภาพที่ 4-17 การระบุลักษณะโครงสร้างช่องอาคารสำหรับทางเข้าออก 2 ด้าน หลังการปรับปรุง

2.2.4 การตรวจสอบหลังออกแบบเสร็จ ก่อนการปรับปรุง จะมีรายการตรวจสอบที่นักออกแบบจะต้องตรวจสอบหลังการออกแบบเสร็จสิ้นจากแผ่นตรวจสอบทั้งสองชนิด คือ แผ่นตรวจสอบทั่วไป ดังภาพที่ 4-18 และแผ่นตรวจสอบสำหรับทางเข้าออก 2 ด้าน ดังภาพที่ 4-19 ซึ่งพบว่าบางข้อความหรือประโยคของการตรวจสอบจะให้ความหมายที่ซ้ำกันและบางข้อความหรือประโยค สำหรับตรวจสอบจะยังให้ความหมายที่ไม่ชัดเจน

- พบจุดผิดพลาดจากการออกแบบ	Yes No
- แก้ไขจุดผิดพลาดแล้ว	Yes No
- Check local supply code	
- Check lay out drawing ของ J/V	Std. Spl. W/O
- Check ค่า Variable ต่าง ๆ	
- มีการทำ 2nd P/L หรือ VDA หรือไม่?	Yes No
- Check 2nd P/L และ VDA ต้องไม่อยู่ที่ Item เดียวกัน	
- Check 2nd หรือ VDA ที่ DWG. Level 0 ห้ามซ้ำกัน	
- มี Temp. dwg.	Yes No
- Self check แล้ว	
- มีการ Check 2D, 3D	Yes No
- 1D/2D, and the check list for 2G	Yes No
- ค่า K ของ wall ที่เป็น PPS. ต้องไม่เกิน 2339.5 ถ้าเกิน Design ไม่ได้	
- ตำแหน่งของ COP.	Std. Spl.
- Handrail position	Std. Spl. W/O
- Mirror position	Std. Spl. W/O
- Curtain hook	W/ W/O
- Check จำนวนชั้น เท่ากันทุก Item	Yes No
- 1D-2G,2D-2G....Re-Check	Yes No
- Down light &Lighting fixture supply by	Amec Local W/O
- Input special ROM data	Yes No
- Compare GENERAL PART LIST with.....	Yes No
- Hatch doors with reinforcement.	Yes No
- Check reinforcement in DWG.	Yes No
- Reference with Design review?	Yes No
- Check wall arrangement.(drawing of wall 5 pages.)	Yes No

ภาพที่ 4-18 การตรวจสอบทั่วไปหลังออกแบบ ก่อนปรับปรุง

	Check item
Hall relations	1.Check การ Supply Jamb ด้านหน้า, ด้านหลัง
	2.Hall indicator ด้านหน้า, ด้านหลัง
	3.Landing sill ด้านหน้า, ด้านหลัง
	4.Toe guard ด้านหน้า, ด้านหลัง
	5.Hatch door ด้านหน้า, ด้านหลัง
	6.Total service ด้านหน้า, ด้านหลัง
	7.2D-2G Check ด้านที่เปิด 2 ด้านแล้ว
Cab relatIons	8.Ceiling ต้องทำใหม่หรือไม่
	9.Wall panel มีการจัดทำใหม่หรือไม่ (COP. ที่ Wall)
	10.Check ค่า Variable ของ Wall
	11.Check FRP. แล้วหรือยัง (COP. ที่ FRP.)
	12.จำนวนของ Transom panel
	13.จำนวนของ Close side column
	14.Check kick plate (Extension)
	15.Car door?
Option	16.Electric chime มีกี่ Units
	17.มี Mirror frame หรือไม่
	18.มี Handrail หรือไม่
	19. อื่นๆ

ภาพที่ 4-19 การตรวจสอบทั่วไปทางเข้าออก 2 ด้านออกแบบ ก่อนปรับปรุง

หลังการปรับปรุง การตรวจสอบหลังออกแบบเสร็จ ข้อความหรือประโยคที่ให้ความหมายเหมือนกันจากรายการตรวจสอบ จะนำการปรับปรุงของไคเซ็นมาประยุกต์ใช้ คือ การรวมกัน (Combine) และการขจัด (Eliminate) จากรายการที่ไม่จำเป็นออก เพื่อลดข้อความหรือประโยคที่ซ้ำซ้อนและจัดเรียงรูปแบบใหม่ (Rearrange) โดยการเพิ่มเนื้อหา ข้อความหรือประโยคที่ทำให้นักออกแบบสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น และตระหนักถึงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้หลังออกแบบ ดังภาพที่ 4-19

Checking for After Design	พบข้อผิดพลาดที่เคยเกิดขึ้นแล้วหรือไม่ ☐ No ☐ Yes	Designer	Checker
	- พบจุดผิดพลาดจากการออกแบบ	Yes No	
	- แก้ไขจุดผิดพลาดแล้ว	Yes No	
	- ตรวจสอบ local supply code แล้วหรือไม่ ?	Yes No	
	- ตรวจสอบ lay out drawing และ Additional sheet ต่างๆ ของ J/V	Std. Spl. W/O	
	- ตรวจสอบ ค่า Variable ต่าง ๆ แล้วหรือไม่ ?	Yes No	
	- มีการทำ 2nd P/L หรือ VDA หรือไม่ ?	Yes No	
	- ตรวจสอบ 2nd P/L และ VDA ต้องไม่อยู่ที่ Item เดียวกัน	Yes No	
	- ตรวจสอบ 2nd หรือ VDA ที่ DWG. Level 0 ห้ามซ้ำกัน	Yes No	
	- มีการทำ Temporary dwg. หรือไม่ ?	Yes No	
	- Self check แล้วหรือไม่ ?	Yes No	
	- ใช้การตรวจสอบด้วย Auto CAD 2D, 3D หรือไม่ ?	Yes No	
	- ตรวจสอบ Wall ที่ Material เป็น PPS. ค่า K ต้องไม่เกิน 2339.5	Yes No	
	- ตรวจสอบ Wall arrangement. (Compare w/ STD. wall division)	Std Spl.	
	- Ceiling ต้องทำใหม่หรือไม่ (#P, rear canopy , other.....)	Yes No	
	- ตำแหน่งของ COP.	Std Spl.	
	- ตำแหน่ง / ระยะ ของ Handrail	Std Spl. W/O	
	- ตำแหน่ง / ระยะ ของ Mirror	Std Spl. W/O	
	- ตำแหน่ง / ระยะ ของ Curtain hook	Std Spl. W/O	
	- ตรวจสอบ Kick plate (Extension for GQXL2,GQXL3)	Std Spl. No	
	- ตรวจสอบ Parts ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด แล้วหรือไม่ ?	Yes No	
	- ตรวจสอบ จำนวนชั้นเท่ากันทุก Item หรือไม่ ?	Yes No	
	- ตรวจสอบจำนวน Part Front/Rear สำหรับ 2 Gate แล้วหรือไม่ ?	Yes No	
	- Down light & Lighting fixture supply by	Amec Local W/O	
	- มี Special Saftware หรือไม่ ?	Yes No	
	- Compare General Part List with order.....	Yes No	
	- ตรวจสอบ Hatch doors with reinforcement ใน Drawing แล้วหรือไม่ ? (For MC-TKY(IU))	Yes No	
	- ตรวจสอบ Stiffener ที่ Car Door สำหรับ HH=2400 แล้วหรือไม่ ?	Yes No	
	- ใช้ E-BOM เพื่อตรวจสอบแล้วหรือไม่ ? (All design class)	Yes No	

ภาพที่ 4-20 การตรวจสอบหลังปรับปรุง

ประเมินผลการปรับปรุง

จากการนำเสนอการปรับปรุงด้วยวิธีการใหม่ คือ การปรับปรุงการคำนวณตัวแปรที่ใช้ในแบบชิ้นงาน และการปรับปรุงการใช้แผ่นตรวจสอบ ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้วจึงนำการปรับปรุงที่ได้ไปทดลองใช้กับแผนกออกแบบความสวยงามของลิฟต์เป็นระยะเวลา 1 เดือน และบันทึกผลการปรับปรุงใหม่จาก Class C จำนวน 161 คำสั่งซื้อ และ Class D,E จำนวน 54 คำสั่งซื้อ ดังตารางที่ 4-1 และตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลการจับเวลางานออกแบบพิเศษ Class C หลังปรับปรุง

ลำดับ	กระบวนการออกแบบ	เวลาออกแบบเร็วสุด (นาที)	เวลาออกแบบนานสุด (นาที)	เวลาออกแบบเฉลี่ย (นาที)	ร้อยละ	Standard Deviation	Confidence Interval (95.00%)
1	รับคำสั่งซื้อลิฟต์จากลูกค้า	2	6	4.22	100%	1.42	0.22
2	ทำความเข้าใจรายละเอียดและศึกษาข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์	7	40	23.63	100%	9.79	1.52
3	แจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ	8	18	12.89	100%	3.15	0.49
4	ประชุมหาแนวทางการออกแบบและทบทวนการออกแบบ	15	25	19.67	100%	3.25	0.51
5	ใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์	5	27	15.96	100%	7.23	1.13
6+7	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไปและทางเข้า-ออก 2 ด้าน (ก่อนการออกแบบ)	8	17	9.84	100%	1.57	0.24
8	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (ก่อนการออกแบบ)	6	14	9.82	100%	2.60	0.40
9	ตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์เทียบกับคู่มือมาตรฐาน	95	190	140.65	100%	28.21	4.39
10	คำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงาน	17	88	45.91	28%	21.27	6.39
11	ตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยจำลองการประกอบด้วย Auto CAD	96	481	225.33	28%	110.24	33.12
12	สร้างแบบชิ้นงานใหม่ จากการตรวจสอบและแก้ไข	112	1224	285.13	28%	233.78	70.24
13+14	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไปและทางเข้า-ออก 2 ด้าน (หลังการออกแบบ)	6	17	9.15	100%	2.43	0.38
15	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (หลังการออกแบบ)	2	6	4.29	100%	1.46	0.23
16	ส่งงานออกแบบให้กับฝ่ายผลิต	3	7	5.00	100%	1.41	0.22

ตารางที่ 4-2 ข้อมูลการจับเวลางานออกแบบพิเศษ Class D และ Class E หลังปรับปรุง

ลำดับ	กระบวนการออกแบบ	เวลาออกแบบเร็วสุด (นาที)	เวลาออกแบบนานสุด (นาที)	เวลาออกแบบเฉลี่ย (นาที)	ร้อยละ	Standard Deviation	Confidence Interval (95.00%)
1	รับคำสั่งซื้อลิฟต์จากลูกค้า	3	6	4.37	100%	0.98	0.27
2	ทำความเข้าใจรายละเอียดและศึกษาข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์	8	46	23.04	100%	9.99	2.73
3	แจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ	9	18	13.44	100%	3.43	0.94
4	ประชุมหาแนวทางการออกแบบและทบทวนการออกแบบ	15	44	26.59	100%	9.13	2.49
5	ใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์	5	27	18.09	100%	5.78	1.58
6+7	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไปและทางเข้า-ออก 2 ด้าน (ก่อนการออกแบบ)	8	16	9.96	100%	2.53	0.69
8	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (ก่อนการออกแบบ)	6	14	9.47	67%	2.69	0.91
9	ตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์เทียบกับคู่มือมาตรฐาน	140	318	184.15	100%	37.21	10.16
10	คำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงาน	24	95	45.97	67%	16.55	5.60
11	ตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยจำลองการประกอบด้วย Auto CAD	106	398	228.06	67%	87.33	29.55
12	สร้างแบบชิ้นงานใหม่ จากการตรวจสอบและแก้ไข	111	1368	294.78	67%	276.21	93.46
13+14	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไปและทางเข้า-ออก 2 ด้าน (หลังการออกแบบ)	6	15	8.70	100%	1.96	0.53
15	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (หลังการออกแบบ)	3	6	4.50	67%	1.21	0.41
16	ส่งงานออกแบบให้กับฝ่ายผลิต	3	6	4.80	100%	1.28	0.35

1. การปรับปรุงการคำนวณตัวแปรที่ใช้ในแบบชิ้นงาน

จากข้อมูลการจับเวลาตารางที่ 4-1 และตารางที่ 4-2 จะได้ผลลัพธ์จากการปรับปรุง โดยการใช้โปรแกรมคำนวณตัวแปรและนำไปทดลองใช้งานให้กับกระบวนการที่ 10 การคำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงาน ยังส่งกระทบต่อกระบวนการออกแบบลำดับที่ 11 คือ การตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยจำลองการประกอบด้วย Auto CAD และกระบวนการออกแบบลำดับที่ 12 คือ การสร้างแบบชิ้นงานใหม่จากการตรวจสอบและแก้ไข เพราะกระบวนการทั้ง 2 เป็นการนำเอาผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมคำนวณตัวแปรไปใช้งานในแบบชิ้นงาน แสดงลัพธ์ในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบเวลาก่อนหลังการออกแบบ Class C (ปรับปรุงการคำนวณตัวแปร)

การเปรียบเทียบ / **การวัดผล**	**กระบวนการที่ 10**		**กระบวนการที่ 11**		**กระบวนการที่ 12**	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
เวลาเร็วสุด (นาที)	22	17	136	96	174	112
เวลานานสุด (นาที)	126	88	479	481	1,053	1,224
เวลาเฉลี่ย (นาที)	77.57	45.91	292.80	225.33	317.40	285.13
ผลต่างของเวลาเฉลี่ย (%)		40.81		23.04		10.17

ผลจากตาราง พบว่า กระบวนการที่ 10 การคำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงานใช้เวลาการออกแบบเฉลี่ยลดลงจาก 77.57 นาที เหลือ 45.91 นาที ซึ่งคิดเป็นเวลาผลต่างเฉลี่ยลดลงสูงสุดถึง 40.81% เช่นเดียวกับกระบวนการที่ 11 การตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยจำลองการประกอบด้วยโปรแกรมเขียนแบบ Auto CAD สามารถลดเวลาเฉลี่ยลง 23.04% และกระบวนการที่ 12 การสร้างแบบชิ้นงานใหม่จากการตรวจสอบและแก้ไข สามารถลดผลต่างเวลาเฉลี่ยได้ 10.17%

ตารางที่ 4-4 การเปรียบเทียบเวลาก่อนหลังการออกแบบ Class D และ Class E (ปรับปรุงการคำนวณตัวแปร)

การเปรียบเทียบ / การวัดผล	กระบวนการที่ 10		กระบวนการที่ 11		กระบวนการที่ 12	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
เวลาเร็วสุด (นาที)	20	24	125	106	174	111
เวลานานสุด (นาที)	122	95	462	398	1,572	1,368
เวลาเฉลี่ย (นาที)	69.87	45.97	287.78	228.06	345.84	294.78
ผลต่างของเวลาเฉลี่ย (%)		34.20		20.75		14.77

จากตารางการเปรียบเทียบการปรับปรุงของ Class D และ E ในตารางที่ 4-4 พบว่าผลลัพธ์การปรับปรุงที่ได้น้อยกว่า Class C โดยกระบวนการที่ 10 การคำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงานสามารถทำให้ผลต่างเวลาเฉลี่ยลดลงได้ 34.20% กระบวนการที่ 11 การตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยจำลองการประกอบด้วยโปรแกรมเขียนแบบAuto CAD สามารถลดผลต่างของเวลาเฉลี่ยไปได้ 20.75% และสำหรับกระบวนการที่ 12 การสร้างแบบชิ้นงานใหม่จากการตรวจสอบและแก้ไข สามารถลดเวลาได้ 14.77% จากก่อนการปรับปรุง

2. การปรับปรุงการใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไปและแผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน

จากการปรับปรุงโดยใช้แผ่นตรวจสอบแบบใหม่ในกระบวนการที่ 6-7 ก่อนการออกแบบและกระบวนการที่ 13-14 หลังการออกแบบ จะได้ผลจากข้อมูลการจับเวลาตารางที่ 4-1 และตารางที่ 4-2 ซึ่งแสดงลัพธ์ได้ในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 การเปรียบเทียบเวลาก่อนหลังการออกแบบ Class C (ปรับปรุงแผ่นตรวจสอบ)

การเปรียบเทียบ / การวัดผล	กระบวนการที่ 6, 7		กระบวนการที่ 13, 14	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
เวลาเร็วสุด (นาที)	7	8	7	6
เวลานานสุด (นาที)	22	17	14	17
เวลาเฉลี่ย (นาที)	11.42	9.84	10.39	9.15
ผลต่างของเวลาเฉลี่ย (%)		13.83		11.90

จากตารางที่ 4-5 พบว่า เวลาใช้งานที่เร็วสุดทั้งก่อน-หลังการปรับปรุงมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากช่วงเริ่มต้นนักออกแบบยังมีความชำนาญไม่มากสำหรับการใช้แผ่นตรวจสอบแบบใหม่ ส่งผลต่อเวลาเร็วสุดที่ใช้ใกล้เคียงกัน แต่สำหรับเวลานานสุดก่อนการออกแบบใช้เวลาลดลงจาก 22 นาที เหลือเพียง 17 นาที เนื่องจากนักออกแบบไม่ต้องสูญเสียเวลาการเขียนรายละเอียดของลิฟต์ลงในแผ่นตรวจสอบด้วยตนเอง ทำให้เวลาเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงมีค่าลดลงหลังปรับปรุงเหลือ 9.84 นาที คิดเป็นผลต่างเฉลี่ย 13.83% จากก่อนปรับปรุง สำหรับหลังการออกแบบกระบวนการที่ 13-14 สามารถลดเวลาเฉลี่ยของ ได้ 11.90%

ตารางที่ 4-6 การเปรียบเทียบเวลาก่อนหลังการออกแบบ Class D และ Class E (ปรับปรุงแผ่นตรวจสอบ)

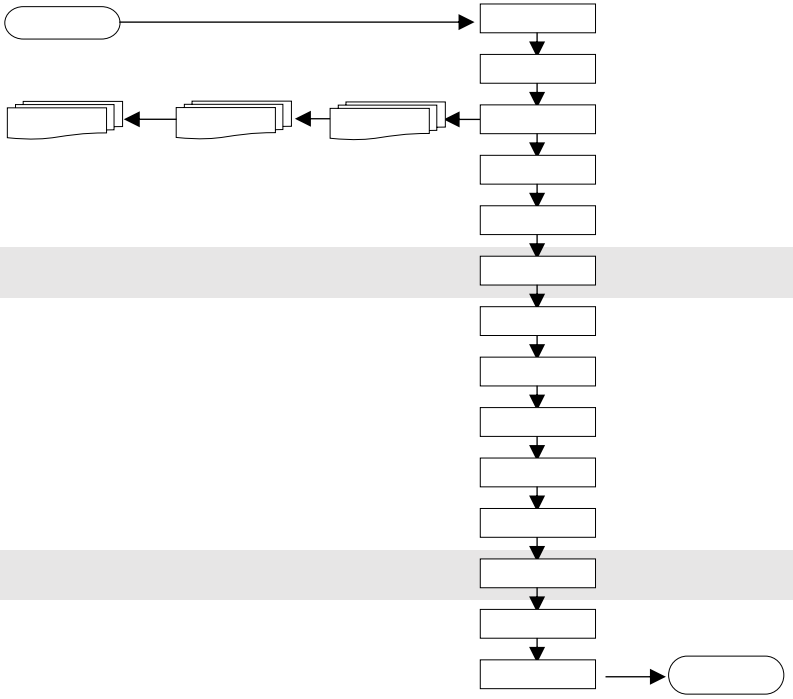
การเปรียบเทียบ / การวัดผล	กระบวนการที่ 6, 7		กระบวนการที่ 13, 14	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
เวลาเร็วสุด (นาที)	7	8	7	6
เวลานานสุด (นาที)	23	16	14	15
เวลาเฉลี่ย (นาที)	11.29	9.96	10.86	8.70
ผลต่างของเวลาเฉลี่ย (%)		11.78		19.87

เมื่อพิจารณาการเปรียบเทียบงานออกแบบ Class D-E ผลที่ได้มีลักษณะคล้ายคลึงกับ Class C คือ กระบวนการที่ 6-7 ใช้เวลาน้อยสุดที่ได้เพิ่มขึ้น 1 นาที เวลามากสุดลดลง 7 นาที และเวลาเฉลี่ยมีค่าลดลง 1.33 นาที ทำให้ได้ผลต่างเฉลี่ย 11.78% และกระบวนการที่ 13-14 ใช้เวลาน้อยสุดลดลง 1 นาที เวลามากสุดเพิ่มขึ้น 1 นาที และใช้เวลาเฉลี่ยลดลงไป 2.16 นาที ดังนั้นจึงสามารถลดผลต่างเวลาเฉลี่ยได้ 19.87%

จัดทำให้เป็นมาตรฐาน

จากการปรับปรุงกระบวนการออกแบบ สามารถขจัดกระบวนการที่เกิดความสูญเปล่าได้ 2 กระบวนการ จากทั้งหมด 16 กระบวนการ ดังนั้นกระบวนการออกแบบของแผนกออกแบบความสวยงาม จึงเหลือกระบวนการออกแบบหลังปรับปรุง คือ 14 กระบวนการ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 กระบวนการออกแบบของแผนกความสวยงามใหม่

ลำดับ	กระบวนการออกแบบ	ลูกค้า	ฝ่ายออกแบบ			ฝ่ายผลิต
			Mechanical	Electrical	Appearance	
01	รับคำสั่งซื้อลิฟต์จากลูกค้า					
02	ทำความเข้าใจรายละเอียดและศึกษาข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์					
03	แจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ					
04	ประชุมหาแนวทางการออกแบบและทบทวนการออกแบบ					
05	ใช้โปรแกรมคำนวณรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์					
06	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไปและทางเข้า-ออก 2 ด้าน (ก่อนการออกแบบ)					
07	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (ก่อนการออกแบบ)					
08	ตรวจสอบรายการชิ้นส่วนทั่วไปของลิฟต์เทียบกับคู่มือมาตรฐาน					
09	คำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบชิ้นงาน					
10	ตรวจสอบแบบชิ้นงานโดยจำลองการประกอบด้วย Auto CAD					
11	สร้างแบบชิ้นงานใหม่ จากการตรวจสอบและแก้ไข					
12	ใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไปและทางเข้า-ออก 2 ด้าน (หลังการออกแบบ)					
13	ใช้แผ่นตรวจสอบแบบชิ้นงานใหม่ (หลังการออกแบบ)					
14	ส่งงานออกแบบให้กับฝ่ายผลิต					

สัญลักษณ์ : เริ่มต้น/ สิ้นสุด กระบวนการ ส่งข้อมูล

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การประยุกต์หลักการลีนและไคเซ็นเพื่อปรับปรุงกระบวนการออกแบบลิฟต์ โดยการวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการออกแบบความสวยงามของลิฟต์ จากขั้นตอนการวางแผนงาน (Plan) ซึ่งได้ศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์และกระบวนการออกแบบลิฟต์ของบริษัทกรณีศึกษา แล้วคัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์ปัญหาการออกแบบเบื้องต้น วิเคราะห์ความสูญเปล่า และวิเคราะห์ขั้นตอนสร้างคุณค่าและไม่สร้างคุณค่า จากนั้นจึงถึงขั้นตอนการปฏิบัติตามแผน (Do) ด้วยการกำหนดแนวทางการปรับปรุง และนำเสนอการปรับปรุงด้วยวิธีการใหม่ แล้วจึงทำการประเมินผล (Check) ที่เพื่อที่จะการดำเนินการ (Action) ให้เหมาะสม โดยการจัดทำให้เป็นมาตรฐาน แล้วสรุปผล อภิปรายผล และนำข้อเสนอแนะจากการวิจัยให้เป็นแนวทางในการปรับปรุงงานต่อไป

สรุปผลการวิจัย

จากความต้องการข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลิฟต์ที่มีความหลากหลายและนอกเหนือจากมาตรฐาน ทำให้นักออกแบบต้องใช้เวลาในการการออกแบบลิฟต์เพิ่มขึ้น ดังนั้นเพื่อรักษาระดับความพึงพอใจของลูกค้าให้ได้รับลิฟต์ที่มีคุณภาพและส่งถึงลูกค้าเร็วขึ้น งานวิจัยนี้ได้นำการประยุกต์หลักการลีนและไคเซ็น เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการออกแบบและเพิ่มคุณค่าของลิฟต์จากกระบวนการออกแบบดังนี้

1. การปรับปรุงการสร้างแบบชิ้นงานใหม่และการคำนวณตัวแปรในแบบชิ้นงาน

จากกระบวนการที่ใช้เวลาเฉลี่ยออกแบบนานที่สุด 2 อันดับแรก คือ กระบวนการสร้างแบบชิ้นงานใหม่ และกระบวนการตรวจสอบชิ้นงานด้วยโปรแกรมเขียนแบบ Auto CAD ซึ่งก่อนที่นักออกแบบจะทำ 2 กระบวนการนี้ นักออกแบบจะต้องหาค่าตัวแปรจากภายในแบบชิ้นงาน แล้วนำตัวแปรที่ได้มาแทนค่าจึงจะได้แบบชิ้นงานที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปตรวจสอบหรือแก้ไขให้ตรงกับข้อกำหนดเชิงเทคนิคของลูกค้า ดังนั้นการสร้างโปรแกรมคำนวณตัวแปรจะช่วยให้สามารถคำนวณตัวแปรได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็วขึ้น ซึ่งสามารถแสดงผลการปรับปรุงตาม Class ได้ดังนี้

1.1 การปรับปรุงโปรแกรมคำนวณตัวแปร สำหรับงานออกแบบพิเศษ Class C สามารถลดเวลากระบวนการคำนวณตัวแปรที่ใช้ในแบบชิ้นงานได้มากที่สุด คือ 40.81%

กระบวนการตรวจสอบแบบชิ้นงานด้วย Auto CAD ได้ 23.04% และกระบวนการสร้างแบบชิ้นงานใหม่ สามารถลดลงได้ 10.17%

1.2 การปรับปรุงโปรแกรมคำนวณตัวแปร สำหรับงานออกแบบพิเศษ Class D, E สามารถลดเวลากระบวนการคำนวณตัวแปรที่ใช้ในแบบชิ้นงานได้ 34.20% กระบวนการตรวจสอบแบบชิ้นงานด้วย Auto CAD ได้ 20.75% และกระบวนการสร้างแบบชิ้นงานใหม่ สามารถลดลงได้ 14.77%

2. การปรับปรุงกระบวนการใช้แผ่นตรวจสอบ

การใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไปและแผ่นตรวจสอบสำหรับทางเข้า-ออก 2 ด้าน ใช้การปรับปรุงด้วยหลักการปรับปรุงงานของไคเซ็น คือ นำ ECRS มาประยุกต์ใช้ ทำให้กระบวนการออกแบบเดิมทั้งหมด 16 ขั้นตอน สามารถขจัด (Eliminate) ขั้นตอนที่เกิดความสูญเปล่าลงได้ 2 ขั้นตอน ดังนั้นจึงได้ ขั้นตอนใหม่ คือ 14 ขั้นตอนซึ่งได้ปรับปรุงกระบวนการใช้แผ่นตรวจสอบทั่วไปจะรวมแผ่นตรวจสอบ (Combine) กับกระบวนการใช้แผ่นตรวจสอบทางเข้า-ออก 2 ด้าน ทำให้นักออกแบบสามารถใช้งานแผ่นตรวจสอบได้สะดวกขึ้น (Simplify) ด้วยการนำการประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Excel VBA เข้ามาช่วยให้การใช้งานแผ่นตรวจสอบเป็นมาตรฐานยิ่งขึ้น โดยสามารถลดเวลากระบวนการออกแบบได้ดังนี้

2.1 การปรับปรุงแผ่นตรวจสอบสำหรับงานออกแบบพิเศษ Class C สามารถลดเวลาก่อนการออกแบบได้ 13.83% และหลังการออกแบบได้ 11.90%

2.2 การปรับปรุงแผ่นตรวจสอบสำหรับงานออกแบบพิเศษ Class D,E สามารถลดเวลาก่อนการออกแบบได้ 11.78% และหลังการออกแบบได้มากที่สุด คือ 19.87%

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยมีหัวข้อที่น่าสนใจนำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. จากแนวคิดของลีน กุญแจที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ คือ การเข้าใจกระบวนการที่สร้างคุณค่าและไม่สร้างคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเมื่อนำกระบวนการที่สร้างคุณค่าไปปรับปรุงทำให้นักออกแบบใช้เวลาน้อยลงจึงทำให้นักออกแบบสามารถออกแบบลิฟต์ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจากเวลาที่เหลือจากการปรับปรุงกระบวนการตามแนวคิดของลีน

2. จากเทคนิคการปรับปรุงงานของไคเซ็น ที่มุ่งเน้นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ด้วยวงจรควบคุมคุณภาพ และนำเทคนิค ECRS มาปรับปรุงกระบวนการออกแบบ สามารถขจัดกระบวนการที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่าได้ทำให้กระบวนการออกแบบเกิดความต่อเนื่องในทุก ๆ กระบวนการ

3. การประยุกต์ใช้ลีน โดยปกติจะนิยมใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำหลักแนวคิดของลีนมาปรับปรุงกระบวนการออกแบบส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ลิฟต์ที่ได้มีคุณค่ายิ่งขึ้น จากทั้งมุมมองของลูกค้าภายในและภายนอก ซึ่งได้ปรับปรุงกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบชิ้นงานที่สร้างคุณค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ลิฟต์

4. วงจรควบคุมคุณภาพ เป็นตัวอย่าง อย่างง่ายที่จะสามารถอธิบายการปรังปรุงอย่างต่อเนื่องได้ดีที่สุด ทั้งนี้เพราะเริ่มต้นจากการวางแผน การลงมือทำ การตรวจสอบ และการทำให้เป็นมาตรฐาน โดยจะวนรอบการปรับปรุงไปเรื่อย ๆ เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างเนื่องไม่มีสิ้นสุด ซึ่งเป็นการสร้างวิสัยทัศน์ที่ดีให้กับออกแบบเกิดความตระหนักได้

ข้อเสนอแนะ

หัวใจหลักของไคเซ็น คือ การปรับปรุงอย่างเนื่องอย่างไม่มีสิ้นสุดโดยมุ่งเน้นให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมในการปรับปรุง ดังนั้นเมื่อรวมทุก ๆ การปรับปรุงของพนักงานทุกคนจะทำให้เกิดการปรับปรุงทั่วทั้งองค์กร ซึ่งกระบวนการออกแบบของแผนกออกแบบความสวยงามบางกระบวนการสามารถปรับปรุงเพิ่มเติมได้ เช่น

1. กระบวนการแจ้งเปลี่ยนแปลงการแก้ไขให้กับลูกค้าหรือแผนกอื่น ๆ นักออกแบบจะต้องการวาดตำแหน่งใหม่ทุกครั้ง หากทำการปรับปรุงให้มีตำแหน่งที่เป็นมาตรฐานมากขึ้น เพื่อให้สามารถยื่นยันตำแหน่งให้กับแผนกอื่น ๆ ได้รวดเร็วขึ้น จะทำให้สามารถขจัดเวลาที่ต้องวาดตำแหน่งใหม่นี้ไปได้

2. กระบวนการประชุมหาแนวทางการออกแบบและทบทวนการออกแบบ นักออกแบบจะต้องเขียนกระดาน เพื่อรอให้สมาชิกมาเข้าประชุม เพื่อสรุปแนวทางการแบบนั้น กระบวนการนี้สามารถปรับปรุงได้ด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อสรุปเนื้อหาและอ่านได้ง่ายกว่า การเขียนบนดาน

บรรณานุกรม

กมลวรรณ สงวนสิริกุล. (2550*). แนวทางการลดขั้นตอนกระบวนการทำงานในหน่วยงานรัฐวิสาหกิจด้านการขนส่งมวลชนและขนส่งสินค้า*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร. (2558). *การใช้* A3 Report *เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน*. เข้าถึงได้จาก http://newsser.fda.moph.go.th/fda_asd/data_center/info_mod/A3_Report.pdf.

จารุพรรณ เพชรสุข. (2546). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสูญเปล่าในระบบการผลิตโดยใช้แบบจำลองพลวัตของระบบ: กรณีศึกษา โรงงานซีเกท จังหวัดนครราชสีมา.* วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

จารุวัฒน์ เนตรนิ่ม. (2560). การปรับปรุงกระบวนการบริหารสินค้าคงคลังโดยใช้ทฤษฎีไคเซ็น กรณีศึกษา: คลังเครื่องแต่งกาย กรมยุทธบริการทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย. *วารสารสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ (National Defence Studies Institute Journal), 8*(1), 96-110.

ฐิติพร มุสิกะนันทน์. (2558). การประยุกต์ใช้หลักการผลิตแบบลีนในการเพิ่มกำลังการผลิตของกระบวนการผลิตปลาเส้น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสากรรมเษตร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บุญเลิศ คณาธนสาร (2559). *คำถามง่าย ๆ ที่ทรงพลัง "5W1H" สู่การปรับปรุงงานด้วย "ECRS"*. เข้าถึงได้จาก http://www.nairienroo.com/2016/01/02/คำถามง่าย-ๆ-ที่ทรงพลัง-5W1H/

บูรชัย ศิริมหาสาคร. (2560). KAIZEN การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง. *วารสารสถาบันพัฒนาครูคณาจารย์และ บุคลากรทางการศึกษา*.

บูรณะศักดิ์ มาดหมาย. (2551). การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตามแบบ PDCA. *โปรดักทิวิตี้ เวิลด์ (Productivity world),* ฉบับที่ 74 (พ.ค.-มิ.ย. 2551), หน้า 89-93.

ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. (2552). *การลดความสูญเปล่า ด้วยหลักการ ECRS*. เข้าถึงได้จาก cpico.wordpress.com

ประดิษฐ์ วงศ์มณีรุ่ง, สมเจตน์ เพิ่มพูนธัญญะ, พรเทพ เหลือทรัพย์สุข, และนพดล อิ่มเอม. (2552). *1-2-3 ก้าวสู้ลีน (Lean in action)* (พิมพ์ครั้งที่ 1).กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

พนิดา หวานเพ็ชร. (2555). การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้แนวคิดไคเซ็น: กรณีศึกษาแผนกบัญชีค่าใช้จ่าย. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

พฤทธิพงศ์ โพธิวราพรรณ. (2548). การประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมแบบผสม (แบบต่อเนื่อง-แบบช่วง): กรณีศึกษาโรงงานผลิตเหล็กรูปพรรณ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

รัฐพล เอกลักษณานันท์. (2553). การประยุกต์การศึกษาการทำงานเพื่อลดความสูญเปล่า: กรณีศึกษาบริษัทเอสซิลอร์ เมนูแฟคเตอร์ริ่ง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วิทยา สุหฤทดำรง. (2552). เจาะแก่นแนวคิดแบบลีน (ตอนที่ 1-13). *โปรดักทิวิตี้ เวิลด์* (*Productivity world)*.

วิบูลย์ พงศ์พรทรัพย์, (2555). ทำไมต้องใช้พาเรโต?. *for Quality Production*. 19(178), 20-22.

ศิริชัย ยศวังใจ. (2553). กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์. *วารสาร วิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ*., *8*(1), 131-142.

สิริพงศ์ จึงถาวรรณ. (ม.ม.ป.). *Lean Management บริหารให้เป็น มีแต่กำไร*. เข้าถึงได้จาก https://www.krungsri.com/bank/th/plearn-plearn/learn-about-lean-management.html

หลักการบริหาร. (2557). *หลักการบริหารงานแบบ Kaizen*. เข้าถึงได้จาก https://th.jobsdb.com/th-th/articles/หลักการบริหารงานแบบ-Kaizen

Feld, W. M. (2000). *Lean manufacturing: Tools, techniques, and how to use them*: Crc Press.

Kotler Philip, A. G. (2007). *Marketing: An introduction (8th ed.)*: Pearson Educación.

Kotler Philip, K. & Kevin Lane. (2009). *Marketing management (13th ed.).*

Ulrich, K. T. (2003). *Product design and development*: Tata McGraw-Hill Education.

ต้นฉบับไม่ปรากฏ

ภาคผนวก