



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การดัดแปลงการผลิตด้วยการออกแบบเพื่อการประกอบ

กรณีศึกษา : บริษัทผลิตเครื่องเล่นวีซีดี และดีวีดี

โดย นายวรวัชร อำพันโรจนานันท์

ได้รับอนุมัติให้นำเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์)

26 มีนาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรณกร เก่งพุด)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วิชัย รุ่งเรืองอนันต์)

กรรมการ

(เอกอัครราชทูต ดร.ณัฐพล อารีรัชกุล)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ชัยพร วงศ์พิศาล)

การลดต้นทุนการผลิตด้วยการออกแบบเพื่อการประกอบ
กรณีศึกษา : บริษัทผลิตเครื่องเล่นวีซีดี และดีวีดี

นายวรวัชร อำพันโรจนานันท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายวรวัชร อัมพันธ์โรจนานันท์
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การลดต้นทุนการผลิตด้วยการออกแบบเพื่อการประกอบ
กรณีศึกษา : บริษัทผลิตเครื่องเล่นวีซีดี และดีวีดี
สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรถกร เก่งพล
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนและลดเวลาการประกอบผลิตภัณฑ์ โดยประยุกต์ใช้ “วิธีการออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly: DFA)” ซึ่งได้กำหนดดัชนีการประเมินการประกอบผลิตภัณฑ์ออกเป็น 3 วิธี คือ 1) การประเมินการประกอบแบบฮิตาชิ ได้แบ่งการประเมินเป็น 2 วิธีย่อย คือ คะแนนการหาความสามารถในการประกอบ E ซึ่งมีการประยุกต์กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์เข้ามาช่วยในการประเมิน และการประมาณอัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K, 2) การประเมินการประกอบแบบบูธทรอยด์-คิวเซอร์ส และ 3) การประเมินการประกอบแบบลูคัส มีการแบ่งการประเมินออกเป็น 3 วิธีย่อย ดังนี้ การวิเคราะห์หน้าที่, การวิเคราะห์การหีบจับและการป้อน และการวิเคราะห์การยึด ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาศึกษาวิจัยคือ เครื่องเล่นดีวีดี ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องมีกระบวนการประกอบเป็นส่วนสำคัญ และสำหรับผลของการดำเนินงานวิจัยที่ได้ ก่อนการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ มีต้นทุนการผลิตรวมเท่ากับ 1,590.598 บาท/เครื่อง และหลังจากที่ได้มีการปรับปรุงการออกแบบแล้วต้นทุนการผลิตรวมลดลงเหลือ 1,570.668 บาท หรือสามารถลดต้นทุนการผลิตรวมได้ 19.93 บาท คิดเป็น 1.25% ซึ่งยอดการผลิตโดยเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1,000 เครื่อง แสดงว่าสามารถลดต้นทุนรวมลงได้ 19,930 บาท/เดือน และสำหรับเวลาที่ใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์ ก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 424.99 วินาที และหลังการปรับปรุงเวลาลดลงเหลือ 389.99 วินาที หรือสามารถลดเวลาได้ 35.00 วินาที นอกจากนี้การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ยังสามารถลดชิ้นส่วนประกอบจากเดิม 80 ชิ้น เหลือเพียง 68 ชิ้น อีกด้วย

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 133 หน้า)

คำสำคัญ : การออกแบบเพื่อการประกอบ, ฮิตาชิ, บูธทรอยด์-คิวเซอร์ส, ลูคัส, กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Mr.Worrawat Amphanrojananan
Thesis Title : A Cost Reduction by Using Design for Assembly (DFA)
A Case Study : VCD & DVD Players Company.
Major Field : Industrial Engineering
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Assistant Professor Dr.Athakorn Kengpol
Academic Year : 2006

Abstract

The objective of this thesis is to reduce costs and cycle times for assembly product (DVD player). By applying Design for Assembly (DFA) which uses 3 methods of assembly index as following 1) Hitachi Assembly Evaluation Method which divides to 2 sub-methods that are Assemblability Evaluation Score "E" which are utilized Analytic Hierarchy Process (AHP) and Estimated Assembly Cost Ratio "K", 2) Boothroyd-Dewhurst Assembly Evaluation Method and 3) Lucas Assembly Evaluation Method that consists of 3 sub-methods; Functional Analysis, Handling and Feeding Analysis and Fitting Analysis. The costs of the assembling product are decreased from 1,590.598 to 1,570.668 baht per unit that indicate a reduction of 19.93 baht or 1.25 percent. Overall reduction cost 19,930 baht per month can be cut down when applied this solution into the sales of 1,000 units. The cycle times for assembling product declines from 424.99 to 389.99 seconds, or reducing 35.00 seconds. Moreover, this thesis also demonstrates the reduction of components from 80 to 68 pieces.

(Total 133 pages)

Keywords : Design for Assembly (DFA), Hitachi, Boothroyd-Dewhurst, Lucas, Analytic
Hierarchy Process (AHP)

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากหลายๆฝ่าย ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรถกร เก่งพล ผู้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ รวมถึงแนวทางในการทำวิจัยมาโดยตลอด จึงใคร่ขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ และขอขอบพระคุณอาจารย์สอวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่เสียสละเวลามาเป็นกรรมการคุมสอบ เพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

นอกจากนี้ขอขอบคุณ ประธานกรรมการและพนักงานทุกท่านในบริษัทกรณีศึกษา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกขอขอบคุณเพื่อนๆ และรุ่นพี่ทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยเหลือในด้านต่างๆ ตั้งแต่การศึกษาภาคทฤษฎี จนถึงการทำวิทยานิพนธ์ ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่ดีอย่างยิ่ง รวมทั้งกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้จนเสร็จสมบูรณ์

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบุพการีของผู้วิจัย ซึ่งคอยสนับสนุนด้านการเงินและให้กำลังใจด้วยดีแก่ผู้วิจัยเสมอมา ขอขอบคุณพี่ที่คอยให้กำลังใจ ขอขอบคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ที่ให้ความช่วยเหลือและและให้กำลังใจจนสำเร็จการศึกษา

วรวัชร อำพันโรจนานันท์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินงาน	2
1.5 แผนการดำเนินการวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ของการวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 การออกแบบเพื่อการประกอบ	5
2.2 กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์	18
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
2.4 บทสรุป	32
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	33
3.1 การกำหนดตัวชี้วัดสำหรับเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการออกแบบผลิตภัณฑ์	33
3.2 ประเมินประสิทธิภาพในการออกแบบผลิตภัณฑ์เดิม	39
3.3 วิเคราะห์และปรับปรุงผลิตภัณฑ์ใหม่ และเปรียบเทียบผลของการออกแบบเพื่อการประกอบของผลิตภัณฑ์	39
3.4 สรุปผลของการวิจัย	39
3.5 บทสรุป	39
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	41
4.1 ขั้นตอนในการประกอบผลิตภัณฑ์	41
4.2 การประเมินดัชนีในการประกอบผลิตภัณฑ์ ก่อนการปรับปรุง	42
4.3 การประเมินดัชนีในการประกอบผลิตภัณฑ์ หลังการปรับปรุง	59

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 บทสรุป	80
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	81
5.1 ผลการประเมินดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์	81
5.2 ผลการประเมินต้นทุนและเวลาการประกอบผลิตภัณฑ์	82
5.3 ข้อเสนอแนะ	83
บรรณานุกรม	85
ภาคผนวก ก	87
แบบสอบถาม และวิธีการคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์	88
ภาคผนวก ข	121
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	122
ภาคผนวก ค	125
ขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรมช่วยคำนวณดัชนีการประกอบ	126
ประวัติผู้วิจัย	133

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ตัวอย่างตารางเมทริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่	21
2-2 ตารางแสดงมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ	21
2-3 ตัวอย่างเมทริกซ์ที่ใช้เปรียบเทียบรถ 3 ยี่ห้อ ภายใต้เกณฑ์ความสะดวกสบาย	24
2-4 ตารางเมทริกซ์ที่มีความสอดคล้อง	25
2-5 ตารางเมทริกซ์ของค่าเฉลี่ย	25
2-6 แสดงดัชนีการสุมตัวอย่าง	26
2-7 แสดงรายละเอียดของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
3-1 เกณฑ์ในการประเมินดัชนีการป้อนขึ้นส่วนแต่ละชั้น	36
3-2 เกณฑ์ในการประเมินดัชนีการยึดขึ้นส่วนแต่ละชั้น	37
4-1 แสดงขึ้นส่วน และต้นทุนของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ก่อนการปรับปรุง	42
4-2 แสดงเวลาที่ใช้ในการประกอบเครื่องเล่นดีวีดีรุ่น D-221 ก่อนการปรับปรุง	45
4-3 แสดงค่าความสามารถในการประกอบ E ของขึ้นส่วนที่ได้จาก กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ ก่อนการปรับปรุง	46
4-4 แสดงผลการประเมินการประกอบแบบบูรณาการดี-คิวเซอร์ส ก่อนการปรับปรุง	50
4-5 แสดงผลการวิเคราะห์ดัชนีการป้อนของขึ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ก่อนการปรับปรุง	53
4-6 แสดงผลการวิเคราะห์ดัชนีการยึดของขึ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ก่อนการปรับปรุง	56
4-7 แสดงขึ้นส่วน และต้นทุนของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 หลังการปรับปรุง	63
4-8 แสดงเวลาที่ใช้ในการประกอบเครื่องเล่นดีวีดีรุ่น D-221 หลังการปรับปรุง	65
4-9 แสดงค่าความสามารถในการประกอบ E ของขึ้นส่วนที่ได้จาก กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ หลังการปรับปรุง	66
4-10 แสดงผลการประเมินการประกอบแบบบูรณาการดี-คิวเซอร์ส หลังการปรับปรุง	70
4-11 แสดงผลการวิเคราะห์ดัชนีการป้อนของขึ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 หลังการปรับปรุง	74
4-12 แสดงผลการวิเคราะห์ดัชนีการยึดของขึ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 หลังการปรับปรุง	77

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-13 แสดงผลการประเมินดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง	80
5-1 แสดงผลการประเมินดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง	81
ก-1 แสดงส่วนประกอบของเครื่องเล่นดีวีดีรุ่น D-221 ก่อนการปรับปรุง	88
ก-2 แสดงคะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่ายของการประกอบชิ้นส่วน จากการประเมินแบบสอบถาม ก่อนการปรับปรุง	90
ก-3 แสดงการแบ่งชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ออกเป็น 6 กลุ่ม ก่อนการปรับปรุง	92
ก-4 แสดงส่วนประกอบของเครื่องเล่นดีวีดีรุ่น D-221 หลังการปรับปรุง	105
ก-5 แสดงคะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่ายของการประกอบชิ้นส่วน จากการประเมินแบบสอบถาม หลังการปรับปรุง	107
ก-6 แสดงการแบ่งชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ออกเป็น 6 กลุ่ม หลังการปรับปรุง	109
ข-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	122

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 แสดงค่าใช้จ่ายจากอิทธิพลของหน้าที่ต่างๆ ในการผลิต	2
2-1 ตัวอย่างของชิ้นส่วนที่ใช้วิธีกดยัด	7
2-2 แสดงลำดับการทำงานของวิธีการประกอบของฮิตาชิ	12
2-3 ลำดับการประเมินการประกอบแบบบูธรอยด์-ดิวเฮิร์ส	13
2-4 ลำดับการทำงานของวิธีคลัส	17
2-5 ภาพแสดงลักษณะแผนภูมิระดับชั้น	20
2-6 แสดงรูปแบบประโยชน์ของ AHP	23
2-7 แสดงขั้นตอนโดยทั่วไปของ DFMA	29
2-8 แผนภาพแสดงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
2-9 แสดงขั้นตอนโดยทั่วไปของการออกแบบเพื่อการประกอบ	32
3-1 แสดงขั้นตอนของวิธีการดำเนินการวิจัย	40
4-1 แสดงขั้นตอนการประกอบเครื่องเล่นวีซีดี และดีวีดีในบริษัทตัวอย่าง	41
4-2 แสดงภาพของชิ้นส่วน Leg stand ทั้งก่อน และหลังการปรับปรุงการออกแบบ	60
4-3 แสดงชิ้นส่วน Heat sink TDA8922BTH – 2 ที่ใช้ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง	60
4-4 ชิ้นส่วน Stand KSM ที่ใช้ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง	61
4-5 ชิ้นส่วน Spacer ที่ใช้งานเดิมและนำเสนอแนวทางการออกแบบ	62
4-6 ชิ้นส่วน Transformer toroidal PTM – 15 แบบขดลวด	62
ค-1 ขั้นตอนการเรียกใช้งานโปรแกรม	126
ค-2 หน้าต่าง Login ของโปรแกรม	127
ค-3 หน้าต่างเมนูหลักของโปรแกรม	127
ค-4 หน้าต่างการเพิ่ม-แก้ไขข้อมูลผลิตภัณฑ์	128
ค-5 หน้าต่างสำหรับเพิ่มข้อมูลผลิตภัณฑ์	128
ค-6 หน้าต่างของ Hitachi Assembly Evaluation Method	129
ค-7 หน้าต่างของการคำนวณค่า Assemblability Evaluation Score E	129
ค-8 หน้าต่างของการคำนวณค่า Estimated Assembly Cost Ratio K	130
ค-9 หน้าต่างของการคำนวณค่า Boothroyd-Dewhurst Assembly Evaluation Method	130
ค-10 หน้าต่างของการคำนวณค่า Lucas Assembly Evaluation Method	130

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ค-11 หน้าต่างของ Handling and Feeding Analysis	131
ค-12 หน้าต่างของ Fitting Analysis	131
ค-13 หน้าต่างสรุปผลการคำนวณดัชนีการประกอบ	132

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสถานะเศรษฐกิจปัจจุบันทุก ๆ อุตสาหกรรม จำเป็นที่จะต้องเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้เป็นอย่างมีมูลค่าสูงสุด โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องเล่นวีซีดีและดีวีดี เนื่องจากอุตสาหกรรมประเภทนี้ส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์อย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงนี้อย่างมาก ประกอบกับผู้บริโภคมีกำลังซื้อลดลง จากสาเหตุดังกล่าวจึงทำให้ธุรกิจเหล่านี้ต่างก็สนใจในการหาวิธีการจัดการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และต้องการลดต้นทุนในการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพออกไป ซึ่งในส่วนของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องเล่นวีซีดีและดีวีดีนั้น มีส่วนที่เราสามารถลดการสูญเสียอันเกิดจากสาเหตุใหญ่ด้วยกันสองประการ คือ การลดระยะเวลาการผลิต (Lead Time) และการสูญเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ กับอีกประการหนึ่งคือ การลดการสูญเสียอันเกิดมาจากการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม

ปัญหาที่เราประสบมากในปัจจุบันคือ การที่ออกแบบผลิตภัณฑ์โดยไม่ได้คำนึงถึงขั้นตอนการประกอบ ว่าสามารถทำได้ยากหรือง่าย ซึ่งส่งผลให้ต้องใช้เวลาในการประกอบผลิตภัณฑ์ที่ค่อนข้างนาน และยังทำให้ต้นทุนของผลิตภัณฑ์นั้นสูงอีกด้วย โดยสามารถแสดงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากปัจจัยหลัก 4 ชนิดคือ การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design), วัสดุดิบ (Material), แรงงาน (Labor) และค่าดำเนินการต่างๆ (Overhead) ได้ดังภาพที่ 1-1 จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design) นั้นจะมีเพียงประมาณ 5 %ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด แต่ว่าผลกระทบจากการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้สามารถทำให้เกิดค่าใช้จ่ายแฝงได้มากที่สุด (ประมาณ 70% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด) ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้ผลิตโดยส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงถึง

ดังนั้นในการศึกษานี้จะใช้แนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly: DFA) โดยกำหนดตัวชี้วัดสำหรับเป็นมาตรฐานในการบ่งบอกและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประกอบผลิตภัณฑ์ สำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในอนาคตต่อไป และนอกจากนี้ยังได้นำ “กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy Process: AHP)” เข้ามาช่วยในการศึกษาครั้งนี้อีกด้วย



ภาพที่ 1-1 แสดงค่าใช้จ่ายจากอิทธิพลของหน้าที่ต่างๆ ในการผลิต (www.lboro.ac.uk)

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อกำหนดตัวชี้วัด และรูปแบบสำหรับเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการออกแบบผลิตภัณฑ์

1.2.2 เพื่อลดต้นทุนและลดเวลาในการประกอบผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 5 %

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 การศึกษาวิจัยนี้มุ่งเน้นเฉพาะการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการประกอบเท่านั้น

1.3.2 ตัวชี้วัดที่ใช้ในการเปรียบเทียบต้องมีความสัมพันธ์โดยตรงกับหลักการออกแบบเพื่อการประกอบ

1.3.3 การศึกษาวิจัยนี้ได้ศึกษาผลิตภัณฑ์ของบริษัทตัวอย่างเฉพาะ การประกอบ DVD เท่านั้น

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาหลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly: DFA) และกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP)

1.4.2 กำหนดโครงสร้างการวัดผลการออกแบบเพื่อการประกอบของผลิตภัณฑ์

1.4.3 ประยุกต์ใช้โครงสร้างการวัดผลการออกแบบเพื่อการประกอบของผลิตภัณฑ์ เพื่อวัดประสิทธิภาพของการประกอบกับกรณีศึกษาในโรงงานตัวอย่าง

1.4.4 วิเคราะห์และปรับปรุงผลิตภัณฑ์ใหม่ และเปรียบเทียบผลของการออกแบบเพื่อการประกอบของผลิตภัณฑ์

1.4.5 สรุปและเสนอแนะงานวิจัย

1.4.6 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ของการวิจัย

1.5.1 เป็นแนวทางในการปรับปรุงการออกแบบเพื่อให้สามารถประกอบผลิตภัณฑ์ได้ง่ายและรวดเร็วมากขึ้น

1.5.2 สามารถช่วยลดต้นทุน และเวลาที่ใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์

1.5.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ของบริษัทตัวอย่างในอนาคต

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากที่กล่าวเอาไว้ในบทที่ 1 แล้วว่าการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นศึกษาทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ “การออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly: DFA)” และนอกจากนั้นยังได้นำ “กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy Process: AHP)” เข้ามาช่วยในการศึกษาครั้งนี้อีกด้วย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly: DFA)

การออกแบบเพื่อการประกอบ ดังคำกล่าวของ ฮอร์ธกร (2547) กล่าวว่าไว้ว่าเป็นหนึ่งในวิธีการออกแบบของวิศวกรรมคอนเคอร์เร็นท์ (Design Method of Concurrent Engineering) โดยการเพิ่มความสามารถในการประกอบ (Assemblability) ด้วยการพยายามลดจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องใช้ประกอบ เพื่อให้การประกอบเป็นไปด้วยความรวดเร็ว สะดวกและจะทำให้ต้นทุนโดยรวมลดลง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

2.1.1 พื้นฐานของการออกแบบเพื่อการประกอบ (The Basic of DFA)

การออกแบบผลิตภัณฑ์จะมีอิทธิพลอย่างมาก ในเรื่องความสามารถในการประกอบ (Assemblability) ซึ่งจะมีผลโดยตรงกับเวลาที่ใช้ในการประกอบ และต้นทุนในการประกอบ ดังนั้นหากสามารถออกแบบให้เหมาะสม (Optimizing Design) ในจุดทัศนะของการประกอบ (Assembly Point of View) จะสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้อย่างมาก กิจกรรมดังกล่าวเรียกว่าเป็น “การออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly: DFA)”

ที่ผ่านมาในอดีต การประกอบเป็นสิ่งที่มักจะถูกละเลยในการวิเคราะห์ เพื่อหาสิ่งที่เหมาะสมที่สุด (Analyze for Optimization) ด้วยเหตุผลหลายประการ ประการที่สำคัญที่สุดคือ การประกอบไม่ได้ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่จะผลิตมีแรงจูงใจให้ขายได้จำนวนมากขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคไม่ทราบถึงขั้นตอนต่างๆ ในการประกอบ อีกทั้งการวิเคราะห์ต่างๆ ในการประกอบจะต้องใช้เวลา และความตั้งใจอย่างมาก แต่ผลลัพธ์ที่เป็นรายได้กลับมิให้เห็นยาก เมื่อผู้ออกแบบมีความกดดันต้องลดเวลาที่ใช้ในการออกแบบให้สั้นลง ผู้ออกแบบจึงเลือกที่จะใช้เวลาไปกับการออกแบบมากกว่านำเวลามาปรับปรุงการประกอบ

2.1.2 อิทธิพลของการออกแบบต่อความสามารถในการประกอบ (The Influence of Design on Assemblability)

การออกแบบผลิตภัณฑ์มีผลกระทบในการประกอบหลายด้าน เช่น ผลกระทบอาจจะเกิดขึ้นในกระบวนการประกอบซึ่งอาจเกี่ยวกับวิธีในการให้ได้มาของชิ้นส่วนต่างๆ โดยปกติการประกอบมีอยู่ 3 วิธีหลักคือ

1. การประกอบด้วยมือ (Manual Assembly) ซึ่งอาจประกอบบนโต๊ะทำงาน หรือชิ้นงานอาจอยู่บนรางเลื่อน
2. การประกอบอัตโนมัติความเร็วสูง (High Speed Automatic Assembly) ซึ่งมีการออกแบบมาโดยเฉพาะในการประกอบ
3. การประกอบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Automatic Assembly) ซึ่งอาจใช้หุ่นยนต์ร่วมกับผู้ประกอบในเวลาเดียวกัน

ในแต่ละชนิดของการประกอบ ความสามารถในการประกอบจะถูกเปลี่ยนไปจากหลายวิธีในการออกแบบ ซึ่งอาจจะเป็นที่ตัวระดับผลิตภัณฑ์ หรือระดับชิ้นส่วน (Product or Part Level)

2.1.2.1 ความสามารถในการประกอบในระดับผลิตภัณฑ์ (Product Level Assemblability)

ความสามารถในการประกอบในระดับผลิตภัณฑ์นี้ เราสามารถแบ่งออกเป็นด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

ก) จำนวนชิ้นส่วน (Number of Part)

การลดจำนวนของชิ้นส่วนเป็นเทคนิคพื้นฐานที่สำคัญที่สุดในการออกแบบเพื่อการประกอบ หากสามารถลดจำนวนชิ้นส่วนลงได้ ผู้ออกแบบจะไม่ต้องทำงานต่อไปนี้

1. ไม่ต้องออกแบบชิ้นส่วนนั้น
2. ไม่ต้องสั่งซื้อ
3. ไม่ต้องผลิต
4. ไม่ต้องเสี่ยงกับการผลิตไม่ทัน
5. ไม่ต้องตรวจสอบคุณภาพ
6. ไม่ต้องจัดเก็บ

นอกจากนี้ชิ้นส่วนทุกชิ้นจะต้องการ การปฏิบัติงานอย่างน้อย 3 อย่างในการทำงานคือ

1. การจับ (Grasping) คือ การจับชิ้นส่วนนั้นเมื่อถึงเวลาที่จะต้องประกอบ ซึ่งอาจจะใช้มือ หรือเครื่องมือจับอัตโนมัติเพื่อถือชิ้นงานไว้

2. การเคลื่อนไหว (Moving) คือ การเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งเพื่อการประกอบและการเคลื่อนย้ายนี้อาจจะเคลื่อนด้วยผู้ประกอบ หรือเครื่องมืออัตโนมัติก็ได้

3. การยัดใส่ (Inserting) คือ การยัดใส่ชิ้นส่วนกับชิ้นส่วนอื่นๆ การยัดใส่นั้นสามารถทำได้ทั้งโดยผู้ประกอบ หรือเครื่องมืออัตโนมัติ

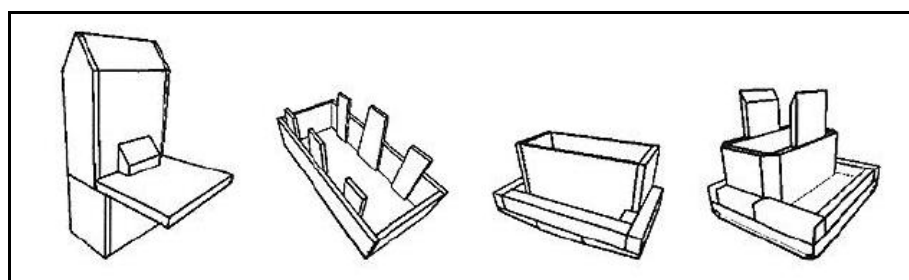
ดังที่กล่าวมาแล้วว่า แต่ละการปฏิบัติการจะมีผลในการเพิ่มขึ้นของต้นทุน บวกกับเวลาที่ต้องใช้ในการประกอบ และยังอาจเกิดความผิดพลาดต่างๆ ขึ้นด้วย ดังนั้น วิธีที่ชัดเจนที่สุดในการลดจำนวนของการปฏิบัติการ คือ การลดจำนวนชิ้นส่วนประกอบ ซึ่งสามารถช่วยให้

1. ลดจำนวนของกระบวนการต่างๆ (Fewer Processing Steps)
2. ลดการปรับตั้งค่า (Fewer Adjustments)
3. ลดปัญหาของการรวมกันในพิภักความเผื่อ (Fewer Tolerance Stack-Up Problem)
4. ลดจำนวนการนำมารวมกัน (Fewer Mating Points)
5. ลดจำนวนอุปกรณ์ และเครื่องมือจับยึด (Fewer Assembly Fixtures and Tools)

สำหรับวิธีในการลดจำนวนชิ้นส่วน สามารถทำได้โดย

1. หลีกเลี่ยงการใช้สิ่งที่ใช้การขันแน่นแบบแยกส่วน (Separate Fasteners) เช่น สกรู แต่ให้ใช้วิธีกดยึด (Snap Fits) ระหว่างชิ้นส่วนแทน

2. ออกแบบชิ้นส่วนให้สามารถทำงานแบบหลายหน้าที่ (Multi-Functional Parts) โดยชิ้นส่วนชิ้นเดียวกันสามารถทำงานได้ในหลายผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 2-1 ตัวอย่างของชิ้นส่วนที่ใช้วิธีกดยึด (Goldberg et al., 1999)

ข) ลำดับการประกอบ (Assembly Sequence)

ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์จะต้องออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยทราบว่าต้องมีชิ้นส่วนต่างๆ ประกอบกัน ดังนั้น ผู้ออกแบบจะเป็นผู้กำหนดลำดับของการประกอบไปด้วยในตัวเอง ซึ่งจะมีอิทธิพลโดยตรงกับความสามารถในการประกอบโดยเฉพาะกับจำนวนของการปฏิบัติการที่ไม่ได้สร้างคุณค่า (Non-Value Added Operations) ความซับซ้อนของการจับยึดชิ้นงาน ความเป็นไปได้ของ

ชิ้นส่วนที่จะเสีย และความน่าเชื่อถือโดยรวมของการทำงานการประกอบ (Overall Assembly Reliability) เป็นต้น

ค) ชิ้นส่วนที่เป็นฐาน (Base Part)

หากชิ้นส่วนได้ถูกออกแบบให้เป็นชิ้นส่วนที่เป็นฐานด้วย จะทำให้ลดต้นทุน และลดความยุ่งยากในการประกอบ และการจับยึดได้มาก เนื่องจากชิ้นที่เป็นฐานนี้จะเป็นชิ้นส่วนที่ยึดกับชิ้นส่วนอื่นๆ ต่อไป โดยไม่ต้องการตัวจับยึดพิเศษเพิ่มเติม

ง) ชนิดของสิ่งที่ใช้ขันแน่น (Fastener Type)

การใช้สิ่งที่ขันแน่นด้วยวิธีทางกล (Mechanic Fastener Types) จะต้องมีต้นทุนเกี่ยวข้องอยู่เสมอ โดยวิธีของการขันแน่นต่อไปนี้จะเรียงจากต้นทุนน้อยไปหามาก

1. กดยึด (Snap Fits)
2. การงอพลาสติกยึด (Plastic Bending Fits)
3. การย้ำหมุด (Rivet Fits)
4. การไขสกรู (Screw Fits)

2.1.2.2 ความสามารถในการประกอบระดับชิ้นส่วน (Part Level Assemblability)

ความสามารถในการประกอบระดับชิ้นส่วนนี้มีรายละเอียดดังนี้

ก) ความเป็นมาตรฐาน (Standardization)

โดยการใช้ชิ้นส่วนมาตรฐาน (Standard Parts) ผู้ออกแบบสามารถลดขนาดของจำนวนชิ้นส่วนคงคลัง (Inventory Stock) และสามารถลดปริมาณงานบริหารต่างๆ ลงได้ ในมุมมองของการประกอบแล้ว ชิ้นส่วนมาตรฐานนอกจากจะสามารถใช้ได้แล้ว ยังสามารถเกิดการประกอบด้วยเครื่องมือและเทคโนโลยีมาตรฐาน (Standard Tool and Technology) ซึ่งสามารถทำให้ลดเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และลดต้นทุนต่างๆ อีกด้วย

ข) การแสดงชิ้นส่วน (Part Presentation)

ความหมายโดยทั่วไปของหัวข้อนี้ หมายถึง การนำชิ้นส่วนจากหน่วยเก็บ แล้วนำมาจัดเตรียมให้อยู่ในตำแหน่งซึ่งพร้อมที่จะทำการประกอบ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่เกี่ยวเนื่องกับ การเลือกชิ้นส่วนจากที่เก็บ, การจับ, การเคลื่อนไหว และการวางทิศทางที่ต้องการ

2.1.3 ระเบียบวิธี DFA (DFA Methodology)

มีการสร้างวิธีในการสร้าง DFA ในหลายแบบเพื่อช่วยในการแนะนำผู้ออกแบบให้ ออกแบบได้สะดวก และสามารถรับข้อมูลป้อนกลับ (Feedback Data) ในเรื่องความสามารถในการประกอบในเชิงการออกแบบ ดังนั้นจึงมี 2 ส่วนที่เป็นสิ่งสำคัญ คือ ส่วนแรกคือ การจัดเตรียมมาตรการเพื่อ

การออกแบบความสามารถในการประกอบ และอีกส่วนหนึ่งคือ การจัดเตรียมคำแนะนำแก่ผู้ออกแบบเพื่อปรับปรุงความสามารถในการประกอบ

สำหรับวิธีการวัดความสามารถในการประกอบ (Measures of Assemblability) มีการพัฒนาขึ้นมาหลายวิธี แต่ส่วนใหญ่จะสามารถแยกออกได้เป็น 2 วิธีการหลักๆ คือ วิธีการวัดในเชิงคุณภาพ และวิธีการวัดในเชิงปริมาณ

2.1.3.1 วิธีการวัดในเชิงคุณภาพ (Qualitative Measures)

ส่วนใหญ่วิธีการวัดความสามารถในการประกอบเชิงคุณภาพจะถูกใช้ตั้งแต่อยู่ในช่วงการออกแบบ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ออกแบบหลีกเลี่ยงการออกแบบที่ทำให้การประกอบมีต้นทุนสูง ฤดูต่างๆ เหล่านี้จะถูกนำมาจากประสบการณ์เดิมในการออกแบบและการประกอบรวมกัน ข้อดีของวิธีการวัดในเชิงคุณภาพ คือ วิธีการวัดแบบนี้ไม่จำเป็นต้องคำนวณต้นทุน และเวลาในการประกอบอย่างละเอียด จึงมักจะขึ้นกับผู้ที่มีประสบการณ์ในงานเหล่านี้ในการวัด แต่อย่างไรก็ตามเพื่อให้การวัดมีประสิทธิภาพ ผู้ออกแบบจะต้องมีความสามารถในการออกแบบฤดูต่างๆ ซึ่งมีอยู่จำนวนมากในระหว่างการออกแบบจนถึงการประกอบ

2.1.3.2 วิธีการวัดในเชิงปริมาณ (Quantitative Measures)

สำหรับวิธีการวัดในเชิงปริมาณนี้ สามารถแบ่งได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

ก) การประมาณราคาต้นทุน (Cost Estimation)

ต้นทุนในการประกอบสามารถถูกประมาณได้ในหลายระดับของรายละเอียด เริ่มต้นจากการประมาณราคาในภาพกว้างจากการใช้เทคโนโลยีชนิดใดชนิดหนึ่ง จนถึงระดับรายละเอียดของการประมาณราคาของการประกอบแต่ละครั้ง ไปจนถึงต้นทุนของค่าแรง และ ค่าอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ วิธีการวัดเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้ออกแบบ ในการหาต้นทุนการประกอบจากการออกแบบไปจนถึงราคาต้นทุนจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใดหากมีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบ

ข) ดัชนีในการประกอบ (Assembly Index)

เนื่องจากการลดต้นทุนเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถอธิบายทุกอย่างเกี่ยวกับความสามารถในการประกอบได้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไม่สามารถบ่งบอกถึงสาเหตุของการเกิดความสามารถในการประกอบต่ำ (Low Assemblability) ดังนั้น จึงต้องมีการสร้างดัชนีในการประกอบขึ้นเพื่อให้ดัชนีนี้เป็นตัวชี้บอกถึงความยากในการประกอบ เช่น การจับ (Grasp), หรือการวางทิศทางต่างๆ (Orientation) จะสามารถเป็นดัชนีในการประกอบเนื่องจากมีผลโดยตรงกับเวลาที่ใช้ในการประกอบ ตัวอย่างของดัชนีในการประกอบ เช่น วิธีของฮิตาชิ (Hitachi Method) หรือ วิธีของลูคัส (Lucas Method) ซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญของงานวิจัยครั้งนี้

ก) ตัวบ่งชี้การประกอบ (Assembly Pointer)

วิธีนี้จะเป็นการให้ตัวบ่งชี้เป็นคะแนน (Pointer in Score) ให้แก่องค์ประกอบที่แตกต่างกัน ซึ่งมีอิทธิพลในความสามารถในการประกอบผลิตภัณฑ์ โดยวิธีการให้คะแนนนี้จะสามารถหาคะแนนรวมของความสามารถในการประกอบได้ ซึ่งวิธีการนี้มีความรวดเร็ว และสะดวกในทางปฏิบัติเพื่อการบ่งชี้จุดที่มีความจำเป็นต้องแก้ไข แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้จะขึ้นอยู่กับวิธีการให้คะแนนของแต่ละบุคคลมากกว่าวิธีการใช้ราคาต้นทุนหรือดัชนีในการประกอบ

2.1.4 เครื่องมือในด้านการออกแบบเพื่อการประกอบ (DFA Tools)

เครื่องมือนี้ได้พัฒนาและประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมในประเทศพัฒนาแล้ว ซึ่งมีทั้งระบบแบบใช้กระดาษ (Paper Based) และการใช้คอมพิวเตอร์ (Computer Based) โดยมีวิธีการประเมินอยู่ 3 วิธีด้วยกันคือ วิธีการประเมินการประกอบแบบฮิตาชิ, วิธีการประเมินการประกอบแบบบูธรอย-คิวเซอร์ส และวิธีการประเมินการประกอบแบบลูคัส

2.1.4.1 วิธีการประเมินการประกอบแบบฮิตาชิ (Hitachi Assembly Evaluation Method)

วิธีการนี้ได้มีจุดเริ่มต้นในปี ค.ศ. 1976 โดยบริษัท ฮิตาชิ ที่ประเทศญี่ปุ่น (Redford and Chal, 1994) ซึ่งจะใช้ดัชนี 2 ชนิด ในการคำนวณหาค่า ความสามารถในการประกอบ (Evaluation in Assemblability)

ก) คะแนนการหาค่าความสามารถในการประกอบ E (Assemblability Evaluation Score “E”) ซึ่งจะเป็นดัชนีที่ใช้ในการหาความยากของการประกอบ

ข) การประมาณอัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K (Estimated Assembly Cost Ratio “K”) ซึ่งจะใช้ในการประมาณการพัฒนาของต้นทุนในการประกอบ

วิธีของฮิตาชิจะเน้นการดำเนินการประกอบ (Assembly Operations) เป็นหลัก เช่นเกี่ยวกับการยัดใส่ชิ้นส่วน หรือวิธีการยึดแน่นต่างๆ แต่มักจะไม่ได้วิเคราะห์อย่างเด่นชัดในด้านการส่งชิ้นส่วน (Part Feeding) หรือการวางทิศทางของชิ้นงาน (Part Orientation)

ลำดับการทำงานของวิธีฮิตาชิ

1. การวิเคราะห์การดำเนินการประกอบ (Analysis of Assembly Operations)

ลำดับการวิเคราะห์เริ่มต้น จากการวางแบบการเคลื่อนที่ และการปฏิบัติการที่ต้องการในการยัดใส่แต่ละชิ้นส่วน เพื่อให้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ หากมีการดำเนินการซึ่งการเคลื่อนที่ไม่ได้อยู่ในแนวแกนตั้งแบบเคลื่อนที่ลง (Vertical Downward) จะต้องมีคะแนนค่าปรับ (Penalty Points) เนื่องจากว่า การปฏิบัติการนี้เป็นการปฏิบัติการที่ง่ายที่สุด และเร็วที่สุดที่มนุษย์หรือเครื่องจักรจะสามารถทำได้ วิธีนี้จะมีการใช้สัญลักษณ์ประมาณ 20 แบบ ในการแทนการเคลื่อนไหว และกระบวนการแบบต่างๆ เช่น การยัดใส่ชิ้นส่วน, การยึดติดกัน หรือการหมุน เป็นต้น

2. การคำนวณดัชนีการประเมิน (Calculation of Evaluation Indices)

ดัชนีการประเมินในวิธีของฮิตาชินี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ

2.1 คะแนนการประเมินความสามารถในการประกอบ E

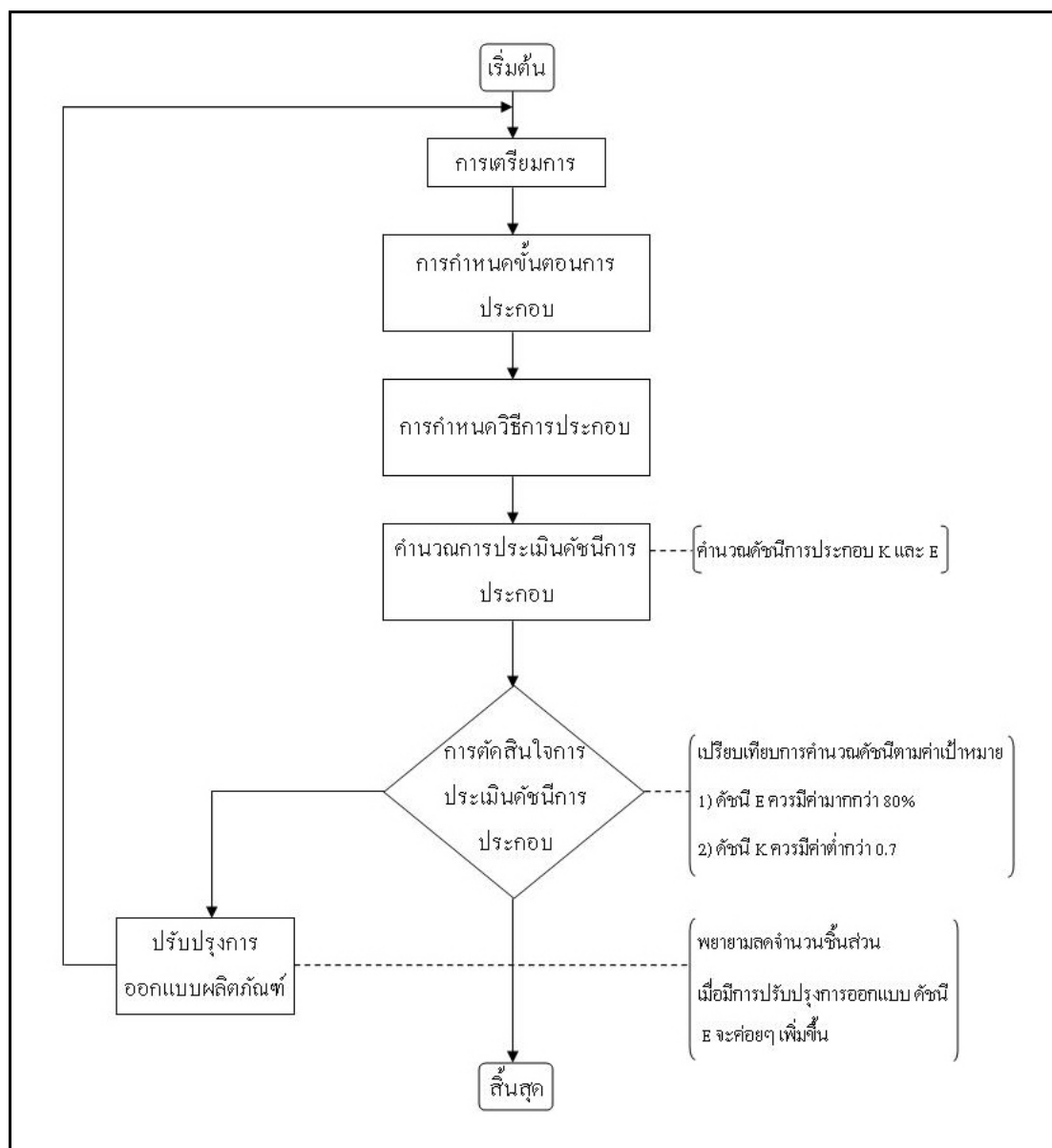
ดังที่กล่าวมาแล้วว่า ในการปฏิบัติการแต่ละชนิดจะมีคะแนนค่าปรับ ถ้าแต่ละชิ้นส่วนสามารถทำงานปฏิบัติการประกอบ โดยอยู่ในแนวแกนตั้งแบบเคลื่อนที่ลงทั้งหมดคะแนน E_i จะได้คะแนนรวม 100 คะแนน แต่หากไม่สามารถทำได้ คะแนนค่าปรับจะลดจำนวนคะแนนรวมทั้งหมดลงเรื่อยๆ ในทางปฏิบัติคะแนนรวมควรจะอยู่สูงกว่า 80 คะแนน ดังนั้นจะเห็นได้ว่ายิ่งคะแนน E_i สูงขึ้น การปฏิบัติการประกอบจะยิ่งง่ายขึ้นด้วย ซึ่งก็คือใช้เวลาในการประกอบน้อยลง และทำให้ต้นทุนในการประกอบลดลงด้วย

2.2 อัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K

คะแนน E_i อย่างเดียวโดยทั่วไปมักจะไม่สามารถทำให้ผู้ออกแบบเห็นความสำคัญในการลดจำนวนชิ้นส่วนในการประกอบ ดังนั้น จึงต้องใช้อัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{อัตราส่วนต้นทุนการประกอบ } K = \frac{\text{ต้นทุนรวมการประกอบของการออกแบบใหม่}}{\text{ต้นทุนรวมการประกอบของการออกแบบเดิม}} \quad (2-1)$$

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การคำนวณต้นทุนรวมของการประกอบจึงเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากอัตราส่วน K ขึ้นอยู่กับต้นทุนรวมดังกล่าว อัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K ที่แนะนำควรจะอยู่ในช่วง 0.7 หรืออีกนัยหนึ่งคือ การออกแบบการประกอบใหม่ควรจะลดต้นทุนให้ได้ประมาณ 30 % ซึ่งสามารถเกิดจากการลดจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องการประกอบ และออกแบบให้วิธีปฏิบัติการประกอบง่ายขึ้น โดยขั้นตอนต่างๆ ของวิธีฮิตาชิ แสดงได้ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 แสดงลำดับการทำงานของวิธีการประกอบของฮิดาชิ (Syan and Menon, 1994)

2.1.4.2 วิธีการประเมินการประกอบแบบบูธทรอยด์-คิวเฮอร์ส (Boothroyd-Dewhurst Assembly Evaluation Method)

วิธีการประเมินการประกอบแบบบูธทรอยด์-คิวเฮอร์สนี้ เริ่มต้นขึ้นในปี ค.ศ. 1977 โดยมีการจัดพิมพ์เป็นรูปเล่มในปี ค.ศ. 1980 (Boothroyd et al. 1994) โดยเป็นระบบการทำงานบนกระดาษ ต่อมามีการพัฒนาออกมาเป็น โปรแกรมชื่อ DFMA

ลำดับการทำงานของวิธีบูรทรอยด์-คิวเซอร์ส

ก) ค้นหาชนิดของระบบการประกอบ

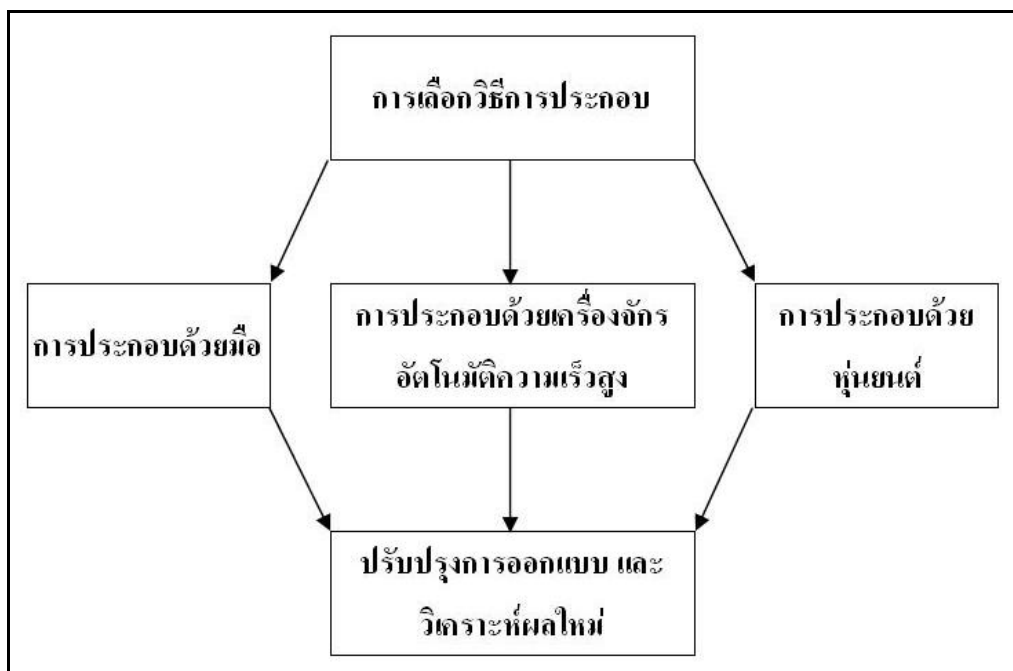
1. การประกอบโดยใช้มือ
2. การประกอบโดยใช้เครื่องจักรความเร็วสูง
3. การประกอบโดยใช้หุ่นยนต์

การเลือกชนิดของการประกอบ ควรจะอยู่บนพื้นฐานการวิเคราะห์ในเรื่องของ

1. ปริมาณการผลิต
2. จำนวนช่วงเวลาในการถึงจุดคุ้มทุน (หรือระยะเวลาคืนทุน)
3. จำนวนชิ้นส่วนที่ต้องประกอบ
4. ต้นทุนของเครื่องมือ

ซึ่งการวิเคราะห์ที่สำคัญที่สุดคือ ในเรื่องของปริมาณการผลิต โดยที่

1. การประกอบโดยใช้มือ จะเหมาะสมกับการผลิตปริมาณน้อย
2. การประกอบโดยใช้เครื่องจักรความเร็วสูง เหมาะสมกับการผลิตปริมาณมาก
3. การประกอบโดยใช้หุ่นยนต์ เหมาะกับการผลิตปริมาณปานกลาง



ภาพที่ 2-3 ลำดับการประเมินการประกอบแบบบูรทรอยด์-คิวเซอร์ส (Syan and Menon, 1994)

ข) การลดจำนวนชิ้นส่วน

ไม่ว่าระบบการประกอบจะเป็นชนิดใด การลดจำนวนชิ้นส่วน เพื่อการประกอบเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด โดยแต่ละชิ้นส่วนจะต้องถูกตรวจสอบเหตุผล เพื่อให้เหมาะสมในความจำเป็นต้องการแยกชิ้นส่วนประกอบ โดยมีเหตุผลดังนี้

1. ชิ้นส่วนต้องมีการเคลื่อนที่ โดยมีความสัมพันธ์กับชิ้นส่วนอื่นๆ ที่ถูกประกอบแล้ว
2. ชิ้นส่วนเป็นวัสดุคนละชนิด กับชิ้นส่วนที่ประกอบแล้ว
3. ชิ้นส่วนเป็นส่วนหนึ่งในการประกอบ หรือถอดประกอบของชิ้นส่วนที่ประกอบไปแล้วทั้งหมด เช่น ฝาที่ปิดชิ้นส่วนประกอบทุกชิ้น เป็นต้น

ค) การประเมินการประกอบ

วิธีการประเมินของบูธทรอยด์-คิวเซอร์สกี ความสามารถในการประกอบจะถูกประเมินโดยขึ้นอยู่กับการประมาณราคาต้นทุนของการหยิบจับและยัดใส่ (Cost of Handling and Inserting) ชิ้นส่วน ไม่ว่าจะเป็นการประกอบโดยใช้มือหรือเครื่องจักรก็ตาม

วิธีการประเมินนี้จะกระทำโดยการประมาณราคาต้นทุนของการหยิบจับและยัดใส่ในแนวแถว (Row) ยังมีความยากในการหยิบจับและยัดใส่มาก ต้นทุนจะยิ่งสูง โดยคำนวณจากเวลาที่ใช้กับต้นทุนทั้งหมดในการปฏิบัติงาน หลังจากนั้นจึงนำมารวมกันเป็นต้นทุนรวม การประเมินสามารถทำได้ดังนี้

ในการประกอบด้วยระบบมือ (Manual Assembly System Procedure) เริ่มต้นจากการหาความยากในการหยิบจับ (Handling Difficulties) เช่น ขนาด, น้ำหนัก หรือความยากในการหยิบจับ เพื่อให้อยู่ในทิศทางที่ต้องการ ซึ่งหากยิ่งยากจะต้องใช้เวลาในการทำงานนานขึ้น หลังจากนั้นจะใช้วิธีเดียวกันหาความยากในการยัดใส่ (Inserting Difficulties) ซึ่งอาจจะมีความยากในการใส่หรือความยากในการมองเห็น รวมทั้งความผิดพลาดๆ ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการคำนวณนานขึ้น หลังจากนั้นจะมีการคำนวณเวลารวมเปรียบเทียบกับค่าแรงในการทำงาน ซึ่งสูตรที่ใช้คือ

$$\text{ประสิทธิภาพการออกแบบ (Design Efficiency)} = \frac{3 \times N_m}{T_m} \quad (2-2)$$

โดยที่ เวลาที่ใช้ในการประกอบในอุดมคติ $= 3N_m$ ซึ่ง N_m ย่อมาจากจำนวนต่ำสุดของชิ้นส่วน (Theoretical Minimum Number of Parts) เช่น จำนวนชิ้นส่วนที่ต่ำที่สุดที่จะมีได้คือ 1 ชิ้นส่วน ส่วน 3 มาจาก 3 วินาที โดยมาจากสมมติฐานที่ว่า สำหรับการประกอบชิ้นส่วนในอุดมคติด้วยมือจะ

ใช้เวลา 1.5 วินาทีในการหยิบจับและอีก 1.5 วินาทีในการยัดใส่ และ T_m คือเวลารวมที่ใช้ในการประกอบ

2.1.4.3 วิธีการประเมินการประกอบแบบลูคัส (Lucas Assembly Evaluation Method)

Redford and Chal (1994) กล่าวว่าวิธีการประเมินการประกอบแบบลูคัสนี้ เกิดจากความร่วมมือในการพัฒนาระหว่าง Lucas Engineering & System Co., Ltd. และ The University of Hull ในประเทศอังกฤษ โดยระบบนี้เริ่มต้นด้วยการใช้ระบบกระดาษ ต่อมาในปี ค.ศ. 1989 ได้มีการออกแบบให้มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นมาใช้งาน ในปัจจุบันวิธีนี้ถูกใช้ใน Teamset Program วิธีการประเมินการประกอบวิธีนี้จะมีดัชนี 3 ชนิดที่ใช้วัดความสามารถในการประกอบในเชิงการออกแบบ

ดัชนีเหล่านี้จะถูกนำมาเปรียบเทียบจากค่าเดิมที่ได้จากการออกแบบเดิม โดยมีได้ขึ้นอยู่กับต้นทุน แต่ขึ้นอยู่กับความยากในการประกอบเมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ วิธีการวิเคราะห์ก็จะแตกต่างกัน ระหว่างการประกอบที่ทำด้วยมือ และการประกอบที่ทำด้วยระบบอัตโนมัติ แต่จะไม่แตกต่างกัน ระหว่างชนิดของระบบอัตโนมัติ

ก) การวิเคราะห์หน้าที่ (Functional Analysis)

ในการวิเคราะห์นี้จะคล้ายกับวิธีของบูธทรอยด์-คิวเซอร์ส ในเรื่องการลดจำนวนชิ้นส่วน โดยจะมีการตรวจสอบว่า แต่ละชิ้นส่วนจำเป็นหรือไม่ที่จะต้องมีการประกอบ หากเป็นชิ้นส่วนที่มีความจำเป็น (Essential components) ต้องมีการประกอบจะเรียกว่า “ชิ้นส่วน A” และชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็น (Non-essential components) จะเรียกว่า “ชิ้นส่วน B” ชิ้นส่วนต่างๆ จะถูกตรวจสอบในรูปแบบเดียวกันกับวิธีของบูธทรอยด์-คิวเซอร์ส ยกเว้นมีความจำเป็นพิเศษ เช่น เป็นเงื่อนไขในการออกแบบและใช้งาน เป็นต้น

$$\text{ประสิทธิภาพการออกแบบ (Design Efficiency)} = \frac{\text{จำนวนชิ้นส่วน A}}{\text{จำนวนชิ้นส่วน A} + \text{จำนวนชิ้นส่วน B}} \quad (2-3)$$

จากประสบการณ์ในการทำงานในวิธีนี้พบว่า ค่าการคำนวณประสิทธิภาพในการออกแบบที่เหมาะสมควรอยู่ที่ประมาณ 45 % หากค่าที่ได้มีจำนวนต่ำกว่านี้ ควรจะต้องปรับปรุงการออกแบบ โดยทั่วไปหลังจากที่ปรับปรุงแล้ว ค่าเปอร์เซ็นต์จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นทีละ 3 - 12 %

ข) การวิเคราะห์การหยิบจับและการป้อน (Handling and Feeding Analysis)

สำหรับการประกอบด้วยมือจะใช้การวิเคราะห์การหยิบจับ สำหรับการประกอบด้วยระบบอัตโนมัติจะใช้การวิเคราะห์การป้อน แต่ทั้ง 2 วิธีจะทำการตรวจสอบถึงความยากในการจับชิ้นส่วนจากที่เก็บไปสู่จุดที่ต้องการจะให้ยึดใส่เพื่อประกอบ

ในแต่ละการวิเคราะห์ จะมีการตรวจสอบแต่ละชิ้นส่วนในความยากของการหยิบจับและการป้อน ซึ่งจะเป็นการบอกถึงดัชนีในการหยิบจับและการป้อน ในการวิเคราะห์การหยิบจับ หากชิ้นส่วนมีการออกแบบต่อไปนี้จะต้องมีคะแนนค่าปรับ (Penalty Score)

1. ขนาดหรือน้ำหนักของชิ้นส่วน มีขนาดเล็ก หรือใหญ่ หรือหนักเกินไป
2. หยิบจับยาก เช่น เปราะ, ยึดหยุ่น เป็นต้น
3. ความยากในการหาทิศทาง

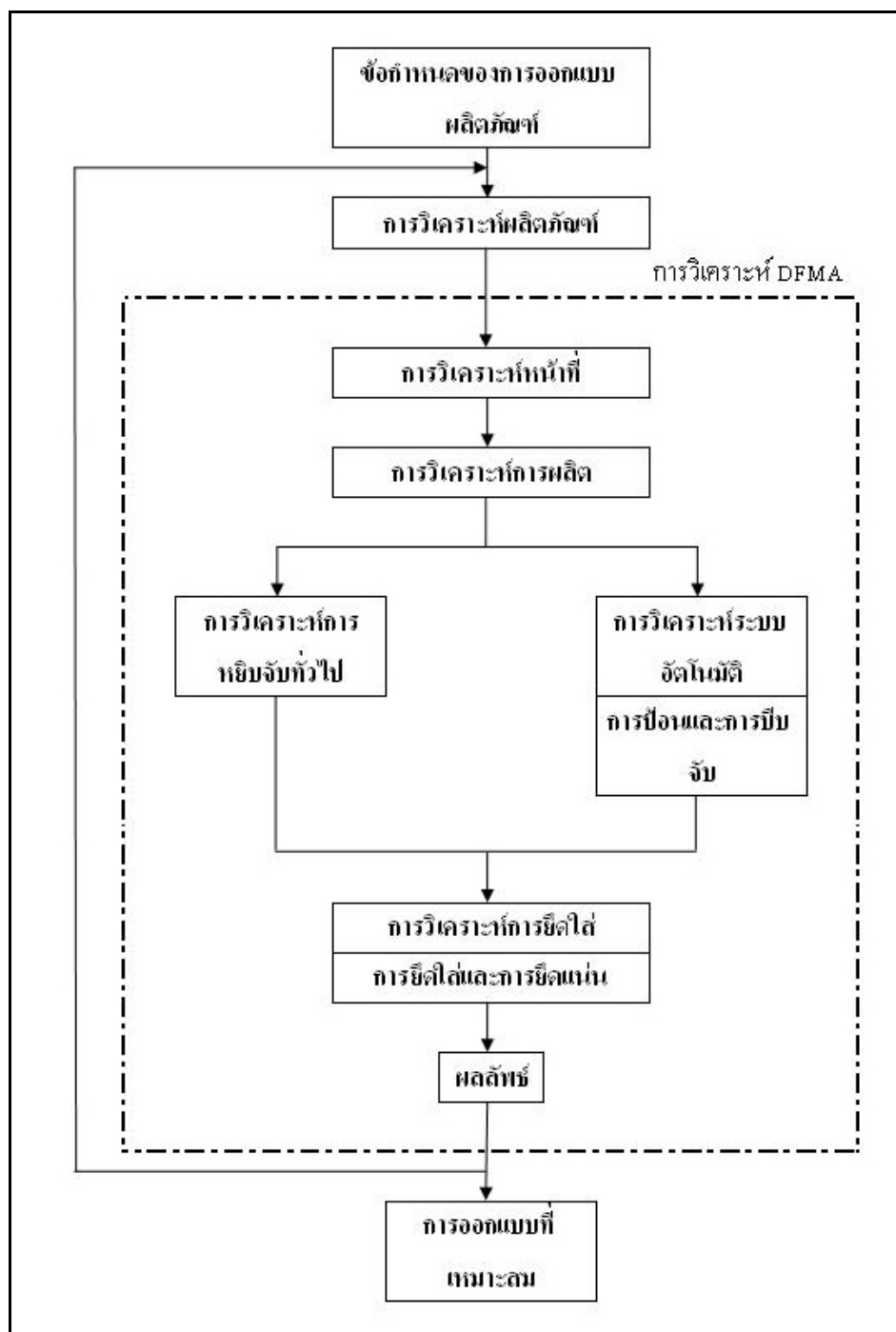
ดัชนีรวมที่แนะนำสำหรับการวิเคราะห์การจับและการเคลื่อนที่คือ 2.5 หากค่าที่ได้สูงกว่านี้ผู้ออกแบบต้องทำการปรับปรุงโดยการลดความยากในการจับและเคลื่อนที่

$$\text{อัตราการป้อน (Feeding Ratio)} = \frac{\text{ผลรวมของดัชนีการป้อน (Total Feeding Index)}}{\text{จำนวนชิ้นส่วน A}} \quad (2-4)$$

ค) การวิเคราะห์การยึด (Fitting Analysis)

การวิเคราะห์การยึด มีจุดประสงค์เพื่อที่จะวัดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์ โดยการเพิ่มค่าของเวลาในแต่ละการปฏิบัติ การวิเคราะห์นี้ต้องการ ผังงาน (Flow Chart) ซึ่งประกอบด้วยการปฏิบัติงานทั้งหมด โดยชนิดของการปฏิบัติงานสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. การยึดใส่และการยึดแน่น (Inserting and Fixing) โดยวิธีหมุดย้ำ หรือไขสกรู เป็นต้น
2. การดำเนินการประกอบที่ไม่ใช่การประกอบโดยตรง (Indirect Assembly Operations) เช่น การปรับตั้ง เป็นต้น
3. การบีบจับ (Gripping) ใช้เฉพาะกับงานระบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 2-4 ลำดับการทำงานของวิธีลูกศร (Syan and Menon, 1994)

การวิเคราะห์จะขึ้นอยู่กับชนิดของการปฏิบัติการ ซึ่งอาจมีคะแนนค่าปรับ (Penalty Score) หากมีการยึดใส่ที่ยากหรือการยึดแน่นที่ยาก โดยการตรวจสอบจะมีดังนี้

1. ตำแหน่งของชิ้นส่วน ชิ้นส่วนที่ดีคือ ชิ้นส่วนที่สามารถอยู่ในตำแหน่งได้ด้วยตนเอง (Self Locate) ซึ่งจะมีคะแนนค่าปรับน้อยหรือไม่มี

2. การตั้งของชิ้นส่วน ชิ้นที่ง่ายในการตั้งจะมีคะแนนค่าปรับน้อยหรือไม่มี
3. ทิศทางดำเนินการ ชิ้นส่วนที่มีการดำเนินการประกอบไปในทิศทางเดียวจะมีคะแนนค่าปรับน้อยหรือไม่มี
4. การเข้าถึงชิ้นส่วน ชิ้นส่วนที่มีความยากในการเข้าถึงหรือมองเห็นได้ยากจะมีคะแนนค่าปรับมาก

สำหรับดัชนีการวิเคราะห์การยึดรวมที่แนะนำ คือ 2.5 หากมีการวิเคราะห์การปฏิบัติการแล้วค่าที่ได้สูงกว่านี้ ผู้ออกแบบควรจะต้องมีการปรับปรุง เพื่อให้การยึดมีความง่ายขึ้น โดยที่สูตรที่ใช้คำนวณดัชนีการยึดรวมคือ

$$\text{อัตราการยึด (Fitting Ratio)} = \frac{\text{ผลรวมของดัชนีการยึด (Total Fitting Index)}}{\text{จำนวนชิ้นส่วน A}} \quad (2-5)$$

2.2 กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy Process: AHP)

กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy Process: AHP) ตามคำกล่าวของ วิฑูรย์(2542) ที่ได้กล่าวว่า เป็นกระบวนการตัดสินใจที่ใช้ในการวินิจฉัยเพื่อหาเหตุผล ซึ่งได้รับความแพร่หลายมากที่สุดในโลก ขณะนี้มีผู้นิยมใช้กันมากกว่า 30 ประเทศ AHP นี้ถูกคิดค้นเมื่อประมาณปลายปีทศวรรษที่ 1970 โดยศาสตราจารย์โทมัส ซาตตี้ (Thomas Saaty) ผู้ซึ่งได้รับปริญญาเอกทางด้านคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเยลประเทศสหรัฐอเมริกา

กระบวนการตัดสินใจที่ดีมีประสิทธิภาพนั้นต้องมีลักษณะดังนี้

1. ง่ายที่จะทำความเข้าใจ
2. เน้นไปที่ประเด็นสำคัญหรือประเด็นหลัก
3. มีความสอดคล้องกันของเหตุผล
4. สามารถนำเอาปัจจัยประกอบการตัดสินใจที่เป็นทั้งรูปธรรมและนามธรรม มาวินิจฉัยเปรียบเทียบได้
5. ใช้ได้กับการตัดสินใจที่เป็นส่วนบุคคลและที่เป็นกลุ่มหรือหมู่คณะ
6. มีโครงสร้างเลียนแบบกระบวนการคิดของมนุษย์
7. ก่อให้เกิดการประนีประนอมและการสร้างประชาคมติ
8. ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาคอยควบคุมชี้แนะ

2.2.1 ขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจที่มีเหตุผล

กระบวนการตัดสินใจที่มีเหตุผลที่ยอมรับกันทั่วโลกนั้นมีอยู่ 6 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

2.2.1.1 ให้คำจำกัดความประเด็นของปัญหา

ผู้อ่านต้องเข้าใจประเด็นสำคัญหรือประเด็นหลักของปัญหาอย่าง ถ่องแท้และสร้างสรรค์ ที่สำคัญที่สุดต้องกล้ายอมรับว่าปัญหาใน โลกแห่งความเป็นจริงนั้นมีความสลับซับซ้อน และต้องพยายาม หลีกเลี่ยงสมมติฐานที่ไม่ถูกต้อง และระมัดระวังไม่ให้เกิดความ ลำเอียงชอบพอในทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งโดยเฉพาะ

2.2.1.2 กำหนดเกณฑ์หรือปัจจัยในการตัดสินใจที่เป็นทั้งรูปธรรมและนามธรรม

การที่ต้องใช้เหตุผลในการตัดสินใจก็เพราะว่า ทางเลือกนั้นมีอยู่ หลายทางด้วยกัน และแต่ละทางเลือกก็มีจุดเด่นและจุดด้อยแตกต่างกัน และผู้อ่านแต่ละคนก็มีระดับความพึงพอใจในเกณฑ์ที่เป็น รูปธรรมและนามธรรมไม่เหมือนกัน

2.2.1.3 วินิจฉัยเปรียบเทียบเกณฑ์หรือปัจจัยในการตัดสินใจ

เนื่องจากผู้อ่านแต่ละคนมีระดับความพึงพอใจไม่เท่ากัน จึงจำเป็นต้องมีการวินิจฉัย เปรียบเทียบหาลำดับความสำคัญของเกณฑ์ หรือปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ประกอบการตัดสินใจ เพื่อที่จะได้ทราบถึงความพึงพอใจของแต่ละคนว่าแตกต่างกันอย่างไรโดยใช้เหตุผล

2.2.1.4 กำหนดทางเลือก

ขั้นนี้เป็นการระบุถึงแนวทางในการปฏิบัติเพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมาย ในการตัดสินใจ เวลา คือ ตัวแปรที่สำคัญที่สุดในการกำหนดทาง เลือกการตัดสินใจที่ชาญฉลาดจะไม่ใช้เวลานานเกินไป ในการแสวง หาทางเลือก เพื่อนำมาวินิจฉัยในกระบวนการตัดสินใจ

2.2.1.5 วินิจฉัยเปรียบเทียบหรือจัดอันดับทางเลือกต่างๆ ภายใต้อัตลักษณ์ในการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในกระบวนการตัดสินใจ เนื่องจากต้องใช้ความสามารถ ในการวินิจฉัยคาดการณ์ในสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้นผู้ตัดสินใจต้องฝึกฝนความสามารถในการประเมินผลกระทบ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตของทางเลือกแต่ละทางเลือก

2.2.1.6 คำนวณหาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยพิจารณาจากลำดับความสำคัญเป็นเกณฑ์

นำเอาลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือกมาคูณกับลำดับความสำคัญของแต่ละเกณฑ์หรือปัจจัย แล้วนำผลคูณนั้นมารวมกัน ซึ่งจะเป็นค่าลำดับความสำคัญรวม ทางเลือกที่มีค่าลำดับความสำคัญรวมกันสูงที่สุด หรือน้ำหนักสูงที่สุดควรจะได้รับการเลือก

2.2.2 กระบวนการตัดสินใจของ AHP

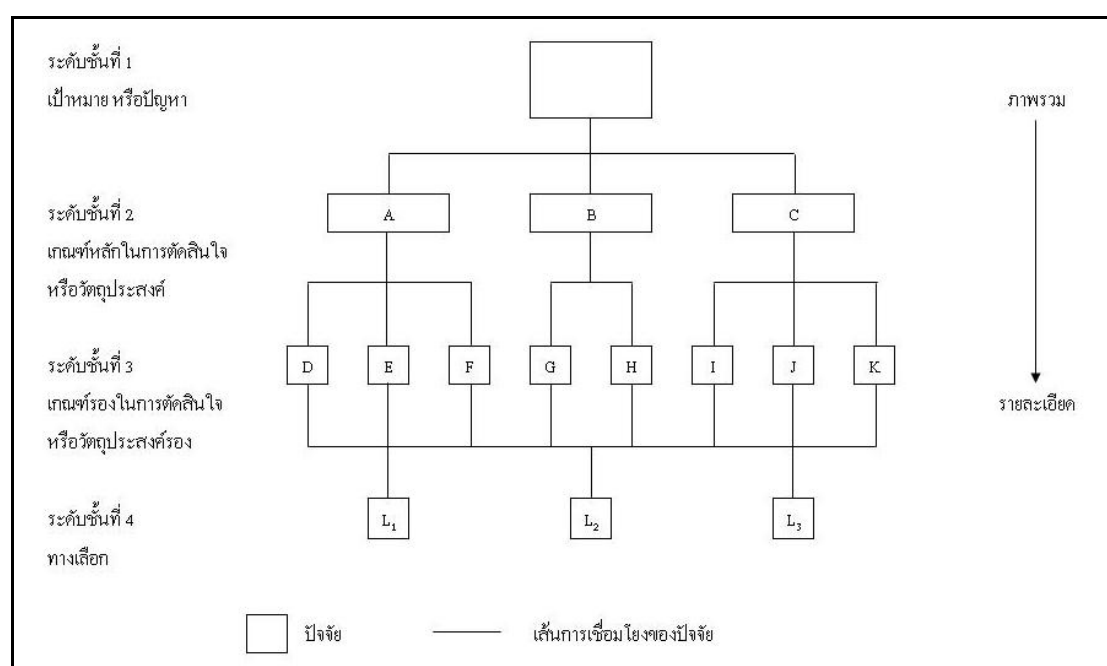
AHP หรือ Analytic Hierarchy Process เป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยแบ่งองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นส่วนๆ ในรูปของแผนภูมิตามลำดับขั้น แล้วกำหนดค่าของการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ และนำค่าเหล่านั้นมาคำนวณเพื่อดูว่าปัจจัยและทางเลือกอะไรมีค่า

ลำดับความสำคัญสูงสุด ซึ่งลักษณะของกระบวนการเพื่อการตัดสินใจของ AHP มีหลัก 3 ประการดังต่อไปนี้

2.2.2.1 หลักการสร้างแผนภูมิ

แผนภูมิลำดับชั้นเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ในการตัดสินใจ มนุษย์มีกระบวนการตัดสินใจโดยเริ่มต้นด้วยการระบุถึงองค์ประกอบหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาแล้วก็จัดปัจจัยต่างๆ เหล่านั้นเป็นหมวดหมู่ต่อนั้นทำการแบ่งกลุ่มของปัจจัยเป็นระดับชั้นอีกทีหนึ่ง

แผนภูมิแบ่งออกเป็นหลายระดับชั้นขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา และระดับชั้นของแต่ละระดับจะประกอบด้วยกลุ่มของปัจจัยต่างระดับชั้นบนเรียกว่าจุดโฟกัสหรือเป้าหมายโดยรวม ซึ่งมีเพียงแค่ปัจจัยเดียว ระดับที่ 2 อาจจะมีหลายปัจจัยขึ้นอยู่กับว่าแผนภูมินั้นมีทั้งหมดกี่ระดับชั้น ถ้าแผนภูมิมีมากกว่า สามระดับชั้น จำนวนปัจจัยในระดับชั้นนี้ควรมีไม่เกิน 3 ปัจจัย แต่ถ้าแผนภูมิมีไม่เกิน 3 ระดับชั้น อาจจะมีปัจจัยได้ถึง 9 ปัจจัย ที่สำคัญปัจจัยต่างๆ ในระดับชั้นเดียวกันต้องมีความสำคัญทัดเทียมกัน ถ้าเกิดความสำคัญมีความแตกต่างกันมากก็ควรแยกเอาปัจจัยที่มีความสำคัญน้อยกว่าลงมาอีกระดับชั้นหนึ่ง



ภาพที่ 2-5 ภาพแสดงลักษณะแผนภูมิระดับชั้น (วิฑูรย์, 2542)

2.2.2.2 หลักการจัดลำดับความสำคัญ

การหาลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ คือ การวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ เป็นคู่ๆ ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจแต่ละเกณฑ์ เครื่องมือที่เหมาะสมในการเปรียบเทียบในลักษณะเป็นคู่ๆ

นั่นก็คือ ตารางเมทริกซ์ นอกจากอธิบายเกี่ยวกับการเปรียบเทียบแล้ว ยังสามารถวิเคราะห์ถึงความไวของลำดับความสำคัญ เมื่อการวินิจฉัยเปลี่ยนแปลงอีกด้วย

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างตารางเมทริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่

เกณฑ์การตัดสินใจ	ปัจจัย				
C	A1	A2	-	-	A5
A1	1	3	-	-	-
A2	1/3	1	-	-	-
A5	-	-	-	-	1

ในการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) นั้นได้แบ่งระดับความเข้มข้นของความสำคัญเป็น การใช้ตัวเลข 1 ถึง 9 โดยแสดงมาตราส่วนวัดระดับความแตกต่างระหว่าง 2 ปัจจัยที่ถูกเปรียบเทียบ ในแง่ความพึงพอใจ

ตารางที่ 2-2 ตารางแสดงมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ

ระดับของ ความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 ปัจจัยส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์เท่าๆ กัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ประสบการณ์และการวินิจฉัยแสดงถึงความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง
5	สำคัญมากกว่า	ประสบการณ์และการวินิจฉัยแสดงถึงความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ปัจจัยหนึ่งได้รับความพึงพอใจมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอีกปัจจัยหนึ่ง ในทางปฏิบัติปัจจัยนั้นได้มีอิทธิพลเหนือกว่าอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ระดับของ ความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
9	สำคัญกว่าสูงสุด	มีหลักฐานยืนยันความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งในระดับที่สูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้
2,4,6,8	สำหรับในกรณี ประนีประนอม เพื่อลดช่องว่าง ระหว่างระดับ ความรู้สึก	บางครั้งผู้อ่านต้องการวินิจฉัยในลักษณะที่กำกวมและไม่ สามารถอธิบายด้วยคำพูดที่เหมาะสมได้
1.1 – 1.9	ปัจจัยที่เสมอกัน	เมื่อปัจจัยถูกเลือกขึ้นมาหนึ่งมีความสำคัญใกล้เคียงกันและเกือบ หาความแตกต่างไม่ได้เลย 1.3 คือ ระดับกลาง ๆ ส่วน 1.9 คือ ระดับสูงสุด

2.2.2.3 หลักการความสอดคล้องของเหตุผล

ในการบวนการตัดสินใจที่มีเหตุผลของมนุษย์นั้น ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ หรือปัจจัยต่างๆ ต้องมีความสอดคล้องกัน ความสอดคล้องมีความหมายอยู่ 2 ประการ คือ

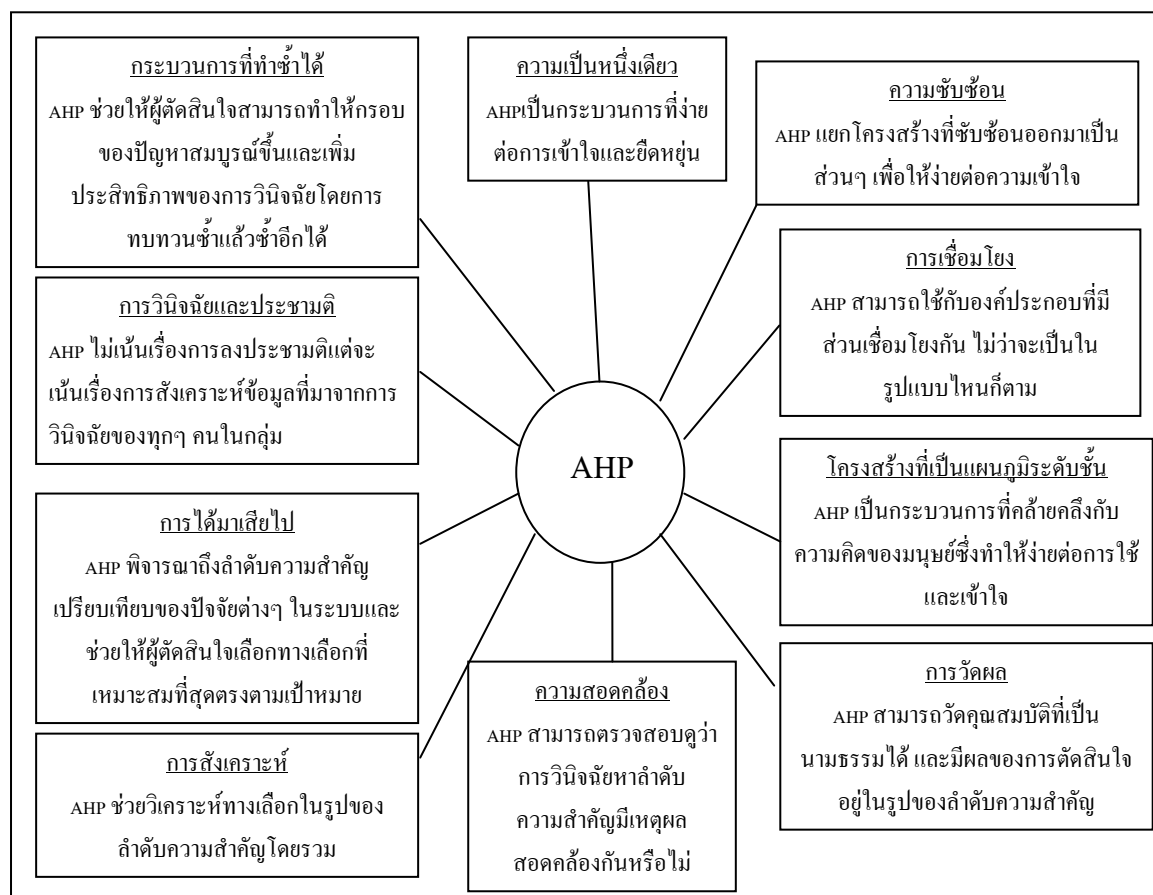
1. ความคิดหรือวัตถุต่างๆ ที่เหมือนกันจะอยู่ในกลุ่มเดียวกันตามความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันและความเกี่ยวข้องกัน
2. ระดับความเข้มข้น ของความสัมพันธ์ระหว่างความคิดและวัตถุต่างๆ ต้องสามารถให้เหตุผลซึ่งกันและกันได้

จากหลักความคิดและกระบวนการตัดสินใจของAHPที่ได้กล่าวมานั้น กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ AHP จึงเป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ เพราะมีจุดเด่นหลักๆ ดังนี้

1. ง่ายในการสร้าง และสามารถนำเอาปัจจัยที่เป็นทั้งนามธรรม และรูปธรรมมาวินิจฉัยได้อย่างมีความสอดคล้องกันของเหตุผล
2. สามารถใช้ได้ทั้งบุคคลธรรมดาและหมู่คณะ
3. มีความคล้ายคลึงกับกระบวนการทางความคิดของมนุษย์

4. สนับสนุนการสร้างประชาคมติและการประนีประนอม เนื่องจากโลกของความเป็นจริงต้องมีการได้ไปเสียมา เพื่อที่จะรักษาประโยชน์ร่วมกัน

5. ไม่ต้องการผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาคอยควบคุมชี้แนะดังเช่นที่เกิดขึ้นกับการตัดสินใจโดยวิธีปกติธรรมดาทั่วไป



ภาพที่ 2-6 แสดงรูปแบบประโยชน์ของ AHP (วิฑูรย์, 2542)

2.2.3 วิธีการคำนวณหาลำดับความสำคัญ

ลำดับความสำคัญเกิดขึ้นจากการนำเอาผลการวินิจฉัยเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของทุกปัจจัยในตารางเมทริกซ์มาสังเคราะห์ ในอีกความหมายหนึ่งคือ ผู้อ่านต้องให้น้ำหนักและรวมน้ำหนักเข้าด้วยกัน เพื่อทำให้เกิดตัวเลขหลักเดียวที่แสดงถึงลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย

สมมติว่าเรากำลังเลือกซื้อรถยนต์อยู่ 3 ยี่ห้อที่อยู่ในระดับเดียวกัน คือ นิสสัน, โตโยต้า และฮอนด้า โดยใช้เกณฑ์ความสะดวกสบายเพียงเกณฑ์เดียวและไม่ได้คำนึงถึงเกณฑ์อื่น อย่างเช่น ราคา, รูปลักษณ์ หรือภาพพจน์ เป็นต้น เริ่มต้นด้วยการสร้างตารางเมทริกซ์ภายใต้เกณฑ์ความสะดวกสบาย และใส่ชื่อรถยนต์ในตารางทั้งแนวตั้ง และแนวนอน ต่อจากนั้นใส่ตัวเลข 1 ลงไปตาม

เส้นทแยงมุมของตารางเมทริกซ์ โดยเราเพียงแค่ใส่ตัวเลขการวินิจฉัยในบริเวณที่อยู่เหนือเส้นทแยงมุมขึ้นไปแค่ 3 ช่องเท่านั้น ส่วนในพื้นที่ที่อยู่ใต้เส้นทแยงมุมไม่ต้องใช้การวินิจฉัย เพราะเป็นส่วนของค่าต่างผลตอบแทนของพื้นที่ที่อยู่เหนือเส้นทแยงมุม (ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 2-3) สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาจำนวนครั้งในการวินิจฉัยเปรียบเทียบคือ

$$\text{จำนวนครั้งในการวินิจฉัย} = \frac{n^2 - n}{2} \quad (2-6)$$

ตัวอย่างเช่น ถ้ามีปัจจัยอยู่ทั้งหมด 7 ปัจจัยที่ต้องการเปรียบเทียบภายใต้เกณฑ์อันเดียวกัน เพราะฉะนั้นจำนวนครั้งของการวินิจฉัยจะเท่ากับ $7^2 - 7$ หรือเท่ากับ 21 ครั้ง

ตารางที่ 2-3 ตัวอย่างเมทริกซ์ที่ใช้เปรียบเทียบโรค 3 ยี่ห้อ ภายใต้เกณฑ์ความสะดวกสบาย

ความสะดวกสบาย	นิสสัน	โตโยต้า	ฮอนด้า
นิสสัน	1	½	¼
โตโยต้า	2	1	½
ฮอนด้า	4	2	1

ในการวินิจฉัยรถยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อเราจำเป็นต้องถามตัวเองว่าโดยเฉลี่ยแล้ว นิสสันมีความสะดวกสบายมากกว่าโตโยต้า และฮอนด้าในระดับใด เมื่อคำนึงถึงพื้นฐานของประสบการณ์ และความพึงพอใจส่วนตัวของเราเอง บางคนวินิจฉัยว่าจากมาตราส่วน 1 ถึง 9 นิสสันมีความสะดวกสบายเป็นเพียง ½ ของโตโยต้าและเป็นเพียงแค่ ¼ ของฮอนด้า ดังนั้นให้ค่าเท่ากับ 2 เมื่อแทนการวินิจฉัยโดยใช้นิสสันเป็นฐาน โตโยต้ามีความสะดวกสบายมากกว่านิสสันเล็กน้อย และฮอนด้ามีความสะดวกสบายกว่านิสสันปานกลางค่อนข้างมาก ต่อจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบโตโยต้ากับฮอนด้า ตัวเลข ½ จะถูกใส่ลงไปในตำแหน่งที่เป็นจุดตัดระหว่างแถวอนที่ 2 และแถวตั้งที่ 3 และค่าต่างตอบแทนคือ 2 จะอยู่ที่ตำแหน่งระหว่างแถวตั้งที่ 2 และแถวอนที่ 3 มาถึงตอนนี้ท่านได้ใส่ค่าการวินิจฉัยจำนวน 3 ค่า พร้อมกับหาค่าต่างตอบแทน 3 ค่าลงไปตารางเมทริกซ์เรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปก็คือการคำนวณหาลำดับความสำคัญของรถแต่ละยี่ห้อ

ตารางที่ 2-4 ตารางเมทริกซ์ที่มีความสอดคล้อง

ความสะดวกสบาย	นิสสัน	โตโยต้า	ฮอนด้า
นิสสัน	1	½	¼
โตโยต้า	2	1	½
ฮอนด้า	4	2	1
ผลรวมในแนวนอน	7	3.5	1.75

ตารางที่ 2-5 ตารางเมทริกซ์ของค่าเฉลี่ย

ความสะดวกสบาย	นิสสัน	โตโยต้า	ฮอนด้า
นิสสัน	1/7	1/7	1/7
โตโยต้า	2/7	2/7	2/7
ฮอนด้า	4/7	4/7	4/7

ค่าเฉลี่ยของผลรวมของแต่ละแถวบนหรือลำดับความสำคัญ

$$\text{แถวบนที่ 1} = \frac{1/7 + 1/7 + 1/7}{3} = 1/7 = 0.14$$

$$\text{แถวบนที่ 2} = \frac{2/7 + 2/7 + 2/7}{3} = 2/7 = 0.29$$

$$\text{แถวบนที่ 3} = \frac{4/7 + 4/7 + 4/7}{3} = 4/7 = 0.57$$

เมื่อได้ตัวเลขจากการวินิจฉัยมาเรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนนี้จะต้องสังเคราะห์ตัวเลขเหล่านั้น เพื่อจะประมาณค่าลำดับความสำคัญเปรียบเทียบของรถแต่ละยี่ห้อภายใต้เกณฑ์ความสะดวกสบาย ในขั้นแรก เราต้องหาผลรวมของตัวเลขในแถวตั้งของแต่ละแถวของตารางเมทริกซ์ หลังจากนั้นก็นำเอาตัวเลขแต่ละช่องของแถวตั้งแต่ละแถว หาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแถวตั้งนั้น เพื่อให้ได้ตารางเมทริกซ์ของค่าเฉลี่ยซึ่งจะเป็นนัยสำคัญที่ใช้เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยต่างๆ ขั้นสุดท้าย เราต้องหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแถวบนแต่ละแถว โดยนำเอาผลรวมของตัวเลขทั้งหมดในแถวบนนั้นมาหารด้วยจำนวนตัวเลขที่มีอยู่ในแถวบนนั้น

ตัวเลข 0.14, 0.29 และ 0.57 คือค่าลำดับความสำคัญเปรียบเทียบรวมนั่นเอง เราสามารถสรุปได้ว่าจากผลการสังเคราะห์ตัวเลขที่ได้มาจากการวินิจฉัย ปรากฏว่าภายใต้เกณฑ์ความสะดวกสบาย ฮอนด้าม้าเป็นอันดับหนึ่ง (57%) โตโยต้ามาเป็นอันดับสอง (29%) และนิสสันมาเป็นอันดับสาม

(14%) หรือในอีกความหมายหนึ่งก็คือ เราชอบโตโยต้าและฮอนด้า มากกว่าเป็น 2 เท่าและ 4 เท่าของนิสสัน

นอกจากนั้นยังต้องมีการวัดความสอดคล้องของเหตุผล ในการวินิจฉัยเปรียบเทียบจากอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: CR) เพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าปัจจัยต่างๆ มีความสอดคล้องกันหรือไม่ ดังสมการ

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2-7)$$

โดยที่ CI คือดัชนีความสอดคล้องซึ่งได้มาจากการคำนวณ ดังในสมการที่ 2-8 ดังนี้

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2-8)$$

ซึ่ง $\lambda_{\max}$ คือค่าที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบปัจจัยในตารางเมทริกซ์

n คือ จำนวนปัจจัยในตารางเมทริกซ์

และ RI คือดัชนีการสุ่มตัวอย่าง สามารถแสดงค่าได้ดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 แสดงดัชนีการสุ่มตัวอย่าง (Saaty, 1980)

ขนาดของ ตาราง เมทริกซ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56

สำหรับค่า CR นี้ไม่ควรเกิน 10 % ในกรณีที่การวินิจฉัยของปัจจัยที่มีเกินกว่า 5 ปัจจัย (ไม่ควรเกิน 9 % สำหรับ 4 ปัจจัย และไม่ควรเกิน 5 % สำหรับ 3 ปัจจัย) ถ้าหากค่า CR เกินกว่ามาตรฐานดังกล่าว ย่อมหมายความว่า การวินิจฉัยไม่มีความสอดคล้องกันของเหตุผล เป็นเพียงการเดาสุ่มมากกว่า ดังนั้นจะต้องทบทวนการวินิจฉัยที่ได้ทำไปแล้วใหม่อีกครั้ง

2.2.4 ขั้นตอนของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP)

2.2.4.1 ขั้นตอนวงกรอบของปัญหาให้ตรงประเด็น รวมถึงหาเกณฑ์การตัดสินใจและทางเลือกที่เหมาะสมอย่างมีสติเพื่อไม่ให้เกิดความลำเอียงในการวินิจฉัย

2.2.4.2 ขั้นตอนวางโครงสร้างของแผนภูมิตามองค์ประกอบที่ได้มาในขั้นที่ 1 ภายใต้วีธีการระดมสมอง โดยเริ่มจากระดับชั้นบนสุดลงมา

2.2.4.3 ขั้นตอนสร้างตารางเมทริกซ์เพื่อวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ เป็นคู่ๆภายใต้หลักการที่ว่าปัจจัยแต่ละปัจจัยนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยอื่น แล้วมีผลกระทบต่อเกณฑ์ หรือปัจจัยที่อยู่ระดับสูงกว่ามากน้อยกว่ากันขนาดไหน ในการวินิจฉัยเปรียบเทียบระหว่าง 2 ปัจจัย

2.2.4.4 ขั้นตอนหาผลการวินิจฉัยเปรียบเทียบทั้งหมดจากชุดของตารางเมทริกซ์ในขั้นตอนที่ 3 ข้างต้น ถ้ามีผู้เข้าร่วมการวินิจฉัยหลายคน ความรับผิดชอบของแต่ละคนนั้นจะถูกกำหนดให้เหมาะสมกับความสามารถของแต่ละบุคคล

2.2.4.5 ขั้นตอนหลังจากที่ใส่ข้อมูลตัวเลขของการวินิจฉัยเปรียบเทียบทั้งหมดลงในตารางเมทริกซ์แล้ว จึงคำนวณหาลำดับความสำคัญและทดสอบความสอดคล้องของหาวินิจฉัย

2.2.4.6 ขั้นตอนดำเนินการตามขั้นตอนที่ 3,4 และ 5 สำหรับปัจจัยในแต่ละระดับชั้นและแต่ละชุดของแผนภูมิ

2.2.4.7 ขั้นตอนสังเคราะห์องค์ประกอบทั้งหมดของแผนภูมิ โดยนำเอาลำดับความสำคัญของปัจจัยในระดับล่างมาถ่วงน้ำหนักกับลำดับความสำคัญของปัจจัยที่อยู่ระดับถัดขึ้นไป และนำผลรวมของค่าที่ได้มาหาลำดับความสำคัญทั่วทั้งแผนภูมิ ทำเช่นนี้จนถึงระดับชั้นล่างสุด

2.2.4.8 ขั้นตอนคำนวณค่าความสอดคล้อง เพื่อทดสอบว่าการวินิจฉัยทั่วทั้งแผนภูมิ สมเหตุสมผลหรือไม่ ค่าความสอดคล้องของแผนภูมิไม่ควรเกินเพดาน 10% ถ้าเกิน 10% ก็หมายความว่าคุณภาพของข้อมูลมีน้อย ต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุงโดยการทบทวนกรอบของคำถามที่ถูกใช้ในการทำการเปรียบเทียบ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Reviews)

Stone, McAdams and Kayyalethekel (2004) ได้ทำการศึกษาวิจัยในเรื่องของ โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นพื้นฐานเกี่ยวกับแนวความคิดทางด้านเทคนิคของการออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly: DFA) วิธีการนี้เป็นการรวมการวิเคราะห์ DFA เข้ากับระยะของแนวความคิดในการออกแบบ ในปัจจุบันวิธี DFA เป็นส่วนประกอบที่สำคัญหลังจากการออกแบบ ซึ่งการวิเคราะห์ DFA ที่ถูกทบทวนก็คือวิธีบูธทรอยด์-คิวเฮอร์ส (Boothroyd and Dewhurst) ซึ่งโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ที่เป็นพื้นฐานเกี่ยวกับแนวความคิดของวิธี DFA ได้ถูกพัฒนา และนำเสนอในบทความนี้ด้วยการใช้ความคิดที่ค่อนข้างใหม่ 2 วิธีคือ พื้นฐานเกี่ยวกับฟังก์ชันใช้งาน และวิธีการแก้ปัญหาแบบ โมดูล โดยพื้นฐานเกี่ยวกับฟังก์ชันใช้งานที่ถูกใช้ได้มาจากรูปแบบฟังก์ชันของผลิตภัณฑ์ในภาษามาตรฐาน และวิธีการแก้ปัญหาแบบ โมดูลถูกใช้กับรูปแบบเกี่ยวกับฟังก์ชันเพื่อจำแนกโครงสร้างมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ในระยะของการแสดงให้เห็นเป็นรูปร่างหรือรูปแบบของคำจำกัดความ ด้วยความพยายามแก้ปัญหาแต่ละ โมดูลด้วยชิ้นส่วนเพียงหนึ่งชิ้น (หรือน้อยที่สุด

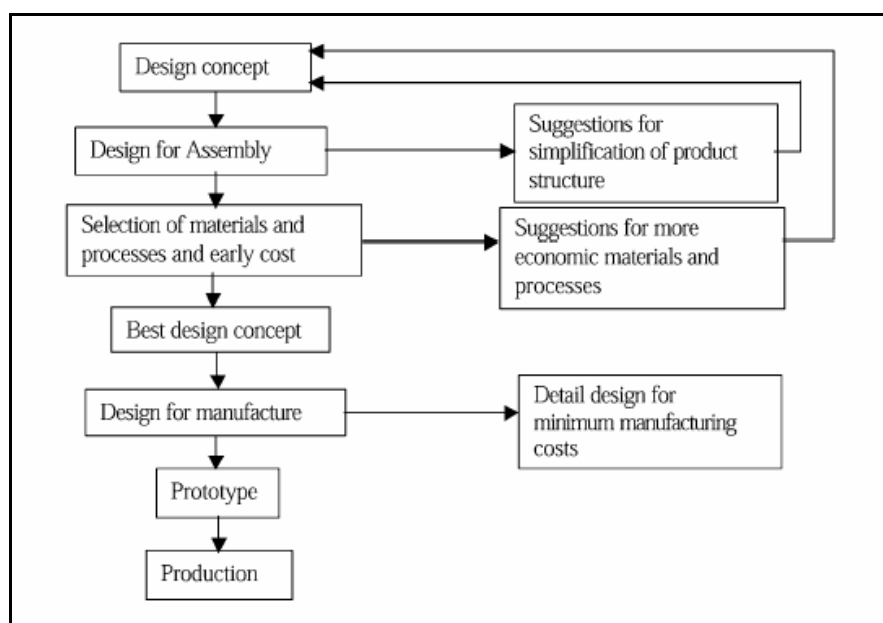
เท่าที่จะเป็นไปได้) ข้อดีที่สำคัญของวิธีเกี่ยวกับแนวความคิดของ DFA คือไม่ต้องการผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง หรือรูปร่างของการออกแบบที่เสร็จสมบูรณ์ ด้วยเหตุนี้การลดจำนวนของการออกแบบซ้ำก่อนพิจารณาถึงผลประโยชน์ของ DFA

Abdalla and Daabub (1999) งานวิจัยนี้กล่าวถึง การใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการออกแบบเพื่อการประกอบ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมซึ่งเป็นเทคนิคใหม่ในการออกแบบเพื่อการประกอบ โดยใช้ KAPPA-PC และจะช่วยให้ผู้ออกแบบ หรือ ผู้ใช้สามารถประเมินและลดค่าใช้จ่ายในการผลิตในขั้นแรกระหว่างกระบวนการออกแบบ โดยระบบนี้จะช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถลดจำนวนองค์ประกอบ (ชิ้นส่วน) ของการผลิตและเลือกใช้เทคนิคในการออกแบบที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งการออกแบบเพื่อการประกอบ เป็นเทคนิคใหม่ที่ได้รับการยอมรับและใช้ในองค์กรใหญ่ๆ การใช้การออกแบบเพื่อการประกอบ จะทำให้ได้ประโยชน์มากกว่าการลดค่าใช้จ่ายในการประกอบแบบง่ายๆ และจะนำไปสู่การลดค่าใช้จ่ายในการผลิตทั้งหมด โดยที่งานวิจัยนี้นำเสนอ วิธีใหม่ในการออกแบบเพื่อการประกอบ เพื่อช่วยให้ผู้ออกแบบหรือผู้ใช้ ลดจำนวนชิ้นส่วนต่างๆ เลือกวิธีการที่ถูกต้องในการประกอบ บ่งบอกถึงราคา และเวลาของการประกอบโดยผ่านการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์และบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการออกแบบ

Liang and O'Grady (1997) ทำการวิจัยในเรื่องของ การสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาสำหรับการออกแบบเพื่อการประกอบ โดยการประกอบเป็นกระบวนการผลิตที่สำคัญสำหรับหลายอุตสาหกรรม และการใช้การออกแบบเพื่อการประกอบสามารถให้ผลประโยชน์อย่างมากมาย งานวิจัยนี้ทดสอบปัญหาของ DFA โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อของการผลิตทั่วโลกที่ผู้จัดส่งอาจจะกระจายผลิตภัณฑ์ไปทั่วโลก การใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ถูกนำเสนอไว้ได้ตรวจสอบตลอดทั้งเครือข่าย เช่น ชิ้นส่วนที่เป็นเงื่อนไขที่พึงพอใจ และต้นทุนต่ำที่สุด ผลลัพธ์โดยรวมเป็นโครงสร้างที่สามารถนำไปใช้ได้สำหรับการผลิตทั่วโลก ซึ่งเหตุจูงใจที่สำคัญสำหรับการพิจารณาถึงการออกแบบเพื่อการประกอบคือโอกาสของการลดต้นทุน นอกจากนี้คุณภาพก็ถูกปรับปรุงให้ดีขึ้น และลดระยะเวลา (Lead times) ของการประกอบลง

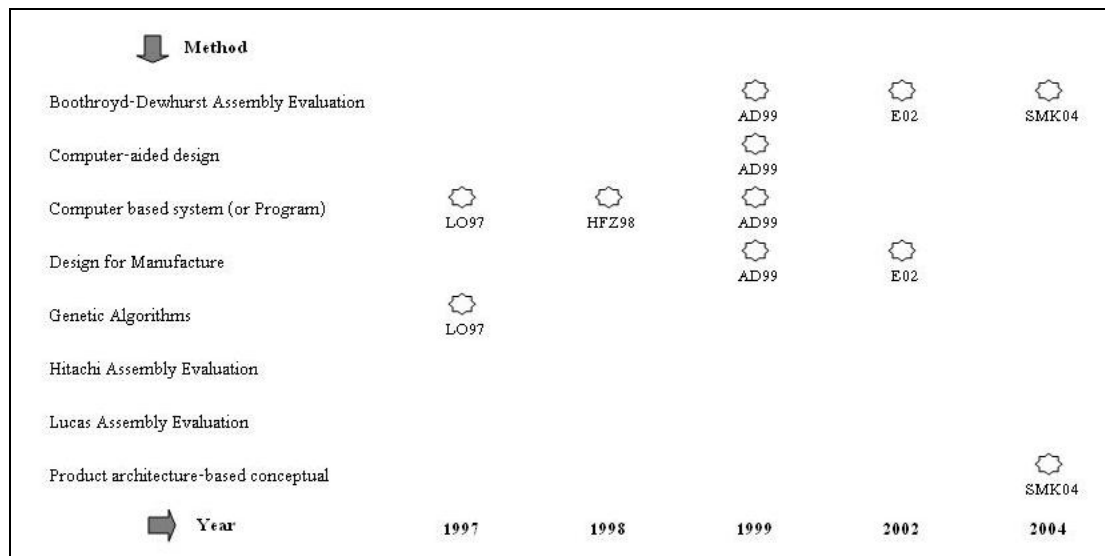
Edwards (2002) ได้เสนองานวิจัยที่ทำการตรวจสอบการประยุกต์ใช้เครื่องจักรและข้อมูลกระบวนการผลิตระหว่างกระบวนการออกแบบ โดยใช้การออกแบบเพื่อการผลิตและการประกอบ (Design for Manufacture and Assembly: DFMA) ซึ่งช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีความคุ้มค่าทางค่าใช้จ่าย พื้นฐานของ DFMA คือ กระบวนการที่เป็นระบบที่ใช้วิเคราะห์การออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยขึ้นอยู่กับประยุกต์ใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ กระบวนการนี้จะทำให้เกิดข้อมูลเป็นจำนวนมาก และการบวนการ DFMA ในรูปแบบทางคอมพิวเตอร์จะนำเสนอความยากในการตัดสินใจ ยกเว้นในผลิตภัณฑ์ที่ไม่ซับซ้อน การใส่ข้อมูลเชิงคุณภาพลงไปในกระบวนการที่ดีที่สุด

จะทำให้กระบวนการเป็นไปได้ง่ายขึ้น โดยที่งานวิจัยนี้จะบรรยายถึงประสิทธิภาพของการรวมข้อมูลเชิงคุณภาพและปริมาณเข้าด้วยกัน ข้อมูลในกระบวนการผลิตและการประกอบในระหว่างการออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งในการเลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับจำนวนปัจจัยต่างๆ แต่สิ่งสำคัญที่สุดที่ต้องพิจารณาก็คือความซับซ้อนของรูปร่างผลิตภัณฑ์และลักษณะผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 2-7 แสดงขั้นตอนโดยทั่วไปของ DFMA

Hsu, Fuh and Zhang (1998) กล่าวถึงการวิจัยเกี่ยวกับการสังเคราะห์ของความคิดการออกแบบจากมุมมองของการออกแบบเพื่อการประกอบ การประกอบบ่อยครั้งเป็นกระบวนการที่มีจำนวนแรงงานมากและค่าใช้จ่ายสูง เทคนิค เช่น การออกแบบเพื่อการประกอบ และการวางแผนการประกอบอัตโนมัติที่ได้ถูกรายงาน ด้วยความพยายามทำให้ต้นทุนของการประกอบลดต่ำลง การวางแผนการประกอบอัตโนมัติเกี่ยวข้องกับการค้นพบขั้นตอนที่เหมาะสมสำหรับการประกอบ เพื่อกำหนดการออกแบบ ส่วนการออกแบบเพื่อการประกอบพิจารณาการกำหนดการออกแบบเพื่อประเมิน “ความเหมาะสม” ของการประกอบ และเพื่อจัดหาคำแนะนำเพื่อการออกแบบส่วนประกอบใหม่ เพื่อให้การประกอบง่ายขึ้น โดยทั่วไปการวิเคราะห์ DFA ถูกนำมาดำเนินการเมื่อรู้ถึงรายละเอียดของการออกแบบ (จำนวน, ชนิด, รูปร่างของส่วนประกอบ และความสัมพันธ์ทั้งหมด)



ภาพที่ 2-8 แผนภาพแสดงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

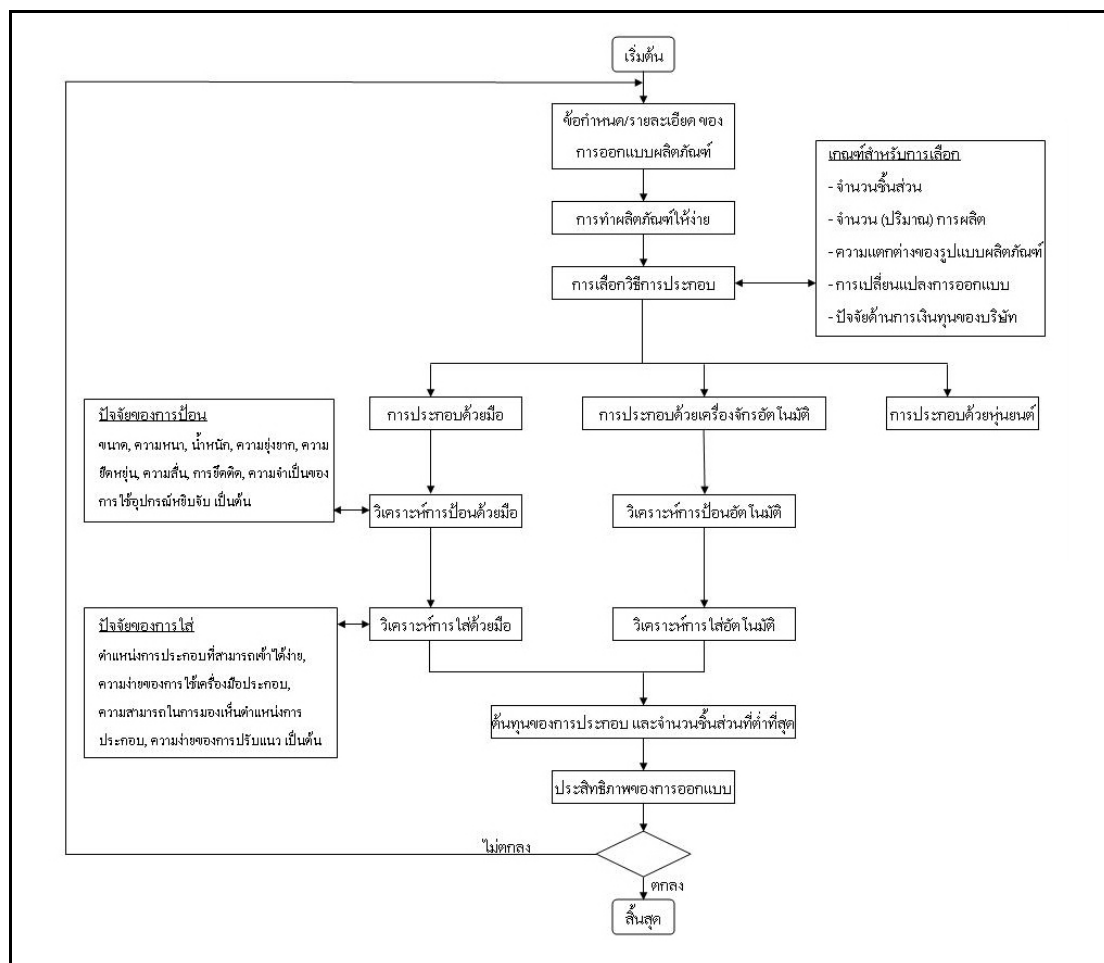
ตารางที่ 2-7 แสดงรายละเอียดของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Code	Title	Boothroyd-Dewhurst Assembly Evaluation	Computer-aided design	Computer based system (or Program)	Design for Manufacture	Genetic Algorithms	Hitachi Assembly Evaluation	Lucas Assembly Evaluation	Product architecture-based conceptual
AD99	A Computer-based Intelligent System for Design for Assembly	X	X	X	X				
E02	Towards more strategic product design for manufacture and assembly: priorities for concurrent engineering	X			X				
HFZ98	Synthesis of design concepts from a design for assembly perspective			X					
LO97	Genetic Algorithms for Design for Assembly: The remote constrained genetic algorithms			X		X			
SMK04	A product architecture-based conceptual DFA technique	X							X

2.4 บทสรุป

สำหรับการศึกษานี้ได้มุ่งเน้นถึงการออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly: DFA) ซึ่งการประกอบเป็นกระบวนการผลิตที่มีความสำคัญของหลายๆ อุตสาหกรรม โดยการประกอบนั้นขึ้นอยู่กับขั้นตอนของการออกแบบ จึงจำเป็นที่เราต้องให้ความสำคัญถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์ว่าควรออกแบบอย่างไรให้สามารถประกอบผลิตภัณฑ์ได้ง่าย และมีชิ้นส่วนน้อยที่สุด โดยที่ถ้าหากสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของการออกแบบให้ดีขึ้นแล้วก็จะสามารถช่วยให้ผู้ผลิตสามารถลดต้นทุนและระยะเวลาการผลิตได้ นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย และสำหรับขั้นตอนของการออกแบบเพื่อการประกอบสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2-8

นอกจากนี้การศึกษานี้ยังได้นำ กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy Process: AHP) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ถึงความสามารถในการประกอบผลิตภัณฑ์ให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ซึ่งจะได้นำกล่าวถึงในบทต่อไป



ภาพที่ 2-9 แสดงขั้นตอนโดยทั่วไปของการออกแบบเพื่อการประกอบ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

สำหรับวัตถุประสงค์ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ จะเป็นการวิเคราะห์การออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยใช้หลักการ “การออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly: DFA)” ซึ่งกล่าวเอาไว้แล้ว ในบทที่ 2 และยังได้นำเอา “กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy Process: AHP)” มาช่วยในการวิเคราะห์การออกแบบผลิตภัณฑ์อีกด้วย ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 การกำหนดตัวชี้วัดสำหรับเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการออกแบบผลิตภัณฑ์

หลังจากที่ได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly: DFA) และกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ((Analytic hierarchy Process: AHP) แล้ว ในขั้นตอนแรกนี้จะต้องกำหนดตัวชี้วัดสำหรับเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการออกแบบผลิตภัณฑ์ขึ้นมาเสียก่อน เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการพัฒนาและปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป โดยตัวชี้วัดที่กล่าวถึงนี้ ก็คือ “ดัชนีในการประกอบ (Assembly Index)” ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังต่อไปนี้

3.1.1 วิธีการประเมินการประกอบแบบฮิตาชิ (Hitachi Assembly Evaluation Method)

โดยที่วิธีนี้จะแบ่งการคำนวณค่า ความสามารถในการประกอบ (Evaluation in Assemblability) ออกเป็น 2 แบบด้วยกันคือ

3.1.1.1 คะแนนการหาความสามารถในการประกอบ E (Assemblability Evaluation Score “E”) ซึ่งจะเป็นดัชนีที่ใช้ในการหาความยากของการประกอบ

โดยเราจะนำเอาหลักการของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ((Analytic hierarchy Process: AHP) เข้ามาประยุกต์ใช้กับการประเมินหาความสามารถในการประกอบ E ของเครื่องเล่นดีวีดี เพื่อให้การประเมินมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ด้วยการใช้วิธีการคำนวณหาลำดับความสำคัญ แล้วนำลำดับความสำคัญที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบเป็นคะแนนความสามารถในการประกอบ E

3.1.1.2 การประมาณอัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K (Estimated Assembly Cost Ratio “K”) ซึ่งจะใช้ในการประมาณการพัฒนาของต้นทุนในการประกอบ

ซึ่งอัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K ที่แนะนำควรจะอยู่ในช่วง 0.7 หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ การออกแบบการประกอบใหม่ควรจะลดต้นทุนให้ได้ประมาณ 30 % ซึ่งสามารถเกิดจากการลดจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องการประกอบ และออกแบบให้มีวิธีปฏิบัติการประกอบง่ายขึ้น

โดยที่อัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K มีสูตรการคำนวณตามสมการที่ 2-1 ดังนี้

$$\text{อัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K} = \frac{\text{ต้นทุนรวมการประกอบของการออกแบบใหม่}}{\text{ต้นทุนรวมการประกอบของการออกแบบเดิม}}$$

3.1.2 วิธีการประเมินการประกอบแบบบูธรอยด์-ดิวเฮิร์สต์ (Boothroyd-Dewhurst Assembly Evaluation Method)

จากที่ได้กล่าวถึงวิธีการประเมินการประกอบแบบบูธรอยด์-ดิวเฮิร์สต์มาแล้วในบทที่ 2 ว่าวิธีการประเมินในขั้นตอนแรกเราจะต้องค้นหาชนิดของระบบการประกอบเสียก่อน ซึ่งเราสามารถระบุได้ว่า ระบบการประกอบเป็นการประกอบโดยใช้มือ

สำหรับการประกอบด้วยระบบมือ (Manual Assembly System Procedure) จะเริ่มต้นจากการหาความยากในการหยิบจับ (Handling Difficulties) เช่น ขนาด, น้ำหนัก หรือความยากในการหยิบจับเพื่อให้อยู่ในทิศทางที่ต้องการ ซึ่งหากยิ่งยากจะต้องใช้เวลาในการทำงานนานขึ้น หลังจากนั้นจะใช้วิธีเดียวกันหาความยากในการยัดใส่ (Inserting Difficulties) ซึ่งอาจจะมี ความยากในการใส่หรือความยากในการมองเห็น รวมทั้งความผิดพลาดๆ ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการคำนวณนานขึ้น หลังจากนั้นจะมีการคำนวณเวลารวมเปรียบเทียบกับค่าแรงในการทำงาน ซึ่งมีสมการในการคำนวณตามสมการที่ 2-2 คือ

$$\text{ประสิทธิภาพการออกแบบ (Design Efficiency)} = \frac{3 \times N_m}{T_m}$$

โดย N_m = จำนวนชิ้นส่วนที่จำเป็น (Essential Components)

T_m = เวลารวมที่ใช้ในการประกอบ (วินาที)

3.1.3 วิธีการประเมินการประกอบแบบลูคัส (Lucas Assembly Evaluation Method)

ในวิธีการประเมินการประกอบแบบลูคัสนี้ เราต้องทำการประเมินทั้งหมด 3 แบบด้วยกันคือ

3.1.3.1 การวิเคราะห์หน้าที่ (Functional Analysis)

โดยการตรวจสอบว่า แต่ละชิ้นส่วนจำเป็นหรือไม่ที่จะต้องมีการประกอบ หากเป็นชิ้นส่วนที่มีความจำเป็น (Essential components) ต้องมีการประกอบจะเรียกว่า “ชิ้นส่วน A” และชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็น (Non-essential components) จะเรียกว่า “ชิ้นส่วน B” มีสมการการคำนวณดังสมการที่ 2-3 คือ

$$\text{ประสิทธิภาพการออกแบบ (Design Efficiency)} = \frac{\text{จำนวนชิ้นส่วน A}}{\text{จำนวนชิ้นส่วน A} + \text{จำนวนชิ้นส่วน B}}$$

จากประสบการณ์ในการทำงานในวิธีนี้พบว่า ค่าการคำนวณประสิทธิภาพในการออกแบบที่เหมาะสมควรอยู่ที่ประมาณ 45 % หากค่าที่ได้มีจำนวนต่ำกว่านี้ ควรจะต้องปรับปรุงการออกแบบโดยทั่วไปหลังจากที่ปรับปรุงแล้ว ค่าเปอร์เซ็นต์จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นทีละ 3 - 12 %

3.1.3.2 การวิเคราะห์การหยิบจับและการป้อน (Handling and Feeding Analysis)

สำหรับการประกอบด้วยมือจะใช้การวิเคราะห์การหยิบจับ ซึ่งจะทำการตรวจสอบถึงความยากในการจับชิ้นส่วนจากที่เก็บไปสู่จุดที่ต้องการจะให้ยึดใส่เพื่อประกอบ

ในแต่ละการวิเคราะห์ จะมีการตรวจสอบแต่ละชิ้นส่วนในความยากของการหยิบจับและการป้อน ซึ่งจะเป็นการบอกถึงดัชนีในการหยิบจับและการป้อน ในการวิเคราะห์การหยิบจับ หากชิ้นส่วนมีการออกแบบต่อไปนี้จะต้องมีคะแนนค่าปรับ (Penalty Score) โดยได้ทำการแบ่งออกเป็นเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

$$\text{ดัชนีการป้อน (Feeding Index)} = A + B + C + D \quad (3-1)$$

โดยที่ A คือ ขนาดและน้ำหนักของชิ้นส่วน

B คือ ความยากของการหยิบจับ

C คือ ทิศทางของชิ้นส่วน

D คือ ทิศทางการหมุนชิ้นส่วน

ซึ่งเราสามารถประเมินในหัวข้อต่างๆ ได้ดังในตารางที่ 3-1 ดังนี้

ตารางที่ 3-1 เกณฑ์ในการประเมินดัชนีการป้อนชิ้นส่วนแต่ละชิ้น

A = ขนาดและน้ำหนักของชิ้นส่วน	
หัวข้อการประเมิน	คะแนนค่าปรับ
สามารถใช้มือได้สะดวก	1.0
ขนาดเล็กและต้องการเครื่องมือ	1.5
ขนาดปานกลาง หรือมีน้ำหนักมาก	1.5
ขนาดใหญ่ หรือมีน้ำหนักมากและ ต้องการเครื่องมือช่วยยก	3.0
B = ความยากของการหยิบจับ	
หัวข้อการประเมิน	คะแนนค่าปรับ
ไม่มีความยากของการหยิบจับ	0.0
มีปัญหาเล็กน้อย / สิ้นหลดง่าย	0.2
เปราะ / แตกง่าย	0.4
ห้ามสัมผัส	0.5
งอได้ง่าย / ยึดหยุ่น	0.6
ซ้อนทับกัน / ยุ่งยาก	0.7
C = ทิศทางของชิ้นส่วน	
หัวข้อการประเมิน	คะแนนค่าปรับ
สมมาตร	0.0
ง่ายต่อการมองเห็น	0.1
ไม่สามารถมองเห็นได้	0.5
D = ทิศทางการหมุนชิ้นส่วน	
หัวข้อการประเมิน	คะแนนค่าปรับ
สมมาตร	0.0
มีทิศทางการหมุนที่มองเห็นง่าย	0.2
มีทิศทางการหมุนที่มองเห็นยาก	0.4

อัตราการป้อนที่แนะนำสำหรับการวิเคราะห์การจับและการเคลื่อนที่ ซึ่งได้อ้างอิงมาจาก www.dfma.com คือ 2.5 หากค่าที่ได้สูงกว่านี้ ผู้ออกแบบต้องทำการปรับปรุงโดยการลดความยากในการจับและเคลื่อนที่ดังสมการที่ 2-4

$$\text{อัตราการป้อน (Feeding Ratio)} = \frac{\text{ผลรวมของดัชนีการป้อน (Total Feeding Index)}}{\text{จำนวนชิ้นส่วน A}}$$

3.1.3.3 การวิเคราะห์การยัด (Fitting Analysis)

การวิเคราะห์การยัด มีจุดประสงค์เพื่อที่จะวัดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์จะขึ้นอยู่กับชนิดของการปฏิบัติการ ซึ่งอาจมีคะแนนค่าปรับ (Penalty Score) หากมีการยัดใส่ที่ยากหรือการยัดแน่นที่ยาก โดยเพื่อให้การตรวจสอบเป็นไปในทิศทางเดียวกันจึงได้กำหนดเป็นเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

$$\text{ดัชนีการยัด (Fitting Index)} = A + B + C + D + E + F \quad (3-2)$$

โดยที่ A คือ การยัดชิ้นส่วน

B คือ ทิศทางของกระบวนการ

C คือ การใส่ชิ้นส่วน

D คือ ทางเข้าของชิ้นส่วน

E คือ การวางแนว

F คือ แรงที่ใช้ในการใส่ชิ้นส่วน

ซึ่งเราสามารถประเมินในหัวข้อต่างๆ ได้จากตารางที่ 3-2 ดังนี้

ตารางที่ 3-2 เกณฑ์ในการประเมินดัชนีการยัดชิ้นส่วนแต่ละชิ้น

A = การยัดชิ้นส่วน	
หัวข้อการประเมิน	คะแนนค่าปรับ
การยัดได้ด้วยตัวเอง	1.0
การกดยัด (Snap fits)	1.3
การยัดที่ต้องการตัวช่วยยัด	2.0
การยัดด้วยสกรู	4.0
การยัดด้วยหมุดย้ำ	4.0
การยัดด้วยการดัด	4.0

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

B = ทิศทางของกระบวนการ	
หัวข้อการประเมิน	คะแนนค่าปรับ
เป็นเส้นตรงจากบนลงล่าง	0.0
เป็นเส้นตรงแต่ไม่ใช่จากบนลงล่าง	0.1
ไม่เป็นเส้นตรง	1.6
C = การใส่ชิ้นส่วน	
หัวข้อการประเมิน	คะแนนค่าปรับ
ชิ้นเดียว	0.0
หลายชิ้น	0.7
หลายชิ้นพร้อมกัน	1.2
D = ทางเข้าของชิ้นส่วน	
หัวข้อการประเมิน	คะแนนค่าปรับ
โดยตรง	0.0
ถูกจำกัด / แคม	1.5
E = การวางแผน	
หัวข้อการประเมิน	คะแนนค่าปรับ
ปรับแนวได้ง่าย	0.0
ปรับแนวได้ยาก	0.7
F = แรงที่ใช้ในการใส่ชิ้นส่วน	
หัวข้อการประเมิน	คะแนนค่าปรับ
ไม่มีแรงต้านในการใส่	0.0
มีแรงต้านในการใส่	0.6

สำหรับอัตราการจัดที่แนะนำ คือ 2.5 ซึ่งเป็นค่าที่อ้างอิงมาจาก www.dfma.com หากมีการวิเคราะห์การปฏิบัติการแล้วค่าที่ได้สูงกว่านี้ ผู้ออกแบบจะต้องมีการปรับปรุง เพื่อให้การจัดมีความง่ายขึ้น โดยที่ สูตรที่ใช้คำนวณอัตราการจัดเป็นดังสมการที่ 2-5 คือ

$$\text{อัตราการจัด (Fitting Ratio)} = \frac{\text{ผลรวมของดัชนีการจัด (Total Fitting Index)}}{\text{จำนวนชิ้นส่วน A}}$$

3.2 ประเมินประสิทธิภาพในการออกแบบผลิตภัณฑ์เดิม

หลังจากที่ได้กำหนดตัวชี้วัดสำหรับเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการออกแบบผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนแรกแล้ว ก็นำเอาตัวชี้วัดเหล่านี้ไปประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์เดิมของบริษัทตัวอย่าง โดยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาเฉพาะการผลิตเครื่องเล่น DVD ซึ่งวิเคราะห์แล้วว่า มีแนวโน้มที่กำลังขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับทางบริษัทผู้ผลิตวางแผนว่าต้องการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ชนิดนี้อยู่

3.3 วิเคราะห์และปรับปรุงผลิตภัณฑ์ใหม่ และเปรียบเทียบผลของการออกแบบเพื่อการประกอบของผลิตภัณฑ์

ในขั้นตอนต่อมาหลังจากที่เราได้ทำการประเมินผลิตภัณฑ์เดิมของบริษัทตัวอย่างแล้ว ก็นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา และปรับปรุงผลิตภัณฑ์ใหม่ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เดิม

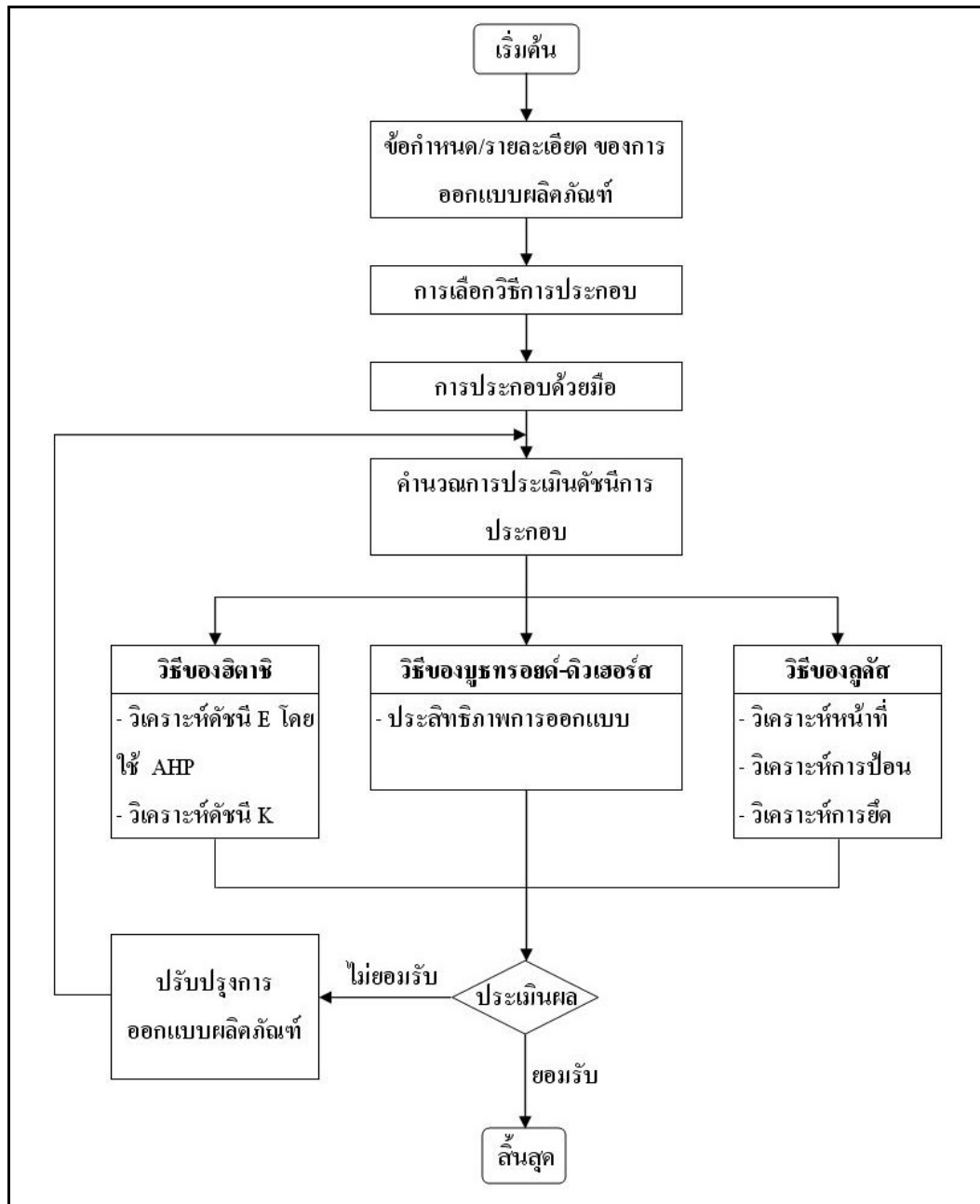
3.4 สรุปผลของการวิจัย

ขั้นตอนนี้เป็นการสรุปผลของการใช้ การออกแบบเพื่อการประกอบ ว่าให้ผลอย่างไรกับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ และนำผลของการศึกษาวิจัยไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต

3.5 บทสรุป

สำหรับวิธีการดำเนินการวิจัยนี้ เราจะทำการประเมินประสิทธิภาพในการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยแบ่งออกเป็น 3 วิธีคือ 1) วิธีการประเมินการประกอบแบบฮิตาชิ (Hitachi Assembly Evaluation Method) จะแบ่งการคำนวณหาค่า ความสามารถในการประกอบ (Evaluation in Assemblability) ออกเป็น 2 แบบด้วยกันคือ คะแนนการหาความสามารถในการประกอบ E (Assemblability Evaluation Score “E”) ซึ่งจะเป็นดัชนีที่ใช้ในการหาความยากของการประกอบ ซึ่งเราจะนำเอาหลักการของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ((Analytic hierarchy Process: AHP) เข้ามาประยุกต์ใช้กับการประเมินในการประกอบผลิตภัณฑ์ และการประมาณอัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K (Estimated Assembly Cost Ratio “K”) ซึ่งจะใช้ในการประมาณการพัฒนาของต้นทุนในการประกอบ, 2) วิธีการประเมินการประกอบแบบบูธทรอยด์-ดิวเฮอรัสต์ (Boothroyd-Dewhurst Assembly Evaluation Method) และ 3) วิธีการประเมินการประกอบแบบลูคัส (Lucas Assembly

Evaluation Method) โดยแสดงขั้นตอนในการศึกษาครั้งนี้ได้ดังภาพที่ 3-1 ซึ่งผลของการศึกษาจะ
ได้แสดงถึงในบทที่ 4 ต่อไป



ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนของวิธีการดำเนินการวิจัย

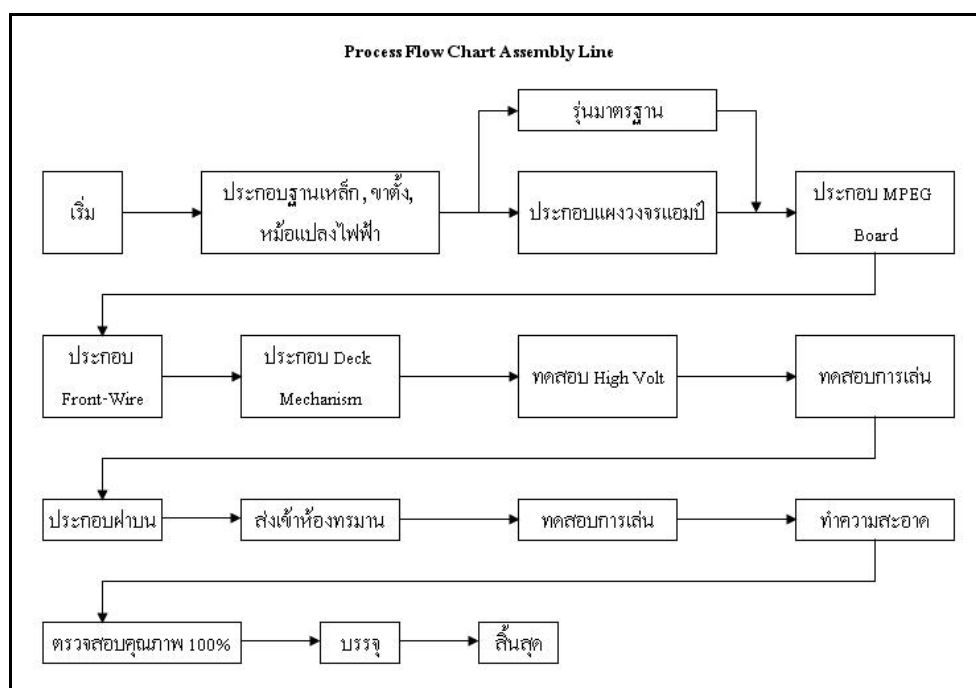
บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

สำหรับผลของการดำเนินงานวิจัยในเรื่อง “การลดต้นทุนการผลิตด้วยการออกแบบเพื่อการประกอบ” นั้น ได้แบ่งออกเป็นขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัย ดังที่ได้กล่าวถึงไปแล้วในบทที่ 3 และแสดงผลของการดำเนินงานวิจัยในแต่ละขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

4.1 ขั้นตอนในการประกอบผลิตภัณฑ์

สำหรับขั้นตอนในการประกอบเครื่องเล่นวีซีดี และดีวีดีของบริษัทตัวอย่างในกรณีศึกษานั้น มีขั้นตอนการประกอบหลัก ๆ ที่เหมือนกัน ซึ่งสามารถแสดงแผนภูมิการประกอบผลิตภัณฑ์ได้ดังในภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 แสดงขั้นตอนการประกอบเครื่องเล่นวีซีดี และดีวีดีในบริษัทตัวอย่าง

โดยจากแผนภูมิข้างต้นนั้น เราจะพบว่าหลังจากที่มีการประกอบฝาบนของเครื่องเล่นวีซีดี และดีวีดีแล้ว จะไม่มีขั้นตอนของการประกอบผลิตภัณฑ์อีก ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จะไม่นำ

ส่วนของขั้นตอนการผลิตหลังจากการประกอบฝาบน (ประกอบด้วย ส่องเข้าห้องทรมาน, ทดสอบการเล่น, ทำความสะอาด, ตรวจสอบคุณภาพ 100% และบรรจุ) มาพิจารณา

4.2 การประเมินดัชนีในการประกอบผลิตภัณฑ์ ก่อนการปรับปรุง

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาใช้ในการประเมินดัชนีการประกอบ ในกรณีศึกษาของบริษัท ตัวอย่างนั้น คือเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทางบริษัทมีความต้องการที่จะปรับปรุงและพิจารณาแล้วว่าในอนาคตเครื่องเล่นดีวีดี จะเข้ามาทดแทนเครื่องเล่นวีซีดีในตลาด ซึ่งผลของการประเมินดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์ ก่อนการปรับปรุงนั้น สามารถแสดงผลได้ดังต่อไปนี้

4.2.1 ชิ้นส่วนและต้นทุนของผลิตภัณฑ์ ก่อนการปรับปรุง

สำหรับชิ้นส่วน และต้นทุนวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 แสดงชิ้นส่วน และต้นทุนของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน (ชิ้น)	ราคาต่อ หน่วย (บาท)	ราคา สุทธิ (บาท)
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	ME8COM000046	1	54.00	54.00
2	LEG STAND 8*30 MM.	PA0DVD0H8D30	4	0.70	2.80
3	SCREW TA 3*7	ME2TA03007NI	4	0.05	0.20
4	HEAT SINK TDA8922BTH – 2 (8 x 19 cm)	ME5005008922	1	26.00	26.00
5	SCREW TM 3*6	ME2TM03006NI	8	0.05	0.40
6	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	TF7PTM000015	1	261.50	261.50
7	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	PA0FET000213	2	2.50	5.00
8	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	PA0000000207	1	1.75	1.75
9	Bolt 7.8*43 MM.	ME3000708043	1	44.85	44.85
10	NUT 7.8 MM.	ME4004000003	1	- *	- *
11	METAL WASHER d10D70 MM.	ME7059000000	1	44.85	44.85

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน (ชิ้น)	ราคาต่อ หน่วย (บาท)	ราคา สุทธิ (บาท)
12	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	SMDFETPS0006	1	148.25	148.25
13	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	4	0.088	0.352
14	SPACER 3.4*7 MM.	PA0FET030702	6	0.23	1.38
15	AC CORD+CON 140+20	CN3005020140	1	18.65	18.65
16	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	PA0000900130	1	0.85	0.85
17	SM SP RCA JACK SN001	SMDFETJ00002	1	6.42	6.42
18	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	CN3004040360	1	2.29	2.29
19	SCREW TA 3*10	ME2TA03010NI	1	0.081	0.081
20	SM MPEG MT1389 - A3	SMDFETMD0030	1	389.33	389.33
21	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	2	0.088	0.176
22	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	SMDFETTA00049	1	221.60	221.60
23	BOLT M9P 3*8 UC	ME3001000000	1	0.05	0.05
24	SCREW TM 3*8	ME3TM03008NI	3	0.075	0.225
25	SPACER 3.4*3.4 MM.	PA0CE000034	2	0.20	0.40
26	MYLAR FILM 70*88 MM.	PA0000000214	1	1.88	1.88
27	HEAT TRANFER PAD (12*40 MM.)	PA0FET012040	1	1.58	1.58
28	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	SMDFETFD0065	1	239.50	239.50
29	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	CN3444000085	1	1.90	1.90
30	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	ME3000208007	4	0.05	0.20
31	SCREW FM 3*8	ME2FM03008NI	2	0.062	0.124

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน (ชิ้น)	ราคาต่อ หน่วย (บาท)	ราคาสุทธิ (บาท)
32	STAND KSM 5 MM.	ME7100DVD024	2	5.00	10.00
33	SCREW TM 3*5	ME2TM0003005	4	0.06	0.24
34	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	CNA30350050	1	0.825	0.825
35	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	SMDFETDVD002	1	34.35	34.35
36	SCREW JMT 3/0.5*15	ME2008000015	2	0.095	0.19
37	SPRING D 9*8 MM. STEEL	ME7042000908	2	0.495	0.99
38	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	PA4FET000001	1	1.00	1.00
39	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	CNA303500110	1	0.825	0.825
40	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	ME8COM000057	1	59.40	59.40
41	SCREW PWM 4*8	ME2PWM4080NI	4	0.12	0.48
รวม					1,584.888

หมายเหตุ * ราคาของ NUT 7.8 MM. คิดราคารวมกับ Bolt 7.8*43 MM. แล้ว ก็ือราคา 44.85 บาท/ชิ้น

จากรายละเอียดในตารางที่ 4-1 ข้างต้น ทำให้ทราบถึง ต้นทุนโดยรวมของชิ้นส่วนทั้งหมดของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 อยู่ที่ 1,584.888 บาท/เครื่อง ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนแล้วก็ทำให้พบว่าอยู่ในระดับราคาที่สูง ซึ่งถ้าสามารถลดต้นทุนลงได้ ก็จะทำให้มีความสามารถทางการแข่งขันที่มากขึ้น

4.2.2 เวลาที่ใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์ ก่อนการปรับปรุง

เวลาที่ใช้ในการประกอบเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ก่อนการปรับปรุง สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 4-2 โดยแสดงเป็นขั้นตอนที่ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ในหัวข้อที่ผ่านมา ดังนี้

ตารางที่ 4-2 แสดงเวลาที่ใช้ในการประกอบเครื่องเล่นดีวีดีรุ่น D-221 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับ ที่	คำอธิบายขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์	จำนวนพนักงาน (คน)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	เวลาที่ใช้รวม (คนxวินาที)
1	เช็ครอยตำหนิ	1	8.00	8.00
2	ประกอบ Leg Stand เข้ากับ Bottom	1	22.30	22.30
3	ประกอบ Heat Sink TDA8922BTH-2	1	35.33	35.33
4	ประกอบ Transformer Toroidal PTM-15	1	24.48	24.48
5	ประกอบ SM Power Supply	2	54.70	109.40
6	ประกอบ SM SP RCA Jack และเสียบสาย Parallel	1	16.60	16.60
7	ประกอบ MPEG	1	23.51	23.51
8	ประกอบ SM Power AMP TDA8922BTH	1	29.06	29.06
9	เสียบสาย Parallel 4W-4P-4P	1	20.84	20.84
10	จัดเก็บสาย	1	18.26	18.26
11	ยึด Stand KSM	1	26.13	26.13
12	ประกอบ SM Front	1	19.71	19.71
13	ประกอบ KSM	1	20.71	20.71
14	ยึด Screw KSM	1	21.29	21.29
15	ประกอบ CD Door	1	20.56	20.56
16	ปรับ CD Door	1	24.34	24.34
17	ประกอบ Top Case	2	39.17	78.34
รวม			$T_m = 424.99$	518.86

4.2.3 ผลการประเมินการประกอบแบบฮิตาชิ ก่อนการปรับปรุง

4.2.3.1 คะแนนการหาค่าความสามารถในการประกอบ E

สำหรับการวิเคราะห์ผลความสามารถในการประกอบ E ด้วยหลักการของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy Process: AHP) นั้น ได้มาจากการตอบแบบสอบถามกับพนักงานในสายการผลิตจำนวน 5 คน ซึ่งเป็นบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์โดยตรง ซึ่งแบบสอบถาม และผลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามได้แสดงเอาไว้ในภาคผนวก ก นอกจากนี้วิธีการคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ก็ได้แสดงผลเอาไว้ในภาคผนวก ก ด้วยเช่นกัน

และสำหรับผลการหาค่าความสามารถในการประกอบ E ของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น ที่ได้จากกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ แสดงผลในตารางที่ 4-3 ดังนี้

ตารางที่ 4-3 แสดงค่าความสามารถในการประกอบ E ของชิ้นส่วน ที่ได้จากกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ก่อนการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	จำนวน (ชิ้น)	IMP	ค่าความสามารถใน การประกอบ E	ผลรวมค่า ความสามารถใน การประกอบ E
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	1	0.0317	96.11	96.11
2	LEG STAND 8*30 MM.	4	0.0250	75.86	303.44
3	SCREW TA 3*7	4	0.0191	57.83	231.32
4	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	1	0.0219	66.34	66.34
5	SCREW TM 3*6	8	0.0215	65.29	522.29
6	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	1	0.0181	54.93	54.93
7	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	2	0.0323	98.06	196.12
8	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	1	0.0328	99.51	99.51
9	Bolt 7.8*43 MM.	1	0.0193	58.69	58.69
10	NUT 7.8 MM.	1	0.0194	58.97	58.97
11	METAL WASHER d10D70 MM.	1	0.0267	80.86	80.86
12	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	1	0.0207	62.86	62.86
13	SCREW JMT 3/0.5*12	4	0.0231	69.97	279.89
14	SPACER 3.4*7 MM.	6	0.0176	53.40	320.37
15	AC CORD+CON 140+20	1	0.0330	100.00	100.00
16	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	1	0.0255	77.42	77.42
17	SM SP RCA JACK SN001	1	0.0234	71.11	71.11

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	จำนวน (ชิ้น)	IMP	ค่าความสามารถใน การประกอบ E	ผลรวม ค่า ความสามารถใน การประกอบ E
18	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	1	0.0328	99.40	99.40
19	SCREW TA 3*10	1	0.0210	63.79	63.79
20	SM MPEG MT1389 - A3	1	0.0273	82.87	82.87
21	SCREW JMT 3/0.5*12	2	0.0249	75.43	150.86
22	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	1	0.0211	64.07	64.07
23	BOLT M9P 3*8 UC	1	0.0232	70.31	70.31
24	SCREW TM 3*8	3	0.0235	71.37	214.10
25	SPACER 3.4*3.4 MM.	2	0.0220	66.67	133.33
26	MYLAR FILM 70*88 MM.	1	0.0252	76.55	76.55
27	HEAT TRANFER PAD (12*40 MM.)	1	0.0264	80.01	80.01
28	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	1	0.0211	64.10	64.10
29	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	1	0.0293	88.79	88.79
30	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	4	0.0240	72.84	291.36
31	SCREW FM 3*8	2	0.0207	62.67	125.35
32	STAND KSM 5 MM.	2	0.0279	84.66	169.33
33	SCREW TM 3*5	4	0.0224	68.01	272.05
34	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	1	0.0279	84.58	84.58
35	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	1	0.0250	75.73	75.73
36	SCREW JMT 3/0.5*15	2	0.0229	69.41	138.83

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	จำนวน (ชิ้น)	IMP	ค่าความสามารถใน การประกอบ E	ผลรวม ค่า ความสามารถใน การประกอบ E
37	SPRING D 9*8 MM. STEEL	2	0.0235	71.37	142.74
38	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	1	0.0274	82.98	82.98
39	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	1	0.0254	76.92	76.92
40	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	1	0.0216	65.40	65.40
41	SCREW PWM 4*8	4	0.0224	67.89	271.55
				Average	70.82

ซึ่งค่าเฉลี่ยของความสามารถในการประกอบ E ของชิ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ที่ได้
จากกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4-3 ข้างต้นคือ 70.82 % ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ใน
เกณฑ์ที่พอใช้ได้ แต่เราก็ควรมีการปรับปรุงให้มีค่าความสามารถในการประกอบ E ให้ดีขึ้นเพื่อ
ช่วยทำให้ลดความยุ่งยากของการประกอบผลิตภัณฑ์ลง

4.2.3.2 การประมาณอัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K

การประมาณอัตราส่วนต้นทุนของการประกอบเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 นั้นสามารถหาได้
จากราคาของชิ้นส่วนประกอบของเครื่องเล่นดีวีดีที่ได้กล่าวถึงไปแล้วใน หัวข้อที่ 4.2.1 ซึ่งราคา
ของชิ้นส่วนประกอบเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 มีมูลค่า 1,584.888 บาท/เครื่อง และนอกจากนั้นยัง
ต้องมีการคิดต้นทุนของแรงงานในการประกอบอีกด้วย โดยสามารถหาได้จากการคำนวณจำนวน
แรงงานที่ใช้ในการประกอบเครื่องเล่นดีวีดี และเวลาที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมด ได้ดังนี้

สำหรับค่าแรงของพนักงานโดยเฉลี่ยต่อคนอยู่ที่ 7,000 บาท/เดือน ซึ่งกำหนดให้ใน 1 เดือน
นั้นมีจำนวนวันทำงานทั้งสิ้น 22 วัน และใน 1 วันพนักงานทำงานเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ดังนั้นค่าแรง
ของพนักงานต่อวินาทีคิดได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ค่าแรงพนักงาน} &= \frac{7,000}{22 \times 8 \times 60 \times 60} \text{ บาท/คน/วินาที} \\ &= 0.011 \text{ บาท/คน/วินาที}\end{aligned}$$

และเวลาที่ใช้ในการประกอบรวมจากตารางที่ 4-2 คือ 518.86 คนxวินาที/เครื่อง

ดังนั้นค่าแรงของพนักงานในการประกอบชิ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ต่อ 1 เครื่อง คือ
 ค่าแรงของพนักงานในการประกอบชิ้นส่วน = 0.011×518.86 บาท/เครื่อง
 = 5.71 บาท/เครื่อง

เพราะฉะนั้นต้นทุนการประกอบของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ก่อนการปรับปรุง คือ
 $1,584.888 + 5.71 = 1,590.598$ บาท/เครื่อง ซึ่งสามารถคำนวณหาอัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K
 ได้ว่า

$$\begin{aligned} \text{อัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K} &= \frac{\text{ต้นทุนรวมการประกอบของการออกแบบใหม่}}{\text{ต้นทุนรวมการประกอบของการออกแบบเดิม}} \\ &= \frac{1,590.598}{1,590.598} \\ &= 1 \end{aligned}$$

ซึ่งอัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K ที่ได้เท่ากับ 1 หรือ 100% นั้นหมายความว่า ยังไม่ได้มีการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่นั้นเอง

4.2.4 ผลการประเมินการประกอบแบบบูธทรอยด์-คิวเซอร์ส ก่อนการปรับปรุง

การประเมินการประกอบแบบบูธทรอยด์-คิวเซอร์ส นั้นได้ทำการประเมินชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วน โดยใช้ผู้ตอบแบบสอบถามในหัวข้อที่ 4.2.3.1 มาประเมินชิ้นส่วนร่วมกัน ว่าชิ้นส่วนใดเป็นชิ้นส่วนที่มีความจำเป็นต้องมีในผลิตภัณฑ์ ก็จะกำหนดให้แทนด้วย 1 และชิ้นส่วนใดที่ไม่มีความจำเป็นต้องมีในผลิตภัณฑ์ ก็จะกำหนดให้แทนด้วย 0 และได้แสดงผลของการประเมินไว้ในตารางที่ 4-4 ซึ่งผลจากการประเมินสามารถนำมาหาประสิทธิภาพของการออกแบบได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพการออกแบบ} &= \frac{3 \times N_m}{T_m} \\ \text{โดยที่ } N_m &= \text{จำนวนชิ้นส่วนที่จำเป็น (Essential Components)} = 18 \text{ ชิ้น (จากตารางที่ 4-4)} \\ T_m &= \text{เวลารวมที่ใช้ในการประกอบ} = 424.99 \text{ วินาที (จากตารางที่ 4-2)} \\ \text{ดังนั้น} \quad \text{ประสิทธิภาพการออกแบบ} &= \frac{3 \times 18}{424.99} \\ &= 0.127 \end{aligned}$$

สรุปผลของการประเมินการประกอบแบบบูธทรอยด์-คิวเซอร์ส ก่อนการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ได้ว่า ประสิทธิภาพการออกแบบของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 อยู่ที่ 12.70 % ซึ่งเป็นค่าที่แสดงว่าการออกแบบเดิมนั้นยังมียังมีประสิทธิภาพที่ค่อนข้างน้อย ควรจะต้องมีการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นต่อไป

ตารางที่ 4-4 แสดงผลการประเมินการประกอบแบบบุรุษทรอยด์-คิวเซอร์ส ก่อนการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	ชิ้นส่วน จำเป็น	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	จำนวน ชิ้นส่วน จำเป็น (ชิ้น)
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	ME8COM000046	1	1	1
2	LEG STAND 8*30 MM.	PA0DVD0H8D30	1	4	4
3	SCREW TA 3*7	ME2TA03007NI	0	4	0
4	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	ME5005008922	1	1	1
5	SCREW TM 3*6	ME2TM03006NI	0	8	0
6	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	TF7PTM000015	1	1	1
7	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	PA0FET000213	0	2	0
8	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	PA0000000207	0	1	0
9	Bolt 7.8*43 MM.	ME3000708043	0	1	0
10	NUT 7.8 MM.	ME4004000003	0	1	0
11	METAL WASHER d10D70 MM.	ME7059000000	0	1	0
12	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	SMDFETPS0006	1	1	1
13	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	0	4	0
14	SPACER 3.4*7 MM.	PA0FET030702	0	6	0
15	AC CORD+CON 140+20	CN3005020140	1	1	1
16	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	PA0000900130	0	1	0
17	SM SP RCA JACK SN001	SMDFETJ00002	1	1	1
18	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	CN3004040360	1	1	1
19	SCREW TA 3*10	ME2TA03010NI	0	1	0
20	SM MPEG MT1389 - A3	SMDFETMD0030	1	1	1
21	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	0	2	0

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	ชิ้นส่วน จำเป็น	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	จำนวน ชิ้นส่วน จำเป็น (ชิ้น)
22	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	SMDFETTA00049	1	1	1
23	BOLT M9P 3*8 UC	ME3001000000	0	1	0
24	SCREW TM 3*8	ME3TM03008NI	0	3	0
25	SPACER 3.4*3.4 MM.	PA0CE000034	0	2	0
26	MYLAR FILM 70*88 MM.	PA0000000214	0	1	0
27	HEAT TRANSFER PAD (12*40 MM.)	PA0FET012040	0	1	0
28	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	SMDFETFD0065	1	1	1
29	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	CN3444000085	1	1	1
30	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	ME3000208007	0	4	0
31	SCREW FM 3*8	ME2FM03008NI	0	2	0
32	STAND KSM 5 MM.	ME7100DVD024	0	2	0
33	SCREW TM 3*5	ME2TM0003005	0	4	0
34	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	CNA30350050	0	1	0
35	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	SMDFETDVD002	1	1	1
36	SCREW JMT 3/0.5*15	ME2008000015	0	2	0
37	SPRING D 9*8 MM. STEEL	ME7042000908	0	2	0
38	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	PA4FET000001	1	1	1

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	ชิ้นส่วน จำเป็น	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	จำนวน ชิ้นส่วน จำเป็น (ชิ้น)
39	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	CNA303500110	0	1	0
40	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	ME8COM000057	1	1	1
41	SCREW PWM 4*8	ME2PWM4080NI	0	4	0
รวม				80	N _m = 18

4.2.5 ผลการประเมินการประกอบแบบลูกศร

วิธีการประเมินการประกอบแบบลูกศรนี้ เราได้ผลการประเมินทั้งหมด 3 แบบด้วยกันคือ

4.2.5.1 การวิเคราะห์หน้าที่

สำหรับการตรวจสอบว่า แต่ละชิ้นส่วนจำเป็นหรือไม่ที่จะต้องมีการประกอบ สามารถนำผลการประเมินในตารางที่ 4-4 มาใช้ในการคำนวณ ประสิทธิภาพการออกแบบได้เลย เนื่องจากเป็น การประเมินในลักษณะเดียวกัน ดังนั้น

$$\text{ประสิทธิภาพการออกแบบ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นส่วน A}}{\text{จำนวนชิ้นส่วน A} + \text{จำนวนชิ้นส่วน B}}$$

โดยที่ ชิ้นส่วน A = ชิ้นส่วนที่มีความจำเป็นต้องการประกอบ และ

ชิ้นส่วน B = ชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นต้องมีการประกอบ

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น ประสิทธิภาพการออกแบบ} &= \frac{18}{18 + 62} \\ &= \frac{18}{80} \\ &= 0.225 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น ประสิทธิภาพการออกแบบของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ก่อนการปรับปรุง อยู่ที่ 22.50 % แสดงว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้มีชิ้นส่วนที่มีความจำเป็นต่อการประกอบอยู่ค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนของชิ้นส่วนทั้งหมด ซึ่งควรจะมีการปรับปรุงการออกแบบ โดยพยายามลดจำนวนของชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นต่อการประกอบลง

4.2.5.2 การวิเคราะห์การหิบบ้างและการป้อน

สำหรับผลของการตรวจสอบว่า แต่ละชิ้นส่วนมีความยากของการหิบบ้างและการป้อนเป็นเท่าไรนั้น ได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้ผู้ประเมินแบบสอบถาม 5 คนข้างต้น มาช่วยกันวิเคราะห์ชิ้นส่วนร่วมกัน ซึ่งผลในการวิเคราะห์การหิบบ้างและการป้อน สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4-5 ดังนี้

ตารางที่ 4-5 แสดงผลการวิเคราะห์ดัชนีการป้อนของชิ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221

ก่อนการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	ดัชนีการป้อน					ผลรวม ดัชนี การ ป้อน
				A	B	C	D	รวม	
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	ME8COM000046	1	1.0	0.0	0.1	0.2	1.3	1.3
2	LEG STAND 8*30 MM.	PA0DVD0H8D30	4	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0
3	SCREW TA 3*7	ME2TA03007NI	4	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	6.8
4	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	ME5005008922	1	1.0	0.0	0.1	0.2	1.3	1.3
5	SCREW TM 3*6	ME2TM03006NI	8	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	13.6
6	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	TF7PTM000015	1	1.5	0.0	0.1	0.2	1.8	1.8
7	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	PA0FET000213	2	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0
8	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	PA0000000207	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
9	Bolt 7.8*43 MM.	ME3000708043	1	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	1.7
10	NUT 7.8 MM.	ME4004000003	1	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	1.7
11	METAL WASHER d10D70 MM.	ME7059000000	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
12	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	SMDFETPS0006	1	1.0	0.0	0.1	0.2	1.3	1.3

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	ดัชนีการป้อน					ผลรวม ดัชนี การ ป้อน
				A	B	C	D	รวม	
13	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	4	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	6.8
14	SPACER 3.4*7 MM.	PA0FET030702	6	1.5	0.2	0.5	0.4	2.6	15.6
15	AC CORD+CON 140+20	CN3005020140	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
16	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	PA0000900130	1	1.0	0.2	0.1	0.2	1.5	1.5
17	SM SP RCA JACK SN001	SMDFETJ00002	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
18	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	CN3004040360	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
19	SCREW TA 3*10	ME2TA03010NI	1	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	1.7
20	SM MPEG MT1389 - A3	SMDFETMD0030	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
21	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	2	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	3.4
22	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	SMDFETTA00049	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
23	BOLT M9P 3*8 UC	ME3001000000	1	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	1.7
24	SCREW TM 3*8	ME3TM03008NI	3	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	5.1
25	SPACER 3.4*3.4 MM.	PA0CE000034	2	1.5	0.2	0.5	0.4	2.6	5.2
26	MYLAR FILM 70*88 MM.	PA0000000214	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
27	HEAT TRANFER PAD (12*40 MM.)	PA0FET012040	1	1.0	0.2	0.0	0.0	1.2	1.2
28	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	SMDFETFD0065	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
29	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	CN3444000085	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	ดัชนีการป้อน					ผลรวม ดัชนี การ ป้อน
				A	B	C	D	รวม	
30	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	ME3000208007	4	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	6.8
31	SCREW FM 3*8	ME2FM03008NI	2	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	3.4
32	STAND KSM 5 MM.	ME7100DVD024	2	1.0	0.0	0.1	0.2	1.3	2.6
33	SCREW TM 3*5	ME2TM0003005	4	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	6.8
34	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	CNA30350050	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
36	SCREW JMT 3/0.5*15	ME2008000015	2	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	3.4
37	SPRING D 9*8 MM. STEEL	ME7042000908	2	1.0	0.2	0.1	0.0	1.3	2.6
38	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	PA4FET000001	1	1.0	0.0	0.1	0.2	1.3	1.3
39	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	CNA303500110	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
40	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	ME8COM000057	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
41	SCREW PWM 4*8	ME2PWM4080NI	4	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	6.8
				รวม					125.4

ดังนั้น จากการวิเคราะห์การหีบจับและการป้อน ในตารางที่ 4-5 สามารถนำไปคำนวณหา อัตราการป้อน ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการป้อน} &= \frac{\text{ผลรวมของดัชนีการป้อน}}{\text{จำนวนชิ้นส่วน A}} \\
 &= \frac{125.4}{18} \\
 &= 6.97
 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น อัตราการป้อนของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ก่อนการปรับปรุง อยู่ที่ 6.97 แสดงว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้มีความยุ่งยากในการหีบจับและการป้อนชิ้นส่วนมาก และมีค่าอัตรา

การป้อนที่สูงเกินจาก ค่าที่ได้แนะนำไว้ที่ 2.5 ซึ่งควรมีการปรับปรุงการออกแบบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ให้มีความง่ายในการจับและเคลื่อนที่

4.2.5.3 การวิเคราะห์การยึด

ลักษณะของการวิเคราะห์การยึดของชิ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 นั้นใช้การวิเคราะห์เหมือนกับในการวิเคราะห์การหีบจับและการป้อน คือได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้ผู้ประเมินแบบสอบถาม 5 คน มาช่วยกันวิเคราะห์ชิ้นส่วนร่วมกัน การวิเคราะห์จะขึ้นอยู่กับชนิดของการปฏิบัติการ ซึ่งมีคะแนนค่าปรับ (Penalty Score) หากมีการยึดใส่ที่ยากหรือการยึดแน่นที่ยากสามารถแสดงผลของการวิเคราะห์การยึดได้ดังในตารางที่ 4-6 ดังนี้

ตารางที่ 4-6 แสดงผลการวิเคราะห์ดัชนีการยึดของชิ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221

ก่อนการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	ดัชนีการยึด							ผลรวม ดัชนี การยึด
				A	B	C	D	E	F	รวม	
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	ME8COM000046	1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
2	LEG STAND 8*30 MM.	PA0DVD0H8D30	4	4.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	16.4
3	SCREW TA 3*7	ME2TA03007NI	4	4.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	4.7	18.8
4	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	ME5005008922	1	4.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	4.8	4.8
5	SCREW TM 3*6	ME2TM03006NI	8	4.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	4.7	37.6
6	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	TF7PTM000015	1	4.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.6	5.3	5.3
7	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	PA0FET000213	2	1.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.7	3.4
8	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	PA0000000207	1	1.0	0.1	0.7	0.0	0.0	0.0	1.8	1.8
9	Bolt 7.8*43 MM.	ME3000708043	1	4.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	4.7	4.7
10	NUT 7.8 MM.	ME4004000003	1	4.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	4.7	4.7

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	ดัชนีการยึด							ผลรวม ดัชนี การยึด
				A	B	C	D	E	F	รวม	
11	METAL WASHER d10D70 MM.	ME7059000000	1	1.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7
12	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	SMDFETPS0006	1	4.0	0.1	1.2	0.0	0.7	0.0	6.0	6.0
13	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	4	4.0	0.1	1.2	0.0	0.7	0.0	6.0	24.0
14	SPACER 3.4*7 MM.	PA0FET030702	6	4.0	0.1	1.2	1.5	0.7	0.0	7.5	45.0
15	AC CORD+CON 140+20	CN3005020140	1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
16	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	PA0000900130	1	1.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	2.2	2.2
17	SM SP RCA JACK SN001	SMDFETJ00002	1	4.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	4.8	4.8
18	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	CN3004040360	1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
19	SCREW TA 3*10	ME2TA03010NI	1	4.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	4.8	4.8
20	SM MPEG MT1389 - A3	SMDFETMD0030	1	4.0	0.1	0.7	0.0	0.7	0.0	5.5	5.5
21	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	2	4.0	0.1	0.7	0.0	0.7	0.0	5.5	11.0
22	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	SMDFETTA00049	1	4.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	5.4	5.4
23	BOLT M9P 3*8 UC	ME3001000000	1	4.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	5.4	5.4
24	SCREW TM 3*8	ME3TM03008NI	3	4.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	5.4	16.2
25	SPACER 3.4*3.4 MM.	PA0CE000034	2	4.0	0.0	0.7	1.5	0.7	0.0	6.9	13.8
26	MYLAR FILM 70*88 MM.	PA0000000214	1	1.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	ดัชนีการยึด							ผลรวม ดัชนี การยึด
				A	B	C	D	E	F	รวม	
27	HEAT TRANSFER PAD (12*40 MM.)	PA0FET012040	1	1.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7
28	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	SMDFETFD0065	1	4.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	4.1
29	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	CN3444000085	1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
30	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	ME3000208007	4	4.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	4.8	19.2
31	SCREW FM 3*8	ME2FM03008NI	2	4.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	4.8	9.6
32	STAND KSM 5 MM.	ME7100DVD024	2	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	8.0
33	SCREW TM 3*5	ME2TM0003005	4	4.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	4.8	19.2
34	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	CNA30350050	1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
35	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	SMDFETDVD002	1	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0
36	SCREW JMT 3/0.5*15	ME2008000015	2	4.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	5.4	10.8
37	SPRING D 9*8 MM. STEEL	ME7042000908	2	4.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	4.7	9.4
38	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	PA4FET000001	1	1.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	1.8	1.8
39	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	CNA303500110	1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	ดัชนีการยึด							ผลรวม ดัชนี การยึด
				A	B	C	D	E	F	รวม	
40	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	ME8COM000057	1	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0
41	SCREW PWM 4*8	ME2PWM4080NI	4	4.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	4.8	19.2
รวม											362.0

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ดัชนีการยึดของชิ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ในตารางที่ 4-6 สามารถนำไปคำนวณหาอัตราการยึด ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการยึด} &= \frac{\text{ผลรวมของดัชนีการยึด}}{\text{จำนวนชิ้นส่วน A}} \\
 &= \frac{362.0}{18} \\
 &= 20.11
 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น อัตราการยึดของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ก่อนการปรับปรุง อยู่ที่ 20.11 แสดงว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้มีการยึดใส่ที่ยากหรือการยึดแน่นที่ยาก และมีค่าอัตราการยึดที่สูงเกินกว่าค่าที่ได้แนะนำไว้ที่ 2.5 ซึ่งควรมีการปรับปรุงการออกแบบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ให้มีความง่ายในการยึดใส่ชิ้นส่วนมากขึ้น

4.3 การประเมินดัชนีในการประกอบผลิตภัณฑ์ หลังการปรับปรุง

หลังจากที่ได้มีการประเมินดัชนีในการประกอบผลิตภัณฑ์ ก่อนการปรับปรุงไปแล้ว ดังผลที่ได้ข้างต้น ซึ่งขั้นตอนต่อไป คือ การปรับปรุงชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ด้วยการวิเคราะห์ถึงความจำเป็นของชิ้นส่วน ถ้าเป็นชิ้นส่วนที่ไม่มีความจำเป็นต้องใช้ ก็ให้พยายามเปลี่ยนการออกแบบ หรือลดชิ้นส่วนนั้นลง โดยผลของการประเมินดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์ หลังการปรับปรุงนั้น สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

4.3.1 ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีการปรับปรุงการออกแบบ

จากการวิเคราะห์ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 แล้วสามารถปรับปรุงชิ้นส่วนที่ไม่มีความจำเป็น ได้ดังนี้

4.3.1.1 Leg stand 8*30 mm.

จากเดิมที่ใช้การขันสกรู Leg stand ทั้งหมด 4 ชิ้นด้วยกัน ซึ่งได้พิจารณาแล้วว่า สามารถเปลี่ยนวิธีการขันสกรู Leg stand เดิม แล้วใช้วิธีการกดยึด (Snap fit) แทนที่ ซึ่งจะทำได้สามารถประกอบชิ้นส่วนได้รวดเร็วขึ้น และไม่ต้องใช้เครื่องมือช่วยประกอบ



(ก) แสดงชิ้นส่วน Leg stand ที่ใช้การขันสกรูในการประกอบก่อนการปรับปรุง



(ข) แสดงชิ้นส่วน Leg stand หลังการปรับปรุงที่ประกอบด้วยวิธีการกดยึด

ภาพที่ 4-2 แสดงภาพของชิ้นส่วน Leg stand ทั้งก่อน และหลังการปรับปรุงการออกแบบ

4.3.1.2 Heat sink TDA8922BTH – 2

สำหรับการปรับปรุงชิ้นส่วน Heat sink TDA8922BTH-2 นั้นได้พิจารณาถึง ความสามารถในการระบายความร้อนของชิ้นส่วน แล้วพบว่าสามารถลดขนาดชิ้นส่วนที่ใช้จากเดิม 8x19 เซนติเมตร เป็นขนาด 8x6 เซนติเมตร ได้ นอกจากนั้นยังลดการขันสกรูลงได้อีกด้วยจากเดิมที่ใช้ 6 ตัวลดลงเหลือ 4 ตัว



(ก) Heat sink ก่อนการปรับปรุง



(ข) Heat sink หลังการปรับปรุง

ภาพที่ 4-3 แสดงชิ้นส่วน Heat sink TDA8922BTH – 2 ที่ใช้ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

4.3.1.3 Stand KSM 5 MM.

การปรับปรุงชิ้นส่วน Stand KSM ก็ได้ออกแบบใหม่ ด้วยการป้อนชิ้นฐานรองมากับชิ้นส่วน Bottom case แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องใช้ชิ้นส่วน Stand KSM นี้อีก และลดการขนส่งได้ถึงอีก 4 ตัวด้วย



(ก) Stand KSM ที่ใช้ในการประกอบก่อนการปรับปรุง



(ข) การออกแบบใหม่ โดยการป้อนชิ้นฐานรองมากับ Bottom case หลังการปรับปรุง

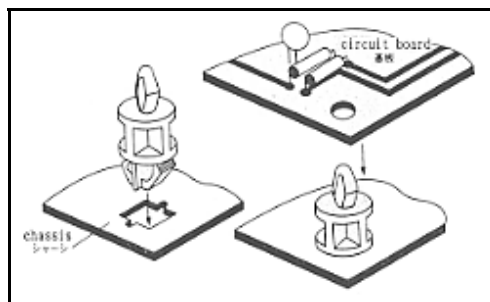
ภาพที่ 4-4 ชิ้นส่วน Stand KSM ที่ใช้ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

นอกจากชิ้นส่วนที่ได้กล่าวถึงไปแล้วข้างต้นนั้น ยังได้มีการวิเคราะห์ถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์ของชิ้นส่วนอื่นๆ ทั้งหมดอีกด้วย แต่เนื่องจากว่ามีข้อจำกัดที่ทำให้ไม่สามารถปรับเปลี่ยนการออกแบบได้ เช่น ถ้ามีการปรับเปลี่ยนแล้วทำให้มีต้นทุนสูงขึ้นไม่คุ้มค่ากับการลงทุน หรืออาจจะมีปัญหาด้านการใช้งานจริง กล่าวคือ ถ้าเปลี่ยนการออกแบบแล้ว ทำให้มีผลกระทบต่อการใช้งานของผลิตภัณฑ์ แต่ก็ได้เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงการออกแบบเอาไว้ดังนี้

ชิ้นส่วน Spacer มีไว้สำหรับการรองให้แผงวงจรของ PCB ไม่สัมผัสกับพื้นของ Bottom case เพราะจะทำให้เกิดการลัดวงจรขึ้น แต่ว่าการออกแบบเดิมนั้น เป็นแบบใช้สกรูขัน ซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากในการประกอบ เพราะชิ้นส่วนนั้นมีขนาดที่ค่อนข้างเล็ก และต้องใช้รองด้านล่างซึ่งทำให้มองไม่เห็นทิศทางในการประกอบ ทำให้ใช้เวลาในการประกอบนาน โดยในผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นดีวีดี D-221 นี้มีการใช้งานชิ้นส่วนนี้อยู่พอสมควร ดังนั้นจึงควรมีการลดการใช้ชิ้นส่วนนี้ลง ซึ่งได้เสนอแนวทางการออกแบบให้มาใช้ลักษณะของการกดยึด ทั้ง 2 ด้าน จะทำให้สามารถประกอบได้ง่ายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น



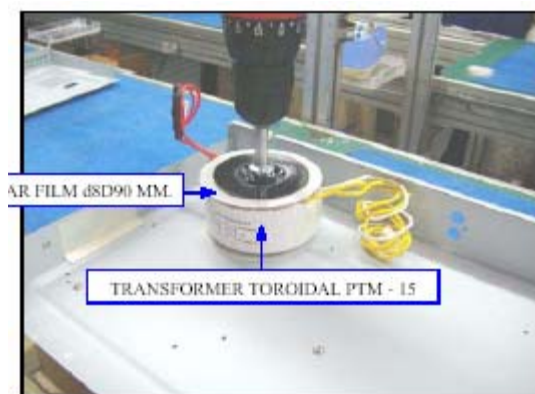
(ก) การออกแบบเดิมที่ใช้การขันสกรู



(ข) การออกแบบใหม่ที่ใช้การกดยึด

ภาพที่ 4-5 ชิ้นส่วน Spacer ที่ใช้งานเดิมและนำเสนอแนวทางการออกแบบ

ชิ้นส่วน Transformer toroidal PTM – 15 ซึ่งเป็นชิ้นส่วนสำคัญที่ใช้ในการเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้า สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นดีวีดี D-221 นี้ โดยการออกแบบเดิมที่มีการใช้งานอยู่คือ เป็นลักษณะของขดลวดทองแดง ซึ่งทำให้มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ซึ่งในปัจจุบันนั้นราคาของทองแดงมีราคาสูงขึ้นอย่างมากเมื่อเทียบกับในอดีตที่ผ่านมา ดังนั้นจึงได้มีแนวทางในการปรับปรุงการออกแบบคือ ปรับเปลี่ยนเป็นลักษณะของ Switching board แทนที่แบบขดลวดทองแดง แต่ในการทดสอบนั้นพบว่า มีข้อบกพร่องในการใช้งานอยู่จึงยังไม่ได้นำมาใช้



ภาพที่ 4-6 ชิ้นส่วน Transformer toroidal PTM – 15 แบบขดลวด

4.3.2 ชิ้นส่วนและต้นทุนของผลิตภัณฑ์ หลังการปรับปรุง

หลังจากการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นดีวีดีรุ่น D-221 นั้น ทำให้สามารถลดจำนวนชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ลงจากเดิมได้ทั้งหมด 12 ชิ้นส่วน ประกอบด้วย Screw TA 3*7 จำนวน 4 ชิ้น, Screw TM 3*6 จำนวน 2 ชิ้น, Stand KSM 5 mm. จำนวน 2 ชิ้น และ Screw TM 3*5

จำนวน 4 ชิ้น และยังมีผลทำให้ต้นทุนวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ลดลงได้ 19.54 บาท ซึ่งแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 แสดงชิ้นส่วน และต้นทุนของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 หลังการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน (ชิ้น)	ราคาต่อ หน่วย (บาท)	ราคาสุทธิ (บาท)
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	ME8COM000046	1	54.00	54.00
2	LEG STAND 8*30 MM.	PA0DVD0H8D31	4	0.70	2.80
3	HEAT SINK TDA8922BTH – 2 (8 x 6 cm)	ME5005008923	1	17.00	17.00
4	SCREW TM 3*6	ME2TM03006NI	6	0.05	0.30
5	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	TF7PTM000015	1	261.50	261.50
6	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	PA0FET000213	2	2.50	5.00
7	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	PA0000000207	1	1.75	1.75
8	Bolt 7.8*43 MM.	ME3000708043	1	44.85	44.85
9	NUT 7.8 MM.	ME4004000003	1	- *	- *
10	METAL WASHER d10D70 MM.	ME7059000000	1	44.85	44.85
11	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	SMDFETPS0006	1	148.25	148.25
12	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	4	0.088	0.352
13	SPACER 3.4*7 MM.	PA0FET030702	6	0.23	1.38
14	AC CORD+CON 140+20	CN3005020140	1	18.65	18.65
15	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	PA0000900130	1	0.85	0.85
16	SM SP RCA JACK SN001	SMDFETJ00002	1	6.42	6.42
17	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	CN3004040360	1	2.29	2.29

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน (ชิ้น)	ราคาต่อ หน่วย (บาท)	ราคาสุทธิ (บาท)
18	SCREW TA 3*10	ME2TA03010NI	1	0.081	0.081
19	SM MPEG MT1389 - A3	SMDFETMD0030	1	389.33	389.33
20	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	2	0.088	0.176
21	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	SMDFETTA00049	1	221.60	221.60
22	BOLT M9P 3*8 UC	ME3001000000	1	0.05	0.05
23	SCREW TM 3*8	ME3TM03008NI	3	0.075	0.225
24	SPACER 3.4*3.4 MM.	PA0CE000034	2	0.20	0.40
25	MYLAR FILM 70*88 MM.	PA0000000214	1	1.88	1.88
26	HEAT TRANFER PAD (12*40 MM.)	PA0FET012040	1	1.58	1.58
27	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	SMDFETFD0065	1	239.50	239.50
28	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	CN3444000085	1	1.90	1.90
29	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	ME3000208007	4	0.05	0.20
30	SCREW FM 3*8	ME2FM03008NI	2	0.062	0.124
31	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	CNA30350050	1	0.825	0.825
32	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	SMDFETDVD002	1	34.35	34.35
33	SCREW JMT 3/0.5*15	ME2008000015	2	0.095	0.19
34	SPRING D 9*8 MM. STEEL	ME7042000908	2	0.495	0.99
35	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	PA4FET000001	1	1.00	1.00
36	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	CNA303500110	1	0.825	0.825

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน (ชิ้น)	ราคาต่อ หน่วย (บาท)	ราคาสุทธิ (บาท)
37	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	ME8COM000057	1	59.40	59.40
38	SCREW PWM 4*8	ME2PWM4080NI	4	0.12	0.48
รวม					1,565.348

หมายเหตุ * ราคาของ NUT 7.8 MM. คิดราคารวมกับ Bolt 7.8*43 MM. แล้ว ก็ราคา 44.85 บาท/ชิ้น

4.3.3 เวลาที่ใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์ หลังการปรับปรุง

สำหรับเวลาที่ใช้ในการประกอบเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 หลังการปรับปรุงนั้น ได้บันทึกเวลาหลังจากที่พนักงานในสายการผลิตได้ประกอบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ที่มีการปรับเปลี่ยนการออกแบบใหม่แล้ว เป็นจำนวน 1,000 เครื่อง และแสดงผลไว้ดังตารางที่ 4-8

ซึ่งหลังจากการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ สามารถลดเวลาการประกอบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ลงจากเดิม 424.99 วินาที เหลือ 389.99 วินาที หรือสามารถลดเวลาได้ 35.00 วินาที คิดเป็น 8.24% ของเวลาการประกอบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์เดิม โดยขั้นตอนที่สามารถลดเวลาลงได้ คือ การประกอบ Leg Stand เข้ากับ Bottom ลดเวลาไปจากเดิม 3.68 วินาที, การประกอบ Heat Sink TDA8922BTH-2 ลดเวลาลงได้ 5.19 วินาที และการยึด Stand KSM ลดเวลาได้อีก 26.13 วินาที

ตารางที่ 4-8 แสดงเวลาที่ใช้ในการประกอบเครื่องเล่นดีวีดีรุ่น D-221 หลังการปรับปรุง

ลำดับ ที่	คำอธิบายขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์	จำนวนพนักงาน (คน)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	เวลาที่ใช้รวม (คนxวินาที)
1	เช็ครอยดำหनी	1	8.00	8.00
2	ประกอบ Leg Stand เข้ากับ Bottom	1	18.62	18.62
3	ประกอบ Heat Sink TDA8922BTH-2	1	30.14	30.14
4	ประกอบ Transformer Toroidal PTM-15	1	24.48	24.48
5	ประกอบ SM Power Supply	2	54.70	109.40
6	ประกอบ SM SP RCA Jack และเสียบสาย Parallel	1	16.60	16.60
7	ประกอบ MPEG	1	23.51	23.51
8	ประกอบ SM Power AMP TDA8922BTH	1	29.06	29.06
9	เสียบสาย Parallel 4W-4P-4P	1	20.84	20.84

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

ลำดับ ที่	คำอธิบายขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์	จำนวนพนักงาน (คน)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	เวลาที่ใช้รวม (คนxวินาที)
10	จัดเก็บสาย	1	18.26	18.26
11	ประกอบ SM Front	1	19.71	19.71
12	ประกอบ KSM	1	20.71	20.71
13	ขัน Screw KSM	1	21.29	21.29
14	ประกอบ CD Door	1	20.56	20.56
15	ปรับ CD Door	1	24.34	24.34
16	ประกอบ Top Case	2	39.17	78.34
รวม			$T_m = 389.99$	483.86

4.3.4 ผลการประเมินการประกอบแบบอิตาชิ หลังการปรับปรุง

4.3.4.1 คะแนนการหาค่าความสามารถในการประกอบ E

สำหรับการวิเคราะห์ผลความสามารถในการประกอบ E ด้วยหลักการของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy Process: AHP) นั้น ได้มาจากการตอบแบบสอบถามกับพนักงานในสายการผลิตจำนวน 5 คน ซึ่งเป็นบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์โดยตรง ซึ่งแบบสอบถาม และผลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามได้แสดงเอาไว้ในภาคผนวก ก นอกจากนี้วิธีการคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ก็ได้แสดงผลเอาไว้ในภาคผนวก ก ด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 4-9 แสดงค่าความสามารถในการประกอบ E ของชิ้นส่วน ที่ได้จากกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ หลังการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	จำนวน (ชิ้น)	IMP	ค่าความสามารถใน การประกอบ E	ผลรวมค่า ความสามารถใน การประกอบ E
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	1	0.0310	93.07	93.07
2	LEG STAND 8*30 MM.	4	0.0326	98.03	392.13
3	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	1	0.0241	72.39	72.39
4	SCREW TM 3*6	6	0.0208	62.43	374.61

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	จำนวน (ชิ้น)	IMP	ค่าความสามารถใน การประกอบ E	ผลรวมค่า ความสามารถใน การประกอบ E
5	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	1	0.0176	52.79	52.79
6	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	2	0.0333	100.00	200.00
7	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	1	0.0321	96.31	96.31
8	Bolt 7.8*43 MM.	1	0.0193	58.10	58.10
9	NUT 7.8 MM.	1	0.0198	59.46	59.46
10	METAL WASHER d10D70 MM.	1	0.0259	77.68	77.68
11	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	1	0.0210	63.15	63.15
12	SCREW JMT 3/0.5*12	4	0.0234	70.31	281.25
13	SPACER 3.4*7 MM.	6	0.0171	51.28	307.69
14	AC CORD+CON 140+20	1	0.0324	97.40	97.40
15	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	1	0.0241	72.42	72.42
16	SM SP RCA JACK SN001	1	0.0237	71.09	71.09
17	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	1	0.0320	95.99	95.99
18	SCREW TA 3*10	1	0.0215	64.63	64.63
19	SM MPEG MT1389 - A3	1	0.0263	78.99	78.99
20	SCREW JMT 3/0.5*12	2	0.0251	75.41	150.82
21	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	1	0.0197	59.27	59.27
22	BOLT M9P 3*8 UC	1	0.0226	67.89	67.89
23	SCREW TM 3*8	3	0.0227	68.25	204.76
24	SPACER 3.4*3.4 MM.	2	0.0222	66.67	133.33

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	จำนวน (ชิ้น)	IMP	ค่าความสามารถใน การประกอบ E	ผลรวมค่า ความสามารถใน การประกอบ E
25	MYLAR FILM 70*88 MM.	1	0.0256	76.92	76.92
26	HEAT TRANFER PAD (12*40 MM.)	1	0.0265	79.66	79.66
27	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	1	0.0209	62.84	62.84
28	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	1	0.0282	84.64	84.64
29	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	4	0.0230	69.04	276.15
30	SCREW FM 3*8	2	0.0200	59.94	119.88
31	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	1	0.0266	79.89	79.89
32	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	1	0.0244	73.26	73.26
33	SCREW JMT 3/0.5*15	2	0.0214	64.21	128.41
34	SPRING D 9*8 MM. STEEL	2	0.0234	70.23	140.46
35	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	1	0.0278	83.39	83.39
36	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	1	0.0247	74.08	74.08
37	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	1	0.0213	64.10	64.10
38	SCREW PWM 4*8	4	0.0226	67.87	271.47
				Average	71.18

ซึ่งค่าเฉลี่ยของความสามารถในการประกอบ E ของชิ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ที่ได้
จากกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4-9 ข้างต้นคือ 71.18% สามารถเพิ่ม

ความสามารถในการประกอบขึ้นได้ประมาณ 0.51% อย่างไรก็ตามควรจะมีการปรับปรุงให้ค่าความสามารถในการประกอบ E ดีขึ้นอีก เพื่อช่วยทำให้ลดความยุ่งยากของการประกอบผลิตภัณฑ์

4.3.4.2 การประมาณอัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K

การประมาณอัตราส่วนต้นทุนของการประกอบเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 หลังจากการออกแบบใหม่นั้นสามารถหาได้จาก ราคาต้นทุนของชิ้นส่วนประกอบของเครื่องเล่นดีวีดีที่ได้กล่าวถึงไปใน หัวข้อที่ 4.3.2 ซึ่งราคาของชิ้นส่วนประกอบเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 มีมูลค่า 1,565.348 บาท/เครื่อง และต้องมีการคิดต้นทุนของแรงงานในการประกอบอีกด้วย โดยสามารถหาได้จากการคำนวณจำนวนแรงงานที่ใช้ในการประกอบเครื่องเล่นดีวีดี และเวลาที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมด ได้ดังนี้

สำหรับค่าแรงของพนักงานโดยเฉลี่ยต่อคนอยู่ที่ 7,000 บาท/เดือน ซึ่งกำหนดให้ใน 1 เดือนนั้นมีจำนวนวันทำงานทั้งสิ้น 22 วัน และใน 1 วันพนักงานทำงานเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ดังนั้นค่าแรงของพนักงานต่อวินาทีคิดได้จาก

$$\begin{aligned}\text{ค่าแรงพนักงาน} &= \frac{7,000}{22 \times 8 \times 60 \times 60} \text{ บาท/คน/วินาที} \\ &= 0.011 \text{ บาท/คน/วินาที}\end{aligned}$$

และเวลาที่ใช้ในการประกอบรวมจากตารางที่ 4-8 คือ 483.86 คนxวินาที/เครื่อง

ดังนั้นค่าแรงของพนักงานในการประกอบชิ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ต่อ 1 เครื่อง คือ

$$\begin{aligned}\text{ค่าแรงของพนักงานในการประกอบชิ้นส่วน} &= 0.011 \times 483.86 \text{ บาท/เครื่อง} \\ &= 5.32 \text{ บาท/เครื่อง}\end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นต้นทุนการประกอบของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ก่อนการปรับปรุง คือ $1,565.348 + 5.32 = 1,570.668$ บาท/เครื่อง ซึ่งสามารถคำนวณหาอัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K ได้จาก

$$\begin{aligned}\text{อัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K} &= \frac{\text{ต้นทุนรวมการประกอบของการออกแบบใหม่}}{\text{ต้นทุนรวมการประกอบของการออกแบบเดิม}} \\ &= \frac{1,570.668}{1,590.598} \\ &= 0.9875\end{aligned}$$

ซึ่งอัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K ที่ได้เท่ากับ 98.75% นั้นหมายความว่า หลังการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ประมาณ 1.25% ของต้นทุนการผลิตเดิม หรือสามารถลดต้นทุนลงได้ 19.93 บาท/เครื่อง แต่ว่าการลดต้นทุนการผลิตนั้นไม่สามารถทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้เนื่องจาก มีข้อจำกัดของการออกแบบผลิตภัณฑ์ใน

หลายๆ ด้าน เช่น ถ้าต้องเปลี่ยนแปลงการออกแบบ จะต้องมีการลงทุนแม่พิมพ์ใหม่ ซึ่งวิเคราะห์ผลแล้วไม่คุ้มค่ากับการลงทุน หรือถ้ามีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบ แล้วมีผลต่อการใช้งานผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

4.3.5 ผลการประเมินการประกอบแบบบุรุษทรอยด์-คิวเซอร์ส หลังการปรับปรุง

การประเมินการประกอบแบบบุรุษทรอยด์-คิวเซอร์ส หลังการปรับปรุงนั้นได้ทำการประเมินชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วนเช่นเดียวกับก่อนการปรับปรุง โดยใช้ผู้ตอบแบบสอบถามมาประเมินชิ้นส่วนร่วมกัน ว่าชิ้นส่วนใดเป็นชิ้นส่วนที่มีความจำเป็นต้องมีในผลิตภัณฑ์ ก็จะกำหนดให้แทนด้วย 1 และชิ้นส่วนใดที่ไม่มีความจำเป็นต้องมีในผลิตภัณฑ์ ก็จะกำหนดให้แทนด้วย 0 และได้แสดงผลของการประเมินไว้ในตารางที่ 4-10 ดังนี้

ตารางที่ 4-10 แสดงผลการประเมินการประกอบแบบบุรุษทรอยด์-คิวเซอร์ส หลังการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	ชิ้นส่วน จำเป็น	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	จำนวน ชิ้นส่วน จำเป็น (ชิ้น)
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	ME8COM000046	1	1	1
2	LEG STAND 8*30 MM.	PA0DVD0H8D31	1	4	4
3	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	ME5005008923	1	1	1
4	SCREW TM 3*6	ME2TM03006NI	0	6	0
5	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	TF7PTM000015	1	1	1
6	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	PA0FET000213	0	2	0
7	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	PA0000000207	0	1	0
8	Bolt 7.8*43 MM.	ME3000708043	0	1	0
9	NUT 7.8 MM.	ME4004000003	0	1	0
10	METAL WASHER d10D70 MM.	ME7059000000	0	1	0
11	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	SMDFETPS0006	1	1	1
12	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	0	4	0

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	ชิ้นส่วน จำเป็น	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	จำนวน ชิ้นส่วน จำเป็น (ชิ้น)
13	SPACER 3.4*7 MM.	PA0FET030702	0	6	0
14	AC CORD+CON 140+20	CN3005020140	1	1	1
15	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	PA0000900130	0	1	0
16	SM SP RCA JACK SN001	SMDFETJ00002	1	1	1
17	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	CN3004040360	1	1	1
18	SCREW TA 3*10	ME2TA03010NI	0	1	0
19	SM MPEG MT1389 - A3	SMDFETMD0030	1	1	1
20	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	0	2	0
21	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	SMDFETTA00049	1	1	1
22	BOLT M9P 3*8 UC	ME3001000000	0	1	0
23	SCREW TM 3*8	ME3TM03008NI	0	3	0
24	SPACER 3.4*3.4 MM.	PA0CE000034	0	2	0
25	MYLAR FILM 70*88 MM.	PA0000000214	0	1	0
26	HEAT TRANFER PAD (12*40 MM.)	PA0FET012040	0	1	0
27	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	SMDFETFD0065	1	1	1
28	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	CN3444000085	1	1	1
29	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	ME3000208007	0	4	0
30	SCREW FM 3*8	ME2FM03008NI	0	2	0
31	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	CNA30350050	0	1	0

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	ชิ้นส่วน จำเป็น	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	จำนวน ชิ้นส่วน จำเป็น (ชิ้น)
32	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	SMDFETDVD002	1	1	1
33	SCREW JMT 3/0.5*15	ME2008000015	0	2	0
34	SPRING D 9*8 MM. STEEL	ME7042000908	0	2	0
35	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	PA4FET000001	1	1	1
36	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	CNA303500110	0	1	0
37	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	ME8COM000057	1	1	1
38	SCREW PWM 4*8	ME2PWM4080NI	0	4	0
รวม				68.00	18.00

ซึ่งผลจากการประเมินในตารางข้างต้น สามารถนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพของการออกแบบหลังการปรับปรุง ได้ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพการออกแบบ} = \frac{3 \times N_m}{T_m}$$

โดยที่ N_m = จำนวนชิ้นส่วนที่จำเป็น (Essential Components) = 18 ชิ้น (ตารางที่ 4-10)

T_m = เวลารวมที่ใช้ในการประกอบ = 389.99 วินาที (ตารางที่ 4-8)

$$\text{ดังนั้น ประสิทธิภาพการออกแบบ} = \frac{3 \times 18}{389.99}$$

$$= 0.1385$$

สรุปผลของการประเมินการประกอบแบบบูธทรอยด์-คิวเซอร์ส หลังการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ได้ว่า ประสิทธิภาพการออกแบบของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 คือ 13.85% ซึ่งดีขึ้นจากเดิม 1.15% แต่ค่าที่ได้นี้ก็ยังไม่ดีนักจะต้องมีการหาแนวทางปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป เพื่อให้มีประสิทธิภาพการออกแบบที่ดีขึ้น

4.3.6 ผลการประเมินการประกอบแบบลูกศร หลังการปรับปรุง

ผลการประเมินการประกอบแบบลูกศร หลังการปรับปรุงการออกแบบ เราได้ผลการประเมินทั้ง 3 แบบดังนี้คือ

4.3.6.1 การวิเคราะห์หน้าที่

สำหรับการตรวจสอบว่า แต่ละชิ้นส่วนจำเป็นหรือไม่ที่จะต้องมีการประกอบ สามารถนำผลการประเมินในตารางที่ 4-10 มาใช้ในการคำนวณ ประสิทธิภาพการออกแบบได้เลย เนื่องจากเป็นการประเมินในลักษณะเดียวกัน ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพการออกแบบ} &= \frac{\text{จำนวนชิ้นส่วน A}}{\text{จำนวนชิ้นส่วน A} + \text{จำนวนชิ้นส่วน B}} \\ \text{โดยที่} \quad \text{ชิ้นส่วน A} &= \text{ชิ้นส่วนที่มีความจำเป็นต้องการประกอบ และ} \\ \text{ชิ้นส่วน B} &= \text{ชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นต้องมีการประกอบ} \\ \text{ดังนั้น} \quad \text{ประสิทธิภาพการออกแบบ} &= \frac{18}{18 + 50} \\ &= \frac{18}{68} \\ &= 0.2647 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น ประสิทธิภาพการออกแบบของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 หลังการปรับปรุง อยู่ที่ 26.47 % หรือมีประสิทธิภาพดีขึ้น 3.97% จากเดิม ซึ่งหลังจากการปรับปรุงการออกแบบแล้ว สามารถลดชิ้นส่วนจากเดิม 80 ชิ้นส่วน เหลือ 68 ชิ้นส่วน หรือก็คือสามารถลดชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นลงได้ 12 ชิ้นส่วน

4.3.6.2 การวิเคราะห์การหีบจับและการป้อน

สำหรับผลของการตรวจสอบว่า แต่ละชิ้นส่วนมีความยากของการหีบจับและการป้อนเป็นเท่าไรนั้น ได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้ผู้ประเมินแบบสอบถาม 5 คนข้างต้น มาช่วยกันวิเคราะห์ชิ้นส่วนร่วมกัน ซึ่งผลในการวิเคราะห์การหีบจับและการป้อน หลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4-11 ดังนี้

ตารางที่ 4-11 แสดงผลการวิเคราะห์ดัชนีการป้อนของชิ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221

หลังการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	ดัชนีการป้อน					ผลรวม ดัชนี การ ป้อน
				A	B	C	D	รวม	
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	ME8COM000046	1	1.0	0.0	0.1	0.2	1.3	1.3
2	LEG STAND 8*30 MM.	PA0DVD0H8D31	4	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0
3	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	ME5005008923	1	1.0	0.0	0.1	0.2	1.3	1.3
4	SCREW TM 3*6	ME2TM03006NI	6	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	10.2
5	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	TF7PTM000015	1	1.5	0.0	0.1	0.2	1.8	1.8
6	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	PA0FET000213	2	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0
7	MYLAR FILM 35*68 MM.(0.36)	PA0000000207	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
8	Bolt 7.8*43 MM.	ME3000708043	1	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	1.7
9	NUT 7.8 MM.	ME4004000003	1	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	1.7
10	METAL WASHER d10D70 MM.	ME7059000000	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
11	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	SMDFETPS0006	1	1.0	0.0	0.1	0.2	1.3	1.3
12	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	4	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	6.8
13	SPACER 3.4*7 MM.	PA0FET030702	6	1.5	0.2	0.5	0.4	2.6	15.6
14	AC CORD+CON 140+20	CN3005020140	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
15	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	PA0000900130	1	1.0	0.2	0.1	0.2	1.5	1.5
16	SM SP RCA JACK SN001	SMDFETJ00002	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
17	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	CN3004040360	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
18	SCREW TA 3*10	ME2TA03010NI	1	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	1.7

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	ดัชนีการป้อน					ผลรวม ดัชนี การ ป้อน
				A	B	C	D	รวม	
19	SM MPEG MT1389 - A3	SMDFETMD0030	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
20	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	2	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	3.4
21	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	SMDFETTA00049	1	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	1.7
22	BOLT M9P 3*8 UC	ME3001000000	1	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	1.7
23	SCREW TM 3*8	ME3TM03008NI	3	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	5.1
24	SPACER 3.4*3.4 MM.	PA0CE000034	2	1.5	0.2	0.5	0.4	2.6	5.2
25	MYLAR FILM 70*88 MM.	PA0000000214	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
26	HEAT TRANFER PAD (12*40 MM.)	PA0FET012040	1	1.0	0.2	0.0	0.0	1.2	1.2
27	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	SMDFETFD0065	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
28	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	CN3444000085	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
29	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	ME3000208007	4	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	6.8
30	SCREW FM 3*8	ME2FM03008NI	2	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	3.4
31	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	CNA30350050	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
32	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	SMDFETDVD002	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
33	SCREW JMT 3/0.5*15	ME2008000015	2	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	3.4
34	SPRING D 9*8 MM. STEEL	ME7042000908	2	1.0	0.2	0.1	0.0	1.3	2.6
35	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	PA4FET000001	1	1.0	0.0	0.1	0.2	1.3	1.3

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	ดัชนีการป้อน					ผลรวม ดัชนี การ ป้อน
				A	B	C	D	รวม	
36	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	CNA303500110	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
37	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	ME8COM000057	1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
38	SCREW PWM 4*8	ME2PWM4080NI	4	1.5	0.2	0.0	0.0	1.7	6.8
				รวม					106.5

ดังนั้น จากการวิเคราะห์การหีบจับและการป้อนหลังการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์
ในตารางที่ 4-11 สามารถนำไปคำนวณหาอัตราการป้อน ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการป้อน} &= \frac{\text{ผลรวมของดัชนีการป้อน}}{\text{จำนวนชิ้นส่วน A}} \\
 &= \frac{106.5}{18} \\
 &= 5.92
 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น อัตราการป้อนของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 หลังการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 5.92
แสดงว่าปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้ สามารถลดความยุ่งยากในการหีบจับและการป้อนขึ้น
ได้ 1.05 หรือสามารถลดลงได้ 15.06% ของอัตราการป้อนเดิม

4.3.6.3 การวิเคราะห์การยึด

ผลของการวิเคราะห์การยึดของชิ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 หลังการปรับปรุง ซึ่งการ
วิเคราะห์จะขึ้นอยู่กับชนิดของการปฏิบัติการ ซึ่งมีคะแนนค่าปรับ (Penalty Score) หากมีการยึดใส่ที่
ยากหรือการยึดแน่นที่ยาก และสามารถแสดงผลของการวิเคราะห์การยึดได้ดังในตารางที่ 4-12 ดังนี้

ตารางที่ 4-12 แสดงผลการวิเคราะห์ดัชนีการยึดของชิ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221

หลังการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	ดัชนีการยึด							ผลรวม ดัชนี การยึด
				A	B	C	D	E	F	รวม	
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	ME8COM000046	1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
2	LEG STAND 8*30 MM.	PA0DVD0H8D31	4	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	5.2
3	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	ME5005008923	1	4.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	4.1
4	SCREW TM 3*6	ME2TM03006NI	6	4.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	4.7	28.2
5	TRANSFORMER TOROIDAL PTM- 15	TF7PTM000015	1	4.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.6	5.3	5.3
6	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	PA0FET000213	2	1.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.7	3.4
7	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	PA0000000207	1	1.0	0.1	0.7	0.0	0.0	0.0	1.8	1.8
8	Bolt 7.8*43 MM.	ME3000708043	1	4.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	4.7	4.7
9	NUT 7.8 MM.	ME4004000003	1	4.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	4.7	4.7
10	METAL WASHER d10D70 MM.	ME7059000000	1	1.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7
11	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	SMDFETPS0006	1	4.0	0.1	1.2	0.0	0.7	0.0	6.0	6.0
12	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	4	4.0	0.0	1.2	0.0	0.7	0.0	5.9	23.6
13	SPACER 3.4*7 MM.	PA0FET030702	6	4.0	0.1	1.2	1.5	0.7	0.0	7.5	45.0
14	AC CORD+CON 140+20	CN3005020140	1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
15	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	PA0000900130	1	1.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	2.2	2.2
16	SM SP RCA JACK SN001	SMDFETJ00002	1	4.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	4.8	4.8

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	ดัชนีการขีด							ผลรวม ดัชนี การขีด
				A	B	C	D	E	F	รวม	
17	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	CN3004040360	1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
18	SCREW TA 3*10	ME2TA03010NI	1	4.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	4.8	4.8
19	SM MPEG MT1389 - A3	SMDFETMD0030	1	4.0	0.1	0.7	0.0	0.7	0.0	5.5	5.5
20	SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	2	4.0	0.1	0.7	0.0	0.7	0.0	5.5	11.0
21	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	SMDFETTA00049	1	4.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	5.4	5.4
22	BOLT M9P 3*8 UC	ME3001000000	1	4.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	5.4	5.4
23	SCREW TM 3*8	ME3TM03008NI	3	4.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	5.4	16.2
24	SPACER 3.4*3.4 MM.	PA0CE000034	2	4.0	0.0	0.7	1.5	0.7	0.0	6.9	13.8
25	MYLAR FILM 70*88 MM.	PA0000000214	1	1.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7
26	HEAT TRANSFER PAD (12*40 MM.)	PA0FET012040	1	1.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7
27	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	SMDFETFD0065	1	4.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	4.1
28	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	CN3444000085	1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
29	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	ME3000208007	4	4.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	4.8	19.2
30	SCREW FM 3*8	ME2FM03008NI	2	4.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	4.8	9.6
31	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	CNA30350050	1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
32	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	SMDFETDVD002	1	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	Part Number	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	ดัชนีการยึด							ผลรวม ดัชนี การยึด
				A	B	C	D	E	F	รวม	
33	SCREW JMT 3/0.5*15	ME2008000015	2	4.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	5.4	10.8
34	SPRING D 9*8 MM. STEEL	ME7042000908	2	4.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	4.7	9.4
35	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	PA4FET000001	1	1.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	1.8	1.8
36	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	CNA303500110	1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
37	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	ME8COM000057	1	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0
38	SCREW PWM 4*8	ME2PWM4080NI	4	4.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	4.8	19.2
				รวม							294.3

ดังนั้น หลังจากการวิเคราะห์ดัชนีการยึดของชิ้นส่วนเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 หลังการปรับปรุง ในตารางที่ 4-12 สามารถนำมาคำนวณหาอัตราการยึด ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการยึด} &= \frac{\text{ผลรวมของดัชนีการยึด}}{\text{จำนวนชิ้นส่วน A}} \\
 &= \frac{294.3}{18} \\
 &= 16.35
 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น อัตราการยึดของเครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 หลังจากการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 16.35 แสดงว่าการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้ สามารถลดการยึดใส่ที่ยากหรือการยึดแน่นลงได้ 3.76 หรือสามารถลดลงได้ 18.70% ของอัตราการยึดเดิม

4.4 บทสรุป

ในบทนี้ได้แสดงถึงผลของการดำเนินงานวิจัย โดยแบ่งวิธีการประเมินดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์ออกเป็น 3 วิธีด้วยกันคือ 1) การประเมินการประกอบแบบฮิตาชิ, 2) การประเมินการประกอบแบบบูธทรอยด์-คิวเฮอร์ส และ 3) การประเมินการประกอบแบบลูคัส ซึ่งการประเมินการประกอบในแต่ละวิธีก็มีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน สำหรับวิธีแรก การประเมินการประกอบแบบฮิตาชินั้น มีข้อดีที่ทำให้ผู้ที่ทำการประเมินสามารถรู้ถึงความสามารถในการประกอบชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ และทราบถึงการพัฒนาของต้นทุนในการประกอบผลิตภัณฑ์ได้พร้อมกัน ในส่วนของวิธีที่สอง การประเมินการประกอบแบบบูธทรอยด์-คิวเฮอร์สนั้น เป็นวิธีการประเมินที่สะดวกและรวดเร็ว ไม่มีความยุ่งยากมากนัก เนื่องจากได้มีการคำนวณดัชนีออกมาเพียงค่าเดียว ซึ่งจะเป็นภาพรวมทั้งหมดของประสิทธิภาพการออกแบบผลิตภัณฑ์ และสุดท้ายวิธีที่สาม การประเมินการประกอบแบบลูคัส วิธีนี้เป็นวิธีที่มีความยุ่งยากมากที่สุด เนื่องจากได้แบ่งการประเมินออกเป็น 3 วิธีย่อยด้วยกันคือ การวิเคราะห์หน้าที่, การวิเคราะห์การหีบจับและการป้อน และการวิเคราะห์การยึด แต่ก็ถือว่ามีข้อดีคือ เป็นวิธีที่ละเอียดและทำให้ผู้ประเมินสามารถรู้ถึงข้อดีของผลิตภัณฑ์ว่าเกิดมาจากสาเหตุใดเป็นหลัก

โดยหลังจากการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงการออกแบบแล้ว สามารถสรุปผลการประเมินดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 แสดงผลการประเมินดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

ดัชนีการประกอบ		ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ผลต่าง	
				ค่าที่ได้	%
Hitachi	E	70.82	71.18	+ 0.36	+ 0.51
	K	100.00	98.75	- 1.25	- 1.25
Boothroyd-Dewhurst		12.70	13.85	+ 1.15	+ 9.06
Lucas	หน้าที่	22.50	26.47	+ 3.97	+ 17.65
	การป้อน	6.97	5.92	- 1.05	- 15.06
	การยึด	20.11	16.35	- 3.76	- 18.70

หมายเหตุ เครื่องหมาย + / - หมายถึงการเปลี่ยนแปลงมีค่าเพิ่มขึ้น หรือลดลงตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินงานวิจัยที่ได้ในบทที่ 4 ซึ่งเกี่ยวกับการประเมินดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงการออกแบบ เพื่อเป็นดัชนีในการชี้วัดที่สำคัญสำหรับผู้ประเมินเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง และเพื่อช่วยลดต้นทุนและลดเวลาในการประกอบผลิตภัณฑ์ โดยสามารถสรุปผลการดำเนินงานวิจัยได้ดังนี้

5.1 ผลการประเมินดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์

สำหรับการประเมินดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงการออกแบบ ดังผลที่ได้ในบทที่ 4 นั้น ได้ทำการประเมินดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์ออกเป็น 3 วิธีด้วยกันคือ 1) การประเมินการประกอบแบบฮิตาชิ, 2) การประเมินการประกอบแบบบูธทรอยด์-คิวเฮอร์ส และ 3) การประเมินการประกอบแบบลูคัส ซึ่งผลของการประเมินดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 แสดงผลการประเมินดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

ดัชนีการประกอบ		ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ผลต่าง	
				ค่าที่ได้	%
Hitachi	E	70.82	71.18	+ 0.36	+ 0.51
	K	100.00	98.75	- 1.25	- 1.25
Boothroyd-Dewhurst		12.70	13.85	+ 1.15	+ 9.06
Lucas	หน้าที่	22.50	26.47	+ 3.97	+ 17.65
	การป้อน	6.97	5.92	- 1.05	- 15.06
	การยึด	20.11	16.35	- 3.76	- 18.70

หมายเหตุ เครื่องหมาย + / - หมายถึงการเปลี่ยนแปลงมีค่าเพิ่มขึ้น หรือลดลงตามลำดับ

วิธีแรก การประเมินการประกอบแบบฮิธาคิ นั้นการคำนวณหาความสามารถในการประกอบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเป็นดัชนีที่ใช้ในการหาความยาก – ง่ายของการประกอบ ได้นำเอาหลักการของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy Process: AHP) มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้การประเมินมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ได้ค่าความสามารถในการประกอบ E ก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 70.82% และหลังการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 71.18% ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 0.51% และการประมาณอัตราส่วนต้นทุนการประกอบ K ซึ่งจะใช้ในการประมาณการพัฒนาของต้นทุนในการประกอบ ก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 100.00% และหลังการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 98.75 นั่นก็คือสามารถลดต้นทุนลงได้ 1.25%

วิธีที่สอง การประเมินการประกอบแบบบูทรอยด์-คิวเฮอร์ตส ได้ผลการประเมินก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 12.70% และหลังการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 13.85% หรือมีค่าเพิ่มขึ้น 1.15%

และวิธีสุดท้าย การประเมินการประกอบแบบลูคัส ซึ่งได้แบ่งการประเมินออกเป็น 3 วิธีย่อยด้วยกันคือ การวิเคราะห์หน้าที่ ก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 22.50% และหลังจากการปรับปรุงการออกแบบแล้วมีค่าเท่ากับ 26.47 หรือมีค่าเพิ่มขึ้น 3.97% ซึ่งแสดงว่าสามารถลดจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นสำหรับการประกอบลงได้ และสำหรับการวิเคราะห์การหีบจับและการป้อนนั้น ก่อนการปรับปรุง อัตราการป้อนมีค่าเท่ากับ 6.97 และหลังจากการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 5.92 หรือสามารถลดอัตราการป้อนลงได้ 1.05 แสดงว่าหลังจากการปรับปรุงการออกแบบแล้วสามารถลดความยุ่งยากในการหีบจับและการป้อนของชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ได้ และสุดท้ายเป็นการวิเคราะห์การยึด ก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 20.11 และหลังจากการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 16.35 หรือลดอัตราการยึดลงได้ 3.76 ซึ่งค่าที่ได้นี้แสดงว่าหลังจากการปรับปรุงการออกแบบแล้ว มีส่วนช่วยลดความยุ่งยากและซับซ้อนในการประกอบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์

5.2 ผลการประเมินต้นทุนและเวลาการประกอบผลิตภัณฑ์

สำหรับต้นทุนผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 นั้น ได้แบ่งการคิดต้นทุนผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 ส่วน คือ วัสดุดิบและค่าแรงงานในการประกอบ โดยที่ต้นทุนวัสดุดิบของผลิตภัณฑ์ ก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 1,584.888 บาท และหลังจากการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์แล้ว มีต้นทุนวัสดุดิบเท่ากับ 1,565.348 บาท นั่นก็คือ สามารถลดต้นทุนวัสดุดิบลงได้ 19.54 บาท หรือคิดเป็น 1.23% ของต้นทุนวัสดุดิบเดิม และสำหรับค่าแรงงานในการประกอบผลิตภัณฑ์นั้น ก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 5.71 บาท และหลังจากการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ทำให้ค่าแรงงานเหลือ 5.32 บาท ก็คือสามารถลดค่าแรงงานในการประกอบลงได้ 0.39 บาท หรือคิดเป็น 6.83% ของค่าแรงงานเดิม

นอกจากนั้น ถ้าพิจารณาถึงต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 นี้ ก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 1,590.598 บาท และหลังการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 1,570.668 บาท หรือสามารถลดต้นทุนรวมได้ 19.93 บาท คิดเป็น 1.25% ของต้นทุนรวมเดิมนั่นเอง โดยที่ผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 นี้ มียอดการผลิตโดยเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1,000 เครื่อง ซึ่งก็ยังสามารถลดต้นทุนรวมลงได้ประมาณ 19,930 บาท/เดือน และถ้าหากนำหลักการนี้ไปใช้กับผลิตภัณฑ์รุ่นอื่นๆ ก็จะทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตได้มากยิ่งขึ้น

ในส่วนของเวลาการประกอบผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นดีวีดี รุ่น D-221 ก่อนการปรับปรุงใช้เวลาการประกอบเท่ากับ 424.99 วินาที และหลังการปรับปรุงเวลาลดลงเหลือ 389.99 วินาที หรือสามารถลดเวลาได้ 35.00 วินาที คิดเป็น 8.24% ของเวลาการประกอบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์เดิม

โดยผลของการดำเนินการวิจัยที่ได้รับ ไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยในด้านต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ ที่ต้องการลดต้นทุนลงจากเดิม 5% แต่หลังจากดำเนินการวิจัยแล้วสามารถลดต้นทุนลงได้ 1.25% เนื่องมาจากมีข้อจำกัดในหลาย ๆ ด้าน เช่น ถ้ามีการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์แล้วต้องลงทุนแม่พิมพ์เพิ่ม ซึ่งไม่คุ้มค่ากับการลงทุน หรือมีปัญหาในเรื่องของการใช้งานผลิตภัณฑ์ ถ้าหากเปลี่ยนแปลงการออกแบบ เป็นต้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

สำหรับแนวทางในการทำวิจัยหรือใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.3.1 การวิจัยครั้งต่อไป อาจจะนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เช่น ในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์

5.3.2 เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ ไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยในด้านต้นทุน เพราะว่าการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นมีข้อจำกัดอยู่มาก ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของต้นทุน, ฟังก์ชันการใช้งาน ดังนั้นถ้าหากต้องการนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ในอนาคตควรพยายามนำเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยและมีต้นทุนการผลิตต่ำเข้ามาใช้ เพื่อช่วยลดข้อจำกัดต่างๆ ลง

5.3.3 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์กระบวนการผลิต (Manufacturing Analysis) เพิ่มเติม เนื่องจากเป็นดัชนีที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่เน้นถึงต้นทุนของกระบวนการผลิต ซึ่งจะเป็นดัชนีที่ช่วยในการตัดสินใจเลือกใช้วัตถุดิบและกระบวนการผลิต

5.3.4 สำหรับการคิดค่าแรงงาน นั้นเป็นเพียงการประมาณค่า เนื่องจากทางบริษัทผู้ผลิตไม่สะดวกที่จะเปิดเผยข้อมูลในเรื่องนี้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- วิฑูรย์ ตันศิริคงค. AHP กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก. กรุงเทพฯ : กราฟฟิคแอนด์ปรีนติ้ง, 2542.
- อรรถกร เก่งพล. วิศวกรรมคอนเคอร์เร้นท์ (Concurrent Engineering). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

ภาษาอังกฤษ

- Abdalla, A.M. and Daabub, H.S. “A Computer-based Intelligent System for Design for Assembly.” Journal of Computers & Industrial Engineering. 37 (1999) : 111-115.
- Edwards, K.L. “Towards more strategic product design for manufacture and assembly : priorities for concurrent engineering.” Journal of Materials and Design. 23 (2002) : 651–656.
- Hsu, W. Fuh, J.YH. and Zhang, Y. “Synthesis of design concepts from a design for assembly perspective.” Journal of Computer Integrated Manufacturing Systems. 11 No. 1-2 (1998) : 1-13.
- Liang, W.Y. and O'Grady, P. “Genetic Algorithms for Design for Assembly : The Remote Constrained Genetic Algorithm.” Journal of Computers Industrial Engineering. 33(1997) : 593-596.
- Prasad, B. Concurrent Engineering Fundamentals Volume II : Integrated Product Development. Prentice-Hall, Inc., 1996.
- Saaty, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, Network.
- Stone, R.B. McAdams, D.A. and Kayyalethekkel V.J. “A product architecture-based conceptual DFA technique.” Journal of Design Studies. 25 (2004) : 301–325.
- Syan, C.S. and U. Menon. Concurrent Engineering : Concepts, implementation and practice. London : Chapman & Hall, 1994.

Wang, B. Concurrent Design of Products, Manufacturing Processes and Systems – (Automation & production systems. Methodologies & applications ; volume 3). Gordon and Breach Science Publishers, 1998.

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม และวิธีการคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

กรุณาตอบคำถามโดยทำเครื่องหมาย / ในช่องที่กำหนดให้ตรงกับความรู้สึกรู้สึกของท่านว่า ท่าน เห็นว่าชิ้นส่วนต่อไปนี้ มีความยาก-ง่ายในการประกอบอย่างไร (1 คือ ประกอบได้ง่าย, 9 คือ ประกอบได้ยาก)

[illegible]

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	ความยาก-ง่ายของการประกอบชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ง่าย → ยาก								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
38	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)									
39	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.									
40	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO									
41	SCREW PWM 4*8									

ตารางที่ ก-2 แสดงคะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่ายของการประกอบชิ้นส่วน จากการประเมิน
แบบสอบถาม ก่อนการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	คะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่าย ของการประกอบชิ้นส่วน
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	7.2
2	LEG STAND 8*30 MM.	5.8
3	SCREW TA 3*7	4.6
4	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	5.2
5	SCREW TM 3*6	5.0
6	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	4.2
7	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	7.8
8	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	7.8
9	Bolt 7.8*43 MM.	4.6
10	NUT 7.8 MM.	4.6
11	METAL WASHER d10D70 MM.	6.4
12	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	5.0

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	คะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่าย ของการประกอบชิ้นส่วน
13	SCREW JMT 3/0.5*12	5.4
14	SPACER 3.4*7 MM.	4.0
15	AC CORD+CON 140+20	7.8
16	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	5.8
17	SM SP RCA JACK SN001	5.6
18	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	7.6
19	SCREW TA 3*10	5.0
20	SM MPEG MT1389 - A3	6.4
21	SCREW JMT 3/0.5*12	6.0
22	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	4.8
23	BOLT M9P 3*8 UC	5.4
24	SCREW TM 3*8	5.4
25	SPACER 3.4*3.4 MM.	5.2
26	MYLAR FILM 70*88 MM.	6.0
27	HEAT TRANSFER PAD (12*40 MM.)	6.2
28	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	5.0
29	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	6.8
30	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	5.4
31	SCREW FM 3*8	4.8
32	STAND KSM 5 MM.	6.8
33	SCREW TM 3*5	5.2
34	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	6.4

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	คะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่าย ของการประกอบชิ้นส่วน
35	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	5.8
36	SCREW JMT 3/0.5*15	5.2
37	SPRING D 9*8 MM. STEEL	5.4
38	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	6.6
39	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	6.0
40	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	5.0
41	SCREW PWM 4*8	5.4

2. ผลการคำนวณด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ ก่อนการปรับปรุง

สำหรับการคำนวณค่าด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์นั้น หลังจากที่เราได้ให้พนักงานประเมินแบบสอบถามเกี่ยวกับ ความยาก-ง่ายของการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมด ก็จะนำผลการประเมินมาทำการคำนวณค่าด้วย กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ แต่ว่าเนื่องจากจำนวนของชิ้นส่วน ซึ่งใช้เป็นตัววัดความสามารถในการประกอบนั้นมีจำนวน 41 ตัว จึงต้องทำการแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย โดยเฉลี่ยให้ในแต่ละกลุ่มนั้นมีจำนวนสมาชิกที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งแบ่งออกได้ 6 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

ตารางที่ ก-3 แสดงการแบ่งชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ออกเป็น 6 กลุ่ม ก่อนการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	คะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่าย ของการประกอบชิ้นส่วน	กลุ่มที่
7	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	7.8	1
8	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	7.8	2
15	AC CORD+CON 140+20	7.8	3

ตารางที่ ก-3 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	คะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่าย ของการประกอบชิ้นส่วน	กลุ่มที่
18	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	7.6	4
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	7.2	5
29	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	6.8	6
32	STAND KSM 5 MM.	6.8	1
38	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	6.6	2
11	METAL WASHER d10D70 MM.	6.4	3
20	SM MPEG MT1389 - A3	6.4	4
34	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	6.4	5
27	HEAT TRANSFER PAD (12*40 MM.)	6.2	6
21	SCREW JMT 3/0.5*12	6	1
26	MYLAR FILM 70*88 MM.	6	2
39	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	6	3
2	LEG STAND 8*30 MM.	5.8	4
16	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	5.8	5
35	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	5.8	6
17	SM SP RCA JACK SN001	5.6	1
13	SCREW JMT 3/0.5*12	5.4	2

ตารางที่ ก-3 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	คะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่าย ของการประกอบชิ้นส่วน	กลุ่มที่
23	BOLT M9P 3*8 UC	5.4	3
24	SCREW TM 3*8	5.4	4
30	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	5.4	5
37	SPRING D 9*8 MM. STEEL	5.4	6
41	SCREW PWM 4*8	5.4	1
4	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	5.2	2
25	SPACER 3.4*3.4 MM.	5.2	3
33	SCREW TM 3*5	5.2	4
36	SCREW JMT 3/0.5*15	5.2	5
5	SCREW TM 3*6	5	6
12	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	5	1
19	SCREW TA 3*10	5	2
28	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	5	3
40	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	5	4
22	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	4.8	5
31	SCREW FM 3*8	4.8	6
3	SCREW TA 3*7	4.6	1
9	Bolt 7.8*43 MM.	4.6	2
10	NUT 7.8 MM.	4.6	3

ตารางที่ ก-3 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	คะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่าย ของการประกอบชิ้นส่วน	กลุ่มที่
6	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	4.2	4
14	SPACER 3.4*7 MM.	4	5

ดังนั้น ผลการคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของแต่ละกลุ่ม ก่อนการปรับปรุง สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

การคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของกลุ่มที่ 1

ขั้นตอนการให้คะแนน

ลำดับความสำคัญ		7	32	21	17	41	12	3
7	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	1	1.15	1.30	1.39	1.44	1.56	1.70
32	STAND KSM 5 MM.	0.87	1	1.13	1.13	1.26	1.36	1.48
21	SCREW JMT 3/0.5*12	0.77	0.88	1	1.07	1.11	1.20	1.30
17	SM SP RCA JACK SN001	0.72	0.88	0.93	1	1.04	1.12	1.22
41	SCREW PWM 4*8	0.69	0.79	0.90	0.96	1	1.08	1.17
12	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	0.64	0.74	0.83	0.89	0.93	1	1.09
3	SCREW TA 3*7	0.59	0.68	0.77	0.82	0.85	0.92	1
ผลรวมในแนวนอน		5.28	6.12	6.87	7.28	7.63	8.24	8.96

ขั้นตอนการคำนวณหา IMP

ลำดับความสำคัญ		7	32	21	17	41	12	3	sum	sum/7	IMP
7	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	1.33	0.19	0.0323
32	STAND KSM 5 MM.	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	1.14	0.16	0.0279
21	SCREW JMT 3/0.5*12	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1.02	0.15	0.0249
17	SM SP RCA JACK SN001	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.96	0.14	0.0234
41	SCREW PWM 4*8	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.92	0.13	0.0224
12	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.85	0.12	0.0207
3	SCREW TA 3*7	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.78	0.11	0.0191

ขั้นตอนการหาความสอดคล้อง

ลำดับความสำคัญ		7	32	21	17	41	12	3	sum	sum/IMP
7	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.23	7.0005
32	STAND KSM 5 MM.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.20	7.0005
21	SCREW JMT 3/0.5*12	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.17	7.0005
17	SM SP RCA JACK SN001	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16	7.0005
41	SCREW PWM 4*8	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16	7.0005
12	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.15	7.0005
3	SCREW TA 3*7	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13	7.0005
									Average	7.0005

$$CI \text{ คำนวณ} = \frac{(7.0005 - 7)}{6} = 0.000083$$

$$RI \text{ การสุ่ม} = 1.32$$

$$CR = 0.000063 = 0.0063 \%$$

การคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของกลุ่มที่ 2
ขั้นตอนการให้คะแนน

ลำดับความสำคัญ		8	38	26	13	4	19	9
8	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	1	1.18	1.30	1.44	1.50	1.56	1.70
38	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	0.85	1	1.10	1.10	1.27	1.32	1.43
26	MYLAR FILM 70*88 MM.	0.77	0.91	1	1.11	1.15	1.20	1.30
13	SCREW JMT 3/0.5*12	0.69	0.91	0.90	1	1.04	1.08	1.17
4	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	0.67	0.79	0.87	0.96	1	1.04	1.13
19	SCREW TA 3*10	0.64	0.76	0.83	0.93	0.96	1	1.09
9	Bolt 7.8*43 MM.	0.59	0.70	0.77	0.85	0.88	0.92	1
ผลรวมในแนวนอน		5.21	6.24	6.77	7.40	7.81	8.12	8.83

ขั้นตอนการคำนวณหา IMP

ลำดับความสำคัญ		8	38	26	13	4	19	9	sum	sum/7	IMP
8	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	0.19	0.19	0.19	0.20	0.19	0.19	0.19	1.35	0.19	0.0328
38	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16	1.12	0.16	0.0274
26	MYLAR FILM 70*88 MM.	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1.03	0.15	0.0252
13	SCREW JMT 3/0.5*12	0.13	0.15	0.13	0.14	0.13	0.13	0.13	0.95	0.14	0.0231
4	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.90	0.13	0.0219
19	SCREW TA 3*10	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.86	0.12	0.0210
9	Bolt 7.8*43 MM.	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11	0.79	0.11	0.0193

ขั้นตอนการหาความสอดคล้อง

ลำดับความสำคัญ		8	38	26	13	4	19	9	sum	sum/IMP
8	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.23	7.0011
38	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.19	7.0012
26	MYLAR FILM 70*88 MM.	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18	7.0011
13	SCREW JMT 3/0.5*12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16	7.0011
4	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.15	7.0011
19	SCREW TA 3*10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.15	7.0011
9	Bolt 7.8*43 MM.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.14	7.0011
									Average	7.0011

$$CI \text{ คำนวณ} = \frac{(7.0011 - 7)}{6} = 0.000183$$

$$RI \text{ การสุ่ม} = 1.32$$

$$CR = 0.000139 = 0.0139 \%$$

การคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของกลุ่มที่ 3

ขั้นตอนการให้คะแนน

ลำดับความสำคัญ		15	11	39	23	25	28	10
15	AC CORD+CON 140+20	1	1.22	1.30	1.44	1.50	1.56	1.70
11	METAL WASHER d10D70 MM.	0.82	1	1.07	1.07	1.23	1.28	1.39
39	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	0.77	0.94	1	1.11	1.15	1.20	1.30
23	BOLT M9P 3*8 UC	0.69	0.94	0.90	1	1.04	1.08	1.17
25	SPACER 3.4*3.4 MM.	0.67	0.81	0.87	0.96	1	1.04	1.13
28	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	0.64	0.78	0.83	0.93	0.96	1	1.09
10	NUT 7.8 MM.	0.59	0.72	0.77	0.85	0.88	0.92	1
ผลรวมในแนวตั้ง		5.18	6.41	6.73	7.36	7.77	8.08	8.78

ขั้นตอนการคำนวณหา IMP

ลำดับความสำคัญ		15	11	39	23	25	28	10	sum	sum/7	IMP
15	AC CORD+CON 140+20	0.19	0.19	0.19	0.20	0.19	0.19	0.19	1.35	0.19	0.0330
11	METAL WASHER d10D70 MM.	0.16	0.16	0.16	0.14	0.16	0.16	0.16	1.09	0.16	0.0267
39	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1.04	0.15	0.0254
23	BOLT M9P 3*8 UC	0.13	0.15	0.13	0.14	0.13	0.13	0.13	0.95	0.14	0.0232
25	SPACER 3.4*3.4 MM.	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.90	0.13	0.0220
28	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.87	0.12	0.0211
10	NUT 7.8 MM.	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11	0.80	0.11	0.0194

ขั้นตอนการหาความสอดคล้อง

ลำดับความสำคัญ		15	11	39	23	25	28	10	sum	sum/IMP
15	AC CORD+CON 140+20	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.23	7.0011
11	METAL WASHER d10D70 MM.	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.19	7.0012
39	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18	7.0011
23	BOLT M9P 3*8 UC	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16	7.0011
25	SPACER 3.4*3.4 MM.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.15	7.0011
28	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.15	7.0011
10	NUT 7.8 MM.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.14	7.0011
									Average	7.0011

$$CI \text{ จำนวน} = \frac{(7.0011 - 7)}{6} = 0.000183$$

$$RI \text{ การสุ่ม} = 1.32$$

$$CR = 0.000139 = 0.0139 \%$$

การคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของกลุ่มที่ 4
ขั้นตอนการให้คะแนน

ลำดับความสำคัญ		18	20	2	24	33	40	6
18	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	1	1.19	1.31	1.41	1.46	1.52	1.81
20	SM MPEG MT1389 - A3	0.84	1	1.10	1.10	1.23	1.28	1.52
2	LEG STAND 8*30 MM.	0.76	0.91	1	1.07	1.12	1.16	1.38
24	SCREW TM 3*8	0.71	0.91	0.93	1	1.04	1.08	1.29
33	SCREW TM 3*5	0.68	0.81	0.90	0.96	1	1.04	1.24
40	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	0.66	0.78	0.86	0.93	0.96	1	1.19
6	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	0.55	0.66	0.72	0.78	0.81	0.84	1
ผลรวมในแนวนอน		5.21	6.25	6.83	7.25	7.62	7.92	9.43

ขั้นตอนการคำนวณหา IMP

ลำดับความสำคัญ		18	20	2	24	33	40	6	sum	sum/7	IMP
18	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	1.34	0.19	0.0328
20	SM MPEG MT1389 - A3	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16	1.12	0.16	0.0273
2	LEG STAND 8*30 MM.	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1.03	0.15	0.0250
24	SCREW TM 3*8	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.96	0.14	0.0235
33	SCREW TM 3*5	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.92	0.13	0.0224
40	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.88	0.13	0.0216
6	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.74	0.11	0.0181

ขั้นตอนการหาความสอดคล้อง

ลำดับความสำคัญ		18	20	2	24	33	40	6	sum	sum/IMP
18	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.23	7.0005
20	SM MPEG MT1389 - A3	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.19	7.0006
2	LEG STAND 8*30 MM.	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18	7.0005
24	SCREW TM 3*8	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16	7.0005
33	SCREW TM 3*5	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16	7.0005
40	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.15	7.0005
6	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13	7.0005
									Average	7.0005

$$CI \text{ คำนวณ} = \frac{(7.0005 - 7)}{6} = 0.000083$$

$$RI \text{ การสุ่ม} = 1.32$$

$$CR = 0.000063 = 0.0063 \%$$

การคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของกลุ่มที่ 5

ขั้นตอนการให้คะแนน

ลำดับความสำคัญ		1	34	16	30	36	22	14
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	1	1.13	1.24	1.33	1.38	1.50	1.80
34	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	0.89	1	1.10	1.10	1.23	1.33	1.60
16	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	0.81	0.91	1	1.07	1.12	1.21	1.45
30	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	0.75	0.91	0.93	1	1.04	1.13	1.35
36	SCREW JMT 3/0.5*15	0.72	0.81	0.90	0.96	1	1.08	1.30
22	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	0.67	0.75	0.83	0.89	0.92	1	1.2
14	SPACER 3.4*7 MM.	0.56	0.63	0.69	0.74	0.77	0.83	1
ผลรวมในแนวนอน		5.39	6.13	6.69	7.10	7.46	8.08	9.70

ขั้นตอนการคำนวณหา IMP

ลำดับความสำคัญ		1	34	16	30	36	22	14	sum	sum/7	IMP
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	1.30	0.19	0.0317
34	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	1.14	0.16	0.0279
16	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1.05	0.15	0.0255
30	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.98	0.14	0.0240
36	SCREW JMT 3/0.5*15	0.13	0.13	0.13	0.14	0.13	0.13	0.13	0.94	0.13	0.0229
22	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.87	0.12	0.0211
14	SPACER 3.4*7 MM.	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.72	0.10	0.0176

ขั้นตอนการหาความสอดคล้อง

ลำดับความสำคัญ		1	34	16	30	36	22	14	sum	sum/IMP
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.22	7.0005
34	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.20	7.0006
16	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18	7.0005
30	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.17	7.0005
36	SCREW JMT 3/0.5*15	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16	7.0005
22	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.15	7.0005
14	SPACER 3.4*7 MM.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12	7.0005
									Average	7.0005

$$CI \text{ จำนวน} = \frac{(7.0005 - 7)}{6} = 0.000083$$

$$RI \text{ การสุ่ม} = 1.32$$

$$CR = 0.000063 = 0.0063 \%$$

การคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของกลุ่มที่ 6
ขั้นตอนการให้คะแนน

ลำดับความสำคัญ		29	27	35	37	5	31
29	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	1	1.10	1.17	1.26	1.36	1.42
27	HEAT TRANFER PAD (12*40 MM.)	0.91	1	1.07	1.07	1.24	1.29
35	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	0.85	0.94	1	1.07	1.16	1.21
37	SPRING D 9*8 MM. STEEL	0.79	0.94	0.93	1	1.08	1.13
5	SCREW TM 3*6	0.74	0.81	0.86	0.93	1	1.04
31	SCREW FM 3*8	0.71	0.77	0.83	0.89	0.96	1
ผลรวมในแนวดิ่ง		5.00	5.55	5.86	6.22	6.80	7.08

ขั้นตอนการคำนวณหา IMP

ลำดับความสำคัญ		29	27	35	37	5	31	sum	sum/6	IMP
29	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.20	0.20	0.0293
27	HEAT TRANFER PAD (12*40 MM.)	0.18	0.18	0.18	0.17	0.18	0.18	1.08	0.18	0.0264
35	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	1.02	0.17	0.0250
37	SPRING D 9*8 MM. STEEL	0.16	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.96	0.16	0.0235
5	SCREW TM 3*6	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.88	0.15	0.0215
31	SCREW FM 3*8	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.85	0.14	0.0207

ขั้นตอนการหาความสอดคล้อง

ลำดับความสำคัญ		29	27	35	37	5	31	sum	sum/IMP
29	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18	6.0006
27	HEAT TRANSFER PAD (12*40 MM.)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.16	6.0006
35	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.15	6.0006
37	SPRING D 9*8 MM. STEEL	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.14	6.0006
5	SCREW TM 3*6	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13	6.0006
31	SCREW FM 3*8	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12	6.0006
								Average	6.0006

$$CI \text{ จำนวน} = \frac{(6.0006 - 6)}{5} = 0.00012$$

$$RI \text{ การสุ่ม} = 1.24$$

$$CR = 0.000097 = 0.0097 \%$$

3. แสดงแบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัย หลังการปรับปรุง

เรื่อง “การประเมินความสามารถในการประกอบชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์”

กรุณาตอบคำถามโดยทำเครื่องหมาย / ในช่องที่กำหนดให้ตรงกับความรู้สึกของท่านว่า ท่าน เห็นว่าชิ้นส่วนต่อไปนี้ มีความยาก-ง่ายในการประกอบอย่างไร (1 คือ ประกอบได้ง่าย, 9 คือ ประกอบได้ยาก)

ตารางที่ ก-4 แสดงส่วนประกอบของเครื่องเล่นดีวีดีรุ่น D-221 หลังการปรับปรุง

[illegible]

[illegible]

ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	ความยาก-ง่ายของการประกอบชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์								
		ง่าย							ยาก	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
37	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO									
38	SCREW PWM 4*8									

ตารางที่ ก-5 แสดงคะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่ายของการประกอบชิ้นส่วน จากการประเมิน
แบบสอบถาม หลังการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	คะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่าย ของการประกอบชิ้นส่วน
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	7.2
2	LEG STAND 8*30 MM.	7.8
3	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	5.6
4	SCREW TM 3*6	5
5	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	4.2
6	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	7.8
7	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	7.8
8	Bolt 7.8*43 MM.	4.6
9	NUT 7.8 MM.	4.6
10	METAL WASHER d10D70 MM.	6.4
11	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	5
12	SCREW JMT 3/0.5*12	5.4
13	SPACER 3.4*7 MM.	4
14	AC CORD+CON 140+20	7.8
15	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	5.8

ตารางที่ ก-5 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	คะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่าย ของการประกอบชิ้นส่วน
16	SM SP RCA JACK SN001	5.6
17	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	7.6
18	SCREW TA 3*10	5
19	SM MPEG MT1389 - A3	6.4
20	SCREW JMT 3/0.5*12	6
21	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	4.8
22	BOLT M9P 3*8 UC	5.4
23	SCREW TM 3*8	5.4
24	SPACER 3.4*3.4 MM.	5.2
25	MYLAR FILM 70*88 MM.	6
26	HEAT TRANSFER PAD (12*40 MM.)	6.2
27	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	5
28	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	6.8
29	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	5.4
30	SCREW FM 3*8	4.8
31	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	6.4
32	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	5.8
33	SCREW JMT 3/0.5*15	5.2
34	SPRING D 9*8 MM. STEEL	5.4
35	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	6.6
36	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	6

ตารางที่ ก-5 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	คะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่าย ของการประกอบชิ้นส่วน
37	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	5
38	SCREW PWM 4*8	5.4

4. ผลการคำนวณด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ หลังการปรับปรุง

สำหรับการคำนวณค่าด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์นั้น หลังจากที่เราได้ให้พนักงานประเมินแบบสอบถามเกี่ยวกับ ความยาก-ง่ายของการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมด ก็จะนำผลการประเมินมาทำการคำนวณค่าด้วย กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ แต่ว่าเนื่องจากจำนวนของชิ้นส่วน ซึ่งใช้เป็นตัววัดความสามารถในการประกอบนั้นมีจำนวน 38 ตัว จึงต้องทำการแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย โดยเฉลี่ยให้ในแต่ละกลุ่มนั้นมีจำนวนสมาชิกที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งแบ่งออกได้ 6 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

ตารางที่ ก-6 แสดงการแบ่งชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ออกเป็น 6 กลุ่ม หลังการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	คะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่าย ของการประกอบชิ้นส่วน	กลุ่มที่
2	LEG STAND 8*30 MM.	7.8	1
6	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	7.8	2
7	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	7.8	3
14	AC CORD+CON 140+20	7.8	4
17	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	7.6	5
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	7.2	6
28	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	6.8	1

ตารางที่ ก-6 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	คะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่าย ของการประกอบชิ้นส่วน	กลุ่มที่
35	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	6.6	2
10	METAL WASHER d10D70 MM.	6.4	3
19	SM MPEG MT1389 - A3	6.4	4
31	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	6.4	5
26	HEAT TRANFER PAD (12*40 MM.)	6.2	6
20	SCREW JMT 3/0.5*12	6	1
25	MYLAR FILM 70*88 MM.	6	2
36	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	6	3
15	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	5.8	4
32	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	5.8	5
3	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	5.6	6
16	SM SP RCA JACK SN001	5.6	1
12	SCREW JMT 3/0.5*12	5.4	2
22	BOLT M9P 3*8 UC	5.4	3
23	SCREW TM 3*8	5.4	4
29	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	5.4	5
34	SPRING D 9*8 MM. STEEL	5.4	6
38	SCREW PWM 4*8	5.4	1
24	SPACER 3.4*3.4 MM.	5.2	2

ตารางที่ ก-6 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	คะแนนเฉลี่ยความความยาก-ง่าย ของการประกอบชิ้นส่วน	กลุ่มที่
33	SCREW JMT 3/0.5*15	5.2	3
4	SCREW TM 3*6	5	4
11	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	5	5
18	SCREW TA 3*10	5	6
27	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	5	1
37	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	5	2
21	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	4.8	3
30	SCREW FM 3*8	4.8	4
8	Bolt 7.8*43 MM.	4.6	5
9	NUT 7.8 MM.	4.6	6
5	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	4.2	1
13	SPACER 3.4*7 MM.	4	2

ดังนั้น ผลการคำนวณด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ของแต่ละกลุ่ม หลังการปรับปรุง สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

การคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของกลุ่มที่ 1

ขั้นตอนการให้คะแนน

ลำดับความสำคัญ		2	28	20	16	38	27	5
2	LEG STAND 8*30 MM.	1	1.15	1.30	1.39	1.44	1.56	1.86
28	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	0.87	1	1.13	1.13	1.26	1.36	1.62
20	SCREW JMT 3/0.5*12	0.77	0.88	1	1.07	1.11	1.20	1.43
16	SM SP RCA JACK SN001	0.72	0.88	0.93	1	1.04	1.12	1.33
38	SCREW PWM 4*8	0.69	0.79	0.90	0.96	1	1.08	1.29
27	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	0.64	0.74	0.83	0.89	0.93	1	1.19
5	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	0.54	0.62	0.70	0.75	0.78	0.84	1
ผลรวมในแนวนอน		5.23	6.06	6.80	7.20	7.56	8.16	9.71

ขั้นตอนการคำนวณหา IMP

ลำดับความสำคัญ		2	28	20	16	38	27	5	sum	sum/7	IMP
2	LEG STAND 8*30 MM.	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	1.34	0.19	0.0326
28	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	1.16	0.17	0.0282
20	SCREW JMT 3/0.5*12	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1.03	0.15	0.0251
16	SM SP RCA JACK SN001	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.97	0.14	0.0237
38	SCREW PWM 4*8	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.93	0.13	0.0226
27	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.86	0.12	0.0209
5	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.72	0.10	0.0176

ขั้นตอนการหาความสอดคล้อง

ลำดับความสำคัญ		2	28	20	16	38	27	5	sum	sum/IMP
2	LEG STAND 8*30 MM.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.23	7.0005
28	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.20	7.0005
20	SCREW JMT 3/0.5*12	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18	7.0005
16	SM SP RCA JACK SN001	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.17	7.0005
38	SCREW PWM 4*8	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16	7.0005
27	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.15	7.0005
5	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12	7.0005
									Average	7.0005

$$CI \text{ คำนวณ} = \frac{(7.0005 - 7)}{6} = 0.000083$$

$$RI \text{ การสุ่ม} = 1.32$$

$$CR = 0.000063 = 0.0063 \%$$

การคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของกลุ่มที่ 2

ขั้นตอนการให้คะแนน

ลำดับความสำคัญ		6	35	25	12	24	37	13
6	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	1	1.18	1.30	1.44	1.50	1.56	1.95
35	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	0.85	1	1.10	1.10	1.27	1.32	1.65
25	MYLAR FILM 70*88 MM.	0.77	0.91	1	1.11	1.15	1.20	1.50
12	SCREW JMT 3/0.5*12	0.69	0.91	0.90	1	1.04	1.08	1.35
24	SPACER 3.4*3.4 MM.	0.67	0.79	0.87	0.96	1	1.04	1.30
37	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	0.64	0.76	0.83	0.93	0.96	1	1.25
13	SPACER 3.4*7 MM.	0.51	0.61	0.67	0.74	0.77	0.80	1
ผลรวมในแนวนอน		5.13	6.15	6.67	7.29	7.69	8.00	10.00

ขั้นตอนการคำนวณหา IMP

ลำดับความสำคัญ		6	35	25	12	24	37	13	sum	sum/7	IMP
6	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	0.20	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.37	0.20	0.0333
35	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	0.17	0.16	0.17	0.15	0.17	0.17	0.17	1.14	0.16	0.0278
25	MYLAR FILM 70*88 MM.	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1.05	0.15	0.0256
12	SCREW JMT 3/0.5*12	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.96	0.14	0.0234
24	SPACER 3.4*3.4 MM.	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.91	0.13	0.0222
37	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	0.13	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.88	0.13	0.0213
13	SPACER 3.4*7 MM.	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.70	0.10	0.0171

ขั้นตอนการหาความสอดคล้อง

ลำดับความสำคัญ		6	35	25	12	24	37	13	sum	sum/IMP
6	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.23	7.0011
35	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.19	7.0012
25	MYLAR FILM 70*88 MM.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18	7.0011
12	SCREW JMT 3/0.5*12	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16	7.0012
24	SPACER 3.4*3.4 MM.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16	7.0011
37	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.15	7.0011
13	SPACER 3.4*7 MM.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12	7.0011
									Average	7.0011

$$CI \text{ คำนวณ} = \frac{(7.0011 - 7)}{6} = 0.000183$$

$$RI \text{ การสุ่ม} = 1.32$$

$$CR = 0.000139 = 0.0139 \%$$

การคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของกลุ่มที่ 3
ขั้นตอนการให้คะแนน

ลำดับความสำคัญ		7	10	36	22	33	21
7	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	1	1.22	1.30	1.44	1.50	1.63
10	METAL WASHER d10D70 MM.	0.82	1	1.07	1.07	1.23	1.33
36	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	0.77	0.94	1	1.11	1.15	1.25
22	BOLT M9P 3*8 UC	0.69	0.94	0.90	1	1.04	1.13
33	SCREW JMT 3/0.5*15	0.67	0.81	0.87	0.96	1	1.08
21	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	0.62	0.75	0.80	0.89	0.92	1
ผลรวมในแนวนอน		4.56	5.66	5.93	6.47	6.85	7.42

ขั้นตอนการคำนวณหา IMP

ลำดับความสำคัญ		7	10	36	22	33	21	sum	sum/6	IMP
7	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	1.31	0.22	0.0321
10	METAL WASHER d10D70 MM.	0.18	0.18	0.18	0.16	0.18	0.18	1.06	0.18	0.0259
36	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	1.01	0.17	0.0247
22	BOLT M9P 3*8 UC	0.15	0.17	0.15	0.15	0.15	0.15	0.93	0.15	0.0226
33	SCREW JMT 3/0.5*15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.88	0.15	0.0214
21	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	0.13	0.13	0.13	0.14	0.13	0.13	0.81	0.13	0.0197

ขั้นตอนการหาความสอดคล้อง

ลำดับความสำคัญ		7	10	36	22	33	21	sum	sum/IMP
7	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.19	6.0012
10	METAL WASHER d10D70 MM.	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.16	6.0012
36	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.15	6.0012
22	BOLT M9P 3*8 UC	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.14	6.0012
33	SCREW JMT 3/0.5*15	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13	6.0012
21	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12	6.0012
Average								6.0012	

$$CI \text{ คำนวณ} = \frac{(6.0012 - 6)}{5} = 0.00024$$

$$RI \text{ การสุ่ม} = 1.24$$

$$CR = 0.000194 = 0.0194 \%$$

การคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของกลุ่มที่ 4

ขั้นตอนการให้คะแนน

ลำดับความสำคัญ		14	19	15	23	4	30
14	AC CORD+CON 140+20	1	1.22	1.34	1.44	1.56	1.63
19	SM MPEG MT1389 - A3	0.82	1	1.10	1.10	1.28	1.33
15	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	0.74	0.91	1	1.07	1.16	1.21
23	SCREW TM 3*8	0.69	0.91	0.93	1	1.08	1.13
4	SCREW TM 3*6	0.64	0.78	0.86	0.93	1	1.04
30	SCREW FM 3*8	0.62	0.75	0.83	0.89	0.96	1
ผลรวมในแนวนอน		4.51	5.56	6.07	6.44	7.04	7.33

ขั้นตอนการคำนวณหา IMP

ลำดับความสำคัญ		14	19	15	23	4	30	sum	sum/6	IMP
14	AC CORD+CON 140+20	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	1.33	0.22	0.0324
19	SM MPEG MT1389 - A3	0.18	0.18	0.18	0.17	0.18	0.18	1.08	0.18	0.0263
15	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	0.16	0.16	0.16	0.17	0.16	0.16	0.99	0.16	0.0241
23	SCREW TM 3*8	0.15	0.16	0.15	0.16	0.15	0.15	0.93	0.16	0.0227
4	SCREW TM 3*6	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.85	0.14	0.0208
30	SCREW FM 3*8	0.14	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.82	0.14	0.0200

ขั้นตอนการหาความสอดคล้อง

ลำดับความสำคัญ		14	19	15	23	4	30	sum	sum/IMP
14	AC CORD+CON 140+20	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.19	6.0006
19	SM MPEG MT1389 - A3	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.16	6.0006
15	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.14	6.0006
23	SCREW TM 3*8	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.14	6.0005
4	SCREW TM 3*6	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12	6.0006
30	SCREW FM 3*8	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12	6.0006
								Average	6.0006

$$CI \text{ คำนวณ} = \frac{(6.0006 - 6)}{5} = 0.00012$$

$$RI \text{ การสุ่ม} = 1.24$$

$$CR = 0.000097 = 0.0097 \%$$

การคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของกลุ่มที่ 5

ขั้นตอนการให้คะแนน

ลำดับความสำคัญ		17	31	32	29	11	8
17	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	1	1.19	1.31	1.41	1.52	1.65
31	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	0.84	1	1.10	1.10	1.28	1.39
32	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	0.76	0.91	1	1.07	1.16	1.26
29	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	0.71	0.91	0.93	1	1.08	1.17
11	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	0.66	0.78	0.86	0.93	1	1.09
8	Bolt 7.8*43 MM.	0.61	0.72	0.79	0.85	0.92	1
ผลรวมในแนวนอน		4.58	5.50	6.00	6.36	6.96	7.57

ขั้นตอนการคำนวณหา IMP

ลำดับความสำคัญ		17	31	32	29	11	8	sum	sum/6	IMP
17	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	1.31	0.22	0.0320
31	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	0.18	0.18	0.18	0.17	0.18	0.18	1.09	0.18	0.0266
32	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	1.00	0.17	0.0244
29	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.94	0.16	0.0230
11	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14	0.14	0.86	0.14	0.0210
8	Bolt 7.8*43 MM.	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.79	0.13	0.0193

ขั้นตอนการหาความสอดคล้อง

ลำดับความสำคัญ		17	31	32	29	11	8	sum	sum/TMP
17	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.19	6.0006
31	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.16	6.0006
32	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.15	6.0006
29	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.14	6.0006
11	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-N4	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13	6.0006
8	Bolt 7.8*43 MM.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12	6.0006
Average								6.0006	

$$CI \text{ คำนวณ} = \frac{(6.0006 - 6)}{5} = 0.00012$$

$$RI \text{ การสุ่ม} = 1.24$$

$$CR = 0.000097 = 0.0097 \%$$

การคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของกลุ่มที่ 6

ขั้นตอนการให้คะแนน

ลำดับความสำคัญ		1	26	3	34	18	9
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	1	1.16	1.29	1.33	1.44	1.57
26	HEAT TRANSFER PAD (12*40 MM.)	0.86	1	1.11	1.11	1.24	1.35
3	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	0.78	0.90	1	1.04	1.12	1.22
34	SPRING D 9*8 MM. STEEL	0.75	0.90	0.96	1	1.08	1.17
18	SCREW TA 3*10	0.69	0.81	0.89	0.93	1	1.09
9	NUT 7.8 MM.	0.64	0.74	0.82	0.85	0.92	1
ผลรวมในแนวนอน		4.72	5.52	6.07	6.26	6.80	7.39

ขั้นตอนการคำนวณหา IMP

ลำดับความสำคัญ		1	26	3	34	18	9	sum	sum/6	IMP
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	1.27	0.21	0.0310
26	HEAT TRANSFER PAD (12*40 MM.)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	1.09	0.18	0.0265
3	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	0.16	0.16	0.16	0.17	0.16	0.16	0.99	0.16	0.0241
34	SPRING D 9*8 MM. STEEL	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.96	0.16	0.0234
18	SCREW TA 3*10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.88	0.15	0.0215
9	NUT 7.8 MM.	0.14	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.81	0.14	0.0198

ขั้นตอนการหาความสอดคล้อง

ลำดับความสำคัญ		1	26	3	34	18	9	sum	sum/IMP
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.19	6.0001
26	HEAT TRANSFER PAD (12*40 MM.)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.16	6.0002
3	HEAT SINK TDA8922BTH - 2	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.14	6.0001
34	SPRING D 9*8 MM. STEEL	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.14	6.0001
18	SCREW TA 3*10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13	6.0001
9	NUT 7.8 MM.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12	6.0001
								Average	6.0001

$$CI \text{ คำนวณ} = \frac{(6.0001 - 6)}{5} = 0.00002$$

$$RI \text{ การสุ่ม} = 1.24$$

$$CR = 0.000016 = 0.0016 \%$$

ภาคผนวก ข

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ ข-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Title	Author	Year/Code	Problem & Conclusions
1. A Computer-based Intelligent System for Design for Assembly	A. M. Daabub, BSc., and H. S. Abdalla Computers & Industrial Engineering 37 pp.111-115	1999/AD99	งานวิจัยนี้ กล่าวถึง การใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการออกแบบเพื่อการประกอบ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมซึ่งเป็นเทคนิคใหม่ในการออกแบบเพื่อการประกอบ โดยใช้ KAPPA-PC และจะช่วยให้ผู้ออกแบบ หรือ ผู้ใช้สามารถประเมินและลดค่าใช้จ่ายในการผลิตในขั้นแรกระหว่างกระบวนการออกแบบ โดยระบบนี้จะช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถลดจำนวนองค์ประกอบ (ชิ้นส่วน) ของการผลิตและเลือกใช้เทคนิคในการออกแบบที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งการออกแบบเพื่อการประกอบ เป็นเทคนิคใหม่ที่ได้รับการยอมรับและใช้ในองค์กรใหญ่ๆ การใช้การออกแบบเพื่อการประกอบ จะทำให้ได้ประโยชน์มากกว่าการลดค่าใช้จ่ายในการประกอบแบบง่ายๆ และจะนำไปสู่การลดค่าใช้จ่ายในการผลิตทั้งหมด
2. A product architecture-based conceptual DFA technique	Robert B. Stone, Daniel A. McAdams and Varghese J. Kayyalethekkel Design Studies Vol. 25 No. 3 May 2004	2004/SMK04	ได้ทำการศึกษาวิจัยในเรื่องของ โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นพื้นฐานเกี่ยวกับแนวความคิดทางด้านเทคนิคของการออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly: DFA) วิธีการนี้เป็นการรวมการวิเคราะห์ DFA เข้ากับระยะของแนวความคิดในการออกแบบ ซึ่งการวิเคราะห์ DFA ที่ถูกทบทวนก็คือวิธีบูธรอยด์-คิวเฮอร์ส (Boothroyd and Dewhurst) ซึ่งโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ที่เป็นพื้นฐานเกี่ยวกับแนวความคิดของวิธี DFA ได้ถูกพัฒนา และนำเสนอในบทความนี้ด้วยการใช้ความคิดที่ค่อนข้างใหม่ 2 วิธีคือ พื้นฐานเกี่ยวกับฟังก์ชันใช้งาน และวิธีการแก้ปัญหาแบบโมดูล โดยพื้นฐานเกี่ยวกับฟังก์ชันใช้งานที่ถูกใช้ได้มาจากรูปแบบฟังก์ชันของผลิตภัณฑ์ในภาษามาตรฐาน และวิธีการแก้ปัญหาแบบโมดูลถูกใช้กับรูปแบบเกี่ยวกับฟังก์ชันเพื่อจำแนกโครงสร้างมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ในระยะของการแสดงให้เห็นเป็นรูปร่างหรือรูปแบบของคำจำกัดความ ด้วยความพยายามแก้ปัญหาแต่ละ โมดูลด้วยชิ้นส่วนเพียงหนึ่งชิ้น (หรือน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้) ข้อดีที่สำคัญของวิธีเกี่ยวกับแนวความคิดของ DFA คือ ไม่ต้องการผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง หรือรูปร่างของการออกแบบที่เสร็จสมบูรณ์

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

Title	Author	Year/Code	Problem & Conclusions
3. Genetic Algorithms for Design for Assembly: The remote constrained genetic algorithms	W. Y. Liang and Peter O'Grady Computers ind. Engng Vol. 33, Nos 3-4, pp. 593-596	1997/LO97	ทำการวิจัยในเรื่องของ การสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาสำหรับการออกแบบเพื่อการประกอบ โดยการประกอบเป็นกระบวนการผลิตที่สำคัญสำหรับหลายอุตสาหกรรม และการใช้การออกแบบเพื่อการประกอบสามารถให้ผลประโยชน์อย่างมากมา งานวิจัยนี้ทดสอบปัญหาของ DFA โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อของการผลิตทั่วโลกที่ผู้จัดส่งอาจจะกระจายผลิตภัณฑ์ไปทั่วโลก การใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาที่แนะนำให้เสนอไว้ได้ตรวจสอบตลอดทั้งเครือข่าย เช่น ชิ้นส่วนที่เป็นเงื่อนงำที่พึงพอใจ และต้นทุนต่ำที่สุด ผลลัพธ์โดยรวมเป็นโครงสร้างที่สามารถนำไปใช้ได้สำหรับการผลิตทั่วโลก ซึ่งเหตุจูงใจที่สำคัญสำหรับการพิจารณาถึงการออกแบบเพื่อการประกอบคือโอกาสของการลดต้นทุน นอกจากนี้คุณภาพก็ถูกปรับปรุงให้ดีขึ้น และลดระยะเวลา (Lead times) ของการประกอบลง
4. Synthesis of design concepts from a design for assembly perspective	Wynne Hsu, Jerry Y H Fuh and Yunfeng Zhang Computer Integrated Manufactunng Systems Vol. 11, No. 1-7. p. 1-13	1998/HFZ98	กล่าวถึงการวิจัยเกี่ยวกับ การสังเคราะห์ของความคิดการออกแบบจากมุมมองของการออกแบบเพื่อการประกอบ การประกอบบ่อยครั้งเป็นกระบวนการที่มีจำนวนแรงงานมากและค่าใช้จ่ายสูง เทคนิค เช่น การออกแบบเพื่อการประกอบ และการวางแผนการประกอบอัตโนมัติที่ได้ถูกรายงาน ด้วยความพยายามทำให้ต้นทุนของการประกอบลดต่ำลง การวางแผนการประกอบอัตโนมัติเกี่ยวข้องกับการค้นพบขั้นตอนที่เหมาะสมสำหรับการประกอบเพื่อกำหนดการออกแบบ ส่วนการออกแบบเพื่อการประกอบพิจารณาการกำหนดการออกแบบเพื่อประเมิน “ความเหมาะสม” ของการประกอบ และเพื่อจัดทำคำแนะนำเพื่อการออกแบบส่วนประกอบใหม่ เพื่อให้การประกอบง่ายขึ้น โดยทั่วไปการวิเคราะห์ DFA ถูกนำมาดำเนินการเมื่อรู้ถึงรายละเอียดของการออกแบบ (จำนวน, ชนิด, รูปร่างของส่วนประกอบ และความสัมพันธ์ทั้งหมด)

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

Title	Author	Year/Code	Problem & Conclusions
5. Towards more strategic product design for manufacture and assembly: priorities for concurrent engineering	K.L. Edwards Materials and Design 23 pp.651–656	2002/E02	ได้เสนองานวิจัยที่ทำการตรวจสอบการประยุกต์ใช้เครื่องจักรและข้อมูลกระบวนการผลิตระหว่างกระบวนการออกแบบ โดยใช้การออกแบบเพื่อการผลิตและการประกอบ (Design for Manufacture and Assembly: DFMA) ซึ่งช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีความคุ้มค่าทางค่าใช้จ่าย พื้นฐานของ DFMA คือ กระบวนการที่เป็นระบบที่ใช้วิเคราะห์การออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ กระบวนการนี้จะทำให้เกิดข้อมูลเป็นจำนวนมาก และการบวนการ DFMA ในรูปแบบทางคอมพิวเตอร์จะนำเสนอความยากในการตัดสินใจ ยกเว้นในผลิตภัณฑ์ที่ไม่ซับซ้อน การได้ข้อมูลเชิงคุณภาพลงไปในกระบวนการที่ดีที่สุดจะทำให้กระบวนการเป็นไปได้อย่างสะดวกง่ายขึ้น โดยที่งานวิจัยนี้จะบรรยายถึงประสิทธิภาพของการรวมข้อมูลเชิงคุณภาพและปริมาณเข้าด้วยกัน ข้อมูลในกระบวนการผลิตและการประกอบในระหว่างการออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งในการเลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับงานปัจจัยต่างๆ แต่สิ่งสำคัญที่สุดที่ต้องพิจารณาก็คือความซับซ้อนของรูปร่างผลิตภัณฑ์และลักษณะผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ค

ขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรมช่วยคำนวณดัชนีการประกอบ

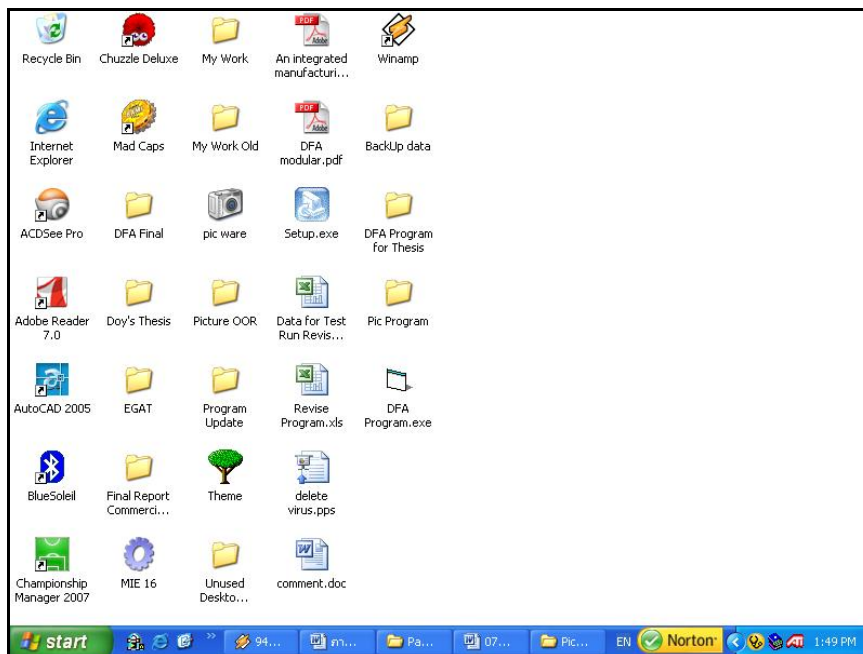
สำหรับ “โปรแกรมช่วยคำนวณดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์” ที่กล่าวถึงในที่นี้ มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 ส่วนด้วยกันคือ โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 และ โปรแกรม Microsoft Access 2003 ซึ่ง

สัจจะ (2001) ได้กล่าวถึงการใช้งาน โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6: VB6 ที่ช่วยในการพัฒนาซอฟต์แวร์ต่างๆ ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว รวมทั้งสามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ได้หลายอย่างด้วยกัน ตั้งแต่โปรแกรมในการคำนวณทั่วไป โปรแกรมเกี่ยวกับฐานข้อมูล หรือโปรแกรมทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

สัจจะ และสุรัสวดี (2002) ได้กล่าวถึง การใช้โปรแกรมสร้างฐานข้อมูล ว่าแต่เดิมนั้นข้อมูลต่างๆ จะถูกจัดเก็บในกระดาษ แต่เมื่อจำนวนและความซับซ้อนของข้อมูลมีมากขึ้น ทำให้เราจำเป็นต้องนำคอมพิวเตอร์มาจัดเก็บแทนการใช้กระดาษ เพราะฉะนั้นฐานข้อมูล (Database) จึงเกิดขึ้นมาเพื่อเป็นคำตอบของปัญหาข้างต้น ด้วยการนำ โปรแกรม Microsoft Access 2003 มาใช้งาน

โดยการขั้นตอนการใช้งาน “โปรแกรมช่วยคำนวณดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์” สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1. การเรียกใช้โปรแกรมสามารถทำได้โดยเลือกไอคอน DFA Program.exe ดังภาพที่ ค-1



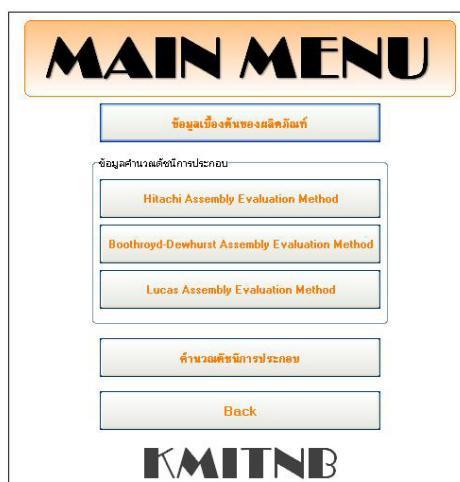
ภาพที่ ค-1 ขั้นตอนการเรียกใช้งานโปรแกรม

2. จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Login เพื่อเข้าสู่โปรแกรม ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกโปรแกรมได้ โดยการคลิกเลือกเมนู Start หากไม่ต้องการใช้งานให้คลิก Exit เพื่อออกสู่ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows ดังแสดงภาพที่ ค-2



ภาพที่ ค-2 หน้าต่าง Login ของโปรแกรม

3. เมื่อคลิกเลือกเข้าสู่โปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง เมนูหลักของโปรแกรม โดยมีเมนูคำสั่งหลักๆ ดังต่อไปนี้ คือ ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์, Hitachi Assembly Evaluation Method, Boothroyd-Dewhurst Assembly Evaluation Method, Lucas Assembly Evaluation Method, คำนวณดัชนีการประกอบ และ กลับหน้า Login แสดงดังภาพที่ ค-3



ภาพที่ ค-3 หน้าต่างเมนูหลักของโปรแกรม

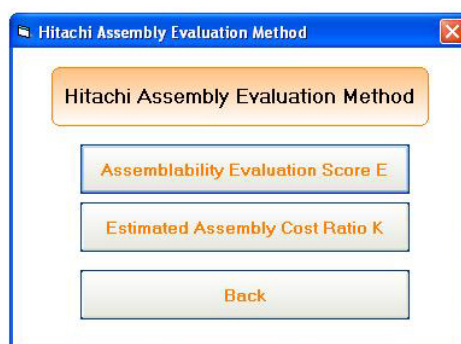
4. เมื่อเริ่มใช้งานครั้งแรกผู้ใช้จะต้องทำการบันทึกข้อมูลของผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่นลงในฐานข้อมูลเสียก่อน ซึ่งสามารถทำได้โดยการคลิกเลือกเมนู ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ จะปรากฏหน้าต่าง ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ แสดงดังภาพที่ ค-4 จากนั้นผู้ใช้ต้องทำการระบุเลือกประเภทสินค้า และระบุรุ่นสินค้าตามความต้องการ เมื่อระบุรายละเอียดทั้งหมดแล้ว คลิกเลือกปุ่ม Add เพื่อเพิ่มข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่ ค-5 ซึ่งจะมีรายการให้เพิ่มข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคำนวณดัชนีการประกอบ เมื่อกรอกรายการเสร็จให้กดปุ่ม Save รายการสินค้าจะมาปรากฏในตารางดังภาพที่ ค-4

ชื่อ	Part No.	จำนวน	จำนวนที่ติด...	ราคา	คะแนนเฉลี่ย
BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM, FA COM.	ME8COM000046	1	1	54	7.2
LEG STAND 8*30 MM.	PA0DVD0H8D30	4	1	0.7	5.8
SCREW TA 3*7	ME2TA03007NI	4	0	0.05	4.6
HEAT SINK TDA8922BTH - 2 (8 x 19 cm)	ME5005008922	1	1	26	5.2
SCREW TM 3*6	ME2TM03006NI	8	0	0.05	5
TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	TF7PTM000015	1	1	261.5	4.2
MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	PA0FET000213	2	0	2.5	7.8
MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	PA0000000207	1	0	1.75	7.8
Bolt 7.8*43 MM.	ME3000708043	1	0	44.85	4.6
NUT 7.8 MM.	ME4004000003	1	0	0	4.6

ภาพที่ ค-4 หน้าต่างการเพิ่ม-แก้ไขข้อมูลผลิตภัณฑ์

ภาพที่ ค-5 หน้าต่างสำหรับเพิ่มข้อมูลผลิตภัณฑ์

5. หลังจากทำการบันทึกข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์แล้ว ให้คลิกปุ่ม Hitachi Assembly Evaluation Method เพื่อเพิ่มเติมข้อมูลสำหรับการคำนวณค่าด้วยวิธีของฮิตาชิ โดยจะปรากฏหน้าต่าง ดังภาพที่ ค-6 ซึ่ง จะแบ่งวิธีการคำนวณออกเป็น 2 วิธีย่อย คือ Assemblability Evaluation Score E ซึ่งจะเป็วิธีการคำนวณที่นำ กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) เข้ามาประยุกต์ใช้ โดยที่ผู้ทำการประเมินต้องเป็นผู้ระบุจำนวนกลุ่มของรายการชิ้นส่วน ดังภาพที่ ค-7 และอีกวิธีหนึ่งคือ Estimated Assembly Cost Ratio K ซึ่งเป็นการประเมินค่าอัตราส่วนต้นทุนของการผลิต โดยผู้ทำการประเมินต้องเป็นผู้กรอกข้อมูลที่ปรากฏใน ภาพที่ ค-8



ภาพที่ ค-6 หน้าต่างของ Hitachi Assembly Evaluation Method

Assemblability Evaluation Score E by Using AHP										
Product Type		DVD	Series		D221	จำนวนชิ้นที่จัดการ		6	Sort	Back
O...	Assembly	Q	Avg ...	1	2	3	4	5	6	
7	MYLAR FILM d8D90 MM. (0.36)	2	7.8	.189	.189	.189	.189	.189	.189	
32	STAND KSM 5 MM.	2	6.8	.165	.165	.165	.165	.165	.165	
21	SCREW JMT 3/0.5*12	2	6	.145	.145	.145	.145	.145	.145	
17	SM SP RCA JACK SN001	1	5.6	.135	.135	.135	.135	.135	.135	
41	SCREW PWM 4*8	4	5.4	.131	.131	.131	.131	.131	.131	
12	SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-414	1	5	.121	.121	.121	.121	.121	.121	
3	SCREW TA 3*7	4	4.6	.111	.111	.111	.111	.111	.111	
< >										
O...	Assembly	Q	Avg ...	1	2	3	4	5	6	
15	AC CORD+CON 140+20	1	7.8	.193	.193	.193	.193	.193	.193	
11	METAL WASHER d10D70 MM.	1	6.4	.158	.158	.158	.158	.158	.158	
39	CABLE RETENTION D6MM. L 11 CM.	1	6	.148	.148	.148	.148	.148	.148	
23	BOLT M9P 3*8 UC	1	5.4	.133	.133	.133	.133	.133	.133	
25	SPACER 3.4*3.4 MM.	2	5.2	.128	.128	.128	.128	.128	.128	
28	SM FRONT PANEL DVD D-221 EI	1	5	.123	.123	.123	.123	.123	.123	
10	NUT 7.8 MM.	1	4.6	.113	.113	.113	.113	.113	.113	
< >										
O...	Assembly	Q	Avg ...	1	2	3	4	5	6	
1	BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM.	1	7.2	.185	.185	.185	.185	.185	.185	
34	CABLE RETENTION D6MM. L 5 CM.	1	6.4	.165	.164	.164	.165	.165	.164	
16	PLASTIC SHEET 90*130 MM.	1	5.8	.149	.149	.149	.149	.149	.149	
30	SCREW+WASHER TYPE A 2.8*7 MM.	4	5.4	.139	.139	.139	.139	.139	.139	
36	SCREW JMT 3/0.5*15	2	5.2	.134	.134	.134	.134	.134	.134	
22	SM POWER AMP TDA8922BTH - A3	1	4.8	.123	.123	.123	.123	.123	.123	
14	SPACER 3.4*7 MM.	6	4	.103	.103	.103	.103	.103	.103	
< >										
O...	Assembly	Q	Avg ...	1	2	3	4			
8	MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	1	7.8	.192	.192	.192	.192			
38	CD DOOR DVD AMP EI (PLASTIC)	1	6.6	.162	.162	.162	.162			
26	MYLAR FILM 70*88 MM.	1	6	.147	.147	.147	.147			
13	SCREW JMT 3/0.5*12	4	5.4	.133	.133	.133	.133			
4	HEAT SINK TDA8922BTH - 2 (8 x 19 cm)	1	5.2	.128	.128	.128	.128			
19	SCREW TA 3*10	1	5	.123	.123	.123	.123			
9	Bolt 7.8*43 MM.	1	4.6	.113	.113	.113	.113			
< >										
O...	Assembly	Q	Avg ...	1	2	3	4			
18	PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	1	7.6	.191	.191	.191	.191			
20	SM MPEG MT1389 - A3	1	6.4	.161	.161	.161	.161			
2	LEG STAND 8*30 MM.	4	5.8	.146	.146	.146	.146			
24	SCREW TM 3*8	3	5.4	.136	.136	.136	.136			
33	SCREW TM 3*5	4	5.2	.131	.131	.131	.131			
40	TOP CASE DVD 41 MM. (220) RHINO	1	5	.126	.126	.126	.126			
6	TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	1	4.2	.106	.106	.106	.106			
< >										
O...	Assembly	Q	Avg ...	1	2	3	4			
29	PARALLEL WIRE 4W-4P-4P 2.5 W/W 85 MM.	1	6.8	.200	.200	.200	.200			
27	HEAT TRANSFER PAD (12*40 MM.)	1	6.2	.182	.182	.182	.182			
35	DVD ULTRA SLIM LOADER (SANYO+DV34)	1	5.8	.170	.170	.170	.170			
37	SPRING D 9*8 MM. STEEL	2	5.4	.158	.158	.158	.158			
5	SCREW TM 3*6	8	5	.147	.147	.147	.147			
31	SCREW FM 3*8	2	4.8	.141	.141	.141	.141			

ภาพที่ ค-7 หน้าต่างของการคำนวณค่า Assemblability Evaluation Score E

ภาพที่ ค-8 หน้าต่างของการคำนวณค่า Estimated Assembly Cost Ratio K

6. หลังจากเข้าไปบันทึกข้อมูลด้วยวิธี Hitachi Assembly Evaluation Method แล้ว ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการบันทึกค่า สำหรับวิธี Boothroyd-Dewhurst Assembly Evaluation Method ดังภาพที่ ค-9 ให้กรอกข้อมูลเวลาที่ใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์ แล้วกดปุ่ม Save

ภาพที่ ค-9 หน้าต่างของการคำนวณค่า Boothroyd-Dewhurst Assembly Evaluation Method

7. ในขั้นตอนถัดไปคือ การบันทึกค่าของวิธี Lucas Assembly Evaluation Method ซึ่งมีวิธีการคำนวณ 3 วิธีคือ Functional Analysis, Handling and Feeding Analysis และ Fitting Analysis โดยผู้ทำการประเมินจะต้องเพิ่มข้อมูลของวิธี Handling and Feeding Analysis และ Fitting Analysis ดังภาพที่ ค-10

ภาพที่ ค-10 หน้าต่างของการคำนวณค่า Lucas Assembly Evaluation Method

ถ้าหากกดปุ่ม Handling and Feeding Analysis เราจะต้องทำการกรอกข้อมูล ดังภาพที่ ค-11 โดยกดปุ่ม Edit แล้วเข้าไปแก้ไข ข้อมูลในตาราง และหลังจากแก้ไขค่าเสร็จแล้วให้กดปุ่ม Save

Handling and Feeding Analysis

กรุณาใส่ค่าต้นทุนการป้อน
A คือ ขนาดและน้ำหนักของชิ้นส่วน / B คือ ความยากของการหยิบจับ / C คือ กติทางของชิ้นส่วน / D คือ กติทางการหมุนชิ้นส่วน

Product Type: DVD Series: D221

ชื่อชิ้นส่วน	Part Number.	จำนวนชิ้น...	A	B	C	D	Sum
BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM	ME8COM000046	1	1	0	0.1	0.2	1.30
LEG STAND 8*30 MM.	PA0DVD0H8D30	4	1	0	0	0	4.00
SCREW TA 3*7	ME2TA03007N	4	1.5	0.2	0	0	6.80
HEAT SINK TDA8922BTH - 2 (8 x 19 cm)	ME5005008922	1	1	0	0.1	0.2	1.30
SCREW TM 3*6	ME2TM03006N	8	1.5	0.2	0	0	13.60
TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	TF7PTM000015	1	1.5	0	0.1	0.2	1.80
MYLAR FILM d8090 MM. (0.36)	PA0FET000213	2	1	0	0	0	2.00
MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	PA0000000207	1	1	0	0	0	1.00
Bolt 7.8*43 MM.	ME3000708043	1	1.5	0.2	0	0	1.70
NUT 7.8 MM.	ME4004000003	1	1.5	0.2	0	0	1.70
METAL WASHER d10D70 MM.	ME7059000000	1	1	0	0	0	1.00
SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-414	SMDFETPS0006	1	1	0	0.1	0.2	1.30
SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	4	1.5	0.2	0	0	6.80
SPACER 3.4*7 MM.	PA0FET030702	6	1.5	0.2	0.5	0.4	15.60
AC CORD +CON 140+20	CN3005020140	1	1	0	0	0	1.00
PLASTIC SHEET 90*130 MM.	PA0000900130	1	1	0.2	0.1	0.2	1.50
SM SP RCA JACK SN001	SMDFETJ00002	1	1	0	0	0	1.00
PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	CN3004040360	1	1	0	0	0	1.00

Edit Back

ภาพที่ ค-11 หน้าต่างของ Handling and Feeding Analysis

ถ้าหากกดปุ่ม Fitting Analysis เราจะต้องทำการกรอกข้อมูล ดังภาพที่ ค-12 โดยทำเช่นเดียวกับวิธี Handling and Feeding Analysis

Fitting Analysis

กรุณาใส่ค่าต้นทุนการยึด
A คือ การยึดชิ้นส่วน / B คือ กติทางของกระบวนการ / C คือ การใส่ชิ้นส่วน / D คือ ทางเข้าของชิ้นส่วน
E คือ การวางแนว / F คือ แรงที่ใช้ในการใส่ชิ้นส่วน

Product Type: DVD Series: D221

ชื่อชิ้นส่วน	Part Number.	จำนวนชิ้น...	A	B	C	D	E	F	Sum
BOTTOM CASE DVD AMP 44W 48 MM. FA COM	ME8COM000046	1	1	0	0	0	0	0	1.00
LEG STAND 8*30 MM.	PA0DVD0H8D30	4	4	0.1	0	0	0	0	16.40
SCREW TA 3*7	ME2TA03007N	4	4	0	0	0	0.7	0	18.80
HEAT SINK TDA8922BTH - 2 (8 x 19 cm)	ME5005008922	1	4	0.1	0	0	0.7	0	4.80
SCREW TM 3*6	ME2TM03006N	8	4	0	0	0	0.7	0	37.60
TRANSFORMER TOROIDAL PTM - 15	TF7PTM000015	1	4	0	0.7	0	0	0.6	5.30
MYLAR FILM d8090 MM. (0.36)	PA0FET000213	2	1	0	0.7	0	0	0	3.40
MYLAR FILM 35*68 MM. (0.36)	PA0000000207	1	1	0.1	0.7	0	0	0	1.80
Bolt 7.8*43 MM.	ME3000708043	1	4	0	0.7	0	0	0	4.70
NUT 7.8 MM.	ME4004000003	1	4	0	0.7	0	0	0	4.70
METAL WASHER d10D70 MM.	ME7059000000	1	1	0	0.7	0	0	0	1.70
SM POWER SUPPLY DVD SMP 1B-46-414	SMDFETPS0006	1	4	0.1	1.2	0	0.7	0	6.00
SCREW JMT 3/0.5*12	ME2008000012	4	4	0.1	1.2	0	0.7	0	24.00
SPACER 3.4*7 MM.	PA0FET030702	6	4	0.1	1.2	1.5	0.7	0	45.00
AC CORD +CON 140+20	CN3005020140	1	1	0	0	0	0	0	1.00
PLASTIC SHEET 90*130 MM.	PA0000900130	1	1	0	1.2	0	0	0	2.20
SM SP RCA JACK SN001	SMDFETJ00002	1	4	0.1	0	0	0.7	0	4.80
PARALLEL WIRE 8P-6P-6W 2.5 360 MM.	CN3004040360	1	1	0	0	0	0	0	1.00

Edit Back

ภาพที่ ค-12 หน้าต่างของ Fitting Analysis

8. หลังจากทำการกรอกข้อมูลของวิธีต่างๆ ครบถ้วนแล้ว ให้กดปุ่ม คำนวณดัชนีการประกอบ จะปรากฏหน้าต่างดังภาพที่ ค-13 ให้เลือกประเภทและรุ่นของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ จะแสดงค่าดัชนีออกมา ซึ่งถ้าหากไม่ได้กรอกข้อมูลวิธีใด ก็จะแสดงค่าเป็นศูนย์

ถ้าหากต้องการพิมพ์ค่าดัชนีการประกอบที่ได้ ให้กดปุ่ม Print และเมื่อต้องการออกจากโปรแกรม ให้กดปุ่ม End เป็นการสิ้นสุดการใช้งาน

ภาพที่ ค-13 หน้าต่างสรุปลผลการคำนวณดัชนีการประกอบ

ข้อจำกัดของการใช้งานโปรแกรม

1. โปรแกรมช่วยคำนวณดัชนีการประกอบนี้ เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องเล่นวีซีดีและดีวีดีเท่านั้น
2. ผู้ใช้งานโปรแกรมนี้ ควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องของ “การออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly: DFA)” เพื่อให้การประเมินมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายวรวัชร อำพันโรจนานันท์
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การลดต้นทุนการผลิตด้วยการออกแบบเพื่อการประกอบ
 กรณีศึกษา : บริษัทผลิตเครื่องเล่นวีซีดี และดีวีดี
 สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดราชบุรี ที่อยู่ปัจจุบัน เลขที่ 76 หมู่ที่ 5 ตำบลลำพญา อำเภอมือง จังหวัดนครปฐม

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย จังหวัดนครปฐม และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปีการศึกษา 2545 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์