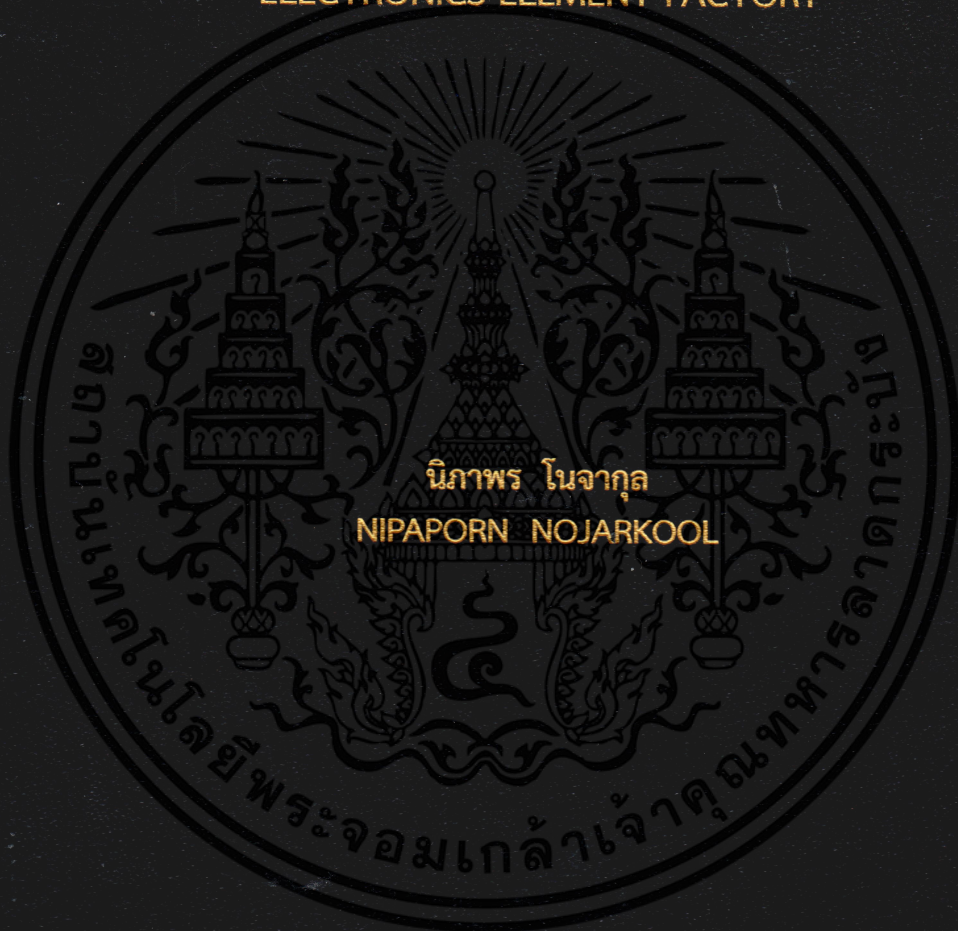


การปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคนิคหน่วย
เทียบเท่าและจัดกลุ่ม กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

IMPROVEMENT OF ELECTRONICS ELEMENT PRODUCTION PROCESS WITH
EQUIVALENT UNIT AND CLUSTERING TECHNIQUE: A CASE STUDY OF
ELECTRONICS ELEMENT FACTORY



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-EN-M-217-059

การปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคนิคหน่วย
เทียบเท่าและจัดกลุ่ม กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

IMPROVEMENT OF ELECTRONICS ELEMENT PRODUCTION PROCESS WITH
EQUIVALENT UNIT AND CLUSTERING TECHNIQUE: A CASE STUDY OF
ELECTRONICS ELEMENT FACTORY



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
พ.ศ. 2562

KMITL-2019-EN-M-217-059

IMPROVEMENT OF ELECTRONICS ELEMENT PRODUCTION PROCESS WITH
EQUIVALENT UNIT AND CLUSTERING TECHNIQUE: A CASE STUDY OF
ELECTRONICS ELEMENT FACTORY



NIPAPORN NOJARKOOL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2019

KMITL-2019-EN-M-217-059

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันฯ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ **COPYRIGHT 2019**
FACULTY OF ENGINEERING เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคนิค หน่วยเทียบเท่าและจัดกลุ่ม กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรม ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
ชื่อนักศึกษา	นางสาวนิภาพร โนจากุล
รหัสประจำตัว	57601327
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สกันธ์ คล่องบุญจิต

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง ด้วยการใช้เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 รวบรวมและศึกษาข้อมูลด้านการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา ขั้นที่ 2 ประเมินปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา ขั้นที่ 3 จำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์ ขั้นที่ 4 คัดเลือกและวิเคราะห์กลุ่มผลิตภัณฑ์ และ ขั้นที่ 5 หาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงาน จากการวิเคราะห์ตามแนวทางการศึกษาทั้ง 5 ขั้นตอน พบว่า 1) สามารถแบ่งผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ โดยที่ กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มที่มีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตต่ำ และมีหน่วยเทียบเท่าผลิตภัณฑ์สูง กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มที่มีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตในระดับสูง และมีหน่วยเทียบเท่าผลิตภัณฑ์ปานกลาง และกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มที่ไม่สามารถระบุคุณลักษณะได้อย่างชัดเจน (ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตและหน่วยเทียบเท่าผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับต่ำถึงสูง) และ 2) สามารถเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตสูง และหน่วยเทียบเท่าผลิตภัณฑ์ต่ำ นั่นคือผลิตภัณฑ์ DI12 (ไอโอด) ออกมาได้จากผลิตภัณฑ์กลุ่มที่ 3 เพื่อนำมาวิเคราะห์และหาแนวทางในการลดค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต หลังจากนั้นพบว่าปัญหาที่ส่งผลให้ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 สูง มีสาเหตุมาจากสิ่งแปลกปลอมติดที่ขาชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต ทำให้ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเกิดเหตุขัดข้องในเครื่องจักร (MTBF) เท่ากับ 6.44 นาที ดังนั้นเพื่อลดปัญหาสิ่งแปลกปลอมติดที่ขาชิ้นงานจึงมีการออกแบบอุปกรณ์ขัดสิ่งแปลกปลอม ส่งผลให้ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเกิดเหตุขัดข้องในเครื่องจักร (MTBF) หลังปรับปรุงเพิ่มขึ้นเป็น 12.49 นาที นั่นคือทำให้ระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 ลดลงเหลือ 1,945 นาที/ ล็อต ส่งผลให้ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 ลดลงจาก 10,004 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต เหลือเพียง 8,695 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต อีกทั้งยังสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 392,535 บาท/ ปี

Thesis	Improvement of Electronics Element Production Process with Equivalent Unit and Clustering Technique: A Case Study of Electronics Element Factory
Student	Miss Nipaporn Nojarkool
Student ID.	57601327
Degree	Master of Engineering
Program	Industrial Engineering
Year	2019
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Sakon Klongboonjit

ABSTRACT

This research is to study the energy consumption of an electronic element factory with the equivalent unit technique which is applied to analyze the energy consumption and process of electronic elements. This study consists of 5 steps including of step 1: collect and study data of the production and energy consumption of this electronic element factory, step 2: evaluate the energy consumption of this electronic element factory, step 3: cluster all electronic-element products into groups, step 4: analyze and select main groups of electronic-element products and step 5: develop plans to reduce the energy consumption. According to the 5 analysis steps, it shows that 1) all 36 electronic-element products are classified into 3 main groups: The first group has characters of low specific energy consumption (SEC) and high value of the equivalent unit, The second group has characters of high SEC and medium value of the equivalent unit and the third group has not clearly characters (Its SEC and equivalent unit vary from low to high level) and 2) DI12 product (diode) is selected from the third group with the high SEC and low equivalent unit product and it is going to be analyzed develop plans to reduce the energy consumption. After that, the main cause of high SEC of DI12 product is foreign particles stuck on the lead of workpiece during its production process that makes Mean Time Between Failures (MTBF) being 6.44 minutes. To remove these foreign particles, the foreign-particle removing devices are developed and they can increase MTBF to be 12.49 minutes. That means lead time of DI12 is reduced to 1,945 mins/ lot and the SEC of DI12 is reduced from 10,004 kilowatt-hour/ lot to 8,695 kilowatt-hour/ lot. Hence the cost of electric energy is saved up to 392,535 bahts/ year.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. สกนธ์ คล่องบุญจิต ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ คณะผู้บริหาร หัวหน้าแผนกทุกๆ แผนกโดยเฉพาะฝ่ายผลิตและฝ่ายระบบ สนับสนุน รวมไปถึงพนักงานทุกคนของโรงงานกรณีศึกษาที่ให้การสนับสนุน ทั้งทางด้านของข้อมูล ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนการอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลต่างๆ จนในที่สุดทำให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

สุดท้ายต้องขอขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้า และเพื่อนๆ ของข้าพเจ้าทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีของข้าพเจ้าตลอดมา

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

นิภาพร โนจากุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง

หน้า

บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	IX

บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตของปัญหา	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit)	4
2.2 ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption)	5
2.3 การวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering analysis)	5
2.4 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)	8
2.4.1 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)	8
2.4.2 ฮิสโทแกรม (Histogram)	10
2.4.3 แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram)	11
2.4.4 กราฟ (Graph)	12
2.4.5 แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)	13
2.4.6 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)	14
2.4.7 แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram)	14
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	19
3.1 ศึกษาข้อมูลด้านการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา	19
3.1.1 ข้อมูลผลิตภัณฑ์โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา	19
3.1.2 ข้อมูลด้านการผลิต	21
3.1.3 ข้อมูลด้านปริมาณการใช้พลังงาน	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกสิ่งนี้ออกไปและต้องชำระค่าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำใบใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง

หน้า

3.2	ประเมินปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา.....	24
3.2.1	การปรับเทียบข้อมูลด้วยเทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) ...	24
3.2.2	ประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ด้วยค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC)	26
3.3	จำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์	27
3.3.1	ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ..	28
3.3.2	หาจำนวนกลุ่มของผลิตภัณฑ์	29
3.4	คัดเลือกและวิเคราะห์กลุ่มผลิตภัณฑ์	32
3.5	หาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงาน	32

บทที่ 4 ผลการวิจัย	34

4.1	ศึกษาข้อมูลด้านการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา	34
4.1.1	ข้อมูลผลิตภัณฑ์ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา	34
4.1.2	ข้อมูลด้านการผลิต	36
4.1.3	ข้อมูลด้านปริมาณการใช้พลังงาน	37
4.2	ประเมินปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา	44
4.2.1	เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit)	45
4.2.2	ประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์	48
4.3	จำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์	51
4.3.1	ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ..	52
4.3.2	หาจำนวนกลุ่มของผลิตภัณฑ์	53
4.4	คัดเลือกและวิเคราะห์กลุ่มผลิตภัณฑ์	77
4.5	หาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงาน	77
4.5.1	ศึกษาสาเหตุที่ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานของสูง	78
4.5.2	แนวทางในการแก้ปัญหา	88
4.5.3	คำนวณค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 หลังการปรับปรุง	97

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	101

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 5.1 สรุปการดำเนินงานวิจัย เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ 101

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 5.2 ข้อเสนอแนะ 104

เอกสารอ้างอิง	105

ภาคผนวก	108

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง

หน้า

ภาคผนวก ก.	กระบวนการผลิต (Process flow) ของกลุ่มผลิตภัณฑ์ประเภท- ทรานซิสเตอร์ กลุ่มผลิตภัณฑ์ประเภทไอโอดและกลุ่มผลิตภัณฑ์ประเภท- คาปาซิเตอร์.....	109
ภาคผนวก ข.	การปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์รอบที่ 4 ถึงรอบที่ 34.....	116
ภาคผนวก ค.	ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation- Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12.....	272
ภาคผนวก ง.	ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation- Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12 หลังติดตั้งอุปกรณ์.....	283
ภาคผนวก จ.	บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์.....	300
ประวัติผู้เขียน.....		308



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1.1	การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจปี 2559	2
2.1	จำนวนของอันตรายภาคขึ้นที่เหมาะสมกับข้อมูล.....	10
3.1	ตารางเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา.....	20
3.2	รูปแบบการเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตและระยะเวลาในการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์.....	21
3.3	ตารางจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์ตามกระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์.....	22
3.4	ตารางเก็บข้อมูลปริมาณการผลิต (ล็อต/ ปี) ของแต่ละผลิตภัณฑ์.....	22
3.5	ข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา.....	23
3.6	เกณฑ์การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ด้วยค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต) และหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี).....	27
3.7	ตัวอย่างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ของแต่ละผลิตภัณฑ์ขนาด $m \times n$	29
3.8	แผนการดำเนินงานวิจัย.....	33
4.1	ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา.....	35
4.2	กลุ่มผลิตภัณฑ์ประเภททรานซิสเตอร์ ไอโอด และคาปาซิเตอร์.....	36
4.3	ระยะเวลาในการผลิตแต่ละกระบวนการของผลิตภัณฑ์ประเภททรานซิสเตอร์.....	39
4.4	ระยะเวลาในการผลิตแต่ละกระบวนการของผลิตภัณฑ์ประเภทไอโอด.....	40
4.5	ระยะเวลาในการผลิตแต่ละกระบวนการของผลิตภัณฑ์ประเภทคาปาซิเตอร์.....	41
4.5	ระยะเวลาในการผลิตแต่ละกระบวนการของผลิตภัณฑ์ประเภทคาปาซิเตอร์ (ต่อ).....	42
4.6	ปริมาณการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี).....	43
4.7	หน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี) และค่าปรับแก้ของแต่ละผลิตภัณฑ์.....	46
4.8	ร้อยละหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละผลิตภัณฑ์.....	47
4.9	ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต) ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์.....	49
4.10	เกณฑ์การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ด้วยค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต) และหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี).....	51
4.11	เมตริกซ์ความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์.....	55
4.12	ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ C1 และ C3 (รอบที่ 1).....	65
4.13	ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ TR1 และ TR7 (รอบที่ 2).....	66
4.14	ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR7) และ TR2 (รอบที่ 3).....	72
4.15	ผลการจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์ร่วมกับหัวหน้าฝ่ายผลิตโดยใช้เกณฑ์การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์.....	74
4.16	ผลการจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ 3 ด้วยเกณฑ์การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์จากระดับหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี) และระดับค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต).....	76
4.17	ข้อมูลระยะเวลาการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 (เพิ่มเติม).....	79
4.18	รูปแบบตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12.....	83

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

4.19 ตัวอย่างตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของเครื่องจักร F1	84
4.20 ตัวอย่างตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของเครื่องจักร F2	85
4.21 ตัวอย่างตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของเครื่องจักร F3	86



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่

หน้า

1.1 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจปี พ.ศ. 2559	2
2.1 วิธีการเชื่อมโยงข้อมูล (Linkage Method)	7
2.2 แผนภาพเดนไดรแกรมการจัดกลุ่มด้วยวิธีซิงเกิลลิงค์เกจ (Single Linkage)	8
2.3 ลักษณะตัวอย่างของใบตรวจสอบ	9
2.4 รูปแบบของฮิสโตแกรม (Histogram)	10
2.5 หลักการพาเรโต	12
2.6 ประเภทของกราฟ ก) กราฟแท่ง ข) กราฟเส้น ค) กราฟวงกลม	12
2.7 แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)	13
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	20
3.2 ไดอะแกรมการจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์แบบวิธีซิงเกิลลิงค์เกจ (Single Linkage)	31
4.1 ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ประเภท (ก) โทรานซิสเตอร์ (ข) ไดโอด (ค) คาปาซิเตอร์	34
4.2 สัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษาเดือนเมษายน พ.ศ. 2559 – มีนาคม พ.ศ. 2560	44
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต) กับหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี)	50
4.4 ขั้นตอนในการจัดกลุ่มแบบวิธีซิงเกิลลิงค์เกจ (Single Linkage)	54
4.5 แผนภาพเดนไดรแกรมการปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ใหม่ด้วยวิธีซิงเกิลลิงค์เกจ (Single -Linkage) ของแต่ละผลิตภัณฑ์	73
4.6 สาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาในการผลิตของกระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)	81
4.7 วิธีการปฏิบัติงานกระบวนการขั้นตอนสุดท้ายของผู้ปฏิบัติงาน (Operator)	81
4.8 การทำงานของผู้ปฏิบัติงานร่วมกับเครื่องจักรและกระบวนการภายในเครื่องจักรขั้นสุดท้าย	82
4.9 อัตราการเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้ายเฉลี่ยของเครื่องจักร F1 F2 และ F3 ของผลิตภัณฑ์ DI1	87
4.10 แผนภาพพาเรโตเวลาหยุดเครื่องจักรขั้นสุดท้ายเฉลี่ยของเครื่องจักร F1 F2 และ F3 ของผลิตภัณฑ์ DI12 (นาที/ กะ)	88
4.11 ความถี่ในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ของเครื่องจักร F1 F2 และ F3	89
4.12 ความถี่ในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนในกระบวนการบรรจุของเครื่องจักร F3	90
4.13 วิเคราะห์การเกิดสัญญาณแจ้งเตือนที่กระบวนการบรรจุ (Packing Unit)	91
4.14 ผลการทดลองปัจจัยที่ 1 ความถี่ในการเกิดลักษณะสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) แบบวงเวียนในกระบวนการบรรจุของเครื่องจักร F3	92
4.15 (ก) อุปกรณ์พิเศษสิ่งแปลกปลอมที่ผ่านการดัดแปลงขนแปรงให้มีความแข็งแรงน้อยลง (ข) อุปกรณ์พิเศษสิ่งแปลกปลอมที่มีการออกแบบใหม่	93
4.16 ความถี่ในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ (ก)	94
4.17 ความถี่ในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ (ข)	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ไม่ควรเปิดเผยให้ผู้อื่นทราบ

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

4.18 อัตราการเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้ายเฉลี่ยของเครื่องจักร F1 F2 และ F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์ปิด เศษสิ่งแปลกปลอม	96
4.19 ความถี่การเกิดสัญญาณแจ้งเตือนในกระบวนการบรรจุ (Packing) หลังติดตั้งอุปกรณ์.....	97



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

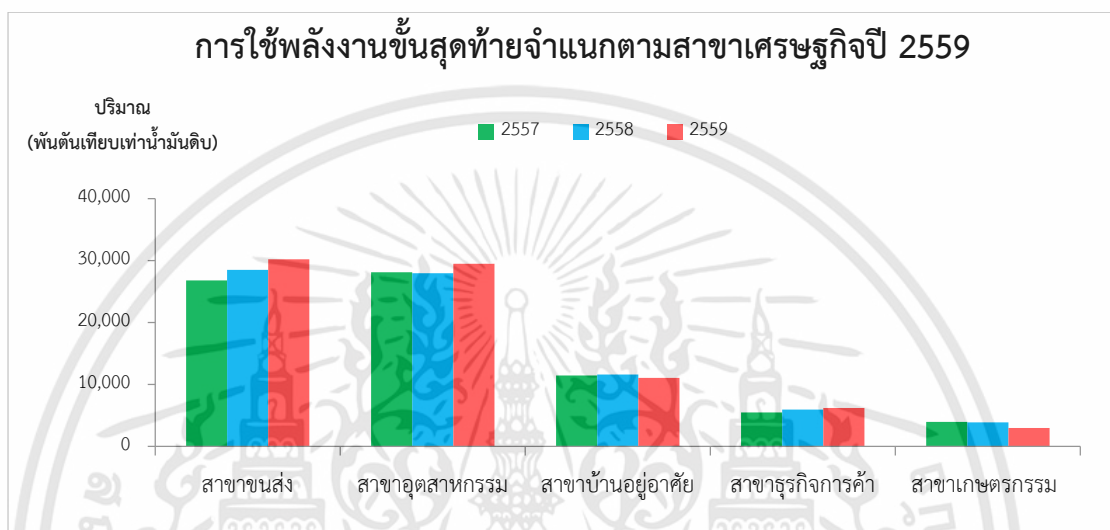
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการใช้พลังงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ซึ่งการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจปี 2559 พบว่าสาขาขนส่งมีปริมาณการใช้พลังงานสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 37.8 รองลงมาเป็นการใช้ในสาขาอุตสาหกรรม สาขาบ้านอยู่อาศัย สาขารัฐกิจการค้า และสาขาเกษตรกรรม ร้อยละ 36.9 13.8 7.8 และ 3.7 ตามลำดับแสดงดังรูปที่ 1.1 หนึ่งในสาขาที่มีความสำคัญต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของไทยคือสาขาอุตสาหกรรม ที่มีแนวโน้มปริมาณการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2557 ถึงปี พ.ศ. 2559 ร้อยละ 5.4 แสดงดังตารางที่ 1.1 [1] นอกจากนี้ยังพบว่าสาขาอุตสาหกรรมเป็นสาขาที่มีดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรม (MPI) เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ปรับตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.55 ในปี พ.ศ. 2559 และคาดว่าในปี พ.ศ. 2560 จะมีการผลิตเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 2.4 [2] ส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานในสาขานี้เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เป็นผลิตภัณฑ์พื้นฐานและมีความสำคัญในการพัฒนาสินค้าที่มีความต้องการใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมที่สูงขึ้น โดยที่ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ได้แก่ การประกอบแผงวงจรไฟฟ้า (Integrated circuit assembly) การผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า (Printed circuit board) และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ เช่น ทรานซิสเตอร์ (Transistor) วงจรรวม (IC) ตัวเก็บประจุ (Capacitor) และตัวต้านทาน (Resistor) เป็นต้น [2] รวมถึงการนำไปใช้เป็นชิ้นส่วนประกอบโทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) แท็บเล็ต และอุตสาหกรรมยานยนต์ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น

เนื่องจากปริมาณการใช้พลังงานที่สูงขึ้นจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ และมีความสลับซับซ้อนในกระบวนการผลิต โดยที่โรงงานผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่นั้น ยังมีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตที่ล้าสมัย และการที่จะปรับปรุงพลังงานโดยการนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้ในการกระบวนการผลิตนั้น มีความจำเป็นต้องใช้ต้นทุนในการลงทุนด้านเทคโนโลยีสูง [3] ทำให้การนำเทคโนโลยีมาใช้นั้นเป็นทางเลือกสุดท้ายในการลดปริมาณการใช้พลังงาน นอกจากนี้พบว่าโดยเฉลี่ยกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีการใช้พลังงานในส่วน of ระบบสนับสนุนโรงงาน (Facility) ประมาณกว่าร้อยละ 50 จำแนกออกเป็นระบบปรับอากาศ ระบบลมอัดอากาศ และระบบแสงสว่าง สำหรับส่วนที่เหลือจะเป็นในส่วนของการผลิต (Production) และการทดสอบผลิตภัณฑ์ (Inspection) [3] ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องลดการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคนิคต่างๆ ซึ่งหนึ่งในวิธีที่ใช้ในการหาต้นทุนด้าน

พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์คือ เทคนิคหน่วยเทียบเท่าและเทคนิคการจัดกลุ่ม เพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เนื่องจากประสิทธิภาพการใช้พลังงานสามารถเชื่อมโยงระหว่างการผลิตทางเศรษฐกิจที่มีแนวโน้มการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังส่งผลต่อทั้งด้านต้นทุน และความมั่นคงด้านพลังงาน [4] เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์และหาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงานที่ส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนด้านพลังงาน



รูปที่ 1.1 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจปี พ.ศ. 2559 [1]

ตารางที่ 1.1 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจปี 2559 [1]

การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย จำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ	ปริมาณ (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)			อัตราการ เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	
	2557	2558	2559	2558	2559
1. สาขาเกษตรกรรม	3,957	3,891	2,987	(1.7)	(23.2)
2. สาขาอุตสาหกรรม	28,117	27,946	29,466	(0.6)	5.4
3. สาขาบ้านอยู่อาศัย	11,459	11,591	11,071	1.2	(4.5)
4. สาขารุขกิจการค้า	5,470	5,952	6,215	8.8	4.4
5. สาขาขนส่ง	26,801	28,501	30,190	6.3	5.9
รวม	75,804	77,881	79,929	2.7	2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อวัตถุประสงค์อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังห้ามนำข้อมูลนี้ไปเผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตทรานซิสเตอร์ (Transistor) วงจรรวม (IC) ตัวเก็บประจุ (Capacitor) และตัวต้านทาน (Resistor) เพื่อส่งออกไปผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รถยนต์ และอุปกรณ์การสื่อสารต่างๆ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเก็บข้อมูลการผลิตทั้งขั้นตอนการผลิต ปริมาณผลผลิตรวมไปถึงปริมาณการใช้พลังงาน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น และนำมาปรับปรุงลดการใช้พลังงานอันเป็นสาเหตุทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและประเมิน ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษาแห่งหนึ่ง
2. เพื่อแบ่งกลุ่มต้นทุนพลังงานต่อหน่วย (Unit Cost) ของแต่ละผลิตภัณฑ์ และปรับปรุงกระบวนการผลิตที่นำไปสู่การลดปริมาณการใช้พลังงานของกลุ่มผลิตภัณฑ์

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. งานวิจัยนี้ศึกษาปริมาณการใช้พลังงาน กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี
2. งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ย้อนหลัง ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2559 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 ตามข้อมูลรายปีของโรงงานกรณีศึกษา
3. ทฤษฎีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering analysis) จะเป็นทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการตัดสินใจของงานวิจัยนี้
4. ขอบเขตข้อมูลที่ใช้สำหรับการคำนวณค่าไฟ อ้างอิงจากอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 3.08 บาท/หน่วย จากค่าไฟฟ้าของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2559 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถประเมินปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษาได้จาก ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC)
2. สามารถนำข้อมูลต้นทุนพลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์มาใช้แบ่งกลุ่มแต่ละผลิตภัณฑ์และหา

เอกสารนี้เป็นแนวทางหรือกิจกรรมในการลดการใช้พลังงานของกลุ่มผลิตภัณฑ์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาปริมาณการใช้พลังงาน ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษา ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมกลางน้ำสำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ [5] ประกอบไปด้วย ทรานซิสเตอร์ (Transistor) วงจรรวม (IC) ตัวเก็บประจุ (Capacitor) และตัวต้านทาน (Resistor) ซึ่งในงานวิจัยนี้จำเป็นต้องศึกษาและหาแนวทางในการลดต้นทุนด้านพลังงาน ด้วยการนำเทคนิคหน่วยเทียบเท่าและเทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูลของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยอ้างอิงจากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) ทฤษฎีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering analysis) ร่วมกับเทคนิคเชิงบริหารจัดการ รวมไปถึงงานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการลดการใช้พลังงานของโรงงาน รายละเอียดแสดงดังหัวข้อที่ 2.1 ถึงหัวข้อที่ 2.5 ตามลำดับ

2.1 เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) [6]

เทคนิคหน่วยเทียบเท่าเป็นเทคนิคแบบใหม่ที่ถูกนำมาใช้เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการใช้ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) เป็นดัชนีในการชี้วัดถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่อหน่วย เนื่องจากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) นั้นมาจากสัดส่วนระหว่างปริมาณพลังงานต่อปริมาณผลผลิต ซึ่งมีข้อจำกัดคือปริมาณผลผลิตที่นำมาใช้ในการประเมินนั้นจะต้องเป็นผลผลิตชนิดเดียวกัน ซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมของประเทศไทยส่วนใหญ่ มักมีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ทำให้การใช้ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) เป็นตัวชี้วัดนั้น อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของแต่ละผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) จึงถูกนำมาใช้เป็นตัวปรับเทียบของแต่ละปริมาณผลผลิตของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ซึ่งเทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) นั้นสามารถคำนวณได้ทั้งหมด 3 วิธีซึ่งการคำนวณทั้ง 3 วิธีนั้นให้ผลที่ต่างกัน [6] ขึ้นอยู่กับการเลือกนำไปใช้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. วิธี A (Average) คือการนำค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการผลิตทั้งหมด มาใช้ในการคำนวณ
2. วิธี M (Mode) คือการนำระยะเวลาในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณผลผลิตสูงที่สุดเป็นตัวตั้ง
3. วิธี L (Lead Time) คือการนำระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่น้อยที่สุดเป็นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ตัวตั้งเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ขั้นตอนการคำนวณเทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) มีรายละเอียดดังนี้

- 1) กำหนดให้ระยะเวลาในการผลิตที่สั้นที่สุดของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดเท่ากับ 1
- 2) กำหนดให้ระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่มีค่ามากกว่าข้อที่ 1 มีค่าปรับแก้มากกว่าเป็นจำนวนเท่า ของระยะเวลาในการผลิตในข้อ 1
- 3) เอาค่าปรับแก้ที่ได้จากข้อที่ 2 คูณกับปริมาณผลผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์

2.2 ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) [7]

ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต และยังแสดงถึงต้นทุนทางด้านพลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมได้ โดยวัดจากปริมาณพลังงานที่ใช้เทียบกับหน่วยนับของผลผลิต ทั้งนี้ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) นั้นยังมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์อยู่ กล่าวคือในกรณีที่โรงงานมีผลิตภัณฑ์หลายชนิด วิธีที่ทำให้ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากที่สุดคือการวิเคราะห์โดยอาศัยข้อมูลที่แท้จริงจากการตรวจวัดของโรงงาน เนื่องจากจะสามารถแยกแยะการใช้พลังงานแต่ละชนิดตามประเภทของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้จริง โดยค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) คำนวณได้จากสมการ (2.1) ซึ่งเป็นการวัดประสิทธิภาพพลังงานในระดับมูลฐานที่สุดของโรงงานที่มีผลิตภัณฑ์เหมือนหรือใกล้เคียงกัน เช่น โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

$$SEC = \frac{E}{P} \quad (2.1)$$

โดยที่

SEC	คือค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต	$\frac{\text{kW.h}}{\left(\frac{\text{lot}}{\text{Year}}\right)}$
E	คือพลังงานสุทธิ	(kW. h)
P	คือปริมาณผลผลิต	$\left(\frac{\text{lot}}{\text{Year}}\right)$

2.3 การวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering analysis)

การวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) มีเป้าหมายเพื่อการจำแนกกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะเหมือนหรือคล้ายกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน [8] เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มย่อย โดยมีหลักเกณฑ์ในการแบ่งดังนี้ “ให้หน่วยที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมีลักษณะที่สนใจเหมือนกันหรือคล้ายกันแต่หน่วยที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีลักษณะที่สนใจต่างกัน” [9] โดยที่การวิเคราะห์กลุ่มเป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดกลุ่มโดยที่

ไม่ทราบจำนวนกลุ่มล่วงหน้า ซึ่งจะทำให้การแบ่งค่าตามตัวแปรบนพื้นฐานหน่วยเดียวกัน มีความคล้ายกันของตัวแปร ตัวอย่างการนำการวิเคราะห์กลุ่มไปประยุกต์ใช้มีรายละเอียดดังนี้

ด้านการแพทย์ ตัวอย่างการนำการวิเคราะห์กลุ่มไปประยุกต์ใช้ด้านการแพทย์ได้แก่ [10]

- การจัดกลุ่มผู้ป่วยตามลักษณะอาการหรือความรุนแรงของโรค เพื่อให้สามารถรักษาได้อย่างถูกต้องตามลักษณะของอาการหรือความรุนแรงของโรคในผู้ป่วย
- นำไปใช้ในการจัดกลุ่มประสิทธิภาพของโรงพยาบาลที่มีความใกล้เคียงกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

ด้านการตลาด ตัวอย่างการนำการวิเคราะห์กลุ่มไปประยุกต์ใช้ด้านการตลาดได้แก่

- การจัดกลุ่มผู้บริโภคตามพฤติกรรมการอุปโภคบริโภคสินค้าต่างๆเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนกลยุทธ์ด้านการตลาดสำหรับลูกค้าแต่ละกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมไปถึงการแบ่งกลุ่มตามพื้นที่ จังหวัดของประชากรที่มีสภาพเศรษฐกิจหรือความต้องการที่คล้ายกันไว้กลุ่มเดียวกัน เพื่อใช้ในการวางแผนทดสอบตลาดแต่ละพื้นที่

ด้านการศึกษา ตัวอย่างการนำการวิเคราะห์กลุ่มไปประยุกต์ใช้ด้านการศึกษาได้แก่

- การจัดกลุ่มตามความสามารถในการเรียนของนักเรียนเช่น ผลการเรียน เพื่อให้สามารถวางแผนในการจัดการ หรือวางแผนในการสอนนักเรียนแต่ละกลุ่มตามความเหมาะสม และเกิดผลสัมฤทธิ์ต่อนักเรียนมากที่สุด

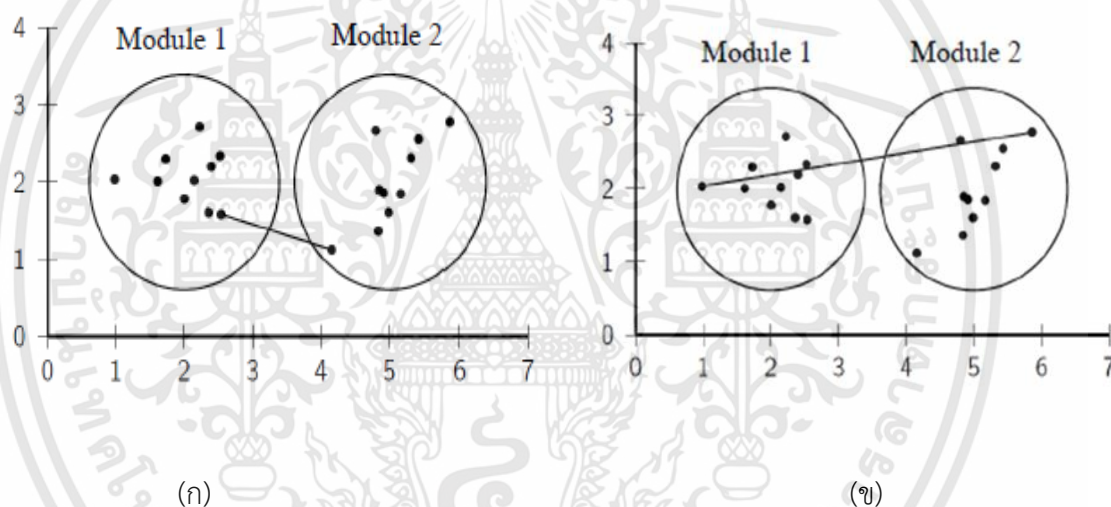
จากตัวอย่างการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) ที่ได้กล่าวไปข้างต้น การเลือกตัวแปรที่จะนำมาใช้ในการจัดกลุ่มนั้นมีความสำคัญที่จะส่งผลต่อการแบ่งกลุ่ม โดยมีแนวคิดพื้นฐานคือ สิ่งที่สำคัญที่สุดของการวิเคราะห์กลุ่มคือการเก็บข้อมูลตัวแปรที่สำคัญ มีความคล้ายกันของหน่วยศึกษาซึ่งสามารถพิจารณาความคล้ายกันได้จากความห่าง ซึ่งวิธีการที่นิยมนำมาใช้คือวิธีระยะห่างแบบยูคลิด (Euclidean Distance) โดยมีข้อจำกัดคือตัวแปรจะต้องอยู่บนพื้นฐานของหน่วยเดียวกัน โดยที่เทคนิคการวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) ประกอบไปด้วย 2 ประเภทได้แก่

- 1) การวิเคราะห์กลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Analysis) [10] ซึ่งเทคนิคการวิเคราะห์กลุ่มที่มีความนิยมใช้ในการจัดกลุ่มหรือกรณี (Case) โดยที่จะต้องมีย่านน้อยกว่า 200 กรณีหรือมีตัวแปรไม่มาก และไม่จำเป็นต้องทราบจำนวนกลุ่มมาก่อน โดยที่สามารถแบ่งการวิเคราะห์กลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Analysis) ออกเป็น 2 เทคนิคย่อยได้แก่ 1) Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis และ 2) Divisive Hierarchical Cluster Analysis โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis [11] : เป็นการจัดกลุ่มที่เริ่มจากการแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มย่อยก่อน แล้วจึงรวมข้อมูลที่มีความใกล้เคียงกันเข้าด้วยกัน

โดยวิธีการเชื่อมโยงของข้อมูล (Linkage method) ซึ่งวิธีที่นิยมใช้หรือเป็นที่รู้จักโดยทั่วไปมีอยู่ 2 วิธี [12] คือ วิธีซิงเกิลลิงก์เกจ (Single Linkage) และวิธีคอมพลีทลิงก์เกจ (Complete linkage) ซึ่งแนวคิดทั้ง 2 วิธีแสดงดังรูปที่ 2.1 โดยที่วิธีซิงเกิลลิงก์เกจ (Single Linkage) จะเป็นการรวมกลุ่ม (Cluster) 2 กลุ่มเข้าด้วยกัน โดยพิจารณาจากระยะห่างที่สั้นที่สุด ส่วนวิธีคอมพลีทลิงก์เกจ (Complete linkage) จะพิจารณาจากระยะห่างที่ยาวที่สุด และสามารถแสดงผลผ่านแผนภาพเดนโดแกรม (Dendrogram) ดังรูปที่ 2.2 โดยทั้ง 2 วิธีมีกระบวนการวิเคราะห์ 3 ส่วนหลัก [9] ได้แก่ 1. ขั้นตอนของเทคนิคแบบลำดับชั้น (Hierarchical Cluster Analysis) สำหรับการจัดกลุ่ม (Case) 2. การวัดความคล้าย (Similarity Measure) และ 3. การพิจารณาเลือกจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม

(2) Divisive Hierarchical Cluster Analysis [11] เป็นการจัดกลุ่มที่เริ่มจากกลุ่มข้อมูลเพียงกลุ่มเดียวแล้วแบ่งแยกออกเป็นหลายกลุ่ม



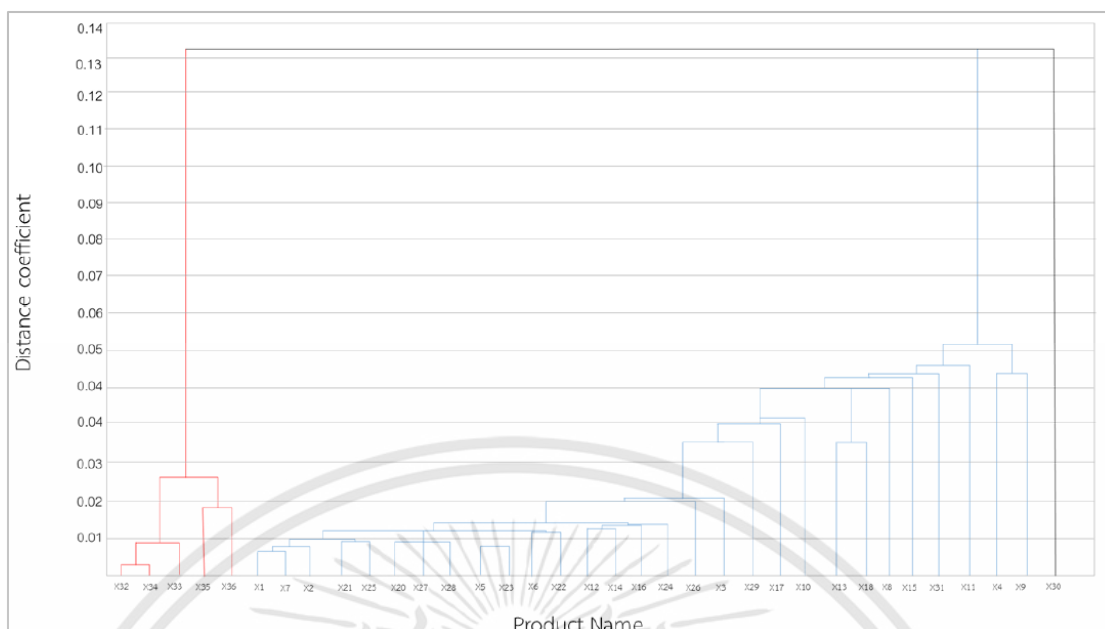
รูปที่ 2.1 วิธีการเชื่อมโยงข้อมูล (Linkage Method) [11]

(ก) Single Linkage Method

(ข) Complete Linkage Method

- 2) การวิเคราะห์กลุ่มแบบไม่เป็นลำดับชั้น (Nonhierarchical Cluster Analysis) หรือบางครั้งเรียกว่า K-Means Cluster Analysis เป็นการจัดกลุ่มแบบลำดับชั้น หรือเป็นเทคนิควิธีการที่จัดกลุ่มตามความคล้ายกันของข้อมูล ด้วยวิธีการวัดความคล้ายหรือความต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แผนภาพเดนโดรแกรมการจัดกลุ่มด้วยวิธีซิงเกิลลิงก์เกจ (Single Linkage)

2.4 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools) [13]

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด เป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาและแก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ โดยคาโอริ อชิการา เป็นผู้นิยามว่าเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ชนิด สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาได้กว่าร้อยละ 90 ซึ่งเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ชนิด ประกอบไปด้วย 1) แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) 2) แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) 3) กราฟ (Graph) 4) ผังเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) 5) ผังการกระจาย (Scatter Diagram) 6) แผนภูมิควบคุม (Control Chart) 7) ฮิสโตแกรม (Histogram) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.4.1 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)

ใบตรวจสอบ (Check Sheet) เป็นเครื่องมือตัวแรกที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา มีลักษณะเหมือนแบบฟอร์มที่การออกแบบช่องว่าง เพื่อใช้สำหรับเก็บข้อมูลได้ง่ายและสะดวก ในการออกแบบฟอร์มทุกครั้งจะต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนเพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน โดยที่ขั้นตอนเริ่มต้นในการเก็บข้อมูล คือ การออกแบบแผ่นบันทึกข้อมูล (Data Sheet) ไว้สำหรับการเก็บข้อมูลทั้งที่เป็นตัวเลขและไม่เป็นตัวเลข แผ่นบันทึกข้อมูลที่ได้นั้นจะได้จากประสบการณ์ทำงานจริง จากนั้นจึงออกแบบเป็นใบตรวจสอบ (Check Sheet) ทั้งนี้ในการออกแบบใบตรวจสอบที่เหมาะสมจะต้องเก็บข้อมูลได้รวดเร็ว ง่าย และไม่ยุ่งยาก สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้โดยง่าย และแสดงผลได้อย่างชัดเจน มีหลายประเภท ดังรูปที่ 2.3 โดยใบตรวจสอบมีประโยชน์ ดังนี้

- 1) ช่วยให้ผู้ตรวจสอบบันทึกผลการตรวจสอบได้สะดวก เพราะการออกแบบใบตรวจสอบจะต้องคำนึงถึงความสะดวกของผู้ใช้ เช่น กรอกตัวเลขลงในช่องที่มีข้อความกำกับไว้แล้ว ทำให้ไม่ต้องเขียนข้อความซ้ำอีก เป็นการลดระยะเวลา เป็นต้น
- 2) ช่วยให้การตรวจสอบหรือสรุปการตรวจสอบรวดเร็วขึ้น เพราะใบตรวจสอบจะทำให้ผู้ตรวจสอบทราบว่าจะต้องตรวจสอบอะไร ใบตรวจสอบที่ดีจะช่วยชี้แนะการตรวจสอบ และกำหนดลำดับขั้นการตรวจสอบ ซึ่งจะทำให้การตรวจสอบรวดเร็ว
- 3) ทำให้การสื่อสารข้อความและการตัดสินใจในการดำเนินงานเป็นไปอย่างถูกต้อง ใบตรวจสอบจะช่วยลดการใช้ถ้อยคำที่ยืดยาว อันอาจจะทำให้เกิดความสับสน ทำให้การตัดสินใจและการดำเนินการอาจเกิดความผิดพลาดได้ ทำให้การตรวจสอบเป็นไปอย่างมีระบบ เนื่องจากใบตรวจสอบจะช่วยกำหนดประเด็นที่จะตรวจสอบได้ ซึ่งผู้ตรวจสอบต้องตรวจสอบรายการตามที่กำหนดไว้ในใบตรวจสอบ ทำให้ข้อมูลที่ได้อยู่ในแนวที่ต้องการ

บริษัท บางมดพลาสติก จำกัด

ใบตรวจสอบขนาดผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ หลอดโพลีเอทิลีน

พารามิเตอร์ ความยาว

ข้อกำหนดเฉพาะ ± 0.03

ผู้ตรวจสอบ กิตติพล วันที่ 1 - 5/04/48

ขนาด	ความถี่											รวม
	พารามิเตอร์	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
-0.05												
-0.04	LSL	I										1
-0.03		II										2
-0.02		III										5
-0.01		III	III									10
0		III	III	III								15
+0.01		III	III	III	III	III	I					26
+0.02		III	III	III	III	III	III	III	II			37
+0.03	USL	III	III	III	III	III	III					25
+0.04		III	III	III	III	III						23
+0.05		III	III	II								12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 2.3 ลักษณะตัวอย่างของใบตรวจสอบ [14]

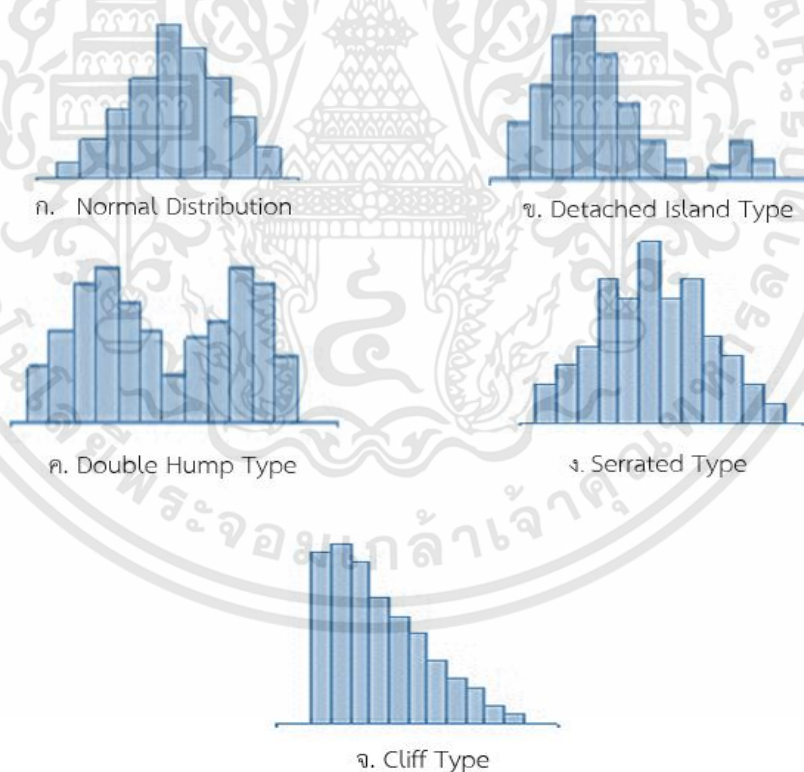
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ฮิสโทแกรม (Histogram) [13]

ฮิสโทแกรม (Histogram) มีลักษณะเป็นแผนภูมิแท่งแสดงการแจกแจงความถี่ของข้อมูล โดยที่อัตราภาคชั้นจะต้องครอบคลุมจำนวนข้อมูลที่ทำการสังเกต ซึ่งคาโอรุ อิชิกาวา ได้เสนอว่า “จำนวนอัตราภาคชั้นของข้อมูลหาได้จากค่ารากที่สองของค่าสังเกต” ดังแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 จำนวนของอัตราภาคชั้นที่เหมาะสมกับข้อมูล [13]

จำนวนข้อมูล	จำนวนของอัตราภาคชั้น
ต่ำกว่า 50	5-7
50-100	6-10
100-250	7-12
มากกว่า 250	10-20



รูปที่ 2.4 รูปแบบของฮิสโตแกรม (Histogram) [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปลักษณะของฮิสโตแกรมที่พบจะแบ่งออกเป็น 5 รูปแบบแสดงดังรูปที่ 2.4 ประกอบไปด้วย

ก) แบบปกติ (Normal Distribution) การกระจายของการผลิตเป็นไปตามปกติ ค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะอยู่ตรงกลาง

ข) แบบแยกเป็นเกาะ (Detached Island Type) พบเมื่อกระบวนการผลิตขาดการปรับปรุง/หรือการผลิตไม่ได้ผล

ค) แบบระฆังคู่ (Double Hump Type) พบเมื่อนำผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักร 2 เครื่อง หรือ 2 แบบมารวมกัน

ง) แบบฟันปลา (Serrated Type) พบเมื่อเครื่องมือวัดมีคุณภาพต่ำ หรือการอ่านค่ามีความแตกต่างกันไป

จ) แบบหน้าผา (Cliff Type) พบเมื่อมีการตรวจสอบแบบ Total Inspection เพื่อคัดของเสียออกไป

2.4.3 แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram) [13]

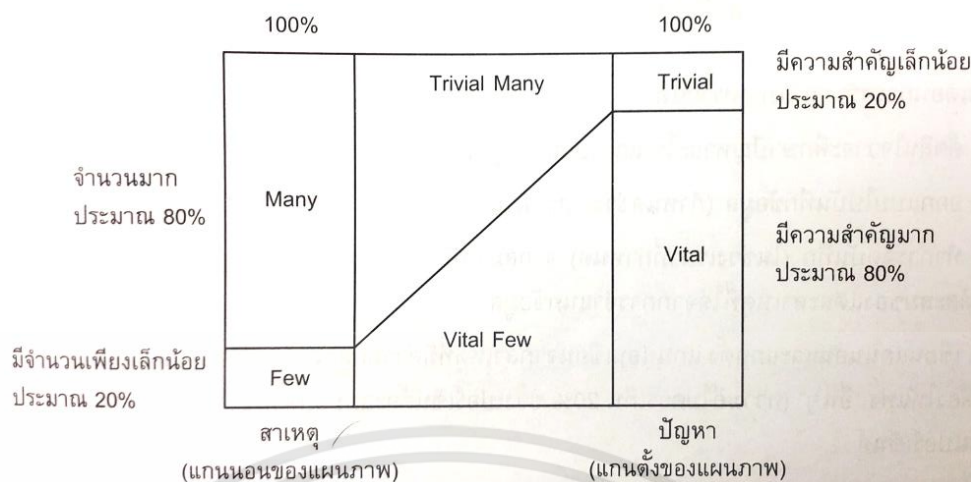
อัลเฟรโด พาเรโต ได้แสดงผลการวิจัยที่ว่าในการกระจายรายได้ของประชากรในยุโรปพบว่า รายได้มากอยู่ในมือของประชากรกลุ่มน้อย ในขณะที่รายได้น้อยอยู่ในมือของประชากรกลุ่มใหญ่ ซึ่ง โจเซฟ จูราน ได้อบรมรับแนวความคิดนี้และได้สร้างวลีที่กล่าวว่า “ประเภตน้อยชนิดแต่มีผลมาก และประเภทยากแต่มีผลน้อย (Vital Few and Trivial Many)” โดยที่แผนภาพพาเรโตจะถูกนำมาใช้ในการแสดงให้เห็นถึงขนาดของปัญหาและจัดลำดับความสำคัญ โดยหลักการของพาเรโตที่สำคัญ คือ 80-20 แสดงดังรูปที่ 2.5 ซึ่งหมายความว่าปัญหาที่มีความสำคัญมากจำนวน 80% มักจะมีสาเหตุมาจากประมาณ 20% ของสาเหตุทั้งหมด (The Vital Few) ในขณะที่ปัญหาอีก 80% มักส่งผลต่อความสำคัญเพียง 20% (The Trivial Many) กล่าวคือปัญหาที่สำคัญมักจะมาจากสาเหตุเพียงไม่กี่สาเหตุ

แผนภาพพาเรโต มีลักษณะเป็นกราฟแท่งที่แบ่งแยกข้อมูลเป็นช่วง ๆ จากมากเป็นน้อย และจากซ้ายไปขวา โดยแกน y มี 2 แกน คือ แกนซ้ายมือแทนความถี่และแกนขวามือแทนร้อยละสะสม แกน x แทนสาเหตุ โดยการใช้ประโยชน์ของแผนภาพพาเรโต ดังนี้

1) ใช้ในการจัดลำดับความรุนแรงของปัญหา โอกาสในการแก้ปัญหา เนื่องจากความยากง่ายของการแก้ไขปัญหแต่ละประเด็นมีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีการจัดลำดับความรุนแรงของปัญหาโดยใช้แผนภาพพาเรโต

2) ใช้ในการตั้งเป้าหมายในการแก้ไขปัญห เนื่องจากแผนภาพพาเรโต มีการแสดงร้อยละสะสม ที่สามารถใช้ในการตั้งเป้าหมายของการแก้ปัญหาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกสิ่งนี้ออกไป และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

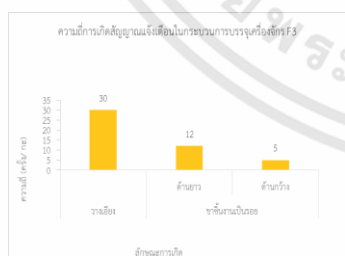


รูปที่ 2.5 หลักการพาเรโต [13]

2.4.4 กราฟ (Graph) [13]

กราฟ (Graph) เป็นแผนภาพที่แสดงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติ ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลหรือวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อความสะดวกและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจ กราฟมีหลายประเภท ได้แก่ กราฟแท่ง กราฟเส้น กราฟวงกลม กราฟเรดาร์ ซึ่งจะต้องเลือกใช้กราฟให้มีความเหมาะสม โดยที่กราฟสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังรูปที่ 2.6 โดยมีรายละเอียดดังนี้

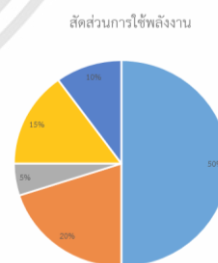
- 1) กราฟแท่ง: ใช้เพื่อเปรียบเทียบขนาดของข้อมูลประเภทต่างๆ
- 2) กราฟเส้น: ใช้เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา หรือเพื่อแสดงแนวโน้มของข้อมูล
- 3) กราฟวงกลม: ใช้เพื่อจำแนกองค์ประกอบ หรือแสดงสัดส่วน



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 2.6 ประเภทของกราฟ ก) กราฟแท่ง ข) กราฟเส้น ค) กราฟวงกลม

2.4.5 แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) [13]

แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) หรือแผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) โดยที่แผนผังก้างปลาเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยพิจารณาจาก

โดยวัตถุประสงค์ของการสร้างแผนภูมิควบคุมได้แก่ 1) เพื่อกำหนดมาตรฐานให้กับผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต 2) เพื่อให้ทราบสภาพของกระบวนการผลิตดำเนินไปในลักษณะ 3) เพื่อหาสาเหตุของความผิดปกติที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยที่แผนภูมิควบคุมจะทำให้ทราบว่ากระบวนการผลิตมีปัญหาและนำไปสู่การค้นหาค่าสาเหตุ เพื่อทำการแก้ไขต่อไป 4) เพื่อให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ตามจำนวนที่ต้องการ และสามารถรักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ และ 5) เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานหรือขีดจำกัดข้อกำหนดเฉพาะหรือไม่

2.4.7 แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram)

แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) เป็นแผนภาพที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปร โดยที่รูปแบบของแผนภาพการกระจายประกอบไปด้วย 6 ชนิดได้แก่ 1) ความสัมพันธ์เชิงบวก 2) ความสัมพันธ์เชิงลบ 3) ไม่มีความสัมพันธ์ 4) ความสัมพันธ์เชิงลบแบบแอ่ง 5) ความสัมพันธ์แบบแบ่งเป็นชั้น และ 6) ความสัมพันธ์แบบเส้นโค้ง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kannaphat (2017) [15] งานวิจัยนี้ได้ศึกษาค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมเซรามิกในประเทศไทยจาก 13 โรงงานขนาดเล็ก โดยใช้ 2006 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) เป็นแนวทางในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และใช้ T-Test เข้ามาช่วยในการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการใช้พลังงาน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่าพลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่นั้นมาจากก๊าซ PLG 19,363 เมกะจูล/ตัน ซึ่งกว่าร้อยละ 99 ถูกใช้ในกระบวนการเผา และอีกร้อยละ 1 เป็นการใช้พลังงานจากไฟฟ้าในกระบวนการขึ้นรูป โดยมีดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตที่ 19.6 ± 4.7 กิโลจูล/ตัน และผลจากการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ก๊าซ LPG พบว่าความสามารถในการเผาของเตาเผาที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการใช้ก๊าซ LPG โดยการเพิ่มความสามารถในการเผาทุกๆ 1 กิโลกรัม-ผลิตภัณฑ์/ลูกบาศก์เมตร จะสามารถลดการใช้ก๊าซลงไปได้ 0.67 กิโลกรัม LPG/ กิโลกรัม-ผลิตภัณฑ์ ในส่วนของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น ส่วนใหญ่มาจากการใช้ก๊าซ LPG ในกระบวนการเผา ตามด้วยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า และการสลายตัวของแคลเซียมและแบเรียมคาร์บอเนต ดังนั้นการลดปริมาณการใช้พลังงานก๊าซ LPG และการลดการปล่อยก๊าซจึงต้องมุ่งเน้นไปที่กระบวนการเผา ซึ่งสามารถลดได้โดยการเพิ่มประสิทธิภาพในการโดยมุ่งเน้นไปที่กระบวนการเผาลดการรั่วไหลของความร้อนจากเตาเผา และตรวจสอบหรือซ่อมแซมฉนวนความร้อนอย่างสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารร่าง แก้ววิมลรัตน์ (2010) [3] ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาแบบจำลองดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่ว่ากรณีใดจำเพาะด้วยเทคนิคหน่วยเทียบเท่าในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้เป็นแนวทางการใช้พลังงานมาตรฐาน (Benchmark) ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิเคราะห์จากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วย

ผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) ซึ่งได้จากการนำเอาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดหารด้วยปริมาณผลผลิตที่ได้และเนื่องจากอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย จึงต้องจัดหาวิธีในการเปรียบเทียบให้เป็นหน่วยเดียวกัน โดยนำเอาเทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit: EU) มาคำนวณหาปริมาณผลผลิต และรวบรวมตัวแปรที่ส่งผลต่อการใช้พลังงาน แล้ววิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) จากผลการศึกษาพบว่าตัวแปรหลักที่มีผลต่อการใช้พลังงานคือ ชั่วโมงการทำงาน จำนวนของผลิตภัณฑ์ และผลต่างของอุณหภูมิ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาแบบจำลองจากการแบ่งผลิตภัณฑ์ออกเป็น 5 ผลิตภัณฑ์ คือ A, B, C, D และ E ทำให้ได้แบบจำลองทั้งหมด 5 สมการ เพื่อใช้เป็นแนวทางการใช้พลังงานมาตรฐานของทั้ง 5 ผลิตภัณฑ์

A.J. Karabelas (2018) [16] มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานของการออสโมซิสผกกลับ (reverse osmosis) ของกระบวนการกรองน้ำเสีย ซึ่งค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific energy consumption: SEC) ของกระบวนการนั้นมาจากความต้านทานต่อการซึมผ่านของของเหลวผ่านเมมเบรน การสูญเสียแรงเสียดทาน และการใช้งานที่ไม่เหมาะสมสำหรับปั๊มแรงดันสูง และอุปกรณ์การกู้คืนพลังงาน (ERD) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษา 2 กรณีคือกระบวนการกรองน้ำทะเลและน้ำกร่อยสำหรับการดำเนินงานในสถานะคงที่ ซึ่งพบว่าการปรับปรุงด้านความต้านทานต่อการซึมผ่านของของเหลวผ่านเมมเบรนและการเพิ่มประสิทธิภาพของปั๊มและ ERD นั้นมีผลทำให้ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยมีค่าลดลง

เป็นธิดา มณีโชติ (2554) [17] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยหาค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (specific energy consumption, SEC) ของโรงงานควบคุมตัวอย่างใน 4 กลุ่มอุตสาหกรรม ได้แก่ 1. อุตสาหกรรมการผลิตไม้และเครื่องเรือน 2. อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากแร่โอลิโห 3. อุตสาหกรรมโลหะขั้นมูลฐาน 4. อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยการใช้สมการถดถอยเชิงเส้นแบบง่าย หรือแบบพหุของการใช้พลังงานและปริมาณผลผลิต และประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ด้วยกราฟค่าผลรวมสะสมของความแตกต่าง (cumulative sum of different, CUSUM) เพื่ออธิบายพฤติกรรมการใช้พลังงาน ทำให้เพิ่มความสามารถในการตรวจติดตามประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจะเป็นแนวทางในการกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานของโรงงานเพื่อให้เกิดระบบการจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ คือข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงานควบคุมในกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะขั้นมูลฐานนั้นมีความเสถียร แสดงถึงการจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพ ในขณะที่กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์จากแร่โอลิโห และอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ยังมีโรงงานที่

เอกสารนี้เป็นต้องเร่งพัฒนาประสิทธิภาพในการจัดการพลังงาน ทางผู้วิจัยได้แสดงสมการตัวแทนการใช้พลังงานค่า
ไม่ว่ากรณีใดและค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (specific energy consumption, SEC) ของแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรม

ซึ่งสามารถใช้เป็นค่าอ้างอิงสำหรับการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานที่มีการผลิตใกล้เคียงกับโรงงานในกลุ่มอุตสาหกรรมนั้นๆ

Fintan McLoughlin (2015) [18] เนื่องจากการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าผ่านการใช้แคมเปญการวัดผลแบบสมาร์ตที่สูงขึ้น ส่งผลให้การใช้สถิติเชิงพรรณนามาช่วยในการวิเคราะห์เป็นเรื่องที่ยากมากขึ้น เนื่องจากข้อมูลสำคัญมักจะหายไปเมื่อใช้กระบวนการเฉลี่ยหรือการสรุปผลมาใช้ในการวิเคราะห์ ดังนั้นเพื่อไม่ให้ข้อมูลสำคัญหายไปจึงมีการใช้เหมืองข้อมูลมาช่วยในการแบ่งกลุ่มข้อมูลเพื่อให้จัดการข้อมูลได้ง่ายขึ้นซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษา 3 วิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ k-means k-medoid และ Self Organising Maps (SOM) ซึ่งเทคนิคที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดจะได้รับการประเมินเพื่อแบ่งส่วนของครัวเรือนแต่ละกลุ่มเป็นกลุ่มตามรูปแบบการใช้ไฟฟ้าในแต่ละวัน

J.A. Evans (2014) [19] กล่าวว่าห้องเย็น (Cold Storage) มีปริมาณการใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก โดยที่ห้องเย็นนั้นอาจจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ร้อยละ 60 ถึงร้อยละ 70 สำหรับการทำความเย็น ดังนั้นผู้ใช้ห้องเย็นจึงมีแรงจูงใจอย่างมากในการลดปริมาณการใช้พลังงาน และได้มีการประเมินค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) ของห้องเย็นพบว่า SEC อยู่ระหว่าง 30 ถึง 50 kWhm/ ปี และได้นำมาใช้ในการเป็นค่าตั้งต้น (Benchmarking) เพื่อกำหนดเป็นค่าตั้งต้นสำหรับการลดค่าการใช้พลังงานสำหรับห้องเย็น

สุรศักดิ์ เรืองศรี (Unknow) [20] การประยุกต์ใช้หลักการจัดการทางวิศวกรรมในโรงงานเพอร์นิเจอร์แห่งหนึ่งที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักสำหรับกระบวนการผลิต จากการศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงานสามารถหามาตรการในการอนุรักษ์พลังงานได้ทั้งหมด 8 มาตรการ ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้เกือบ 500 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ปี นอกจากนี้ได้ประเมินมาตรการทั้งหมดด้วยค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อผลผลิต ที่บอกถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงร้อยละ 5.26

Bruno Dalla Chiara [21] รถไฟความเร็วสูงในปัจจุบันมีส่วนแบ่งทางตลาดครอบคลุมถึงการขนส่งทางอากาศ ซึ่งมีความกังวลเกี่ยวกับประสิทธิภาพด้านพลังงาน ที่เป็นอีกหนึ่งตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการคมนาคม โดยที่งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยของการขนส่งทางอากาศและรถไฟความเร็วสูง และกำหนดนโยบายด้านพลังงาน ซึ่งงานวิจัยได้นำเสนอในขั้นตอนพื้นฐานและยังไม่ได้ข้อสรุปที่แน่ชัดจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านพลังงานของทั้ง 2 การขนส่ง

William Chung (2006) [22] การวัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานเป็นเครื่องมือสำคัญในการส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในอาคารพาณิชย์ ซึ่งบทความนี้กล่าวว่า ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน หมายถึงการใช้พลังงานได้อย่างมีความคุ้มค่าและน้อยที่สุดในการผลิตหรือบริการ ซึ่งตัว

บ่งชี้ประสิทธิภาพพลังงานจะถูกนำมาใช้เพื่อระบุระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบ เช่น การใช้พลังงานที่น้อยแต่ได้ผลผลิตมากนั้นหมายถึงประสิทธิภาพในการใช้พลังงานที่ดี

Rasel Mahamud (2017) [23] กล่าวว่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของการผลิตในปัจจุบัน โดยที่การเปรียบเทียบ (Benchmarking) สามารถนำไปประยุกต์ใช้และให้คำแนะนำสำหรับการพัฒนากลยุทธ์การปรับปรุงด้านต้นทุนพลังงาน ซึ่งจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณสมบัติของพลังงานเพื่อกำหนดประสิทธิภาพในปัจจุบัน แต่ยังมีข้อจำกัดคือในปัจจุบันในการเปรียบเทียบพลังงานไม่สามารถนำไปใช้กับอุตสาหกรรมการผลิตที่หลากหลายได้

Max Weeber (2018) [24] กล่าวว่าความสามารถในการประเมิน และผลกระทบหลายประการของมาตรการประหยัดพลังงาน เป็นขั้นตอนสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงวิธีการที่ใช้ในการประเมินมาตรการประหยัดพลังงาน ด้วยการเพิ่มขอบเขตของระบบ มาตรการ ให้อยู่ในระดับโรงงานและจำลองการสร้างพลังงานเพื่อนำไปสู่การวางมาตรการด้านการประหยัดพลังงานของโรงงาน

Hao Zhang (2015) [25] กล่าวว่าปริมาณการใช้พลังงานของโลกนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นกว่าร้อยละ 56 ในปี 2010 ถึงปี 2040 โดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมที่มีปริมาณการใช้พลังงานกว่าร้อยละ 37 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด ดังนั้นภาคส่วนอุตสาหกรรมจึงได้มุ่งเน้นที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพด้านพลังงานของโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อลดต้นทุนด้านการผลิตและการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ซึ่งก่อนหน้านี้ได้มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้วยการปรับปรุงเครื่องจักร โดยการพัฒนาให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นเพื่อให้ลดปริมาณการใช้พลังงานหรือทำให้เครื่องจักรใช้งานได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

Dekang Zhua (2017) [27] การวิเคราะห์กลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Analysis) ที่อ้างอิงจากระยะห่างของข้อมูลนั้นเป็นวิธีที่มีความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งได้มีการรวบรวมแบบจำลองทางสถิติที่มีความไม่แน่นอนจากสิ่งรบกวนต่างๆของระยะห่างรวมไปถึงประเมินพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบของข้อมูล โดยที่งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์กลุ่มแบบขั้นตอนด้วยวิธีซิงเกิลลิงค์เกจ (Single Linkage) ซึ่งพบว่าวิธีนี้เป็นอัลกอริทึมที่มีความเป็นธรรมชาติที่สุดสำหรับการจัดกลุ่มสำหรับงานวิจัยนี้แต่มีข้อจำกัดคือมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาโครงสร้างข้อมูลที่มีความเฉพาะเจาะจง

Huseyin Ankara (2009) [28] ได้ศึกษาความผันแปรของความหนาแน่นหินธรรมชาติที่ตัดด้วยเลื่อยวงเดือน ที่มีการควบคุมความผันแปรของความหนาด้วยแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-Chart) และมีความผิดปกติของข้อมูลเกิดขึ้นเนื่องจากความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสุ่ม จึงได้มีการกำหนดให้ใช้

วิธีซิงเกิลลิงก์เกจ (Single Linkage) ในการกำจัดข้อมูลที่ผิดพลาดนั้นนอกจากกระบวนการ กล่าวคือ ใช้วิธีซิงเกิลลิงก์เกจในการแยกข้อมูลที่ผิดปกติออกจากข้อมูลหรือพารามิเตอร์ปกติที่เกี่ยวข้องกับ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-Chart) จากนั้นทำการคำนวณค่าพิสัยและสร้างแผนภูมิควบคุมขึ้นใหม่ ซึ่ง ผลจากการใช้แผนภูมิควบคุมใหม่ส่งผลให้กระบวนการดีกว่ากระบวนการก่อนหน้าที่ใช้แผนภูมิควบคุม ค่าพิสัยที่ไม่ได้ตัดคลาผิดพลาดออก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

เพื่อศึกษาแนวทางที่เป็นไปได้ในการลดการใช้พลังงานของกลุ่มผลิตภัณฑ์โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา ที่มีแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นตามความต้องการเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสาร อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีความทันสมัย รวมไปถึงกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีความต้องการพัฒนาระบบอิเล็กทรอนิกส์ ให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการในยุคปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มีกำลังการผลิตที่สูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งปริมาณการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นเป็นหนึ่งในต้นทุนการผลิตต่อหน่วยที่ผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต้องแบกรับ ดังนั้นเพื่อศึกษาแนวทางที่เป็นไปได้ในการลดต้นทุนพลังงานต่อหน่วยของแต่ละผลิตภัณฑ์ จึงมีความจำเป็นต้องแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์เนื่องจากข้อจำกัดด้านความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ให้สามารถประเมินปริมาณการใช้พลังงาน หรือหาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงานของกลุ่มผลิตภัณฑ์เป้าหมายได้อย่างถูกต้อง โดยในงานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด 5 ขั้นตอน แสดงดังรูปที่ 3.1 โดยมีรายละเอียดวิธีการดำเนินงานดังหัวข้อที่ 3.1 ถึงหัวข้อที่ 3.5 โดยมีแผนการดำเนินงานแสดงดังตารางที่ 3.8

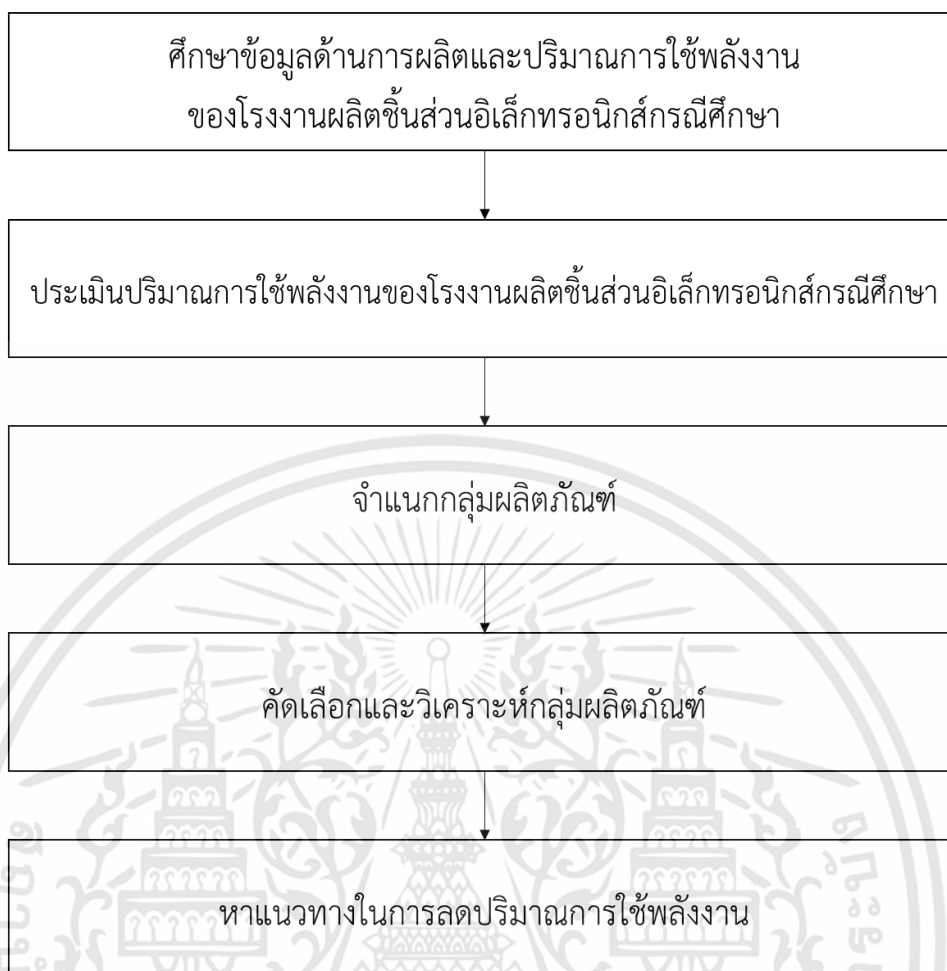
3.1 ศึกษาข้อมูลด้านการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา

เพื่อให้สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของโรงงานกรณีศึกษา จะต้องทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษา ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลด้านกระบวนการผลิตเพื่อให้ทราบว่าโรงงานกรณีศึกษามีการผลิตผลผลิตภัณฑ์ประเภทใด และกระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนในกระบวนการผลิตแต่ละผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงการศึกษาด้านปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ และหาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงานซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการศึกษาดังนี้

3.1.1 ข้อมูลผลิตภัณฑ์โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา

ในหัวข้อนี้จะเป็นการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลประเภทของผลิตภัณฑ์ ชื่อผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงราคาขายของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อนำข้อมูลที่มีไปใช้ในการแบ่งกลุ่มของแต่ละผลผลิตภัณฑ์ ดังนั้นราคาขายจึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกได้ โดยมีรูปแบบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการอื่นได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 3.1 ตารางเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา

ประเภท ผลิตภัณฑ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	ราคาขาย (บาท/ ชิ้น)	ประเภท ผลิตภัณฑ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	ราคาขาย (บาท/ ชิ้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ข้อมูลด้านการผลิต

หลังจากทำการเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์ดังหัวข้อที่ 3.1.1 แล้ว ถัดไปจะเป็นการเป็นข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยเริ่มจากการเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงระยะเวลาในการผลิตของแต่ละกระบวนการ เพื่อนำไปใช้ในการปรับลดความแตกต่างของแต่ละผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิคหน่วยเทียบเท่า ให้สามารถทำการประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง โดยมีรูปแบบการเก็บข้อมูลของแต่ละผลิตภัณฑ์ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รูปแบบการเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตและระยะเวลาในการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์

ชื่อ ผลิตภัณฑ์	กระบวนการผลิต	ระยะเวลาในการ ผลิตของแต่ละ กระบวนการ (นาที/ ล็อต)	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	กระบวนการผลิต	ระยะเวลาในการ ผลิตของแต่ละ กระบวนการ (นาที/ ล็อต)

หลังจากที่เก็บข้อมูลกระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์จากตารางที่ 3.2 แล้ว จากนั้นจะนำข้อมูลไปจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์เบื้องต้นจากประเภทผลิตภัณฑ์ที่มีกระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์คล้ายหรือเหมือนกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยใช้รูปแบบการจำแนกกลุ่มตามกระบวนการผลิตดังตารางที่ 3.3 โดยที่ลำดับที่ และกลุ่มผลิตภัณฑ์ในตารางที่ 3 หมายถึงจำนวนกลุ่มที่สามารถจำแนกได้และผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษาที่มีลักษณะกระบวนการผลิตเหมือนกันตามลำดับ

เมื่อทำการเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตและระยะเวลาในการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์แล้ว ต่อไปจะเป็นการเก็บข้อมูลด้านปริมาณการผลิต (ล็อต/ ปี) ของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยมีรูปแบบตารางการเก็บข้อมูลดังตารางที่ 3.4 โดยที่ชื่อผลิตภัณฑ์จะเป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา และปริมาณผลผลิตจะเก็บในหน่วย ล็อต/ ปี เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษามีการผลิตผลิตภัณฑ์ในหน่วยล็อต ดังนั้นจะเก็บข้อมูลปริมาณการผลิตตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2559 – มีนาคม พ.ศ. 2560 ทั้งหมด 12 เดือน เพื่อให้ได้ปริมาณการผลิตในหน่วยที่ต้องการ

(ลืต/ ปี) และนำไปใช้ในการประเมินค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ในหัวข้อ ประเมินปริมาณการใช้พลังงาน

ตารางที่ 3.3 ตารางจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์ตามกระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์

ประเภท ผลิตภัณฑ์	ลำดับที่	กลุ่มผลิตภัณฑ์	ประเภท ผลิตภัณฑ์	ลำดับที่	กลุ่มผลิตภัณฑ์
	1			6	
	2			7	
	3			8	
	4			⋮	
	5			n	

ตารางที่ 3.4 ตารางเก็บข้อมูลปริมาณการผลิต (ลืต/ ปี) ของแต่ละผลิตภัณฑ์

เดือน	ปริมาณการผลิต (ลืต/ เดือน)							
	ผลิตภัณฑ์ X1	ผลิตภัณฑ์ X2	ผลิตภัณฑ์ X3	ผลิตภัณฑ์ X4	ผลิตภัณฑ์ X5	ผลิตภัณฑ์ X6	ผลิตภัณฑ์ X7	ผลิตภัณฑ์ Xn
เม.ย. 59								
พ.ค. 59								
มิ.ย. 59								
ก.ค. 59								
ส.ค. 59								
ก.ย. 59								
ต.ค. 59								
พ.ย. 59								
ธ.ค. 59								
ม.ค. 60								
ก.พ. 60								
มี.ค. 60								
ปริมาณการผลิต (ลืต/ ปี)								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายวิชาการของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ข้อมูลด้านปริมาณการใช้พลังงาน

เพื่อให้สามารถนำไปใช้สำหรับประเมินปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง จึงต้องทำการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษาทั้งหมด 1 ปีด้วยระยะเวลาเดียวกันกับข้อมูลด้านปริมาณการผลิตในหัวข้อที่ 3.1.2 โดยเริ่มจากศึกษาแหล่งพลังงาน สัดส่วนการใช้พลังงาน ปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด และราคาค่าไฟต่อหน่วยของโรงงานกรณีศึกษา โดยใช้รูปแบบในการเก็บข้อมูลจากตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา

เดือน	ราคาต่อหน่วย (บาท/ กิโลวัตต์- ชั่วโมง)	กระบวนการผลิต	ระบบสนับสนุน	กระบวนการผลิต	ระบบสนับสนุน
		พลังงานไฟฟ้า		พลังงานความร้อน	
		ปริมาณการใช้พลังงาน (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)			
เม.ย. 59					
พ.ค. 59					
มิ.ย. 59					
ก.ค. 59					
ส.ค. 59					
ก.ย. 59					
ต.ค. 59					
พ.ย. 59					
ธ.ค. 59					
ม.ค. 60					
ก.พ. 60					
มี.ค. 60					
ปริมาณการใช้ พลังงาน (กิโลวัตต์- ชั่วโมง/ ปี)					

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ใช้สำหรับรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์และปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษาแล้ว จะนำไปประเมินปริมาณการใช้พลังงาน โดยมีรายละเอียดดังหัวข้อที่ 3.2

3.2 ประเมินปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา

การประเมินปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา จะทำการประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ [26] เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ต้นทุนด้านพลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง โดยนำข้อมูลที่ได้จากหัวข้อที่ 3.1 มาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินปริมาณการใช้พลังงาน วิธีการหนึ่งที่น่าสนใจในการประเมินปริมาณการใช้พลังงานคือ ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) แต่เนื่องจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงต้องทำการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา โดยการใช้เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) เพื่อให้ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) สามารถใช้ในการประเมินปริมาณการใช้พลังงานได้อย่างมีคุณภาพ ซึ่งการใช้เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) เป็นการปรับแก้การคิดคำนวณค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (Specific Energy Consumption) ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งหากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตมีค่าสูงนั้นสามารถประเมินได้ว่าต้นทุนด้านพลังงานของผลิตภัณฑ์นั้นๆมีค่าสูง ในทางกลับกันหากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตมีค่าน้อยสามารถประเมินได้ว่าต้นทุนทางด้านพลังงานของผลิตภัณฑ์นั้นๆมีค่าน้อยตามไปด้วย หรืออาจกล่าวได้ว่าค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตแปรผันตรงกับต้นทุนด้านพลังงาน ดังนั้นการวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตที่ได้จากการศึกษานั้นจึงสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ หรือบริหารจัดการทางด้านพลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิตจากพลังงานในอนาคต โดยการปรับเทียบข้อมูลด้วยเทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) ก่อนนำไปใช้ในการคำนวณค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) แสดงดังหัวข้อที่ 3.2.1

3.2.1 การปรับเทียบข้อมูลด้วยเทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit)

เพื่อให้การประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์จากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) ได้อย่างแม่นยำ ดังนั้นเทคนิคหน่วย จึงถูกนำมาใช้เป็นเทคนิคที่ช่วยในการปรับเทียบปริมาณการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยจะใช้ข้อมูลระยะเวลาในการผลิตที่สั้นที่สุด (นาที/ ล็อต) จากการเก็บข้อมูลด้านการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ในหัวข้อที่ 3.1.2 โดยมีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

- 1) กำหนดให้ระยะเวลาในการผลิต (นาฬิกา/ ล็อต) ที่สั้นที่สุดของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด เท่ากับ 1
- 2) กำหนดให้ระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่มีค่ามากกว่าข้อที่ 1 มีค่าปรับแก้ มากกว่าเป็นจำนวนเท่า ของระยะเวลาในการผลิตในข้อ 1
- 3) เอาค่าปรับแก้ที่ได้จากข้อที่ 2 คูณกับปริมาณการผลิต (ล็อต/ ปี) ของแต่ละ ผลิตภัณฑ์

หลังจากคำนวณค่าปรับแก้ของแต่ละผลิตภัณฑ์แล้วจะได้หน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี) จากนั้นจะนำค่าปรับแก้ของแต่ละผลิตภัณฑ์มาคำนวณเป็นสัดส่วนเพื่อหาปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ เนื่องจากปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษาเป็นการเก็บ ข้อมูลการใช้งานของแต่ละกระบวนการ ไม่สามารถแยกปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้ จึงต้องนำค่าปรับแก้ที่ได้จากการหาหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ มาใช้ต่อโดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) นำค่าปรับแก้ที่ได้จากการคำนวณหาหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ของทุก ผลิตภัณฑ์มาบวกกันทั้งหมด
- 2) ร้อยละหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (%) คำนวณได้จากสมการ (3.1)

$$\% \text{ Equivalent Unit}_i = \frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i} \quad (3.1)$$

โดยที่ $\% \text{ Equivalent Unit}_i$ = ร้อยละของหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (%)

x_i = ค่าปรับแก้ของผลิตภัณฑ์ลำดับที่ i

$\sum_{i=1}^{n=36} x_i$ = ผลรวมของค่าปรับแก้ของผลิตภัณฑ์ที่ i = 1 ถึง n

- 3) นำร้อยละหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (%) ที่ได้จากการคำนวณในข้อ 2 มาคูณ ปริมาณการใช้พลังงาน (กิโวลต์-ชั่วโมง)

เมื่อคำนวณครบทั้ง 3 ขั้นตอน จะได้ปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโวลต์- ชั่วโมง/ ปี) ของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่เป็นหน่วยเดียวกันกับหน่วยเทียบเท่าผลิตภัณฑ์ เพื่อนำไปใช้ในการ คำนวณค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) ได้อย่างมีความถูกต้อง แม่นยำ โดยรายละเอียดแสดงดังหัวข้อที่ 3.2.2

3.2.2 ประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ด้วยค่าการใช้พลังงานต่อ

หน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC)

ในหัวข้อนี้จะเป็นการประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ด้วยค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) โดยใช้ข้อมูลเทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) ที่ผ่านการปรับเทียบด้วยระยะเวลาในการผลิตที่ได้คำนวณในหัวข้อที่ 3.2.1 มาใช้ในการคำนวณ ดังที่ได้กล่าวไว้ว่าค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) สามารถแสดงถึงประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้ โดยที่ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) สูงนั้นหมายถึงผลิตภัณฑ์นั้นๆ มีปริมาณการใช้พลังงานสูง กล่าวอีกในหนึ่งคือผลิตภัณฑ์นั้นๆ มีต้นทุนด้านพลังงานที่สูง ในขณะที่หากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) ต่ำ นั้นหมายถึงผลิตภัณฑ์นั้นๆ มีปริมาณการใช้พลังงานต่ำ หรือมีต้นทุนด้านพลังงานของผลิตภัณฑ์นั้นๆต่ำ ดังนั้นจึงได้นำค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) มาเป็นตัวประเมิน โดยคำนวณได้จากสมการ (2.1)

จาก		$SEC = \frac{E}{P}$	(2.1)
โดยที่	SEC	คือค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต/ ปี)	
	E	คือปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ปี)	
ที่ได้		จากการคำนวณในหัวข้อที่ 3.2.1	
	P	คือหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี)	

เมื่อทำการประเมินค่าการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์แล้ว จะทำการสร้างเกณฑ์การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ด้วยค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต) และหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี) ขึ้นมาโดยอ้างอิงจากค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยมีรูปแบบในการสร้างเกณฑ์ดังตารางที่ 3.6 เพื่อประเมินลักษณะของการใช้พลังงานและความสามารถในการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์โดยแบ่งระดับค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต) และหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี) เป็นระดับตั้งแต่ระดับต่ำ ระดับค่อนข้างต่ำ ระดับปานกลาง ระดับค่อนข้างสูง และระดับสูงตามลำดับ ซึ่งเกณฑ์การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์นี้อาจนำไปใช้ในการแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษาเบื้องต้นได้ แต่การแบ่งกลุ่มในลักษณะนี้อาจทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นในบางผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจทำให้มุ่งเน้นไปยังผลิตภัณฑ์ที่ไม่จำเป็นในการลดค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตได้ ดังนั้นจึงได้นำวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering Analysis) มาใช้ในการจำแนกกลุ่มของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือ และมีความแม่นยำในการจำแนกกลุ่มมากขึ้น เพื่อให้สามารถเข้าไปแก้ไขปัญหาก็ได้โดยมุ่งเน้นไปที่กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีปัญหามากที่สุด หรือกลุ่มที่มี

ความสำคัญกับทางโรงงานกรณีศึกษามากที่สุด เนื่องจากข้อจำกัดด้านความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถทำการแก้ไขได้ทุกผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังทำให้ทราบได้ว่าผลิตภัณฑ์กลุ่มนั้นๆเป็นกลุ่มที่มีปริมาณการใช้พลังงานอยู่ในระดับใดได้อีกด้วย ซึ่งรายละเอียดการจำแนกกลุ่มแสดงดังหัวข้อที่ 3.3

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ด้วยค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ล็อต) และหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี)

ลำดับ	ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ล็อต)	ระดับค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ล็อต)	หน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี)	ระดับหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี)
1		ต่ำ		ต่ำ
2		ค่อนข้างต่ำ		ค่อนข้างต่ำ
3		ปานกลาง		ปานกลาง
4		ค่อนข้างสูง		ค่อนข้างสูง
5		สูง		สูง

3.3 จำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์

จากที่กล่าวมาในหัวข้อที่ 3.1 ตารางจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์ตามกระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ หรือการแบ่งกลุ่มจากความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี) กับค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต/ ปี) อาจทำให้การคัดเลือกและวิเคราะห์กลุ่มผลิตภัณฑ์เกิดความผิดพลาดเนื่องจากการวิเคราะห์โดยใช้ตัวแปรเพียงตัวแปรเดียวคือค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) หรือทำได้ยากในการแก้ปัญหาในการลดปริมาณการใช้พลังงาน ดังนั้นเพื่อให้การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์มีความน่าเชื่อถือจึงได้นำวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering Analysis) มาใช้ในการจำแนกกลุ่มของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้จากหลายตัวแปรพร้อมกัน และจำแนกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจคัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ โดยขั้นตอนการจำแนกกลุ่ม สามารถคำนวณได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างของปัจจัยบนพื้นฐานลักษณะการใช้เงื่อนไขร่วมกัน ซึ่งสามารถทำได้โดยการสร้างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ของข้อมูลบนพื้นฐานความสัมพันธ์เดียวกัน ด้วยการคำนวณหาระยะทางของข้อมูลหรือวิธีระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean Distance) โดยที่รายละเอียดระยะทางของข้อมูลหรือวิธีระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean Distance) แสดงดังหัวข้อที่ 3.3.1

3.3.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นค่าความแตกต่างหรือระยะห่างระหว่างปัจจัย (Euclidean Distance) ที่นำไปสู่การจำแนกกลุ่มโดยใช้วิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering Analysis) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์จากความห่างหรือระยะห่างของปัจจัย โดยที่ระยะห่างระหว่างผลิตภัณฑ์น้อยหมายถึงผลิตภัณฑ์มีความเหมือนหรือคล้ายกัน ซึ่งวิธีการคำนวณระยะห่างของข้อมูล (Euclidean Distance) สามารถคำนวณได้ดังสมการ (3.2)

$$d_{ij} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2 + (Z_i - Z_j)^2} \quad (3.2)$$

โดยที่	d_{ij}	=	ระยะห่างระหว่างปัจจัย
	X	=	หน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี)
	Y	=	ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต)
	Z	=	ราคาขาย (บาท/ ล็อต)
	i	=	ลำดับแถวที่ i
	j	=	ลำดับหลักที่ j

หลังจากคำนวณระยะห่างระหว่างปัจจัยจากสมการ (3.2) แล้วจะนำไปสร้างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ของข้อมูลบนพื้นฐานความสัมพันธ์เดียวกันขนาด $m \times n$ โดยที่ $m = n =$ จำนวนผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งเป็นเมตริกซ์จัตุรัสเนื่องจากระยะห่างระหว่างปัจจัยของแต่ละผลิตภัณฑ์นั้นๆ จะมีค่าเท่ากันทำให้เมตริกซ์ที่ได้เป็นเมตริกซ์เสมือน ด้วยการคำนวณสัมประสิทธิ์ระยะห่างระหว่างปัจจัยจากสมการ (3.3) ซึ่งผลการคำนวณจะนำไปใส่ในตารางเมตริกซ์ที่ได้สร้างขึ้น โดยที่ตัวอย่างเมตริกซ์ความสัมพันธ์แสดงดังตารางที่ 3.7

$$a_{ij} = \frac{d_{ij}}{\text{Max } d_{ij}} \quad (3.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา สัมประสิทธิ์ระยะห่างระหว่างปัจจัย
โดยที่ a_{ij} = สัมประสิทธิ์ระยะห่างระหว่างปัจจัย
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 d_{ij} = ระยะห่างระหว่างปัจจัย

$$\text{Max } a_{ij} = \text{ระยะห่างระหว่างปัจจัยสูงสุด}$$

จากตารางที่ 3.7 เมื่อคำนวณสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยของแต่ละผลิตภัณฑ์จากสมการ (3.3) แล้ว จะทำการประเมินหาจำนวนกลุ่มของผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Algorithm) ด้วยวิธีซิงเกิลลิงก์เกจ (Single Linkage) โดยที่รายละเอียดขั้นตอนการจัดกลุ่มด้วยวิธีซิงเกิลลิงก์เกจ (Single Linkage) แสดงดังหัวข้อถัดไปที่ 3.3.2

ตารางที่ 3.7 ตัวอย่างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ของแต่ละผลิตภัณฑ์ขนาด $m \times n$

ผลิตภัณฑ์	ผลิตภัณฑ์ที่ $i=1$	ผลิตภัณฑ์ที่ $i=2$	ผลิตภัณฑ์ที่ $i=3$	...	ผลิตภัณฑ์ที่ $i=n$
ผลิตภัณฑ์ที่ $i=1$	0				
ผลิตภัณฑ์ที่ $i=2$		0			
ผลิตภัณฑ์ที่ $i=3$			0		
...				0	
ผลิตภัณฑ์ที่ $i=n$					0

3.3.2 หาจำนวนกลุ่มของผลิตภัณฑ์ [12]

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการหาจำนวนกลุ่มของผลิตภัณฑ์ หลังจากที่ได้เมตริกซ์ความสัมพันธ์ของแต่ละผลิตภัณฑ์ในหัวข้อที่ 3.3.1 เพื่อหาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม จะพิจารณาจากระยะห่างที่สั้นที่สุดจนได้ข้อมูลที่ต้องการสุดท้ายเพียงกลุ่มเดียว โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Algorithm) ด้วยเทคนิค Agglomeration ซึ่งเลือกใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบวิธีซิงเกิลลิงก์เกจ (Single Linkage) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการจัดกลุ่มซึ่งสามารถทำได้โดยใช้สมการ (3.4) (3.5) และ (3.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(c_i, c_j) = \min_{x \in c_i, y \in c_j, x \neq y} a(x, y) \quad (3.4)$$

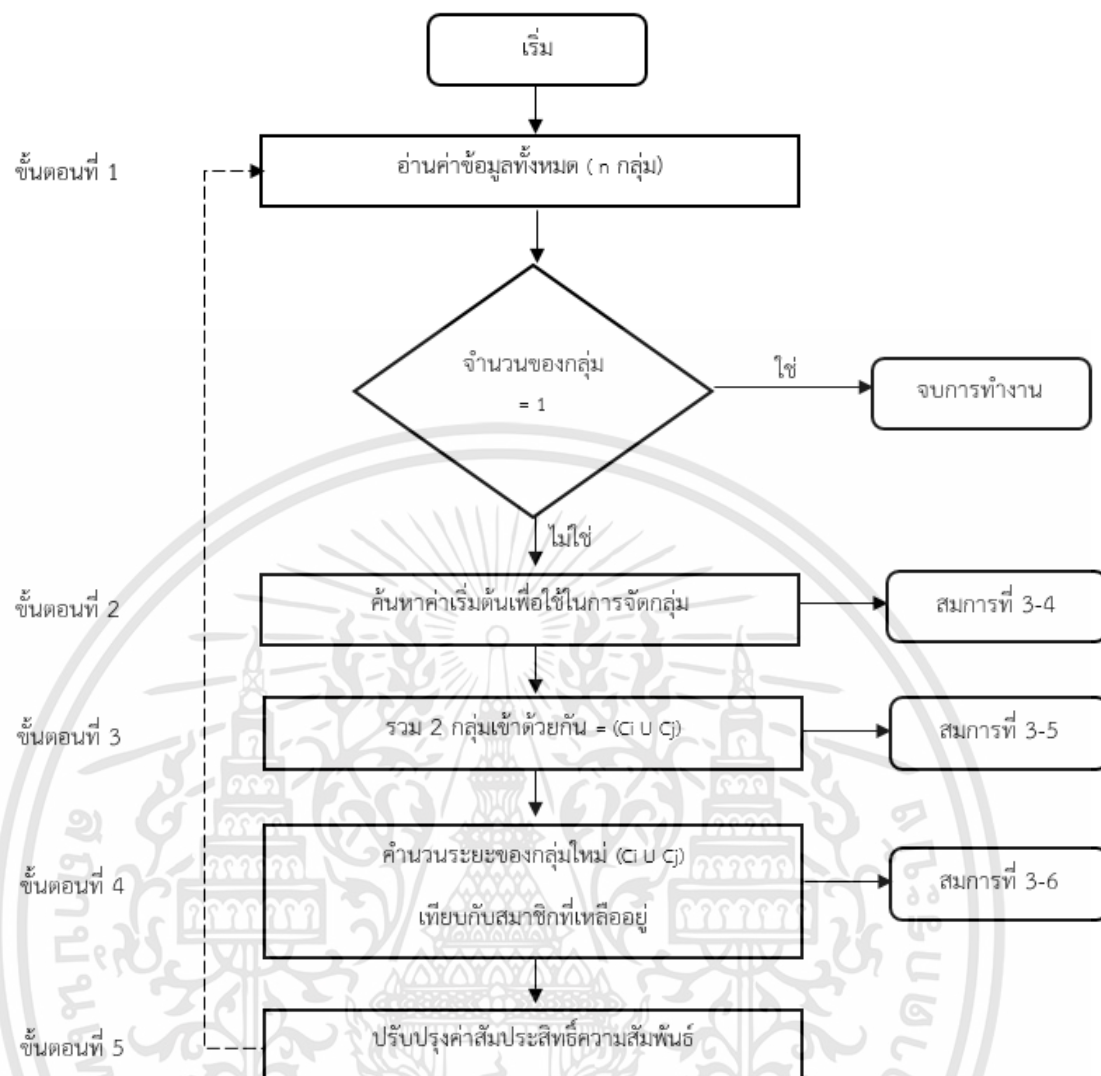
$$D(c_i, c_j) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} a(x, y) \quad (3.5)$$

$$D((c_i \cup c_j), c_k) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(x_i, x_k), a(x_j, x_k)\} \quad (3.6)$$

โดยที่	$D(.,.)$	=	ระยะห่างระหว่างกลุ่มผลิตภัณฑ์
	$a(.,.)$	=	สัมประสิทธิ์ระยะห่างระหว่างปัจจัย
	c_i	=	กลุ่ม C ลำดับที่ i
	c_j	=	กลุ่ม C ลำดับที่ j
	c_k	=	กลุ่ม C ลำดับที่ k
	x	=	ข้อมูลที่ x
	y	=	ข้อมูลที่ y
	x_i	=	ข้อมูลที่ x ลำดับที่ i
	x_j	=	ข้อมูลที่ x ลำดับที่ j
	x_k	=	ข้อมูลที่ x ลำดับที่ k

จากสมการ (3.4) (3.5) และ (3.6) สามารถนำไปใช้ในการแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ได้โดยมีขั้นตอนในการจัดกลุ่มตามไดอะแกรมทั้งหมด 5 ขั้นตอนแสดงดังรูปที่ 3.2 ซึ่งผลจากการแบ่งกลุ่มตามไดอะแกรมนี้จะแสดงผลผ่านแผนภาพเดนไดรแกรมโดยสุดท้ายจะเหลือกลุ่มผลิตภัณฑ์เพียงกลุ่มเดียวและจะทำการคัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ในหัวข้อถัดไปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ไดอะแกรมการจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์แบบวิธีซิงเกิลลิงก์เกจ (Single Linkage)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 คัดเลือกและวิเคราะห์กลุ่มผลิตภัณฑ์

ในหัวข้อนี้จะเป็นการคัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการจำแนกกลุ่มจากการจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์แบบวิธีซิงเกิลลิงก์เกจ (Single Linkage) จากหัวข้อที่ 3.3.2 โดยกลุ่มที่ทำการคัดเลือกลักษณะนั้นจะต้องเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตในปริมาณที่สูง และมีหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลิตร/ ปี) ในระดับที่ต่ำกว่าความต้องการของลูกค้า หรือเป็นกลุ่มที่ทางโรงงานกรณีศึกษามีความเห็นว่าจะต้องทำการปรับปรุงเพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานของกลุ่มนั้นๆ โดยที่เบื้องต้นจะทำการคัดเลือกโดยใช้เกณฑ์ที่ได้กำหนดขึ้นจากตารางที่ 3.6 เพื่อให้สามารถคัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ลักษณะของกลุ่มที่ถูกคัดเลือกถึงลักษณะการใช้พลังงานรวมไปถึงปริมาณการผลิตของกลุ่ม เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการหาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงานในหัวข้อที่ 3.5 ต่อไป

3.5 หาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงาน

ในหัวข้อนี้จะเป็นการหาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงาน โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1. เริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่อาจส่งผลต่อปริมาณการใช้พลังงานของกลุ่มที่ถูกคัดเลือกในหัวข้อที่ 3.4
2. นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ โดยนำเครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงานของกลุ่มผลิตภัณฑ์
3. ประสานงานกับผู้เกี่ยวข้องของโรงงานกรณีศึกษาเพื่อออกแบบและทดลอง
4. สรุปผลที่ได้จากการทดลอง

จากขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด 5 ขั้นตอนดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงได้นำมาวางแผนการดำเนินงานของผู้วิจัย รายละเอียดแผนการดำเนินงานแสดงดังตารางที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 แผนการดำเนินงานวิจัย

แผนการดำเนินงาน	เม.ย. 59 - มิ.ค. 60	เม.ย. 60	พ.ค. 60	มิ.ย. 60	ก.ค. 60	ส.ค. 60	ก.ย. 60	ต.ค. 60	พ.ย. 60	ธ.ค. 60
1. ศึกษาข้อมูลด้านการผลิตและปริมาณการใช้พลังงาน ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา										
2. ประเมินปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา										
3. จำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์										
4. คัดเลือกและวิเคราะห์กลุ่มผลิตภัณฑ์										
5. หาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงาน										

บทที่ 4

ผลการวิจัย

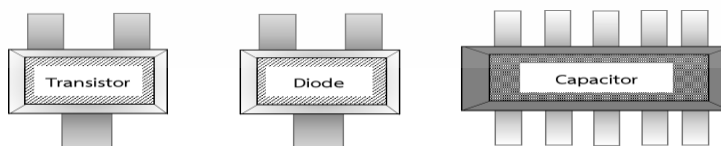
งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตที่นำไปสู่การลดค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษาแห่งหนึ่ง เนื่องจากแนวโน้มการใช้พลังงานที่สูงขึ้นของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อีกทั้งข้อจำกัดด้านผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลาย รวมไปถึงเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยอันเนื่องมาจากต้นทุนในการเปลี่ยนเทคโนโลยีที่สูงและไม่คุ้มค่า ที่อาจส่งผลให้การลดปริมาณการใช้พลังงานของทุกผลิตภัณฑ์นั้นทำได้ยาก โดยที่ผลของการวิจัยสามารถแบ่งได้เป็น 5 ส่วน ซึ่งรายละเอียดการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนได้แสดงไว้ในหัวข้อ 4.1 ถึง 4.5 ตามลำดับ

4.1 ศึกษาข้อมูลด้านการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา

ในการลดปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษา จำเป็นจะต้องมีการศึกษา และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษาไม่ว่าจะเป็นข้อมูลด้านกระบวนการผลิต หรือด้านปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ หาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงาน ซึ่งมีรายละเอียดการศึกษาดังนี้

4.1.1 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา

โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา เป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ประเภททรานซิสเตอร์ ไอโอด และคาปาซิเตอร์ แสดงดังรูปที่ 4.1 เพื่อส่งออกให้แก่อุตสาหกรรมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมยานยนต์ และการสื่อสาร เป็นต้น โดยวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วย เวเฟอร์ (Chip) เส้นทองสำหรับเชื่อมวงจร (Au-Wire) เฟรม (Frame) เรซิน (Resin) และบรรจุภัณฑ์ (Packaging)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ(ก)การใช้งานเพื่อ(ข)ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาต(ค)นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม ผู้อื่นห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ประเภท (ก) ทรานซิสเตอร์ (ข) ไดโอด (ค) คาปาซิเตอร์

โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษามีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายกว่า 36 ผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 4.1 ซึ่งประกอบไปด้วยผลิตภัณฑ์ประเภททรานซิสเตอร์ 18 ผลิตภัณฑ์ ประเภทไอโอด 13 ผลิตภัณฑ์ และประเภทคาปาซิเตอร์ 5 ผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ได้มีการเก็บข้อมูลราคาขายของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้เป็นปัจจัยในการแบ่งกลุ่มของผลิตภัณฑ์ทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา

ประเภท ผลิตภัณฑ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	ราคาขาย (บาท/ ชิ้น)	ประเภท ผลิตภัณฑ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	ราคาขาย (บาท/ ชิ้น)
ทรานซิสเตอร์	TR1	0.320	ไอโอด	Di1	0.284
	TR2	0.225		Di2	0.297
	TR3	0.354		Di3	0.287
	TR4	0.251		Di4	0.254
	TR5	0.272		Di5	0.270
	TR6	0.228		Di6	0.297
	TR7	0.304		Di7	0.310
	TR8	0.224		Di8	0.353
	TR9	0.358		Di9	0.330
	TR10	0.381		Di10	0.318
	TR11	1.388		Di11	0.558
	TR12	0.359		Di12	0.296
	TR13	1.567		Di13	0.284
	TR14	0.371	คาปาซิเตอร์	C1	1.167
	TR15	2.935		C2	1.167
	TR16	0.332		C3	1.167
	TR17	1.355		C4	1.167
	TR18	1.588		C5	1.167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ข้อมูลด้านการผลิต

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายของโรงงานกรณีศึกษา ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีความหลากหลายและซับซ้อนตามไปด้วย ดังนั้นเพื่อให้สามารถประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้นั้น จำเป็นจะต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิต ระยะเวลาในการผลิตของแต่ละกระบวนการ และปริมาณการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ จากตารางที่ 4.2 แสดงกลุ่มของกระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถแบ่งกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ประเภททรานซิสเตอร์ออกเป็น 12 กลุ่ม ผลิตภัณฑ์ประเภทไอโอด 12 กลุ่ม และผลิตภัณฑ์ประเภทคาปาซิเตอร์อีก 5 กลุ่ม โดยที่กระบวนการผลิตของกลุ่มผลิตภัณฑ์ประเภททรานซิสเตอร์ กลุ่มผลิตภัณฑ์ประเภทไอโอด และกลุ่มผลิตภัณฑ์ประเภทคาปาซิเตอร์ แสดงดังภาคผนวก ก. รูปที่ ก1-ก29 ตามลำดับ จะเห็นว่ากระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ประเภททรานซิสเตอร์และไอโอดนั้น มีกระบวนการผลิตใกล้เคียงกัน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ประเภทคาปาซิเตอร์นั้น มีกระบวนการผลิตที่หลากหลายและมีความสลับซับซ้อน

ตารางที่ 4.2 กลุ่มผลิตภัณฑ์ประเภททรานซิสเตอร์ ไอโอด และคาปาซิเตอร์

ประเภทผลิตภัณฑ์	ลำดับที่	กลุ่มผลิตภัณฑ์	ประเภทผลิตภัณฑ์	ลำดับที่	กลุ่มผลิตภัณฑ์
ทรานซิสเตอร์	1	TR1	ไอโอด	1	Di1
	2	TR2		2	Di2
	3	TR3		3	Di3
	4	TR4 TR5 TR6 และ TR7		4	Di4 และ Di5
	5	TR8 และ TR16		5	Di6
	6	TR9 และ TR12		6	Di7
	7	TR10		7	Di8
	8	TR11		8	Di9
	9	TR13		9	Di10
	10	TR14		10	Di11
	11	TR15 และ TR17		11	Di12
	12	TR18		12	Di13
คาปาซิเตอร์	1	C1			
	2	C2			
	3	C3			
	4	C4			
	5	C5			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่โรงงานใช้ในการใช้งานการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น สิ่งทั้งหมดนี้เป็นลิขสิทธิ์และต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้สามารถประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำแล้ว นอกจากการศึกษากระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์แล้วจำเป็นต้องศึกษาระยะเวลาในการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยรายละเอียดระยะเวลาในการผลิตของแต่ละกระบวนการของผลิตภัณฑ์ประเภททรานซิสเตอร์ ไดโอด และคาปาซิเตอร์ แสดงดังตารางที่ 4.3 ตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 ตามลำดับ โดยระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ประเภททรานซิสเตอร์ TR1 มีระยะเวลาการผลิตน้อยสุดที่ 1,058.74 นาที่/ ล็อต และผลิตภัณฑ์ TR18 มีระยะเวลาการผลิตสูงสุดที่ 2,458.48 นาที่/ ล็อต ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ประเภทไดโอด Di1 มีระยะเวลาในการผลิตน้อยสุดที่ 1,204.95 นาที่/ ล็อต และผลิตภัณฑ์ Di13 มีระยะเวลาการผลิตสูงสุดที่ 2,557.45 นาที่/ ล็อต จะเห็นว่าระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ประเภททรานซิสเตอร์และไดโอดมีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ประเภทคาปาซิเตอร์มีระยะเวลาในการผลิตสูงกว่า 18,890 นาที่/ ล็อต เนื่องจากกระบวนการผลิตที่หลากหลายและมีความซับซ้อน ส่งผลให้ระยะเวลาในการผลิตคาปาซิเตอร์นานกว่าทรานซิสเตอร์และไดโอด กว่า 7 เท่า อีกหนึ่งข้อมูลที่สำคัญในการประเมินปริมาณการใช้พลังงานคือปริมาณการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ปี) ซึ่งรายละเอียดปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์ขึ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ประเภททรานซิสเตอร์ ไดโอด และคาปาซิเตอร์ แสดงดังตารางที่ 4.5 จะเห็นว่าแต่ละผลิตภัณฑ์มีปริมาณการผลิตที่ต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยน้อยสุดที่ 51.21 ล็อต/ ปี และมากที่สุดที่ 29,650.89 ล็อต/ ปี ทั้งนี้ปริมาณการผลิตนั้นแปรผันตรงกับความต้องการของลูกค้า และความสามารถการผลิตจริงของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา เพื่อประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ในโรงงานกรณีศึกษาได้อย่างถูกต้อง จึงได้ทำการเก็บข้อมูลปริมาณการผลิตต่อปีของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่ผลิตระหว่างเดือน เมษายน พ.ศ. 2559 – มีนาคม พ.ศ. 2560 ทั้งหมด 1 ปี เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการประเมินปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วย โดยข้อมูลปริมาณการผลิตแต่ละผลิตภัณฑ์แสดงดังตารางที่ 4.6 ซึ่งมีปริมาณการผลิตรวมของทุกผลิตภัณฑ์อยู่ที่ 161,950 ล็อต/ ปี

4.1.3 ข้อมูลด้านปริมาณการใช้พลังงาน

ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานจะเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2559 – มีนาคม พ.ศ. 2560 ทั้งหมด 1 ปี หรือช่วงเวลาเดียวกับข้อมูลด้านการผลิต เพื่อให้สามารถนำไปใช้สำหรับประเมินปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งพบว่าโรงงานกรณีศึกษามีแหล่งพลังงานทั้งหมดมาจากพลังงานไฟฟ้า มีสัดส่วนในการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนกระบวนการผลิตและส่วนระบบสนับสนุนโรงงาน ดังรูปที่ 4.2 แสดงสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษา ปริมาณพลังงานไฟฟ้าถูกแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ 1. ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับกระบวนการผลิต (Production) ร้อยละ 30 ส่วนที่เหลือเป็นการใช้สำหรับระบบสนับสนุน ได้แก่ แสงสว่างและระบบอำนวยความสะดวก (Lighting and Facility) ร้อยละ 23 ระบบน้ำ

(Water System) ร้อยละ 18 เครื่องปรับอากาศ (Air Condition) ร้อยละ 15 และ ปัมลม (Air Compressor) ร้อยละ 14 โดยมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมอยู่ที่ 55,772,765.68 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็นต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้ากว่า 171.87 ล้านบาท/ปี ในปี พ.ศ. 2560 เมื่อคิดที่ค่าไฟฟ้า 3.08 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง (3.08 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง เป็นค่าอ้างอิงค่าไฟฟ้าของโรงงานการศึกษา)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ระยะเวลาในการผลิตแต่ละกระบวนการของผลิตภัณฑ์ประเภททรานซิสเตอร์

ชื่อผลิตภัณฑ์	กระบวนการ													ระยะเวลาการผลิตทั้งหมด
	อบ 1 (Cure 1)	วิเคราะห์ ของเสีย (Defect Analysis)	กระบวนการ ขั้นสุดท้าย (Final)	กระบวนการ ขั้นต้น (First)	การชุบผิว แบบจุ่ม (Dipping)	การ ตรวจสอบขั้น สุดท้าย (Final Inspection)	อบ 2 (Cure 2)	การชุบ ด้วยไฟฟ้า (Electro Plating)	การทดสอบ ด้วยความ ร้อน (Heat Test Inspection)	ขจัดเศษ พลาสติกเ รซิน (Teba)	การทดสอบ ความร้อน (Heat Shock Test)	การ ตรวจสอบ ภายนอก (Appearanc e Inspection)	เอ็กซเรย์ (X-ray Inspecti on)	
TR1		0	252.82	667.48	73.89	4.99				59.54				1058.74
TR2		176.67	269.94	396.18	0	5.36	236.03	18.45		36.29				1138.96
TR3		53.94	293.45	700.62	68.41	4.32				61.16				1181.94
TR4		154.60	253.49	603.92	46.61	5.046		4.76	14.66	64.98		9.25	55.03	1212.38
TR5		185.22	219.27	643.47	45.23	4.15		6.82	13.82	63.02		9.94	27.48	1218.45
TR6		280.57	231.78	476.31	42.05	4.64		22.14	41.43	64.36		33.42	60.08	1256.83
TR7		267.99	280.94	560.68	64.11	4.88		24.38	15.45	64.41		5.61	69.18	1357.67
TR8			357.00	757.11		3.81	228.61	34.61		61.93				1443.22
TR9		210.21	323.78	744.41		4.80		25.57	48.80	58.47		16.06	52.24	1484.39
TR10		98.65	340.06	929.34	73.54	5.53		4.99		66.03				1518.16
TR11	312.39	173.51	277.65	561.66	86.75	4.98			36.29	82.54		4.84	15.15	1555.80
TR12		270.09	315.86	833.67		4.99		25.78	29.70	76.75		30.39	57.56	1644.83
TR13	376.95	121.70	299.53	679.36	60.39	4.32	36.77			71.67		4.63	6.09	1661.46
TR14		101.24	566.25	936.94		2.94		25.09	10.98	69.26		6.48	15.04	1734.27
TR15	309.58	98.52	384.06	718.55		4.53	192.89	33.30		62.98				1804.44
TR16			448.63	1153.13		2.86	217.20	14.52		45.61				1881.98
TR17	396.27	209.42	511.63	953.60		8.21	223.86	31.15		65.77				2399.93
TR18	398.85	438.90	498.18	776.74		4.88	237.33	27.63	10.34	65.59				2458.48

ตารางที่ 4.4 ระยะเวลาในการผลิตแต่ละกระบวนการของผลิตภัณฑ์ประเภทไอโอด

ชื่อผลิตภัณฑ์	กระบวนการ													ระยะเวลาการผลิตทั้งหมด (นาที/ ล็อต)
	อบ 1 (Cure 1)	วิเคราะห์ ของเสีย (Defect Analysis)	กระบวนการ ขั้น สุดท้าย (Final)	กระบวนการ ขั้นต้น (First)	การชุบผิว แบบจุ่ม (Dipping)	การ ตรวจสอบขั้น สุดท้าย (Final Inspection)	อบ 2 (Cure 2)	การชุบ ด้วยไฟฟ้า (Electro Plating)	การ ทดสอบ ด้วยความ ร้อน (Heat Test Inspectio n)	จัดเศษ พลาสติก เรซิน (Teba)	การ ทดสอบ ความ ร้อน (Heat Shock Test)	การ ตรวจสอบ ภายนอก (Appearanc e Inspection)	เอ็กซ์เรย์ (X-ray Inspecti on)	
Di1		84.59	244.65	723.37	64.98	4.51		3.01	4.81	64.59		4.47	5.92	1204.95
Di2		149.44	298.51	801.46		5.23		45.10		67.19		8.61	17.50	1393.09
Di3		72.66	191.00	1013.15	70.47	8.10				70.27				1425.68
Di4		265.96	241.15	709.89	67.90	5.24		32.16	23.93	65.50		10.32	51.17	1473.26
Di5		253.02	278.02	674.96	44.84	5.99		80.96	30.22	67.03		45.69	44.36	1525.13
Di6		87.35	283.68	1050.8		5.58		25.06		77.56				1530.1
Di7		224.11	308.07	951.68		6.66		24.01	60.71	53.19		16.38	61.61	1706.45
Di8		39.35	410.71	1257.78	70.52	4.68		8.51		79.65				1871.24
Di9		172.42	275.34	1303.03	59.22	4.30			37.20	63.91		27.99	43.88	1987.33
Di10		571.60	269.23	637.04	60.87	3.90	213.95	25.10	48.21	59.85		78.05	86.19	2054.05
Di11	330.18	259.47	292.20	962.05	50.63	5.72			65.25	67.88		47.64	64.47	2145.54
Di12		260.6	952.31	521.05		4.10		28.6		53.25	328.16		97.8	2245.88
Di13			544.68	1720.95	142.09					149.72				2557.45

ตารางที่ 4.5 ระยะเวลาในการผลิตแต่ละกระบวนการของผลิตภัณฑ์ประเภทคาปาซิเตอร์

ลำดับ	ชื่อผลิตภัณฑ์									
	C5		C2		C3		C4		C5	
	กระบวนการ	เวลา	กระบวนการ	เวลา	กระบวนการ	เวลา	กระบวนการ	เวลา	กระบวนการ	เวลา
1	Pellet Welder	720	Pellet Welder	630	Pellet Welder	480	Pellet Welder	240	Pellet Welder	600
2	Formation	810	Formation	800	Formation	680	Silicone Coating	210	Silicone Coating	240
3	Insp.	150	Alcohol Mn	920	Alcohol Mn	430	Insp.	10	Dimension Insp.	10
4	Alcohol Mn	670	Outer Layer	100	Outer Layer	120	Formation	490	Formation	1200
5	Outer Layer	120	BOM 2	120	BOM 2	120	Surface Kasei	210	Surface Kasei	210
6	Graphite Ag	180	Graphite Ag	220	Graphite Ag	180	Rework	130	Rework	130
7	Ins.	10	Ins.	30	Ins.	30	Silicone Coupling	270	Silicone Coupling	740
8	First	460	Pellet Bake	180	Baking	200	Dispersion Dip	180	Dispersion Dip	360
9	Heat Shock	60	First	570	First	840	Phenol	60	Phenol	140
10	Teba	210	Post cure	300	Post cure	720	BOP 2	2090	BOP 2	1680
11	Rewinding	15	Heat Shock	60	Heat Shock	60	BOP 1	2100	BOP 1	2280
12	Plating	55	Teba	190	Teba	270	Ag 2 Times	325	Ag 2 Times	370
13	Leaving Time	1440	Rewinding	10	Rewinding	10	Ins	30	Ins	30
14	Lead Cut	70	Leaving Time	1140	Leaving Time	1140	First	535	First	680
15	Aging	330	Lead Cut	50	Lead Cut	110	Post cure	305	Post cure	300
16	Leaving Time	7200	Aging	400	Aging	390	Heat Shock	60	Heat Shock	60
17	Final	240	Leaving Time	7200	Leaving Time	7200	Rewinding	10	Laser Burr Remove	100
18			Final	280	Final	270	Teba	70	Rewinding	10

ตารางที่ 4.5 ระยะเวลาในการผลิตแต่ละกระบวนการของผลิตภัณฑ์ประเภทคาปาซิเตอร์ (ต่อ)

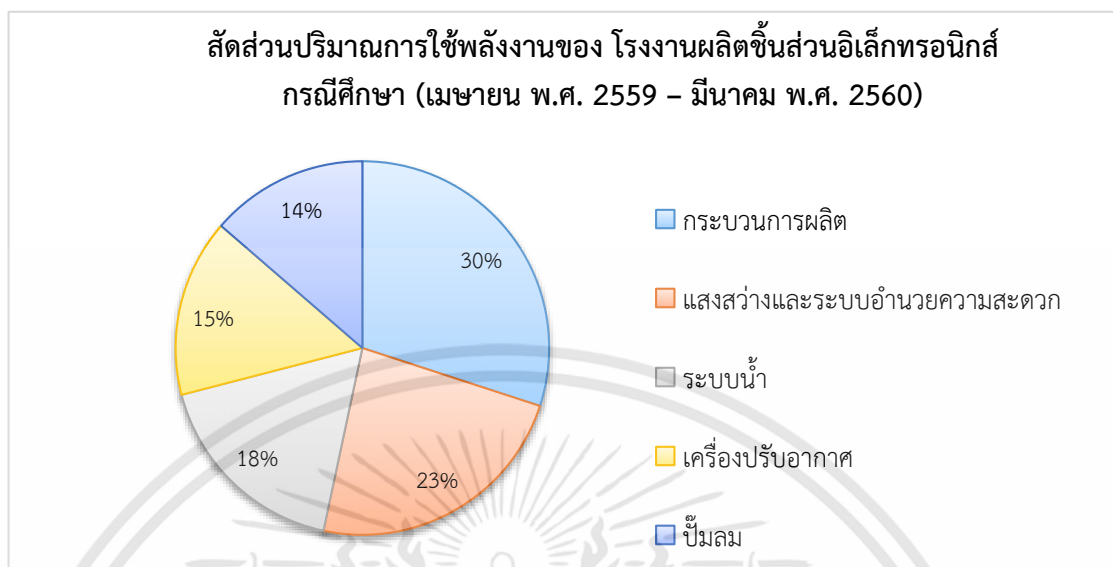
ลำดับ	ชื่อผลิตภัณฑ์									
	C5		C2		C3		C4		C5	
	กระบวนการ	เวลา (นาที/ ล็อต)	กระบวนการ	เวลา (นาที/ ล็อต)	กระบวนการ	เวลา (นาที/ ล็อต)	กระบวนการ	เวลา (นาที/ ล็อต)	กระบวนการ	เวลา (นาที/ ล็อต)
19							Electro Plating	55	Teba	35
20							Marking	45	Electro Plating	45
21							Baking	290	Marking	50
22							Leaving Time	1440	Baking	300
23							Lead Cut	55	Leaving Time	1440
24							Aging	360	Lead Cut	50
25							Leaving Time	7200	Aging	300
26							Final	300	Leaving Time	7200
27									Final	330
ระยะเวลาการผลิตทั้งหมด (นาที/ ล็อต)		12,740		13,200		13,250		17,070		18,890

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี)

ประเภท ผลิตภัณฑ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	ปริมาณการผลิต (ล็อต/ ปี)	ประเภท ผลิตภัณฑ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	ปริมาณการผลิต (ล็อต/ ปี)
ทรานซิสเตอร์	TR1	3,105.32	ไอโอด	DI1	5,342.57
	TR2	10,001.10		DI2	693.019
	TR3	576.31		DI3	1,537.72
	TR4	29,650.90		DI4	1,566.72
	TR5	13,723.95		DI5	11,686.02
	TR6	7,697.13		DI6	336.72
	TR7	2,487.87		DI7	1,164.82
	TR8	17,145.32		DI8	243.27
	TR9	20,531.32		DI9	417.72
	TR10	12,890.82		DI10	584.88
	TR11	4,825.85		DI11	1,026.13
	TR12	2,606.58		DI12	46.56
	TR13	1,163.11		DI13	115.20
	TR14	3,478.81	คาปาซิเตอร์	C1	605.00
	TR15	540.34		C2	492.00
	TR16	3,176.01		C3	591.00
	TR17	325.58		C4	618.00
	TR18	289.28		C5	667.19

หลังจากการศึกษาและเก็บข้อมูลของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา ดังหัวข้อที่ 4.1.1 ถึง 4.1.3 ได้แกข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ต่างๆทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา ข้อมูลด้านการผลิตไม่ว่าจะเป็น กระบวนการผลิต ระยะเวลาในการผลิต และปริมาณการผลิต และสุดท้ายคือข้อมูลด้านปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษาซึ่งพบว่าปริมาณพลังงานที่ใช้ทั้งหมดมาจากแหล่งพลังงานเดียวคือพลังงานไฟฟ้า โดยที่ข้อมูลเหล่านี้จะนำไปสู่การประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ต่อไปในหัวข้อที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 สัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษาเดือนเมษายน พ.ศ. 2559 – มีนาคม พ.ศ. 2560

4.2 ประเมินปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา

การประเมินปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา เป็นการประเมินปริมาณการใช้พลังงานในระดับผลิตภัณฑ์ตาม ISO5001 [26] ซึ่งการประเมินจากค่าการใช้พลังงาน (SEC) จะประเมินจากปริมาณการใช้พลังงานกับปริมาณผลผลิต เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ปริมาณต้นทุนด้านพลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง โดยนำข้อมูลที่ได้จากหัวข้อที่ 4.1 มาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินปริมาณการใช้พลังงาน วิธีการหนึ่งที่น่าสนใจในการประเมินปริมาณการใช้พลังงาน คือ ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) แต่เนื่องจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ถึง 36 ผลิตภัณฑ์ อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้ ดังนั้นจึงต้องทำการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษาขึ้นมา โดยการใช้เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) เพื่อให้ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) สามารถใช้ในการประเมินปริมาณการใช้พลังงานได้อย่างมีคุณภาพ ซึ่งการใช้เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) เป็นการปรับแก้การคิดคำนวณค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (Specific Energy Consumption) ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งหากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตมีค่าสูงนั้นสามารถประเมินได้ว่าต้นทุนด้านพลังงานของผลิตภัณฑ์นั้นมีค่าสูง ในทางกลับกันหากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตมีค่าน้อยสามารถประเมินได้ว่าต้นทุนทางด้านพลังงานของผลิตภัณฑ์นั้นมีค่า

น้อยตามไปด้วย หรืออาจกล่าวได้ว่าค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตแปรผันตรงกับต้นทุนด้านพลังงาน ดังนั้นการวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตที่ได้จากการศึกษานั้นจึงสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ หรือบริหารจัดการทางด้านพลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิตจากพลังงานในอนาคต โดยการเปรียบเทียบข้อมูลด้วยเทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) ก่อนนำไปใช้ในการคำนวณค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) แสดงดังหัวข้อที่ 4.2.1

4.2.1 เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit)

เพื่อให้การประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์จากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) ได้อย่างแม่นยำ จึงได้นำเทคนิคหน่วยเทียบเท่ามาใช้เป็นค่าเปรียบเทียบปริมาณการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ ด้วยการเลือกใช้เทคนิคหน่วยเทียบเท่าแบบ L (Lead Time) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ต้นทุน (Unit Cost) ที่มีความถูกต้อง ซึ่งจะใช้ข้อมูลระยะเวลาในการผลิตทั้งหมด (นาที/ ล็อต) ของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเก็บข้อมูลระยะเวลาในการผลิตในหัวข้อที่ 4.1.2 โดยเทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) มีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

1. กำหนดให้ระยะเวลาในการผลิต (นาที/ ล็อต) ที่สั้นที่สุดของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์เท่ากับ 1 เช่น ผลิตภัณฑ์ที่มีระยะเวลาในการผลิตน้อยที่สุดคือ TR1 เท่ากับ 1,058.74 นาที/ ล็อต จะกำหนดให้ค่าปรับแก้ของ TR1 เท่ากับ 1
2. กำหนดให้ระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่มีค่ามากกว่าข้อที่ 1 มีค่าปรับแก้มากกว่าเป็นจำนวนเท่าของระยะเวลาในการผลิตในข้อ 1 เช่น ผลิตภัณฑ์ที่มีระยะเวลาในการผลิตมากกว่า TR1 คือ TR2 มีระยะเวลาในการผลิตเท่ากับ 1,138.95 นาที/ ล็อต ดังนั้นค่าปรับแก้ของ TR2 เท่ากับ $\frac{1,138.95}{1,058.74}$ นาที/ ล็อต หรือเท่ากับ 1.07 เท่าของ TR1
3. เอาค่าปรับแก้ที่ได้จากข้อที่ 2 คูณกับปริมาณการผลิต (ล็อต/ ปี) ของแต่ละผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.7 แสดงข้อมูลหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี) และค่าปรับแก้ ที่ได้จากการใช้ข้อมูลระยะเวลาการผลิตผ่านการคำนวณโดยใช้เทคนิคหน่วยเทียบเท่าที่ได้จากการคำนวณตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 หลังจากที่ได้ข้อมูลหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี) และค่าปรับแก้แล้ว จะทำการคำนวณเพื่อหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ปี) ของแต่ละผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) จากสมการ (2.1) โดยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า และร้อยละหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (% Equivalent Unit) แต่ละผลิตภัณฑ์แสดงดังตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ และมีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

- 1) คำนวณร้อยละหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (% Equivalent Unit) จากการเรียงลำดับค่าปรับแก้จากน้อยไปมากและคำนวณจากสมการ (3.1)
- 2) เอาค่าร้อยละของหน่วยเทียบเท่า (% Equivalent Unit) ที่ได้จากข้อที่ 2 คูณกับปริมาณพลังงานไฟฟ้ารวมของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา 55,772,765.68 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ปี

ตารางที่ 4.7 หน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี) และค่าปรับแก้ของแต่ละผลิตภัณฑ์

ชื่อผลิตภัณฑ์	ค่าปรับแก้ (x)	หน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี)	ชื่อผลิตภัณฑ์	ค่าปรับแก้ (x)	หน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี)
TR1	1.00	3,105.32	DI1	1.14	6,080.34
TR2	1.08	10,758.74	DI2	1.32	911.87
TR3	1.12	643.36	DI3	1.34	2,065.70
TR4	1.15	33,953.67	DI4	1.39	2,180.13
TR5	1.15	15,794.07	DI5	1.44	16,833.83
TR6	1.19	9,137.27	DI6	1.45	486.63
TR7	1.28	3,190.28	DI7	1.61	1,877.43
TR8	1.36	23,376.53	DI8	1.77	429.97
TR9	1.40	28,785.39	DI9	1.88	784.09
TR10	1.43	18,484.55	DI10	1.94	1,134.74
TR11	1.47	7,091.47	DI11	2.03	2,079.44
TR12	1.55	4,049.51	DI12	2.12	98.77
TR13	1.57	1,825.24	DI13	2.42	278.27
TR14	1.64	5,698.44	C1	12.03	7,280.04
TR15	1.70	920.90	C2	12.47	6,134.06
TR16	1.78	5,645.54	C3	12.51	7,396.26
TR17	2.27	738.03	C4	16.12	9,963.93
TR18	2.32	671.73	C5	17.84	11,903.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในหน่วยงานการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาดังกล่าวลงสู่สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่มิใช่ของหน่วยงาน

ตารางที่ 4.8 ร้อยละหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละผลิตภัณฑ์

ชื่อ ผลิตภัณฑ์	ร้อยละหน่วย เทียบเท่าของ ผลิตภัณฑ์ (%)	ปริมาณการใช้ พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์- ชั่วโมง/ ปี)	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	ร้อยละหน่วย เทียบเท่าของ ผลิตภัณฑ์ (%)	ปริมาณการใช้ พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์- ชั่วโมง/ ปี)
TR1	0.84%	467,608.38	DI1	0.95%	532,181.33
TR2	0.90%	503,032.23	DI2	1.10%	615,274.80
TR3	0.94%	522,012.09	DI3	1.13%	628,162.22
TR4	0.96%	535,465.10	DI4	1.17%	650,687.29
TR5	0.96%	538,142.41	DI5	1.21%	673,594.61
TR6	1.00%	555,098.71	DI6	1.21%	675,787.52
TR7	1.08%	599,631.67	DI7	1.35%	753,675.22
TR8	1.14%	637,554.45	DI8	1.48%	826,458.17
TR9	1.18%	655,597.83	DI9	1.57%	877,728.72
TR10	1.20%	670,517.87	DI10	1.63%	907,220.37
TR11	1.23%	687,139.88	DI11	1.70%	947,607.87
TR12	1.30%	726,461.94	DI12	1.78%	991,919.84
TR13	1.32%	733,804.94	DI13	2.03%	1,129,531.76
TR14	1.37%	765,961.29	C1	10.09%	5,626,786.32
TR15	1.43%	796,954.73	C2	10.45%	5,829,951.29
TR16	1.49%	831,199.91	C3	10.49%	5,852,034.44
TR17	1.90%	1,059,960.77	C4	13.52%	7,539,187.01
TR18	1.95%	1,085,819.04	C5	14.96%	8,343,013.63

เมื่อทำการคำนวณหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละผลิตภัณฑ์ใหม่จากเทคนิคหน่วยเทียบเท่าแล้ว จะทำให้กาประเมินค่าการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์มี

ความแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยจะทำการประเมินในหัวข้อถัดไปที่ 4.2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์

หลังจากที่ปรับเทียบข้อมูลปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์จากหัวข้อที่ 4.2.1 ในหัวข้อนี้จะทำการประเมินค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) ซึ่งเป็นวิธีสำหรับใช้ประเมินประสิทธิภาพพลังงานของผลผลิตภัณฑ์ตาม ISO5001 เพื่อประเมินต้นทุนด้านพลังงานเบื้องต้นของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยที่ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) สามารถคำนวณได้จากสมการ (2.1) โดยตัวอย่างการคำนวณค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) ของผลิตภัณฑ์ TR1 สามารถคำนวณได้ดังนี้

ตัวอย่างการคำนวณค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption)

จากสมการ (2.1) ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต)

$$= \frac{\text{พลังงานสุทธิ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ปี)}}{\text{ปริมาณการผลิต (ล็อต/ ปี)}}$$

$$= \frac{467,608.38}{3,105.32}$$

$$= 150.58 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต}$$

$$= 150.58 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต}$$

ผลที่ได้จากการคำนวณค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) ของแต่ละผลิตภัณฑ์แสดงดังตารางที่ 4.9 จะเห็นว่าค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต) มีค่าน้อยสุดคือผลิตภัณฑ์ TR4 ซึ่งมีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตเพียง 16 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ DI12 มีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตถึง 10,043 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต ซึ่งมากกว่า 636 เท่าของผลิตภัณฑ์ TR4 อีกทั้งโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษานั้นมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย การที่จะเข้าไปลดปริมาณการใช้พลังงานของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ในเวลาเดียวกันนั้นสามารถทำได้ยาก ดังนั้นการลดปริมาณการใช้พลังงานของกลุ่มของผลิตภัณฑ์ จึงเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ทำให้สามารถเข้าไปแก้ไขหรือลดปริมาณการใช้พลังงานของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนั้นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

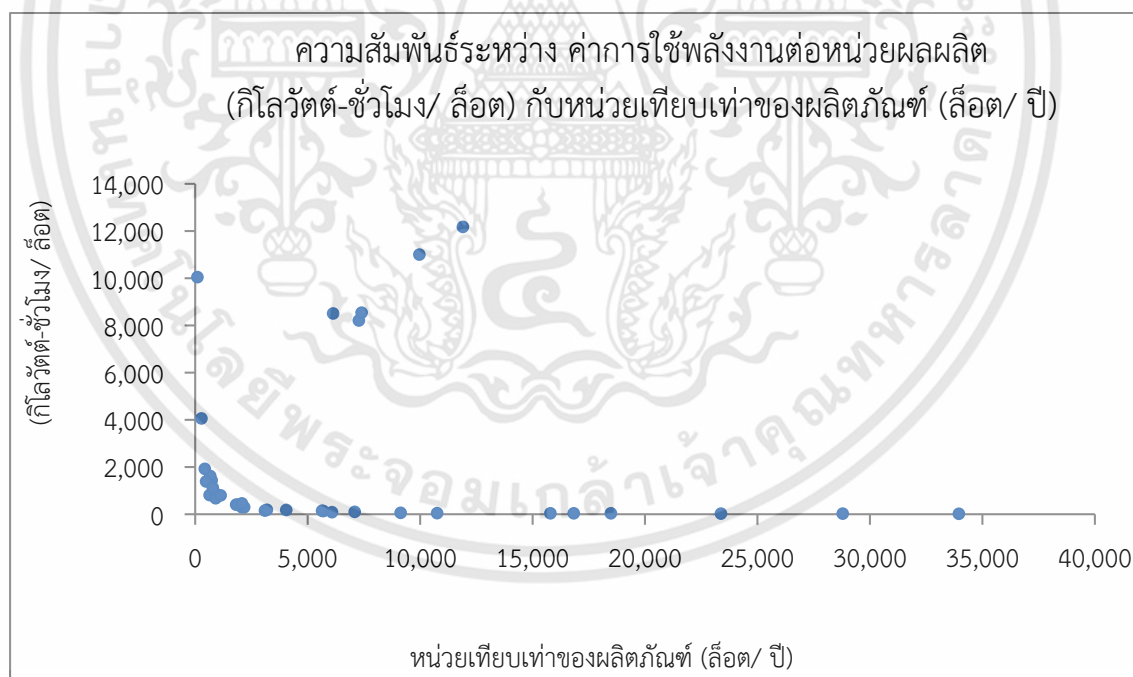
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วย ผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต)	ผลิตภัณฑ์	ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วย ผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต)
TR1	151	DI1	88
TR2	47	DI2	675
TR3	811	DI3	304
TR4	16	DI4	298
TR5	34	DI5	40
TR6	61	DI6	1,389
TR7	188	DI7	401
TR8	27	DI8	1,922
TR9	23	DI9	1,119
TR10	36	DI10	799
TR11	97	DI11	456
TR12	179	DI12	10,043
TR13	402	DI13	4,059
TR14	134	C1	773
TR15	865	C2	950
TR16	147	C3	791
TR17	1,436	C4	757
TR18	1,616	C5	701

ผลจากการประเมินปริมาณการใช้พลังงานในระดับผลิตภัณฑ์จากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) [26] แสดงดังตารางที่ 4.9 สามารถนำไปใช้ในการจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์เบื้องต้นได้จากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) กับปริมาณผลผลิต (ลีต/ ปี) หรือเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ ได้ดังตารางที่ 4.10 นอกจากนี้เมื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) กับหน่วยเทียบเท่า (ลีต/ ปี) [26] ไม่ว่าการนี้แสดงดังรูปที่ 4.3 พบว่ากลุ่มผลิตภัณฑ์ประเภทคาปาซิเตอร์นั้นมีผลกระทบต่อค่าการใช้พลังงานต่อหน่วย

ผลผลิตในระดับค่อนข้างสูง และเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ควรจะไปทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต แต่ด้วยข้อจำกัดด้านกระบวนการผลิตที่มีความสลับซับซ้อน มีความต้องการเทคโนโลยีขั้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์ประเภททรานซิสเตอร์และไอโอดในกระบวนการผลิต ทำให้การลดค่าการใช้พลังงานด้วยการปรับปรุงกระบวนการผลิตในกลุ่มนี้ทำได้ยากกว่าผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น เนื่องจากข้อจำกัดด้านต้นทุนทางเทคโนโลยี จึงทำให้การเข้าไปปรับปรุงผลิตภัณฑ์คาปาซิเตอร์นั้นทำได้ยาก ด้วยเหตุนี้จึงได้ทำการหาผลิตภัณฑ์อื่นที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์คาปาซิเตอร์ซึ่งการจำแนกกลุ่มเบื้องต้นนั้นไม่สามารถจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน อาจทำให้การคัดเลือกและวิเคราะห์กลุ่มผลิตภัณฑ์เกิดความผิดพลาดหรือยากในการแก้ปัญหาในการลดปริมาณการใช้พลังงาน ดังนั้นเพื่อให้การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์มีความน่าเชื่อถือจึงได้นำวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering analysis) มาใช้ในการจำแนกกลุ่มของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ในการตัดสินใจคัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ใหม่หรือตัดกลุ่มในการพิจารณาให้สามารถจำแนกความแตกต่างและสะดวกในการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ โดยรายละเอียดการแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering analysis) แสดงดังหัวข้อที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต) กับหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี)

ตารางที่ 4.10 เกณฑ์การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ด้วยค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) และหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลีต/ ปี)

ลำดับ	ค่าการใช้พลังงานต่อ หน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต)	ระดับค่าการใช้พลังงาน ต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต)	หน่วยเทียบเท่า ของผลิตภัณฑ์ (ลีต/ ปี)	ระดับหน่วย เทียบเท่าของ ผลิตภัณฑ์ (ลีต/ ปี)
1	< 100	ต่ำ	< 100	ต่ำ
2	100-500	ค่อนข้างต่ำ	1,001-1,000	ค่อนข้างต่ำ
3	501-1,000	ปานกลาง	1,001-2,000	ปานกลาง
4	1,001-2,000	ค่อนข้างสูง	2,000-3,000	ค่อนข้างสูง
5	>2,000	สูง	> 4,000	สูง

4.3 จำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์

จากที่กล่าวมาในหัวข้อที่ 4.2 การแบ่งกลุ่มจากการใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 4.10 นั้นอาจทำให้การคัดเลือกและวิเคราะห์กลุ่มผลิตภัณฑ์เกิดความผิดพลาดหรือทำได้ยากในการแก้ปัญหาในการลดปริมาณการใช้พลังงาน ดังนั้นเพื่อให้การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์มีความน่าเชื่อถือจึงได้นำวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering Analysis) มาใช้ในการจำแนกกลุ่มของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ในการตัดสินใจคัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ใหม่หรือตัดกลุ่มในการพิจารณาให้สามารถจำแนกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้ และเนื่องจากการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการใช้พลังงานต่อหน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการผลิต (นาทิต/ ลีต) กับปริมาณผลผลิต (ลีต/ ปี) ในหัวข้อที่ 4.2.2 นั้นไม่สามารถจำแนกผลิตภัณฑ์ทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ออกเป็นกลุ่มได้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงได้นำข้อมูลราคาขาย (บาท/ ลีต) ของแต่ละผลิตภัณฑ์มาเป็นปัจจัยที่ 4 ในการหาความสัมพันธ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering Analysis) จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างของทั้ง 4 ปัจจัยบนพื้นฐานลักษณะการใช้เงื่อนไขร่วมกัน ด้วยการคำนวณหาระยะทางของข้อมูลหรือวิธีระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean Distance) เนื่องจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษาที่มีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย จึงทำให้การที่จะเข้าไปทำการปรับปรุงหรือลดปริมาณการใช้พลังงานในทุกผลิตภัณฑ์นั้นทำได้ยาก ดังนั้นการแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์โดยจำแนกตามความคล้ายกันของข้อมูลที่ได้จากหัวข้อที่ 4.2 ด้วยวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering Analysis) จึงเป็นหนึ่งวิธีที่สามารถช่วยในการแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้พลังงานกับปริมาณการผลิตหรือปัจจัยอื่นๆ ซึ่งสามารถทำได้โดยการสร้างเมตริกซ์

ความสัมพันธ์ของข้อมูลบนพื้นฐานความสัมพันธ์เดียวกัน ด้วยการคำนวณหาระยะห่างของข้อมูลหรือวิธีระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean Distance) จากความแตกต่างระหว่างปัจจัยหรือเรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ซึ่งรายละเอียดแสดงดังหัวข้อที่ 4.3.1 จากนั้นจะทำการประเมินหาจำนวนกลุ่มของผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Algorithm) ด้วยเทคนิคอิกกลอเมอเรชัน (Agglomeration) โดยเลือกใช้วิธีซิงเกิลลิงเกจ (Single Linkage) เพื่อหาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมในหัวข้อที่ 4.3.2 ให้สามารถแบ่งกลุ่มของผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมตามข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์

4.3.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

เพื่อให้สามารถแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง จะเริ่มจากการคำนวณหาระยะห่างระหว่างปัจจัยหรือวิธีระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean Distance) จากหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลီต/ ปี) ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) และราคาขาย (บาท/ ลีต) ซึ่งเป็นวิธีการพิจารณาความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ จากการคำนวณระยะห่างระหว่างปัจจัย (Euclidean Distance) ที่สามารถคำนวณได้จากสมการ (3.2) โดยที่ i คือ ปัจจัยลำดับแถวที่ i ส่วน j คือปัจจัยลำดับหลักที่ j ส่วน X_i, X_j คือหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ลำดับที่ i และ j (ลီต/ ปี) ตามลำดับ ส่วน Y_i, Y_j คือค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) ลำดับที่ i และ j (ลီต/ ปี) ตามลำดับ และ Z_i, Z_j คือราคาขายของผลิตภัณฑ์ลำดับที่ i และ j (บาท/ ลีต) ตามลำดับ ซึ่งผลจากการคำนวณระยะห่างระหว่างปัจจัยของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์พบว่า ระยะห่างระหว่างปัจจัยสูงสุดเท่ากับ 138,206 ซึ่งเป็นระยะห่างระหว่างปัจจัยของผลิตภัณฑ์ TR4 กับ TR15 รายละเอียดการคำนวณหาระยะห่างระหว่างปัจจัย (Euclidean Distance) ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์แสดงดังภาคผนวก ข. จากนั้นจะนำค่าระยะห่างระหว่างปัจจัย (Euclidean Distance) มาหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์จากสมการ (3.3) เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในรูปของสัมประสิทธิ์ที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์นี้ ถูกคำนวณเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ ผ่านการสร้างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ (Design Structure Matrix) ดังตารางที่ 4.10 ซึ่งมีตัวอย่างการคำนวณระยะห่างระหว่างปัจจัย (Euclidean Distance) กับค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ TR1 และ TR2 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ TR1 และ TR2

1) ระยะห่างระหว่างปัจจัยระหว่างผลิตภัณฑ์ TR1 และ TR2

จากสมการ (3.2) $i =$ ปัจจัยลำดับแถวที่ 1 (TR1) $j =$ ปัจจัยลำดับหลักที่ 2 (TR2)

$$X_1 = 3,105.32 \text{ (ล็อต/ ปี)} \quad X_2 = 10,758.74 \text{ (ล็อต/ ปี)}$$

$$Y_1 = 150.58 \text{ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต)} \quad Y_2 = 46.76 \text{ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต)}$$

$$Z_1 = 15,996.49 \text{ (บาท/ ล็อต)} \quad Z_2 = 11,264.58 \text{ (บาท/ ล็อต)}$$

$$d_{12} = \sqrt{(3,105.32_1 - 10,758.74_2)^2 + (150.58_1 - 46.76_2)^2 + (15,996.49_1 - 11,264.58_2)^2}$$

$$d_{12} = 8998.69 \text{ (คำนวณตามขั้นตอนที่ 1) จากสมการ (3.3) ทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์}$$

2) ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ TR1 และ TR2

จากสมการ (3.3) $d_{ij} =$ ปัจจัยลำดับที่ 1 และ 2 จาก 1)

โดยที่ $d_{1,2} = 8,998.69$ และ $\text{Max } d_{i,j} = d_{4,15} = 138,206$

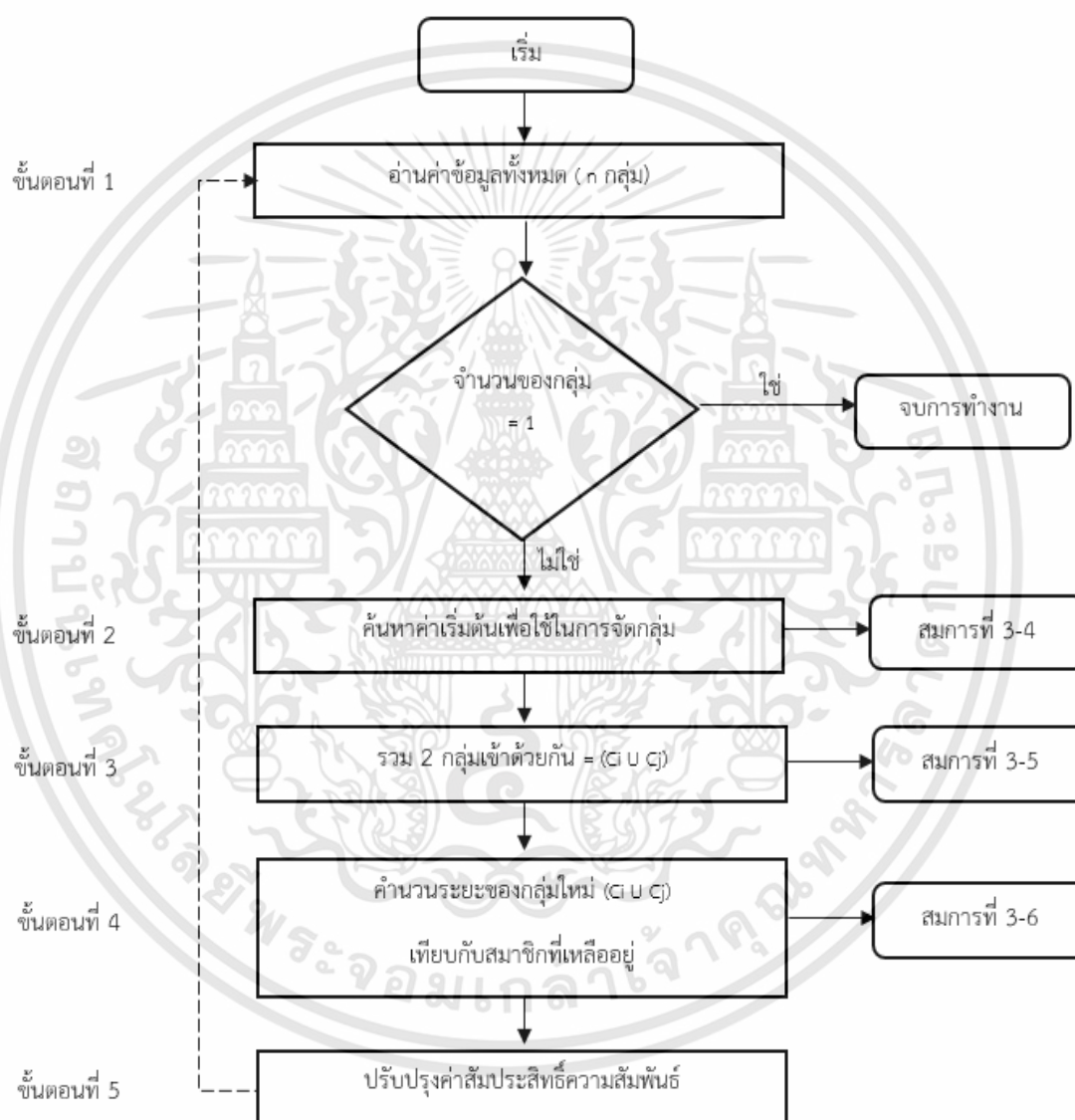
$$a_{1,2} = \frac{d_{1,2}}{d_{4,15}} = \frac{8,998.69}{138,206} = 0.007$$

เมื่อคำนวณสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีระยะห่างระหว่างปัจจัย (Euclidean Distance) แล้ว จะนำมาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีรูปแบบดังตารางที่ 3.7 โดยที่ค่าที่ได้จากการคำนวณสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แสดงดังตารางที่ 4.11 จากนั้นจะทำการประเมินหาจำนวนกลุ่มของผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Algorithm) ด้วยวิธีซิงเกิลลิงก์เกจ (Single Linkage) เพื่อคัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานการศึกษา รายละเอียดแสดงในหัวข้อถัดไปที่ 4.3.2

4.3.2 หาจำนวนกลุ่มของผลิตภัณฑ์

เพื่อหาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมสำหรับทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ เพื่อนำไปสู่การลดปริมาณการใช้พลังงาน ด้วยการปรับปรุงกระบวนการผลิต จะพิจารณาจากระยะห่างที่สั้นที่สุดจนได้ข้อมูลที่ต้องการ

สุดท้ายเพียงกลุ่มเดียว โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Algorithm) เทคนิคอิกกลอเมอเรชัน (Agglomeration) โดยที่งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบวิธีซิงเกิลลิงก์เกจ (Single Linkage) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการจัดกลุ่ม สามารถทำได้โดยใช้สมการ (3.4) (3.5) และ (3.6) ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนในการจัดกลุ่มตามไดอะแกรมดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ขั้นตอนในการจัดกลุ่มแบบวิธีซิงเกิลลิงก์เกจ (Single Linkage)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 เมตริกซ์ความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ทั้ง 36 ผลัดกัน

ผลิตภัณฑ์	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5	TR6	TR7	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D110	D111	D112	D113	C1	C2	C3	C4	C5	
TR1	0.00	0.07	0.07	0.22	0.09	0.05	0.01	0.15	0.19	0.11	0.39	0.02	0.45	0.03	0.95	0.02	0.37	0.46	0.03	0.02	0.01	0.02	0.10	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.09	0.08	0.04	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	
TR2	0.07	0.00	0.08	0.17	0.04	0.01	0.06	0.09	0.14	0.08	0.42	0.07	0.49	0.06	0.98	0.05	0.42	0.50	0.04	0.08	0.07	0.06	0.05	0.08	0.07	0.09	0.08	0.08	0.14	0.11	0.08	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	
TR3	0.07	0.09	0.00	0.24	0.11	0.06	0.02	0.17	0.20	0.14	0.07	0.42	0.05	0.49	0.05	0.98	0.04	0.41	0.49	0.02	0.03	0.03	0.12	0.02	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04	0.14	0.03	0.07	0.35	0.35	0.35	0.36	
TR4	0.22	0.17	0.24	0.00	0.13	0.18	0.22	0.08	0.05	0.12	0.45	0.22	0.53	0.21	1.00	0.21	0.47	0.54	0.20	0.24	0.23	0.23	0.12	0.24	0.23	0.25	0.24	0.24	0.26	0.26	0.25	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	
TR5	0.09	0.04	0.11	0.13	0.00	0.05	0.09	0.06	0.10	0.04	0.41	0.09	0.48	0.08	0.97	0.08	0.41	0.49	0.07	0.11	0.10	0.10	0.01	0.11	0.10	0.12	0.11	0.11	0.14	0.13	0.12	0.33	0.34	0.33	0.34	0.34	
TR6	0.05	0.01	0.06	0.18	0.05	0.00	0.05	0.10	0.15	0.09	0.42	0.06	0.49	0.06	0.98	0.05	0.41	0.50	0.03	0.06	0.06	0.05	0.06	0.07	0.06	0.08	0.07	0.07	0.13	0.10	0.07	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35	
TR7	0.01	0.06	0.02	0.22	0.09	0.05	0.00	0.15	0.19	0.11	0.39	0.02	0.46	0.03	0.95	0.02	0.38	0.47	0.02	0.02	0.01	0.02	0.10	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.09	0.07	0.04	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	
TR8	0.15	0.09	0.17	0.08	0.06	0.10	0.15	0.00	0.06	0.07	0.44	0.15	0.51	0.14	0.99	0.13	0.44	0.52	0.13	0.16	0.16	0.15	0.05	0.17	0.16	0.17	0.17	0.16	0.20	0.19	0.17	0.37	0.37	0.37	0.36	0.36	
TR9	0.19	0.14	0.20	0.05	0.10	0.15	0.19	0.06	0.00	0.08	0.40	0.18	0.48	0.17	0.95	0.17	0.41	0.49	0.17	0.20	0.20	0.20	0.09	0.21	0.20	0.21	0.20	0.21	0.22	0.21	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33		
TR10	0.11	0.08	0.14	0.12	0.04	0.09	0.11	0.07	0.08	0.00	0.37	0.10	0.45	0.09	0.93	0.09	0.38	0.46	0.10	0.13	0.12	0.13	0.04	0.13	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.15	0.14	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
TR11	0.39	0.42	0.07	0.45	0.41	0.42	0.39	0.44	0.40	0.37	0.00	0.37	0.08	0.37	0.56	0.38	0.05	0.09	0.40	0.40	0.40	0.41	0.41	0.40	0.39	0.38	0.39	0.39	0.30	0.40	0.40	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12	
TR12	0.02	0.07	0.42	0.22	0.09	0.06	0.02	0.15	0.18	0.10	0.37	0.00	0.44	0.01	0.93	0.02	0.36	0.45	0.03	0.03	0.03	0.04	0.10	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.07	0.08	0.05	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	
TR13	0.45	0.49	0.05	0.53	0.48	0.49	0.46	0.51	0.48	0.45	0.08	0.44	0.00	0.43	0.49	0.45	0.08	0.01	0.47	0.46	0.46	0.48	0.48	0.46	0.45	0.44	0.45	0.45	0.37	0.47	0.47	0.16	0.16	0.16	0.17	0.18	
TR14	0.03	0.06	0.49	0.21	0.08	0.06	0.03	0.14	0.17	0.09	0.37	0.01	0.43	0.00	0.93	0.01	0.36	0.44	0.03	0.04	0.04	0.05	0.09	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.07	0.09	0.06	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30	
TR15	0.95	0.98	0.05	1.00	0.97	0.98	0.95	0.99	0.95	0.93	0.56	0.93	0.49	0.93	0.00	0.94	0.57	0.49	0.96	0.95	0.96	0.97	0.97	0.95	0.95	0.93	0.94	0.95	0.86	0.96	0.96	0.64	0.64	0.64	0.65	0.65	
TR16	0.02	0.05	0.98	0.21	0.08	0.05	0.02	0.13	0.17	0.09	0.38	0.02	0.45	0.01	0.94	0.00	0.57	0.46	0.02	0.04	0.03	0.04	0.08	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.09	0.08	0.05	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	
TR17	0.37	0.42	0.04	0.47	0.41	0.41	0.38	0.44	0.41	0.38	0.05	0.36	0.08	0.36	0.57	0.37	0.00	0.08	0.39	0.38	0.39	0.40	0.41	0.38	0.38	0.36	0.37	0.38	0.29	0.39	0.39	0.10	0.09	0.10	0.12	0.13	
TR18	0.46	0.50	0.41	0.54	0.49	0.50	0.47	0.52	0.49	0.46	0.09	0.45	0.01	0.44	0.49	0.46	0.08	0.00	0.47	0.47	0.47	0.48	0.49	0.47	0.46	0.45	0.45	0.46	0.37	0.47	0.47	0.17	0.17	0.17	0.18	0.19	
D11	0.03	0.04	0.49	0.20	0.07	0.03	0.02	0.13	0.17	0.10	0.40	0.03	0.47	0.03	0.96	0.02	0.39	0.47	0.00	0.04	0.03	0.03	0.08	0.04	0.03	0.05	0.04	0.04	0.10	0.08	0.05	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	
D12	0.02	0.08	0.02	0.24	0.11	0.06	0.02	0.16	0.20	0.13	0.40	0.03	0.46	0.04	0.95	0.04	0.38	0.47	0.04	0.00	0.01	0.02	0.12	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.09	0.07	0.03	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	
D13	0.01	0.07	0.03	0.23	0.10	0.06	0.01	0.16	0.20	0.12	0.40	0.03	0.46	0.04	0.96	0.03	0.39	0.47	0.03	0.01	0.00	0.01	0.11	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.10	0.07	0.03	0.33	0.33	0.33	0.33	0.34	
D14	0.02	0.06	0.03	0.23	0.10	0.05	0.02	0.15	0.20	0.13	0.41	0.04	0.48	0.05	0.97	0.04	0.40	0.48	0.03	0.02	0.01	0.00	0.11	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.11	0.07	0.03	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	
D15	0.10	0.05	0.12	0.12	0.01	0.06	0.10	0.05	0.09	0.04	0.41	0.10	0.48	0.09	0.97	0.08	0.41	0.49	0.06	0.12	0.11	0.11	0.00	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.15	0.14	0.12	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	
D16	0.02	0.08	0.02	0.24	0.11	0.07	0.02	0.17	0.21	0.13	0.40	0.04	0.46	0.05	0.95	0.04	0.38	0.47	0.04	0.01	0.01	0.02	0.12	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.10	0.06	0.02	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	
D17	0.01	0.07	0.03	0.23	0.10	0.06	0.01	0.16	0.20	0.12	0.39	0.02	0.45	0.04	0.95	0.03	0.38	0.46	0.03	0.01	0.01	0.02	0.11	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.09	0.07	0.03	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	
D18	0.03	0.09	0.03	0.25	0.12	0.08	0.03	0.17	0.21	0.13	0.38	0.03	0.44	0.04	0.93	0.04	0.36	0.45	0.05	0.02	0.03	0.04	0.12	0.02	0.02	0.00	0.01	0.02	0.08	0.06	0.03	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	
D19	0.02	0.08	0.05	0.24	0.11	0.07	0.02	0.17	0.20	0.13	0.39	0.03	0.45	0.04	0.94	0.04	0.37	0.45	0.04	0.01	0.02	0.03	0.12	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.08	0.07	0.03	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	
D110	0.02	0.08	0.04	0.24	0.11	0.07	0.02	0.16	0.20	0.13	0.39	0.03	0.45	0.04	0.95	0.03	0.38	0.46	0.04	0.01	0.01	0.02	0.12	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.08	0.07	0.03	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	
D111	0.09	0.14	0.04	0.26	0.14	0.13	0.09	0.20	0.21	0.13	0.30	0.07	0.37	0.07	0.86	0.09	0.29	0.37	0.10	0.09	0.10	0.11	0.15	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.00	0.12	0.10	0.23	0.23	0.23	0.24	0.25	
D112	0.08	0.11	0.14	0.26	0.13	0.10	0.07	0.19	0.22	0.15	0.40	0.08	0.47	0.09	0.96	0.08	0.39	0.47	0.08	0.07	0.07	0.07	0.14	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.12	0.00	0.04	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	
D113	0.04	0.08	0.03	0.25	0.12	0.07	0.04	0.17	0.21	0.14	0.40	0.05	0.47	0.06	0.96	0.05	0.39	0.47	0.05	0.03	0.03	0.03	0.12	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.10	0.04	0.00	0.32	0.32	0.33	0.33	0.34	
C1	0.31	0.35	0.07	0.39	0.33	0.34	0.32	0.37	0.34	0.30	0.10	0.30	0.16	0.29	0.64	0.31	0.10	0.17	0.32	0.32	0.33	0.34	0.34	0.32	0.32	0.30	0.31	0.31	0.23	0.32	0.32	0.00	0.01	0.00	0.03	0.04	
C2	0.31	0.35	0.35	0.39	0.34	0.35	0.32	0.37	0.34	0.30	0.10	0.30	0.16	0.29	0.64	0.31	0.09	0.17	0.33	0.32	0.33	0.34	0.34	0.32	0.32	0.30	0.31	0.31	0.23	0.32	0.32	0.01	0.00	0.01	0.03	0.05	
C3	0.31	0.35	0.35	0.39	0.33	0.35	0.32	0.37	0.34	0.30	0.10	0.30	0.16	0.29	0.64	0.31	0.10	0.17	0.33	0.32	0.33	0.34	0.34	0.32	0.32	0.30	0.31	0.31	0.23	0.32	0.33	0.00	0.01	0.00	0.03	0.04	
C4	0.32	0.35	0.35	0.38	0.34	0.35	0.33	0.36	0.33	0.30	0.11	0.31	0.17	0.30	0.65	0.31	0.12	0.18	0.33	0.33	0.33	0.34	0.34	0.32	0.32	0.31	0.32	0.32	0.24	0.32	0.33	0.03	0.03	0.03	0.00	0.02	
C5	0.32	0.35	0.36	0.38	0.34	0.35	0.33	0.36	0.33	0.30	0.12	0.31	0.18	0.30	0.65	0.32	0.13	0.19	0.33	0.33	0.34	0.35	0.34	0.33	0.33	0.31	0.32	0.32	0.25	0.33	0.34	0.04					

ตัวอย่างการจัดกลุ่มตามไดอะแกรมดังรูปที่ 4.4 มีรายละเอียดดังนี้

รอบที่ 1 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตรายต์ดังตารางที่ 4.11

รอบที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตรายต์ C1 และ C3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.003

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, C3)\} = 0.003$$

รอบที่ 1 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตรายต์ C1 และ C3 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.003 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตรายต์ C1 และ C3 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่ในแถวที่ 2 คอลัมน์ที่ 1

รอบที่ 1 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (C1, C3) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D(\{C1, C3\}, TR1) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR1), a(C3, TR1)\} \\ = 0.313$$

$$D(\{C1, C3\}, TR2) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR2), a(C3, TR2)\} \\ = 0.346$$

$$D(\{C1, C3\}, TR3) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR3), a(C3, TR3)\} \\ = 0.075$$

$$D(\{C1, C3\}, TR4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR4), a(C3, TR4)\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ = 0.388 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{C1,C3\},TR5)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR5), a(C3, TR5)\}$$

$$=0.335$$

$$D(\{C1,C3\},TR6)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR6), a(C3, TR6)\}$$

$$=0.345$$

$$D(\{C1,C3\},TR7)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR7), a(C3, TR7)\}$$

$$=0.319$$

$$D(\{C1,C3\},TR8)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR9), a(C3, TR9)\}$$

$$=0.365$$

$$D(\{C1,C3\},TR9)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR9), a(C3, TR9)\}$$

$$=0.337$$

$$D(\{C1,C3\},TR10)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR10), a(C3, TR10)\}$$

$$=0.301$$

$$D(\{C1,C3\},TR11)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR11), a(C3, TR11)\}$$

$$=0.099$$

$$D(\{C1,C3\},TR12)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR12), a(C3, TR12)\}$$

$$=0.299$$

$$D(\{C1,C3\},TR13)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR13), a(C3, TR13)\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ=0.160 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{C1,C3\},TR14)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR14), a(C3, TR14)\}$$

$$=0.294$$

$$D(\{C1,C3\},TR15)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR15), a(C3, TR15)\}$$

$$=0.643$$

$$D(\{C1,C3\},TR16)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR16), a(C3, TR16)\}$$

$$=0.308$$

$$D(\{C1,C3\},TR17)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR17), a(C3, TR17)\}$$

$$=0.096$$

$$D(\{C1,C3\},TR18)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR18), a(C3, TR18)\}$$

$$=0.167$$

$$D(\{C1,C3\},DI1)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, DI1), a(C3, DI1)\}$$

$$=0.325$$

$$D(\{C1,C3\},DI2)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, DI2), a(C3, DI2)\}$$

$$=0.323$$

$$D(\{C1,C3\},DI3)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, DI3), a(C3, DI3)\}$$

$$=0.326$$

$$D(\{C1,C3\},DI4)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, DI4), a(C3, DI4)\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ=0.337 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{C1,C3\},DI5)=\min_{x\in C_i,y\in C_j}\{a(C1, DI5),a(C3,DI5)\}$$

$$=0.337$$

$$D(\{C1,C3\},DI6)=\min_{x\in C_i,y\in C_j}\{a(C1, DI6),a(C3,DI6)\}$$

$$=0.322$$

$$D(\{C1,C3\},DI7)=\min_{x\in C_i,y\in C_j}\{a(C1, DI7),a(C3,DI7)\}$$

$$=0.317$$

$$D(\{C1,C3\},DI8)=\min_{x\in C_i,y\in C_j}\{a(C1, DI8),a(C3,DI8)\}$$

$$=0.302$$

$$D(\{C1,C3\},DI9)=\min_{x\in C_i,y\in C_j}\{a(C1, DI9),a(C3,DI9)\}$$

$$=0.311$$

$$D(\{C1,C3\},DI10)=\min_{x\in C_i,y\in C_j}\{a(C1, DI10),a(C3,DI10)\}$$

$$=0.311$$

$$D(\{C1,C3\},DI11)=\min_{x\in C_i,y\in C_j}\{a(C1, DI11),a(C3,DI11)\}$$

$$=0.230$$

$$D(\{C1,C3\},DI12)=\min_{x\in C_i,y\in C_j}\{a(C1, DI12),a(C3,DI12)\}$$

$$=0.320$$

$$D(\{C1,C3\},DI13)=\min_{x\in C_i,y\in C_j}\{a(C1, DI13),a(C3,DI13)\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ=0.325 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{C1,C3\},C2)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, C2), a(C3,C2)\}$$

$$=0.009$$

$$D(\{C1,C3\},C4)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, C4), a(C3,C4)\}$$

$$=0.026$$

$$D(\{C1,C3\},C5)=\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, C5), a(C3,C5)\}$$

$$=0.042$$

รอบที่ 1 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (C1, C3) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ C1 และ C3 (รอบที่ 1) ดังตารางที่ 4.12

เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ดังตารางที่ 4.12 แล้วจะทำการคำนวณใหม่จากขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5 ใหม่จนกระทั่งค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ไม่สามารถเทียบกับผลิตภัณฑ์ใดๆ ได้อีก โดยมีรายละเอียดดังนี้

รอบที่ 2 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากตารางที่ 4.12

รอบที่ 2 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาเริ่มต้นจากสมการ (3.4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ TR1 และ TR7 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.006

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR7)\} = 0.006$$

รอบที่ 2 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ TR1 และ TR7 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.006 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ TR1 และ TR7 โดยใช้สมการ (3.5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบที่ 2 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ
(3.6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1,TR7) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D(\{TR1,TR7\},\{C1, C3\}) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, TR1), a(C3, TR1), a(C1, TR7), a(C3, TR7)\}$$

$$= 0.313$$

$$D(\{TR1,TR7\},TR2) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR2), a(TR7, TR2)\}$$

$$= 0.006$$

$$D(\{TR1,TR7\},TR3) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR3), a(TR7, TR3)\}$$

$$= 0.019$$

$$D(\{TR1,TR7\},TR4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR4), a(TR7, TR4)\}$$

$$= 0.223$$

$$D(\{TR1,TR7\},TR5) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR5), a(TR7, TR5)\}$$

$$= 0.092$$

$$D(\{TR1,TR7\},TR6) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR6), a(TR7, TR6)\}$$

$$= 0.051$$

$$D(\{TR1,TR7\},TR8) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR8), a(TR7, TR8)\}$$

$$= 0.149$$

$$D(\{TR1,TR7\},TR9) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR9), a(TR7, TR9)\}$$

$$= 0.186$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{TR1, TR7\}, TR10) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR10), a(TR7, TR10)\}$$

$$= 0.113$$

$$D(\{TR1, TR7\}, TR11) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR11), a(TR7, TR11)\}$$

$$= 0.387$$

$$D(\{TR1, TR7\}, TR12) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR12), a(TR7, TR12)\}$$

$$= 0.016$$

$$D(\{TR1, TR7\}, TR13) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR13), a(TR7, TR13)\}$$

$$= 0.451$$

$$D(\{TR1, TR7\}, TR14) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR14), a(TR7, TR14)\}$$

$$= 0.026$$

$$D(\{TR1, TR7\}, TR15) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR15), a(TR7, TR15)\}$$

$$= 0.946$$

$$D(\{TR1, TR7\}, TR16) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR16), a(TR7, TR16)\}$$

$$= 0.019$$

$$D(\{TR1, TR7\}, TR17) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR17), a(TR7, TR17)\}$$

$$= 0.375$$

$$D(\{TR1, TR7\}, TR18) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR18), a(TR7, TR18)\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา=0.459 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{TR1, TR7\}, DI1) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, DI1), a(TR7, DI1)\}$$

$$= 0.022$$

$$D(\{TR1, TR7\}, DI2) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, DI2), a(TR7, DI2)\}$$

$$= 0.017$$

$$D(\{TR1, TR7\}, DI3) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, DI3), a(TR7, DI3)\}$$

$$= 0.010$$

$$D(\{TR1, TR7\}, DI4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, DI4), a(TR7, DI4)\}$$

$$= 0.020$$

$$D(\{TR1, TR7\}, DI5) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, DI5), a(TR7, DI5)\}$$

$$= 0.099$$

$$D(\{TR1, TR7\}, DI6) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, DI6), a(TR7, DI6)\}$$

$$= 0.022$$

$$D(\{TR1, TR7\}, DI7) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, DI7), a(TR7, DI7)\}$$

$$= 0.010$$

$$D(\{TR1, TR7\}, DI8) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, DI8), a(TR7, DI8)\}$$

$$= 0.026$$

$$D(\{TR1, TR7\}, DI9) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, DI9), a(TR7, DI9)\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา=0.019 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{TR1, TR7\}, DI10) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, DI10), a(TR7, DI10)\}$$

$$= 0.015$$

$$D(\{TR1, TR7\}, DI11) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, DI11), a(TR7, DI11)\}$$

$$= 0.086$$

$$D(\{TR1, TR7\}, DI12) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, DI12), a(TR7, DI12)\}$$

$$= 0.075$$

$$D(\{TR1, TR7\}, DI13) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, DI13), a(TR7, DI13)\}$$

$$= 0.036$$

$$D(\{TR1, TR7\}, C2) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, C2), a(TR7, C2)\}$$

$$= 0.313$$

$$D(\{TR1, TR7\}, C4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, C4), a(TR7, C4)\}$$

$$= 0.320$$

$$D(\{TR1, TR7\}, C5) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, C5), a(TR7, C5)\}$$

$$= 0.325$$

รอบที่ 2 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR7) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ TR1 และ TR7 (รอบที่ 2) ดังตารางที่ 4.13 จากนั้นคำนวณรอบที่ 3 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ C1 และ C3 (รอบที่ 1)

ผลิตภัณฑ์	C1, C3	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5	TR6	TR7	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI2	DI3	DI4	DI5	DI6	DI7	DI8	DI9	DI10	DI11	DI12	DI13	C2	C4	C5
C1, C3	0	0.313	0.347	0.075	0.388	0.335	0.345	0.319	0.365	0.337	0.301	0.101	0.299	0.161	0.294	0.301	0.301	0.098	0.168	0.301	0.301	0.301	0.301	0.301	0.301	0.301	0.301	0.301	0.301	0.231	0.301	0.301	0.009	0.026	0.042
TR1	0.313	0	0.065	0.022	0.225	0.093	0.055	0.006	0.151	0.186	0.113	0.387	0.016	0.451	0.026	0.946	0.019	0.375	0.459	0.025	0.018	0.014	0.025	0.101	0.023	0.010	0.026	0.019	0.015	0.086	0.075	0.037	0.313	0.320	0.325
TR2	0.347	0.065	0	0.087	0.168	0.040	0.012	0.062	0.091	0.139	0.079	0.421	0.069	0.490	0.064	0.983	0.053	0.415	0.498	0.040	0.076	0.067	0.063	0.047	0.079	0.071	0.089	0.082	0.077	0.136	0.109	0.084	0.348	0.350	0.352
TR3	0.075	0.022	0.087	0	0.244	0.110	0.064	0.019	0.167	0.204	0.138	0.073	0.421	0.049	0.487	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.021	0.028	0.025	0.118	0.017	0.027	0.032	0.046	0.038	0.035	0.138	0.035	0.347	0.355	0.360
TR4	0.388	0.225	0.168	0.244	0	0.132	0.180	0.223	0.077	0.054	0.121	0.455	0.220	0.530	0.209	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.240	0.231	0.230	0.124	0.243	0.233	0.246	0.242	0.239	0.256	0.256	0.246	0.393	0.382	0.378
TR5	0.335	0.093	0.040	0.110	0.132	0	0.051	0.092	0.058	0.099	0.044	0.408	0.091	0.479	0.081	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.108	0.099	0.099	0.008	0.112	0.102	0.116	0.111	0.107	0.143	0.135	0.116	0.337	0.336	0.336
TR6	0.345	0.055	0.012	0.064	0.180	0.051	0	0.051	0.103	0.150	0.087	0.420	0.060	0.487	0.057	0.981	0.045	0.412	0.496	0.030	0.065	0.055	0.051	0.058	0.068	0.060	0.079	0.071	0.067	0.130	0.100	0.073	0.346	0.349	0.351
TR7	0.319	0.006	0.062	0.019	0.223	0.092	0.051	0	0.149	0.186	0.114	0.393	0.021	0.457	0.030	0.952	0.021	0.381	0.465	0.022	0.017	0.010	0.020	0.099	0.022	0.010	0.030	0.021	0.016	0.092	0.075	0.036	0.319	0.326	0.330
TR8	0.365	0.151	0.091	0.167	0.077	0.058	0.103	0.149	0	0.062	0.067	0.437	0.148	0.510	0.139	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.165	0.156	0.154	0.050	0.168	0.159	0.173	0.168	0.165	0.196	0.185	0.171	0.368	0.363	0.362
TR9	0.337	0.186	0.139	0.204	0.054	0.099	0.150	0.186	0.062	0	0.075	0.404	0.179	0.479	0.167	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.203	0.195	0.196	0.092	0.206	0.195	0.206	0.203	0.201	0.206	0.221	0.210	0.341	0.332	0.329
TR10	0.301	0.113	0.079	0.138	0.121	0.044	0.087	0.114	0.067	0.075	0	0.374	0.105	0.446	0.093	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.131	0.124	0.127	0.042	0.134	0.123	0.132	0.130	0.128	0.135	0.155	0.139	0.304	0.302	0.301
TR11	0.099	0.387	0.421	0.073	0.455	0.408	0.420	0.393	0.437	0.404	0.374	0	0.373	0.075	0.368	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.397	0.400	0.412	0.410	0.398	0.392	0.378	0.385	0.389	0.302	0.405	0.403	0.101	0.114	0.123
TR12	0.299	0.016	0.069	0.421	0.220	0.091	0.060	0.021	0.148	0.179	0.105	0.373	0	0.437	0.013	0.932	0.015	0.361	0.445	0.031	0.032	0.030	0.040	0.098	0.035	0.024	0.029	0.027	0.026	0.073	0.080	0.048	0.299	0.306	0.310
TR13	0.160	0.451	0.490	0.049	0.530	0.479	0.487	0.457	0.510	0.479	0.446	0.075	0.437	0	0.434	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.459	0.463	0.475	0.482	0.460	0.455	0.440	0.448	0.452	0.365	0.465	0.465	0.159	0.174	0.183
TR14	0.294	0.026	0.064	0.487	0.209	0.081	0.057	0.030	0.139	0.167	0.093	0.368	0.013	0.434	0	0.928	0.014	0.358	0.442	0.032	0.044	0.040	0.050	0.088	0.047	0.035	0.041	0.039	0.039	0.072	0.087	0.058	0.294	0.300	0.304
TR15	0.643	0.946	0.983	0.053	1.000	0.969	0.981	0.952	0.994	0.954	0.933	0.561	0.932	0.495	0.928	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.954	0.958	0.970	0.971	0.954	0.950	0.934	0.942	0.947	0.860	0.957	0.959	0.643	0.647	0.650
TR16	0.308	0.019	0.053	0.981	0.207	0.077	0.045	0.021	0.134	0.168	0.095	0.382	0.015	0.448	0.014	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.037	0.031	0.038	0.084	0.040	0.028	0.041	0.036	0.033	0.086	0.083	0.051	0.308	0.314	0.318
TR17	0.096	0.375	0.415	0.039	0.466	0.407	0.412	0.381	0.441	0.414	0.375	0.048	0.361	0.078	0.358	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.383	0.386	0.399	0.409	0.383	0.378	0.363	0.371	0.375	0.289	0.388	0.388	0.094	0.118	0.131
TR18	0.167	0.459	0.498	0.409	0.540	0.488	0.496	0.465	0.520	0.489	0.455	0.087	0.445	0.014	0.442	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.467	0.471	0.483	0.491	0.467	0.462	0.447	0.455	0.459	0.373	0.471	0.472	0.165	0.180	0.189
DI1	0.325	0.025	0.040	0.495	0.202	0.070	0.030	0.022	0.127	0.166	0.096	0.399	0.031	0.465	0.032	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.038	0.029	0.030	0.078	0.042	0.032	0.050	0.042	0.038	0.103	0.084	0.051	0.325	0.330	0.334
DI2	0.323	0.018	0.076	0.021	0.240	0.108	0.065	0.017	0.165	0.203	0.131	0.397	0.032	0.459	0.044	0.954	0.037	0.383	0.467	0.038	0	0.010	0.018	0.116	0.006	0.009	0.022	0.012	0.008	0.095	0.068	0.025	0.322	0.330	0.335
DI3	0.326	0.014	0.067	0.028	0.231	0.099	0.055	0.010	0.156	0.195	0.124	0.400	0.030	0.463	0.040	0.958	0.031	0.386	0.471	0.029	0.010	0	0.012	0.107	0.014	0.009	0.029	0.019	0.014	0.098	0.072	0.030	0.325	0.333	0.337
DI4	0.337	0.025	0.063	0.025	0.230	0.099	0.051	0.020	0.154	0.196	0.127	0.412	0.040	0.475	0.050	0.970	0.038	0.399	0.483	0.030	0.018	0.012	0	0.106	0.021	0.021	0.040	0.030	0.025	0.110	0.074	0.032	0.337	0.344	0.349
DI5	0.337	0.101	0.047	0.118	0.124	0.008	0.058	0.099	0.050	0.092	0.042	0.410	0.098	0.482	0.088	0.971	0.084	0.409	0.491	0.078	0.116	0.107	0.106	0	0.119	0.109	0.123	0.118	0.115	0.149	0.141	0.123	0.339	0.338	0.338
DI6	0.322	0.023	0.079	0.017	0.243	0.112	0.068	0.022	0.168	0.206	0.134	0.398	0.035	0.460	0.047	0.954	0.040	0.383	0.467	0.042	0.006	0.014	0.021	0.119	0	0.013	0.021	0.013	0.010	0.096	0.063	0.020	0.322	0.330	0.335
DI7	0.317	0.010	0.071	0.027	0.233	0.102	0.060	0.010	0.159	0.195	0.123	0.392	0.024	0.455	0.035	0.950	0.028	0.378	0.462	0.032	0.009	0.009	0.021	0.109	0.013	0	0.022	0.012	0.007	0.090	0.071	0.030	0.317	0.325	0.329
DI8	0.302	0.026	0.089	0.032	0.246	0.116	0.079	0.030	0.173	0.206	0.132	0.378	0.029	0.440	0.041	0.934	0.041	0.363	0.447	0.050	0.022	0.029	0.040	0.123	0.021	0.022	0	0.010	0.016	0.076	0.062	0.029	0.301	0.310	0.315
DI9	0.311	0.019	0.082	0.046	0.242	0.111	0.071	0.021	0.168	0.203	0.130	0.385	0.027	0.448	0.039	0.942	0.036	0.371	0.455	0.042	0.012	0.019	0.030	0.118	0.013	0.012	0.010	0	0.006	0.083	0.066	0.027	0.310	0.318	0.323
DI10	0.311	0.015	0.077	0.038	0.239	0.107	0.067	0.016	0.165	0.201	0.128	0.389	0.026	0.452	0.039	0.947	0.033	0.375	0.459	0.038	0.008	0.014	0.025	0.115	0.010	0.007	0.016	0.006	0	0.083	0.068	0.030	0.310	0.318	0.323
DI11	0.230	0.086	0.136	0.035	0.256	0.143	0.130	0.092	0.196	0.206	0.135	0.302	0.073	0.365	0.072	0.860	0.086	0.289	0.373	0.103	0.095	0.098	0.110	0.149	0.096	0.090	0.076	0.083	0.083	0	0.118	0.103	0.230	0.240	0.246
DI12	0.320	0.075	0.109	0.138	0.256	0.135	0.100	0.075	0.185	0.221	0.155	0.405	0.080	0.465	0.087	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.068	0.072	0.074	0.141	0.063	0.071	0.062	0.066	0.068	0.118	0	0.044	0.318	0.323	0.327
DI13	0.325	0.037	0.084	0.035	0.246	0.116	0.073	0.036	0.171	0.210	0.139	0.403	0.048	0.465	0.058	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.025	0.030	0.032	0.123	0.020	0.030	0.029	0.027	0.030	0.103	0.044	0	0.324	0.331	0.335
C2	0.009	0.313	0.348	0.347	0.393	0.337	0.346	0.319	0.368	0.341	0.304	0.101	0.299	0.159	0.294	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.322	0.325	0.337	0.339	0.322	0.317	0.301	0.310	0.310	0.230	0.318	0.324	0	0.033	0.049
C4	0.026	0.320	0.350	0.355	0.382	0.336	0.349	0.326	0.363	0.332	0.302	0.114	0.306	0.174	0.300	0.6																			

ตารางที่ 4.13 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ TR1 และ TR7 (รอบที่ 2)

ผลิตภัณฑ์	C1, C3	TR1, TR7	TR2	TR3	TR4	TR5	TR6	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI2	DI3	DI4	DI5	DI6	DI7	DI8	DI9	DI10	DI11	DI12	DI13	C2	C4	C5
C1, C3	0	0.313	0.347	0.075	0.388	0.335	0.345	0.365	0.337	0.301	0.099	0.299	0.160	0.294	0.643	0.308	0.096	0.167	0.325	0.323	0.326	0.337	0.337	0.322	0.317	0.302	0.311	0.311	0.230	0.320	0.325	0.009	0.026	0.042
TR1, TR7	0.313	0	0.006	0.019	0.223	0.092	0.051	0.149	0.186	0.113	0.387	0.016	0.451	0.026	0.946	0.019	0.375	0.459	0.022	0.017	0.010	0.020	0.099	0.022	0.010	0.026	0.019	0.015	0.086	0.075	0.036	0.313	0.320	0.325
TR2	0.347	0.006	0	0.087	0.168	0.040	0.012	0.091	0.139	0.079	0.421	0.069	0.490	0.064	0.983	0.053	0.415	0.498	0.040	0.076	0.067	0.063	0.047	0.079	0.071	0.089	0.082	0.077	0.136	0.109	0.084	0.348	0.350	0.352
TR3	0.075	0.019	0.087	0	0.244	0.110	0.064	0.167	0.204	0.138	0.073	0.421	0.049	0.487	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.021	0.028	0.025	0.118	0.017	0.027	0.032	0.046	0.038	0.035	0.138	0.035	0.347	0.355	0.360
TR4	0.388	0.223	0.168	0.244	0	0.132	0.180	0.077	0.054	0.121	0.455	0.220	0.530	0.209	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.240	0.231	0.230	0.124	0.243	0.233	0.246	0.242	0.239	0.256	0.256	0.246	0.393	0.382	0.378
TR5	0.335	0.092	0.040	0.110	0.132	0	0.051	0.058	0.099	0.044	0.408	0.091	0.479	0.081	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.108	0.099	0.099	0.008	0.112	0.102	0.116	0.111	0.107	0.143	0.135	0.116	0.337	0.336	0.336
TR6	0.345	0.051	0.012	0.064	0.180	0.051	0	0.103	0.150	0.087	0.420	0.060	0.487	0.057	0.981	0.045	0.412	0.496	0.030	0.065	0.055	0.051	0.058	0.068	0.060	0.079	0.071	0.067	0.130	0.100	0.073	0.346	0.349	0.351
TR8	0.365	0.149	0.091	0.167	0.077	0.058	0.103	0	0.062	0.067	0.437	0.148	0.510	0.139	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.165	0.156	0.154	0.050	0.168	0.159	0.173	0.168	0.165	0.196	0.185	0.171	0.368	0.363	0.362
TR9	0.337	0.186	0.139	0.204	0.054	0.099	0.150	0.062	0	0.075	0.404	0.179	0.479	0.167	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.203	0.195	0.196	0.092	0.206	0.195	0.206	0.203	0.201	0.206	0.221	0.210	0.341	0.332	0.329
TR10	0.301	0.113	0.079	0.138	0.121	0.044	0.087	0.067	0.075	0	0.374	0.105	0.446	0.093	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.131	0.124	0.127	0.042	0.134	0.123	0.132	0.130	0.128	0.135	0.155	0.139	0.304	0.302	0.301
TR11	0.099	0.387	0.421	0.073	0.455	0.408	0.420	0.437	0.404	0.374	0	0.373	0.075	0.368	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.397	0.400	0.412	0.410	0.398	0.392	0.378	0.385	0.389	0.302	0.405	0.403	0.101	0.114	0.123
TR12	0.299	0.016	0.069	0.421	0.220	0.091	0.060	0.148	0.179	0.105	0.373	0	0.437	0.013	0.932	0.015	0.361	0.445	0.031	0.032	0.030	0.040	0.098	0.035	0.024	0.029	0.027	0.026	0.073	0.080	0.048	0.299	0.306	0.310
TR13	0.160	0.451	0.490	0.049	0.530	0.479	0.487	0.510	0.479	0.446	0.075	0.437	0	0.434	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.459	0.463	0.475	0.482	0.460	0.455	0.440	0.448	0.452	0.365	0.465	0.465	0.159	0.174	0.183
TR14	0.294	0.026	0.064	0.487	0.209	0.081	0.057	0.139	0.167	0.093	0.368	0.013	0.434	0	0.928	0.014	0.358	0.442	0.032	0.044	0.040	0.050	0.088	0.047	0.035	0.041	0.039	0.039	0.072	0.087	0.058	0.294	0.300	0.304
TR15	0.643	0.946	0.983	0.053	1.000	0.969	0.981	0.994	0.954	0.933	0.561	0.932	0.495	0.928	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.954	0.958	0.970	0.971	0.954	0.950	0.934	0.942	0.947	0.860	0.957	0.959	0.643	0.647	0.650
TR16	0.308	0.019	0.053	0.981	0.207	0.077	0.045	0.134	0.168	0.095	0.382	0.015	0.448	0.014	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.037	0.031	0.038	0.084	0.040	0.028	0.041	0.036	0.033	0.086	0.083	0.051	0.308	0.314	0.318
TR17	0.096	0.375	0.415	0.039	0.466	0.407	0.412	0.441	0.414	0.375	0.048	0.361	0.078	0.358	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.383	0.386	0.399	0.409	0.383	0.378	0.363	0.371	0.375	0.289	0.388	0.388	0.094	0.118	0.131
TR18	0.167	0.459	0.498	0.409	0.540	0.488	0.496	0.520	0.489	0.455	0.087	0.445	0.014	0.442	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.467	0.471	0.483	0.491	0.467	0.462	0.447	0.455	0.459	0.373	0.471	0.472	0.165	0.180	0.189
DI1	0.325	0.022	0.040	0.495	0.202	0.070	0.030	0.127	0.166	0.096	0.399	0.031	0.465	0.032	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.038	0.029	0.030	0.078	0.042	0.032	0.050	0.042	0.038	0.103	0.084	0.051	0.325	0.330	0.334
DI2	0.323	0.017	0.076	0.021	0.240	0.108	0.065	0.165	0.203	0.131	0.397	0.032	0.459	0.044	0.954	0.037	0.383	0.467	0.038	0	0.010	0.018	0.116	0.006	0.009	0.022	0.012	0.008	0.095	0.068	0.025	0.322	0.330	0.335
DI3	0.326	0.010	0.067	0.028	0.231	0.099	0.055	0.156	0.195	0.124	0.400	0.030	0.463	0.040	0.958	0.031	0.386	0.471	0.029	0.010	0	0.012	0.107	0.014	0.009	0.029	0.019	0.014	0.098	0.072	0.030	0.325	0.333	0.337
DI4	0.337	0.020	0.063	0.025	0.230	0.099	0.051	0.154	0.196	0.127	0.412	0.040	0.475	0.050	0.970	0.038	0.399	0.483	0.030	0.018	0.012	0	0.106	0.021	0.021	0.040	0.030	0.025	0.110	0.074	0.032	0.337	0.344	0.349
DI5	0.337	0.099	0.047	0.118	0.124	0.008	0.058	0.050	0.092	0.042	0.410	0.098	0.482	0.088	0.971	0.084	0.409	0.491	0.078	0.116	0.107	0.106	0	0.119	0.109	0.123	0.118	0.115	0.149	0.141	0.123	0.339	0.348	0.338
DI6	0.322	0.022	0.079	0.017	0.243	0.112	0.068	0.168	0.206	0.134	0.398	0.035	0.460	0.047	0.954	0.040	0.383	0.467	0.042	0.006	0.014	0.021	0.119	0	0.013	0.021	0.013	0.010	0.096	0.063	0.020	0.322	0.330	0.335
DI7	0.317	0.010	0.071	0.027	0.233	0.102	0.060	0.159	0.195	0.123	0.392	0.024	0.455	0.035	0.950	0.028	0.378	0.462	0.032	0.009	0.009	0.021	0.109	0.013	0	0.022	0.012	0.007	0.090	0.071	0.030	0.317	0.325	0.329
DI8	0.302	0.026	0.089	0.032	0.246	0.116	0.079	0.173	0.206	0.132	0.378	0.029	0.440	0.041	0.934	0.041	0.363	0.447	0.050	0.022	0.029	0.040	0.123	0.021	0.022	0	0.010	0.016	0.076	0.062	0.029	0.301	0.310	0.315
DI9	0.311	0.019	0.082	0.046	0.242	0.111	0.071	0.168	0.203	0.130	0.385	0.027	0.448	0.039	0.942	0.036	0.371	0.455	0.042	0.012	0.019	0.030	0.118	0.013	0.012	0.010	0	0.006	0.083	0.066	0.027	0.310	0.318	0.323
DI10	0.311	0.015	0.077	0.038	0.239	0.107	0.067	0.165	0.201	0.128	0.389	0.026	0.452	0.039	0.947	0.033	0.375	0.459	0.038	0.008	0.014	0.025	0.115	0.010	0.007	0.016	0.006	0	0.083	0.068	0.030	0.310	0.318	0.323
DI11	0.230	0.086	0.136	0.035	0.256	0.143	0.130	0.196	0.206	0.135	0.302	0.073	0.365	0.072	0.860	0.086	0.289	0.373	0.103	0.095	0.098	0.110	0.149	0.096	0.090	0.076	0.083	0.083	0	0.118	0.103	0.230	0.240	0.246
DI12	0.320	0.075	0.109	0.138	0.256	0.135	0.100	0.185	0.221	0.155	0.405	0.080	0.465	0.087	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.068	0.072	0.074	0.141	0.063	0.071	0.062	0.066	0.068	0.118	0	0.044	0.318	0.323	0.327
DI13	0.325	0.036	0.084	0.035	0.246	0.116	0.073	0.171	0.210	0.139	0.403	0.048	0.465	0.058	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.025	0.030	0.032	0.123	0.020	0.030	0.029	0.027	0.030	0.103	0.044	0	0.324	0.331	0.335
C2	0.009	0.313	0.348	0.347	0.393	0.337	0.346	0.368	0.341	0.304	0.101	0.299	0.159	0.294	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.322	0.325	0.337	0.339	0.322	0.317	0.301	0.310	0.310	0.230	0.318	0.324	0	0.033	0.049
C4	0.026	0.320	0.350	0.355	0.382	0.336	0.349	0.363	0.332	0.302	0.114	0.306	0.174	0.300	0.647	0.314	0.118	0.180	0.330	0.330	0.333	0.344	0.338	0.330	0.325	0.310	0.318	0.318	0.240	0.323	0.331	0.033	0	0.016
C5	0.042	0.325	0.352	0.360	0.378	0.336	0.351	0.362	0.329	0.301	0.123	0.310	0.183	0.304	0.650	0.318	0.131	0.189	0.334	0.335	0.337	0.349	0.338	0.335	0.329	0.315	0.323	0.323	0.246	0.327	0.335	0.049	0.016	0

รอบที่ 3 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลិតภัณฑ์จากตารางที่ 4.13

รอบที่ 3 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาเริ่มต้นจากสมการ (3.4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR7) และ TR2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.006

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR7), TR2\} = 0.006$$

รอบที่ 3 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ TR1, TR7 และ TR2 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.006 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ TR1, TR7 และ TR2 โดยใช้สมการ (3.5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 3 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3.6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR7), TR2 ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D\left(\begin{matrix} \{TR1, TR2, TR7\}, \\ \{C1, C3\} \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR1, C1), a(TR2, C1), \\ a(TR7, C1), a(TR1, C3), \\ a(TR2, C3), a(TR7, C3) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.313$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR3) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR1, TR3), a(TR7, TR3), \\ , a(TR2, TR3) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.019$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR1, TR4), a(TR2, TR4), \\ , a(TR7, TR4) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.168$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR5) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR1, TR5), a(TR2, TR5), \\ , (TR7, TR5) \end{matrix} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ=0.040 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR6) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR6), a(TR2, TR6), \\ , a(TR7, TR6) \end{array} \right\}$$

$$= 0.012$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR8) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR8), a(TR2, TR8), \\ , a(TR7, TR8) \end{array} \right\}$$

$$= 0.091$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR9) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR9), a(TR2, TR9), \\ , a(TR7, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.139$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR10) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR10), a(TR2, TR10), \\ , a(TR7, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.079$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR11) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR11), a(TR2, TR11), \\ , a(TR7, TR11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.387$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR12) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR12), a(TR2, TR12), \\ , a(TR7, TR12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.016$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR13) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR13), a(TR2, TR13), \\ , a(TR7, TR13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.451$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR14) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR14), a(TR2, TR14), \\ , a(TR7, TR14) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR15) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR15), a(TR2, TR15), \\ , a(TR7, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.976$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR16) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR16), a(TR2, TR16), \\ , a(TR7, TR16) \end{array} \right\}$$

$$= 0.019$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR17) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR17), a(TR2, TR17), \\ , a(TR7, TR17) \end{array} \right\}$$

$$= 0.375$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, TR18) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR18), a(TR2, TR18), \\ , a(TR7, TR18) \end{array} \right\}$$

$$= 0.459$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, DI1) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, DI1), a(TR2, DI1), \\ , a(TR7, DI1) \end{array} \right\}$$

$$= 0.022$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, DI2) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, DI2), a(TR2, DI2), \\ , a(TR7, DI2) \end{array} \right\}$$

$$= 0.017$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, DI3) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, DI3), a(TR2, DI3), \\ , a(TR7, DI3) \end{array} \right\}$$

$$= 0.010$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, DI4) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, DI4), a(TR2, DI4), \\ , a(TR7, DI4) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, DI5) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, DI5), a(TR2, DI5), \\ a(TR7, DI5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.047$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, DI6) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, DI6), a(TR2, DI6), \\ a(TR7, DI6) \end{array} \right\}$$

$$= 0.022$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, DI7) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, DI7), a(TR2, DI7), \\ a(TR7, DI7) \end{array} \right\}$$

$$= 0.010$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, DI8) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, DI8), a(TR2, DI8), \\ a(TR7, DI8) \end{array} \right\}$$

$$= 0.026$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, DI9) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, DI9), a(TR2, DI9), \\ a(TR7, DI9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.019$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, DI10) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, DI10), a(TR2, DI10), \\ a(TR7, DI10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.015$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, DI11) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, DI11), a(TR2, DI11), \\ a(TR7, DI11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.086$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, DI12) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, DI12), a(TR2, DI12), \\ a(TR7, DI12) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ $= 0.075$ เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, DI13) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, DI13), a(TR2, DI13), \\ a(TR7, DI13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.036$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, C2) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C2), a(TR2, C2), \\ a(TR7, C2) \end{array} \right\}$$

$$= 0.313$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, C4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR2, C4), \\ a(TR7, C4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.320$$

$$D(\{TR1, TR2, TR7\}, C5) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C5), a(TR2, C5), \\ a(TR7, C5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.325$$

รอบที่ 3 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR7) และ TR2 โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 3 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR7) และ TR2 (รอบที่ 3) ดังตารางที่ 4.14 จากนั้นคำนวณต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5 จนถึงรอบที่ 34 จะได้จำนวนกลุ่มเท่ากับ 1 จึงจบการทำงานตามไดอะแกรมในรูปที่ 4.4 โดยที่รายละเอียดการปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์รอบที่ 4 ถึงรอบที่ 34 แสดงดังภาคผนวก ข.

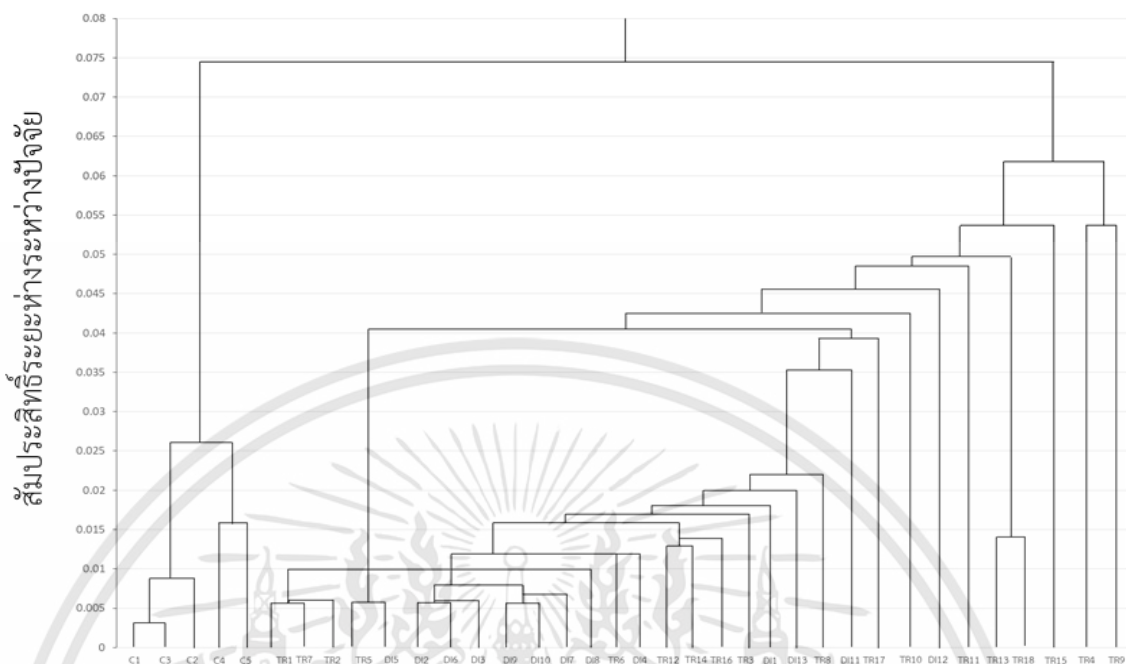
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR7) และ TR2 (รอบที่ 3)

ผลิตภัณฑ์	C1, C3	TR1, TR2, TR7	TR3	TR4	TR5	TR6	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI2	DI3	DI4	DI5	DI6	DI7	DI8	DI9	DI10	DI11	DI12	DI13	C2	C4	C5
C1, C3	0	0.313	0.075	0.388	0.335	0.345	0.365	0.337	0.301	0.099	0.299	0.160	0.294	0.643	0.308	0.096	0.167	0.325	0.323	0.326	0.337	0.337	0.322	0.317	0.302	0.311	0.311	0.230	0.320	0.325	0.009	0.026	0.042
TR1, TR2, TR7	0.313	0	0.019	0.223	0.092	0.051	0.149	0.186	0.113	0.387	0.016	0.451	0.026	0.946	0.019	0.375	0.459	0.022	0.017	0.010	0.020	0.099	0.022	0.010	0.026	0.019	0.015	0.086	0.075	0.036	0.313	0.320	0.325
TR3	0.075	0.019	0	0.244	0.110	0.064	0.167	0.204	0.138	0.073	0.421	0.049	0.487	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.021	0.028	0.025	0.118	0.017	0.027	0.032	0.046	0.038	0.035	0.138	0.035	0.347	0.355	0.360
TR4	0.388	0.168	0.244	0	0.132	0.180	0.077	0.054	0.121	0.455	0.220	0.530	0.209	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.240	0.231	0.230	0.124	0.243	0.233	0.246	0.242	0.239	0.256	0.256	0.246	0.393	0.382	0.378
TR5	0.335	0.040	0.110	0.132	0	0.051	0.058	0.099	0.044	0.408	0.091	0.479	0.081	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.108	0.099	0.099	0.008	0.112	0.102	0.116	0.111	0.107	0.143	0.135	0.116	0.337	0.336	0.336
TR6	0.345	0.012	0.064	0.180	0.051	0	0.103	0.150	0.087	0.420	0.060	0.487	0.057	0.981	0.045	0.412	0.496	0.030	0.065	0.055	0.051	0.058	0.068	0.060	0.079	0.071	0.067	0.130	0.100	0.073	0.346	0.349	0.351
TR8	0.365	0.091	0.167	0.077	0.058	0.103	0	0.062	0.067	0.437	0.148	0.510	0.139	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.165	0.156	0.154	0.050	0.168	0.159	0.173	0.168	0.165	0.196	0.185	0.171	0.368	0.363	0.362
TR9	0.337	0.139	0.204	0.054	0.099	0.150	0.062	0	0.075	0.404	0.179	0.479	0.167	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.203	0.195	0.196	0.092	0.206	0.195	0.206	0.203	0.201	0.206	0.221	0.210	0.341	0.332	0.329
TR10	0.301	0.079	0.138	0.121	0.044	0.087	0.067	0.075	0	0.374	0.105	0.446	0.093	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.131	0.124	0.127	0.042	0.134	0.123	0.132	0.130	0.128	0.135	0.155	0.139	0.304	0.302	0.301
TR11	0.099	0.387	0.073	0.455	0.408	0.420	0.437	0.404	0.374	0	0.373	0.075	0.368	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.397	0.400	0.412	0.410	0.398	0.392	0.378	0.385	0.389	0.302	0.405	0.403	0.101	0.114	0.123
TR12	0.299	0.016	0.421	0.220	0.091	0.060	0.148	0.179	0.105	0.373	0	0.437	0.013	0.932	0.015	0.361	0.445	0.031	0.032	0.030	0.040	0.098	0.035	0.024	0.029	0.027	0.026	0.073	0.080	0.048	0.299	0.306	0.310
TR13	0.160	0.451	0.049	0.530	0.479	0.487	0.510	0.479	0.446	0.075	0.437	0	0.434	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.459	0.463	0.475	0.482	0.460	0.455	0.440	0.448	0.452	0.365	0.465	0.465	0.159	0.174	0.183
TR14	0.294	0.026	0.487	0.209	0.081	0.057	0.139	0.167	0.093	0.368	0.013	0.434	0	0.928	0.014	0.358	0.442	0.032	0.044	0.040	0.050	0.088	0.047	0.035	0.041	0.039	0.039	0.072	0.087	0.058	0.294	0.300	0.304
TR15	0.643	0.946	0.053	1.000	0.969	0.981	0.994	0.954	0.933	0.561	0.932	0.495	0.928	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.954	0.958	0.970	0.971	0.954	0.950	0.934	0.942	0.947	0.860	0.957	0.959	0.643	0.647	0.650
TR16	0.308	0.019	0.981	0.207	0.077	0.045	0.134	0.168	0.095	0.382	0.015	0.448	0.014	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.037	0.031	0.038	0.084	0.040	0.028	0.041	0.036	0.033	0.086	0.083	0.051	0.308	0.314	0.318
TR17	0.096	0.375	0.039	0.466	0.407	0.412	0.441	0.414	0.375	0.048	0.361	0.078	0.358	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.383	0.386	0.399	0.409	0.383	0.378	0.363	0.371	0.375	0.289	0.388	0.388	0.094	0.118	0.131
TR18	0.167	0.459	0.409	0.540	0.488	0.496	0.520	0.489	0.455	0.087	0.445	0.014	0.442	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.467	0.471	0.483	0.491	0.467	0.462	0.447	0.455	0.459	0.373	0.471	0.472	0.165	0.180	0.189
DI1	0.325	0.022	0.495	0.202	0.070	0.030	0.127	0.166	0.096	0.399	0.031	0.465	0.032	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.038	0.029	0.030	0.078	0.042	0.032	0.050	0.042	0.038	0.103	0.084	0.051	0.325	0.330	0.334
DI2	0.323	0.017	0.021	0.240	0.108	0.065	0.165	0.203	0.131	0.397	0.032	0.459	0.044	0.954	0.037	0.383	0.467	0.038	0	0.010	0.018	0.116	0.006	0.009	0.022	0.012	0.008	0.095	0.068	0.025	0.322	0.330	0.335
DI3	0.326	0.010	0.028	0.231	0.099	0.055	0.156	0.195	0.124	0.400	0.030	0.463	0.040	0.958	0.031	0.386	0.471	0.029	0.010	0	0.012	0.107	0.014	0.009	0.029	0.019	0.014	0.098	0.072	0.030	0.325	0.333	0.337
DI4	0.337	0.020	0.025	0.230	0.099	0.051	0.154	0.196	0.127	0.412	0.040	0.475	0.050	0.970	0.038	0.399	0.483	0.030	0.018	0.012	0	0.106	0.021	0.021	0.040	0.030	0.025	0.110	0.074	0.032	0.337	0.344	0.349
DI5	0.337	0.047	0.118	0.124	0.008	0.058	0.050	0.092	0.042	0.410	0.098	0.482	0.088	0.971	0.084	0.409	0.491	0.078	0.116	0.107	0.106	0	0.119	0.109	0.123	0.118	0.115	0.149	0.141	0.123	0.339	0.338	0.338
DI6	0.322	0.022	0.017	0.243	0.112	0.068	0.168	0.206	0.134	0.398	0.035	0.460	0.047	0.954	0.040	0.383	0.467	0.042	0.006	0.014	0.021	0.119	0	0.013	0.021	0.013	0.010	0.096	0.063	0.020	0.322	0.330	0.335
DI7	0.317	0.010	0.027	0.233	0.102	0.060	0.159	0.195	0.123	0.392	0.024	0.455	0.035	0.950	0.028	0.378	0.462	0.032	0.009	0.009	0.021	0.109	0.013	0	0.022	0.012	0.007	0.090	0.071	0.030	0.317	0.325	0.329
DI8	0.302	0.026	0.032	0.246	0.116	0.079	0.173	0.206	0.132	0.378	0.029	0.440	0.041	0.934	0.041	0.363	0.447	0.050	0.022	0.029	0.040	0.123	0.021	0.022	0	0.010	0.016	0.076	0.062	0.029	0.301	0.310	0.315
DI9	0.311	0.019	0.046	0.242	0.111	0.071	0.168	0.203	0.130	0.385	0.027	0.448	0.039	0.942	0.036	0.371	0.455	0.042	0.012	0.019	0.030	0.118	0.013	0.012	0.010	0	0.006	0.083	0.066	0.027	0.310	0.318	0.323
DI10	0.311	0.015	0.038	0.239	0.107	0.067	0.165	0.201	0.128	0.389	0.026	0.452	0.039	0.947	0.033	0.375	0.459	0.038	0.008	0.014	0.025	0.115	0.010	0.007	0.016	0.006	0	0.083	0.068	0.030	0.310	0.318	0.323
DI11	0.230	0.086	0.035	0.256	0.143	0.130	0.196	0.206	0.135	0.302	0.073	0.365	0.072	0.860	0.086	0.289	0.373	0.103	0.095	0.098	0.110	0.149	0.096	0.090	0.076	0.083	0.083	0	0.118	0.103	0.230	0.240	0.246
DI12	0.320	0.075	0.138	0.256	0.135	0.100	0.185	0.221	0.155	0.405	0.080	0.465	0.087	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.068	0.072	0.074	0.141	0.063	0.071	0.062	0.066	0.068	0.118	0	0.044	0.318	0.323	0.327
DI13	0.325	0.036	0.035	0.246	0.116	0.073	0.171	0.210	0.139	0.403	0.048	0.465	0.058	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.025	0.030	0.032	0.123	0.020	0.030	0.029	0.027	0.030	0.103	0.044	0	0.324	0.331	0.335
C2	0.009	0.313	0.347	0.393	0.337	0.346	0.368	0.341	0.304	0.101	0.299	0.159	0.294	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.322	0.325	0.337	0.339	0.322	0.317	0.301	0.310	0.310	0.230	0.318	0.324	0	0.033	0.049
C4	0.026	0.320	0.355	0.382	0.336	0.349	0.363	0.332	0.302	0.114	0.306	0.174	0.300	0.647	0.314	0.118	0.180	0.330	0.330	0.333	0.344	0.338	0.330	0.325	0.310	0.318	0.318	0.240	0.323	0.331	0.033	0	0.016
C5</																																	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แผนภาพเดนโดรแกรมการปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ใหม่ด้วยวิธีซิงเกิลลิงค์เกจ (Single -Linkage) ของแต่ละผลิตภัณฑ์

ผลที่ได้จากการปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ใหม่ด้วยวิธีซิงเกิลลิงค์เกจ (Single Linkage) ของแต่ละผลิตภัณฑ์ สามารถแสดงความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ผ่านแผนภาพเดนโดรแกรม (Dendrogram) ดังรูปที่ 4.5 จากนั้นได้ระดมความคิดร่วมกับหัวหน้าฝ่ายผลิตเพื่อทำการแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ สามารถจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์โดยใช้เกณฑ์การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ด้วยค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโวลต์-ชั่วโมง/ ลีต) และหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลีต/ ปี) จากตารางที่ 4.10 พบว่าที่ระดับสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ 0.054 จะสามารถแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม แสดงดังตารางที่ 4.15 โดยที่กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มที่มีหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลีต/ ปี) สูงและค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโวลต์-ชั่วโมง/ ลีต) ต่ำ กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มที่มีหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลีต/ ปี) สูงและค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโวลต์-ชั่วโมง/ ลีต) อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลีต/ ปี) และค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโวลต์-ชั่วโมง/ ลีต) ได้อย่างชัดเจนหรือมีระดับของหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์และค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตตั้งแต่ต่ำถึงสูงภายในกลุ่มที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ผลการจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์ร่วมกับหัวหน้าฝ่ายผลิตโดยใช้เกณฑ์การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์

กลุ่ม ผลิตภัณฑ์	เกณฑ์การแบ่งกลุ่ม		ผลิตภัณฑ์
	หน่วย เทียบเท่าของ ผลิตภัณฑ์	ค่าการใช้ พลังงานต่อ หน่วยผลผลิต	
1	สูง	ต่ำ	TR4 และ TR9
2	สูง	ปานกลาง	C1, C2, C3, C4 และ C5
3	ไม่สามารถจำแนกได้ชัดเจน		TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13

หลังจากทำการแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ได้ 3 กลุ่มแล้วจะเห็นว่ากลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 นั้นเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ส่งผลต่อค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต เนื่องจากกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโวลต์-ชั่วโมง/ ลีต) น้อยเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น อีกทั้งยังมีปริมาณหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลีต/ ปี) ที่สูง อาจกล่าวได้ว่ากลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานดีที่สุดใน 3 กลุ่มดังนั้นกลุ่มที่ 1 จึงเป็นกลุ่มที่ไม่จำเป็นต้องเข้าไปปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน ส่วนกลุ่มที่ 2 จะเห็นว่าเป็นกลุ่มที่มีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโวลต์-ชั่วโมง/ ลีต) ในระดับปานกลางที่ประกอบไปด้วยผลิตภัณฑ์ประเภทคาปาซิเตอร์ทั้งหมด ดังที่ได้กล่าวไว้ว่าผลิตภัณฑ์ประเภทคาปาซิเตอร์มีกระบวนการผลิตที่มีความสลับซับซ้อน ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์ประเภททรานซิสเตอร์และไอโอดในกระบวนการผลิต ทำให้การลดค่าการใช้พลังงานด้วยการปรับปรุงกระบวนการผลิตในกลุ่มนี้อาจทำได้ยากกว่าผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น เนื่องจากข้อจำกัดด้านต้นทุนทางเทคโนโลยี ดังนั้นจึงได้มุ่งเน้นไปที่กลุ่มที่ 3 ในการลดค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตด้วยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ หากมีข้อผิดพลาดประการใดขอสงวนสิทธิ์ไว้

ปรับปรุงกระบวนการผลิต ดังที่ได้กล่าวไว้ว่ากลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี) และค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต) ได้อย่างชัดเจน จึงได้ทำการจำแนกกลุ่ม 3 ออกเป็นกลุ่มย่อยอีกโดยใช้หลักเกณฑ์การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์จากระดับหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี) และระดับค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต) จากตารางที่ 4.10 และนำปัจจัยด้านความสำคัญของผลิตภัณฑ์ต่อลูกค้าเข้ามาร่วมในการตัดสินใจเพื่อใช้ในการคัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนถัดไป เนื่องจากการใช้ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตร่วมกับราคาขายไม่สามารถแยกปัญหาออกมาได้อย่างชัดเจนสำหรับกลุ่ม 3 โดยที่ปัจจัยด้านความสำคัญของผลิตภัณฑ์ต่อลูกค้านั้นเป็นการนำปัจจัยที่ไม่สามารถแสดงออกมาเป็นรูปธรรมในเชิงตัวเลข หรืออาจกล่าวได้ว่าปัจจัยด้านความสำคัญของผลิตภัณฑ์ต่อลูกค้าเป็นตัวแปรด้านคุณภาพ ซึ่งจะทำให้การใช้วิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering Analysis) นั้นมีความซับซ้อน ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงความซับซ้อนในการแก้ปัญหาที่มาจากตัวแปรด้านคุณภาพ (ในที่นี้หมายถึงความสำคัญต่อลูกค้า) จึงใช้วิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering Analysis) เฉพาะตัวแปรที่มาจากด้านการผลิตและด้านการเงินเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงสามารถแบ่งกลุ่มที่ 3 ได้ทั้งหมด 9 กลุ่ม แสดงดังตารางที่ 4.16 โดยขั้นตอนถัดไปจะทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์จากกลุ่มย่อยในตารางที่ 4.16 เพื่อทำการลดค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต รายละเอียดการคัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์แสดงในหัวข้อที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ผลการจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ 3 ด้วยเกณฑ์การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์จากระดับหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลီต/ ปี) และระดับค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลီต)

กลุ่ม	ระดับหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลီต/ ปี)	ระดับค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลီต)	ผลิตภัณฑ์	ความสำคัญของผลิตภัณฑ์ต่อลูกค้า
1	ต่ำ	สูง	DI12	มีความสำคัญสูง
2	ค่อนข้างต่ำ	ปานกลาง	TR3, TR15, DI2	มีความสำคัญค่อนข้างสูง
3	ค่อนข้างต่ำ	ค่อนข้างสูง	TR17, TR18, DI6, DI8, DI9	มีความสำคัญปานกลาง
4	ค่อนข้างต่ำ	สูง	DI13	มีความสำคัญต่ำ
5	ปานกลาง	ค่อนข้างต่ำ	TR13, DI7	มีความสำคัญค่อนข้างสูง
6	ปานกลาง	ปานกลาง	DI10	มีความสำคัญค่อนข้างต่ำ
7	ค่อนข้างสูง	ค่อนข้างต่ำ	TR1, TR7, DI3, DI4, DI11	มีความสำคัญปานกลาง
8	สูง	ต่ำ	TR2, TR5, TR6, TR8-TR10, DI1, DI5	มีความสำคัญค่อนข้างสูง
9	สูง	ค่อนข้างต่ำ	TR12, TR14, TR16	มีความสำคัญปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 คัดเลือกและวิเคราะห์กลุ่มผลิตภัณฑ์

ในหัวข้อนี้จะเป็นการคัดเลือกกลุ่มของผลิตภัณฑ์จากการแบ่งกลุ่ม ด้วยวิธีการจัดกลุ่มแบบวิธีซิงเกิลลิงก์เกจ (Single Linkage) ในหัวข้อที่ 4.3.2 พบว่าที่ระดับสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ 0.054 จะสามารถแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม โดยที่กลุ่ม 3 เป็นกลุ่มที่ถูกคัดเลือกเบื้องต้นจากการระดมความคิดร่วมกับฝ่ายผลิตเนื่องจากกลุ่มที่ 1 และ 2 เป็นกลุ่มที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงและเป็นกลุ่มที่ต้องใช้ต้นทุนด้านเทคโนโลยีสูงในการปรับปรุง ทำให้กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ 3 เป็นกลุ่มที่ถูกคัดเลือกมาเพื่อทำการปรับปรุง แต่เนื่องจากกลุ่มที่ 3 นั้นประกอบไปด้วยผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายและไม่สามารถจำแนกค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต และหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงได้ทำการแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ 3 ออกเป็นกลุ่มย่อย สามารถจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์ระดับหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลิตร/ ปี) และระดับค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลิตร) ได้ทั้งหมด 9 กลุ่มย่อยดังตารางที่ 4.16 จะเห็นว่าหากไม่พิจารณาความสำคัญของผลิตภัณฑ์ต่อลูกค้า กลุ่มที่ 1 (DI12) และ กลุ่มที่ 4 (DI13) เป็นกลุ่มที่ควรลดค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีระดับค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตสูง ในขณะที่ระดับหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลิตร/ ปี) อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำไปถึงระดับต่ำ แต่หากนำปัจจัยด้านความสำคัญของผลิตภัณฑ์ต่อลูกค้าเข้ามาพิจารณาแล้ว จะเห็นว่ากลุ่มที่ 4 หรือผลิตภัณฑ์ DI13 นั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญต่อลูกค้าในระดับต่ำ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์ DI13 มีแนวโน้มความต้องการของลูกค้าลดลง เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ส่งออกไปกลุ่มลูกค้าที่ผลิตปาจิงโกะ (Pachingo) เท่านั้น ในขณะที่กลุ่มที่ 1 หรือผลิตภัณฑ์ DI12 นั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ส่งออกไปแก่ลูกค้าสำคัญในอุตสาหกรรมยานยนต์และมีแนวโน้มความต้องการในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงได้คัดเลือกกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ควรทำการลดปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตเพื่อให้สามารถลดต้นทุนต่อหน่วยด้านพลังงานของผลิตภัณฑ์ DI12 โดยรายละเอียดแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงานในหัวข้อที่ 4.5

4.5 หาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงาน

จากการคัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ย่อยของกลุ่มที่ 3 ในหัวข้อที่ 4.4 พบว่ากลุ่มผลิตภัณฑ์ย่อยที่ 1 หรือผลิตภัณฑ์ DI12 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ถูกคัดเลือกมาเพื่อทำการลดปริมาณต้นทุนด้านพลังงานต่อหน่วย ด้วยการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่นำไปสู่การลดค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงสาเหตุที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้พลังงานของผลิตภัณฑ์ DI12 จึงได้เริ่มจากการศึกษาและวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) ของผลิตภัณฑ์ DI12 สูง สุดท้ายจะเป็นการหาแนวทางในการปรับปรุง โดยรายละเอียดการวิเคราะห์สาเหตุและการปรับปรุงแสดงดังหัวข้อที่ 4.5.1 และ 4.5.2 ตามลำดับ

4.5.1 ศึกษาสาเหตุที่ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานของสูง

เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้พลังงานสำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์ย่อยที่ 1 ที่ถูกคัดเลือกจากหัวหน้างานฝ่ายผลิตในหัวข้อที่ 4.4 ซึ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ย่อยที่ 1 ประกอบไปด้วยผลิตภัณฑ์เพียงผลิตภัณฑ์เดียวคือผลิตภัณฑ์ DI12 ดังนั้นจึงต้องศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์นี้มีปริมาณการใช้พลังงานสูง ซึ่งจากการเก็บข้อมูลด้านพลังงานดังรูปที่ 4.2 หัวข้อที่ 4.1.3 จะเห็นว่าโรงงานกรณีศึกษามีปริมาณการใช้พลังงานจากระบบสนับสนุนเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่กระบวนการผลิตมีปริมาณการใช้พลังงานอยู่ที่ร้อยละ 30 ถึงแม้ว่าพลังงานส่วนใหญ่จะถูกใช้ไปกับระบบสนับสนุนโรงงาน แต่การลดปริมาณการใช้พลังงานในส่วนระบบสนับสนุนไม่สามารถทำได้ เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษามีข้อจำกัดด้านการผลิตที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์ตลอด 24 ชั่วโมง/ วัน โดยที่ไม่มีการหยุดเครื่องจักรสำหรับกระบวนการผลิต ซึ่งจำเป็นจะต้องมีระบบสนับสนุนเพื่อช่วยให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ระบบสนับสนุนของโรงงานกรณีศึกษามีการใช้พลังงานตลอด 24 ชั่วโมง/ วัน เช่นเดียวกับกระบวนการผลิต ดังนั้นเพื่อให้สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานของกลุ่มผลิตภัณฑ์นี้ได้ จึงต้องทำการลดปริมาณการใช้พลังงานจากกระบวนการผลิตเป็นหลัก ซึ่งจากข้อมูลระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 ในตารางที่ 4.4 ที่แสดงถึงข้อมูลระยะเวลาในการผลิต (Processing Time) (นาทิต/ ล็อต) พบว่ากระบวนการที่มีระยะเวลาในการผลิตสูงสุดคือกระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Processing Time) ที่ 952.31 นาทิต/ ล็อต รองลงมาคือกระบวนการขั้นต้นที่มีระยะเวลาการผลิต (First Processing Time) อยู่ที่ 521.05 นาทิต/ ล็อต และกระบวนการทดสอบการทนความร้อน (Heat Shock Test Processing Time) กระบวนการวิเคราะห์ของเสีย (Defect Analysis Processing Time) กระบวนการเอ็กซเรย์ (X-ray Inspection Processing Time) กระบวนการขัดเศษพลาสติกเรซิน (Teba Processing Time) กระบวนการชุบด้วยไฟฟ้า (Electro Plating Processing Time) และการตรวจสอบขั้นสุดท้าย (Final Inspection Processing Time) ที่ 328.17 นาทิต/ ล็อต 260.60 นาทิต/ ล็อต 97.80 นาทิต/ ล็อต 53.25 นาทิต/ ล็อต 28.60 นาทิต/ ล็อต และ 4.10 นาทิต/ ล็อต ตามลำดับ จะเห็นว่าระยะเวลาในการผลิตของกระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Processing Time) นั้นสูงที่สุด จึงสามารถสันนิษฐานได้ว่ากระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process) อาจเกิดความสูญเปล่าขึ้นในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ DI12 ที่อาจส่งผลต่อปริมาณการใช้พลังงานสูง ดังนั้นเพื่อที่จะพิสูจน์สมมติฐานนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระยะเวลาในการผลิตมาตรฐาน (Standard Processing Time) ของแต่ละกระบวนการในการผลิตผลิตภัณฑ์ DI12 เพิ่มเติมรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.19 โดยที่แต่ละกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา ได้มีการกำหนดระยะเวลามาตรฐานในการผลิตจากเวลาครบรอบ (Cycle Time) ในการผลิตผลิตภัณฑ์ (ชิ้น/นาทิต) ดังนั้นเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ได้กล่าวข้างต้นว่ากระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process) มีการผลิตที่สูญเปล่าสูงที่สุด จึงได้เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างระยะเวลาในการผลิต (Processing Time) (นาทิต/ ล็อต) กับระยะเวลามาตรฐานในการผลิต (Standard Processing Time) (นาทิต/ ล็อต) จากตารางที่ 4.17 พบว่า

ระยะเวลาในการผลิตของกระบวนการขั้นสุดท้ายมากกว่าระยะเวลาการผลิตมาตรฐานถึง 5.52 เท่า ด้วยเหตุนี้จึงสามารถอธิบายได้ว่ากระบวนการขั้นตอนสุดท้าย (Final Process) เป็นกระบวนการที่เกิดความสูญเสียเปล่าขึ้นในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลระยะเวลาการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 (เพิ่มเติม)

หัวข้อ	กระบวนการผลิต (Process)							
	กระบวนการขั้นต้น (First)	จัดเตรียมพลาสติกเรซิน (Teba)	การชุบด้วยไฟฟ้า (Electro Plating)	การทดสอบการทนความร้อน (Heat Shock Test)	กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final)	วิเคราะห์ของเสีย (Defect Analysis)	เอ็กซเรย์ (X-ray Inspection)	การตรวจสอบขั้นสุดท้าย (Final Inspection)
ระยะเวลาการผลิต (Processing - Time) (นาที/ ล็อต)	521.05	53.25	28.60	328.17	952.31	260.60	97.80	4.10
เวลาครบรอบ (Cycle Time) (ชิ้น/ นาที)	300.00	1,500.00	2,000.00	180.00	290.00	200.00	390.00	-
ระยะเวลาในการผลิตมาตรฐาน (Standard - Processing Time) (นาที/ ล็อต)	166.67	33.33	25.00	277.78	172.41	250.00	128.21	-
สัดส่วนระหว่างระยะเวลาการผลิตกับระยะเวลาในการผลิตมาตรฐาน	3.13	1.60	1.14	1.18	5.52	1.04	0.76	-

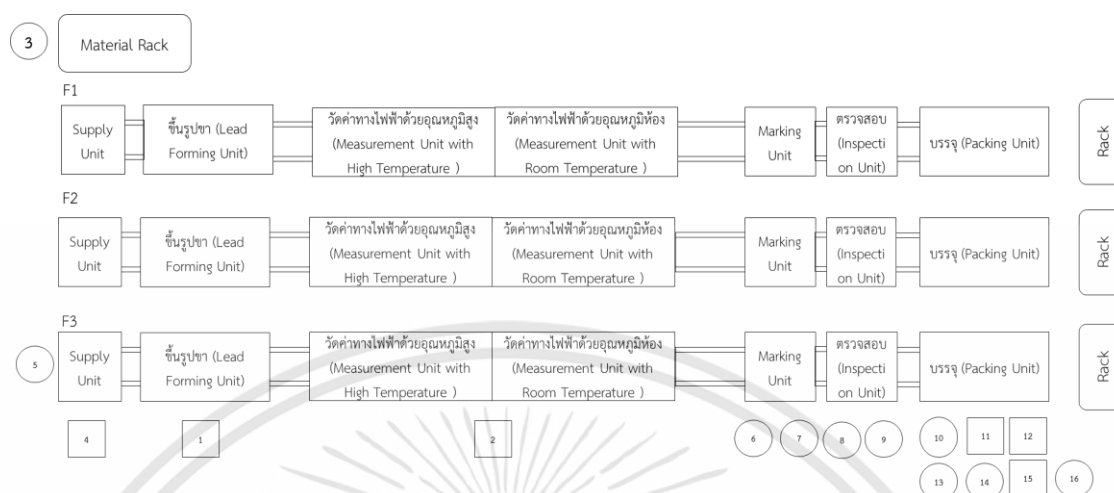
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทราบว่าการกระบวนการขั้นตอนสุดท้าย (Final Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 สูง เนื่องจากเกิดความสูญเสียเปล่าขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต ทำให้ระยะเวลาในการผลิต (Processing Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12 มากกว่าระยะเวลาในการผลิตมาตรฐาน (Standard Processing Time) ดังนั้นเพื่อค้นหาสาเหตุที่ส่งผลต่อระยะเวลาการผลิตที่สูญเสียเปล่า จึงได้ร่วมกับผู้จัดการฝ่ายผลิตของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ศึกษาวเคราะห์ถึงสาเหตุที่อาจส่งผลต่อระยะเวลาในการผลิตที่สูญเสียเปล่าด้วยแผนภูมิแกงปลาตามรูปที่ 4.6 พบว่าปัญหาหลักที่ทำให้ระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 สูง นั้นมาจากวัตถุดิบและเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการขั้นตอนสุดท้ายหรือเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine) ซึ่งทั้ง 2 สาเหตุนั้นส่งผลทำให้สายการผลิตหยุดทำงาน จากการศึกษาพบว่าสาเหตุที่เกิดจากวัตถุดิบนั้นเกิดจากวัตถุดิบที่ถูกส่งมาจากกระบวนการก่อนหน้านี้มีปัญหา โดยที่ไม่มีการตรวจสอบก่อนส่งไปยังกระบวนการถัดไป เนื่องจากกระบวนการก่อนหน้านี้ไม่มีเครื่องมือหรือเทคโนโลยีสำหรับการตรวจสอบ ผลิตภัณฑ์ ซึ่งการจะแก้ปัญหาด้านวัตถุดิบนั้นจะต้องมีการลงทุนด้านเครื่องมือหรือเทคโนโลยีการตรวจสอบที่มีความแม่นยำสูง ด้วยเหตุนี้ทำให้การแก้ไขสาเหตุที่มาจากวัตถุดิบนั้นทำได้ยากเนื่องจากข้อจำกัดด้านต้นทุนของเครื่องมือหรือเทคโนโลยีสูง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เลือกศึกษาถึงปัญหาของเครื่องจักรผ่านการศึกษาล่วงหน้าโดยตรง (Direct Time Study) เนื่องจากข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยของเครื่องจักร ทำให้ไม่สามารถบันทึกหรือนำข้อมูลเวลาเดินเครื่องของเครื่องจักรได้ (Machine Operation Time) นอกจากนี้พบว่าเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine) จำเป็นต้องทำงานร่วมกับผู้ปฏิบัติงาน (Operator) โดยที่ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน จะทำการควบคุมเครื่องจักรขั้นสุดท้ายทั้งหมด 3 เครื่อง ได้แก่เครื่องจักร F1 F2 และ F3 ซึ่งการทำงานของผู้ปฏิบัติงานในบางงานจำเป็นที่จะต้องหยุดเครื่องจักร จึงได้มีการศึกษาวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการขั้นตอนสุดท้าย (Final Process) ของผู้ปฏิบัติงาน (Operator) รายละเอียดวิธีการทำงานของผู้ปฏิบัติงานร่วมกับเครื่องจักรแสดงดังรูปที่ 4.7 แสดงถึงพื้นที่ปฏิบัติงานบริเวณเครื่องจักรของผู้ปฏิบัติงาน ตามวิธีการปฏิบัติงานในขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 16 ซึ่งเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องมีขั้นตอนการทำงานเหมือนกันทั้ง 3 เครื่องจักร นอกจากนี้ได้ศึกษารายละเอียดของเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine) พบว่ามีกระบวนการย่อย (Unit) ทั้งหมด 5 กระบวนการดังรูปที่ 4.8 มีรายละเอียดกระบวนการของเครื่องจักรขั้นสุดท้ายดังนี้

- 1) ขึ้นรูปขา (Forming Unit)
- 2) วัดค่าทางไฟฟ้าด้วยอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิห้อง (Measurement with High and Room Temperature Unit)
- 3) ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับอาจารย์ผู้สอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกข้อควรระวังคืออาจารย์ผู้สอนต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 การทำงานของผู้ปฏิบัติงานร่วมกับเครื่องจักรและกระบวนการภายในเครื่องจักรขั้นสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 รูปแบบตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																						
กระบวนการ :										เวลา :												
วันที่ :										เครื่องจักร :												
เวลา						เวลา (นาที)	อาการ: เครื่องจักรหยุด															
เริ่ม			สิ้นสุด				สาเหตุ															
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที		สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)				หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอผู้ซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown)	รอผลิตรถล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อตในการผลิต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)		
						ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)									ตั้งล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)			

ตารางที่ 4.19 ตัวอย่างตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของเครื่องจักร F1

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																					
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)												เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.									
วันที่ : XX-XX-XXX												เครื่องจักร : F1									
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด													
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ													
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที			สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)				หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอผู้ซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown)	รอผลลืตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนลืตในการผลิต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)							ตั้งลืต (Start Lot)	เก็บลืต (End Lot)		
8	0	0	8	1	27	1.45															
8	1	27	8	2	6	0.65	✓														
8	2	6	8	13	4	10.97							✓								
8	13	4	8	30	45	17.68									✓						
8	30	45	8	33	9	2.40												✓			
8	33	9	8	35	2	1.88										✓					

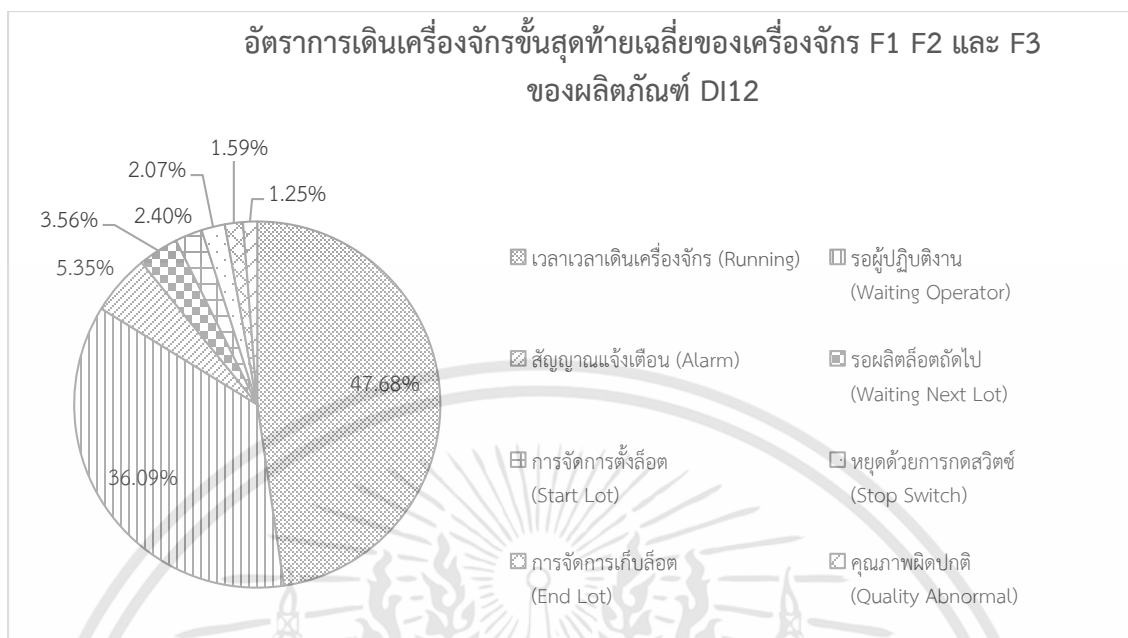
ตารางที่ 4.20 ตัวอย่างตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของเครื่องจักร F2

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																			
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)												เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.							
วันที่ : XX-XX-XXX												เครื่องจักรที่ : F2							
เวลา						เวลา (นาที)	อาการ: เครื่องจักรหยุด												
							สาเหตุ												
เริ่ม			สิ้นสุด				สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)			หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลิตล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อตในการผลิต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที	ตรวจสอบ (Inspection Unit) ทำเครื่องหมาย (Marking Unit) วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement) บรรจุ (Packing Unit)	ตั้งล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)											
8	0	0	8	5	10	5.17													
8	5	10	8	9	2	3.87							✓						
8	9	2	8	9	16	0.23			✓										
8	9	16	8	9	35	0.32													
8	9	35	8	10	22	0.78				✓									
8	10	22	8	17	22	7.00													

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 ตัวอย่างตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของเครื่องจักร F3

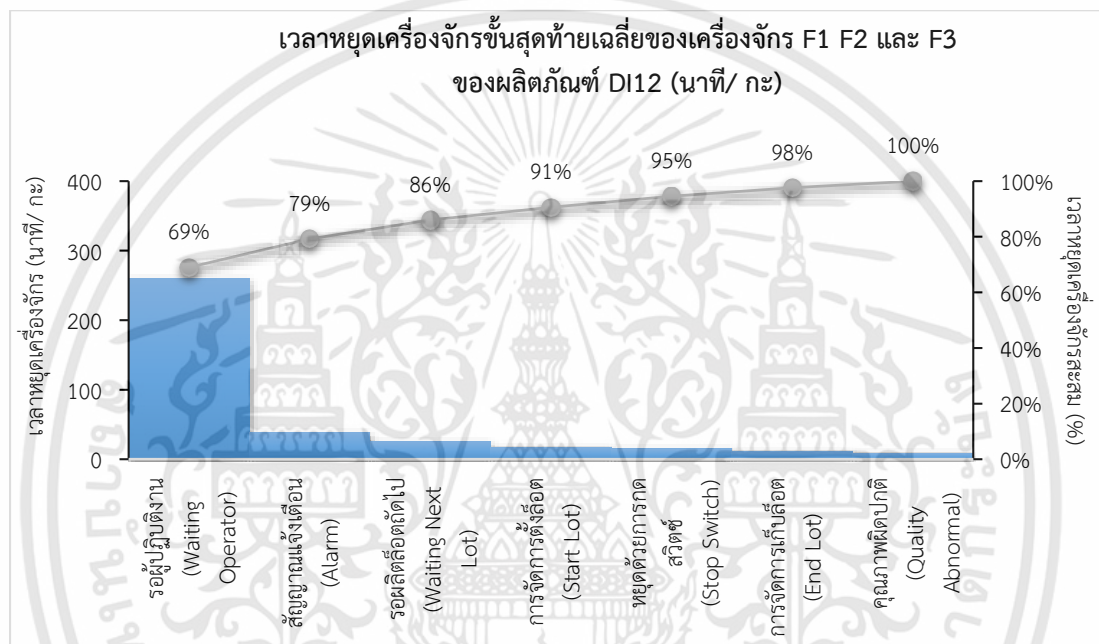
เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																				
กระบวนการ : เครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine)											เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.									
วันที่ : XX-XX-XXX											เครื่องจักรที่ : F3									
เวลา						เวลา (นาที)	อาการ: เครื่องจักรหยุด													
							สาเหตุ													
เริ่ม			สิ้นสุด				สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)				หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอผู้ซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลิตล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อตในการผลิต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที	ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	ตั้งล็อต (Start Lot)							เก็บล็อต (End Lot)			
8	0	0	8	4	45	4.75								✓						
8	4	45	8	5	43	0.97														
8	5	43	8	10	31	4.80								✓						
8	10	31	8	11	19	0.80				✓										
8	11	19	8	15	40	4.35														
8	15	40	8	16	5	0.42					✓									



รูปที่ 4.9 อัตราการเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้ายเฉลี่ยของเครื่องจักร F1 F2 และ F3 ของผลิตภัณฑ์ DI12

จากการศึกษาเวลาโดยตรงของเครื่องจักร F1 F2 และ F3 สามารถแสดงข้อมูลอัตราเดินเครื่องของเครื่องจักร (Machine Operation Time) ซึ่งเป็นอัตราของเวลาในการผลิตต่อกะ (1 กะ เท่ากับ 720 นาที) ได้ดังรูปที่ 4.9 เนื่องจากทั้ง 3 เครื่องมีคุณสมบัติและยังใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เดียวกัน คือ DI12 จึงได้นำเวลาเดินเครื่องจักรของทั้ง 3 เครื่องมาเฉลี่ยเพื่อประเมินอัตราเดินเครื่องจักรของผลิตภัณฑ์ DI12 จากรูปที่ 4.9 พบว่าเวลาเดินเครื่องจักร (Running) โดยเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 47.68 ส่วนอีกร้อยละ 52.32 เป็นเวลาที่ทำให้เครื่องจักรหยุด (Machine Stop Time) ประกอบไปด้วยการรอผู้ปฏิบัติงาน (Waiting Operator) อยู่ที่ร้อยละ 36.09 รองลงมาคือหยุดเนื่องจากสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) รอผลผลิตถัดไป (Waiting Next Lot) การจัดการเริ่มล็อต (Start Lot) หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch) การจัดการเก็บล็อต (End Lot) และหยุดเนื่องจากคุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal) ร้อยละ 5.35 ร้อยละ 3.56 ร้อยละ 2.40 ร้อยละ 2.07 ร้อยละ 1.59 และร้อยละ 1.25 ตามลำดับ จะเห็นว่าเวลาเดินเครื่องจักรของผลิตภัณฑ์ DI12 นั้นมีสัดส่วนที่น้อยกว่าเวลาหยุดเครื่องจักร ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 ยาวนานและส่งผลให้ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยสูงตามไปด้วย ดังนั้นเพื่อลดต้นทุนด้านปริมาณการใช้พลังงานของผลิตภัณฑ์ DI12 จึงได้นำหลักการพาเรโตมาช่วยในการคัดเลือกสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรหยุด เพื่อทำการลดค่าการใช้พลังงานต่อหน่วย (SEC) ด้วยการลดระยะเวลาในการผลิตด้วยการเพิ่มเวลาเดินเครื่องจักร (Running) จากรูปที่ 4.10 แสดงแผนภาพพาเรโต

ของเวลาที่ทำให้เครื่องจักรหยุด จะเห็นว่าร้อยละ 79 หรือสาเหตุส่วนใหญ่ของการหยุดเครื่องจักรนั้นมาจากเวลารอคอยผู้ปฏิบัติงาน (Waiting Operator) และเวลาหยุดเนื่องจากสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ด้วยเหตุนี้เพื่อให้สามารถลดระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 จึงเลือกเวลารอคอยผู้ปฏิบัติงาน (Waiting Operator) และเวลาหยุดเนื่องจากสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) เป็นหัวข้อหลักในการปรับปรุงเวลาหยุดของเครื่องจักรโดยที่รายละเอียดแสดงดังหัวข้อที่ 4.5.2



รูปที่ 4.10 แผนภาพพาเรโตเวลาหยุดเครื่องจักรขั้นสุดท้ายเฉลี่ยของเครื่องจักร F1 F2 และ F3 ของผลิตภัณฑ์ DI12 (นาที/ กะ)

4.5.2 แนวทางในการแก้ปัญหา

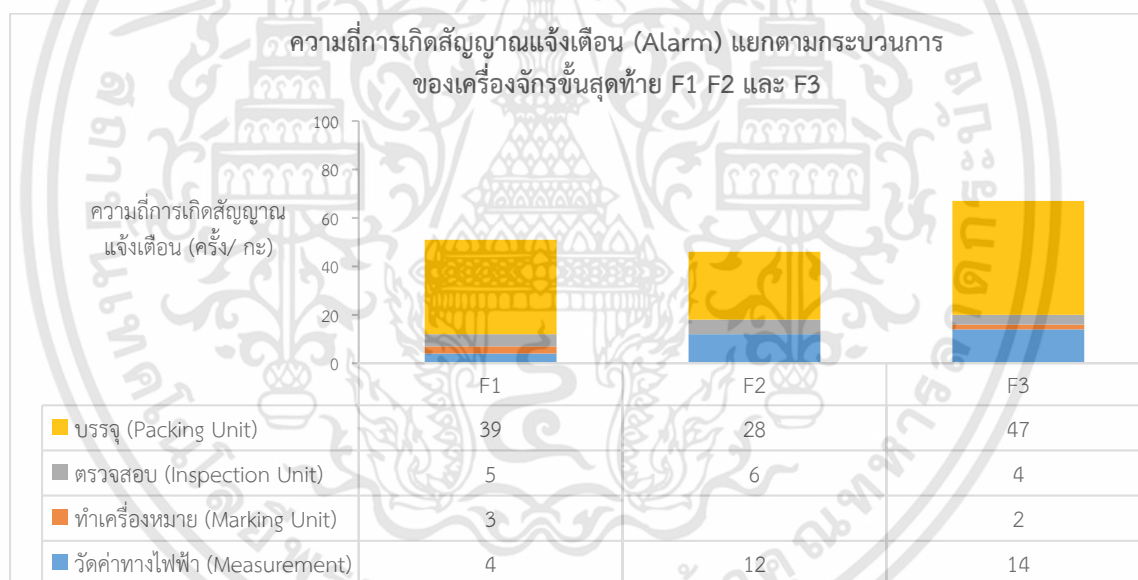
แนวทางในการลดระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 สามารถทำได้ด้วยการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหา ทำการทดลองและปรับปรุงเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine) โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

4.5.2.1 วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรหยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าจากการศึกษาในหัวข้อที่ 4.5.1 พบว่าระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 ไม่ต่ำกว่านี้แล้ว อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้นานนั้นมิใช่สาเหตุหลักมาจากการรอคอยผู้ปฏิบัติงาน (Waiting Operator) และการเกิดสัญญาณแจ้งเตือน

(Alarm) ดังนั้นเพื่อให้สามารถลดระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 จึงได้เริ่มจากการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาโดยมีรายละเอียดดังนี้

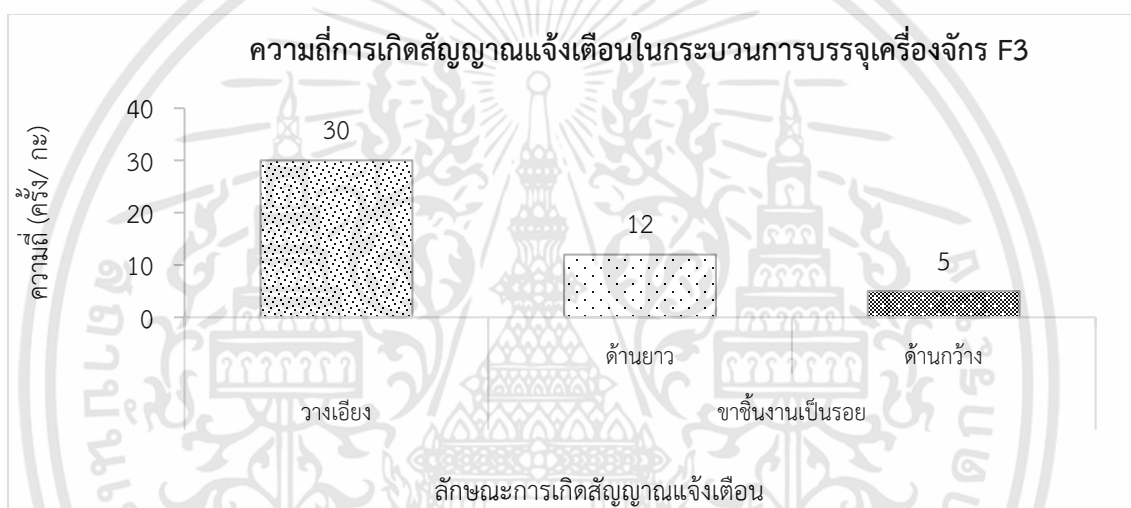
- 1) วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรหยุดเนื่องจากรอคอยผู้ปฏิบัติงาน (Waiting Operator) จากข้อมูลการศึกษาเวลาโดยตรงในรูปที่ 4.9 พบว่าในเวลารอคอยผู้ปฏิบัติงาน (Waiting Operator) ที่ร้อยละ 36.09 นั้นมาจากเวลาการรอคอยผู้ปฏิบัติงานในการแก้ไขสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) กว่าร้อยละ 30.75 (อ้างอิงจากข้อมูลจากการศึกษาเวลาโดยตรงในภาคผนวก ค.) เนื่องจากผู้ปฏิบัติงาน (Operator) 1 คนมีภาระโหลดการทำงาน 3 เครื่อง เมื่อเกิดเหตุการณ์เครื่องจักรหยุดเนื่องจากสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) พร้อมกันทั้ง 3 เครื่อง จึงทำให้เครื่องจักรที่ไม่ได้ถูกจัดการสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) เกิดการรอคอยผู้ปฏิบัติงาน



รูปที่ 4.11 ความถี่ในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ของเครื่องจักร F1 F2 และ F3

- 2) วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรหยุดเนื่องจากสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) จากการศึกษาเวลาโดยตรงของเครื่องจักรขั้นสุดท้ายในภาคผนวก ข. พบว่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเกิดเหตุขัดข้อง (MTBF) ในที่นี้คือเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ของเครื่องจักร F1 F2 F3 เท่ากับ 6.17 นาที 7.93 นาที และ 5.23 นาที ตามลำดับ แสดงถึงความถี่ในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ของ

เครื่องจักรที่ผลิตผลิตภัณฑ์ DI12 ที่จะเกิดเฉลี่ยทุกๆ 6.44 นาที ดังนั้นเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาการเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) จึงได้นำข้อมูลจากการศึกษาเวลาโดยตรงของเครื่องจักรมาเพื่อจำแนกความถี่การเกิดตามกระบวนการภายในเครื่องจักร โดยที่ความถี่การเกิดสัญญาณเตือนของแต่ละกระบวนการของทั้ง 3 เครื่องจักรแสดงดังรูปที่ 4.11 พบว่ากระบวนการบรรจุ (Packing Unit) มีความถี่ในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) สูงที่สุด ดังนั้นจึงได้เลือกแก้ไขการเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ที่กระบวนการบรรจุ (Packing Unit)

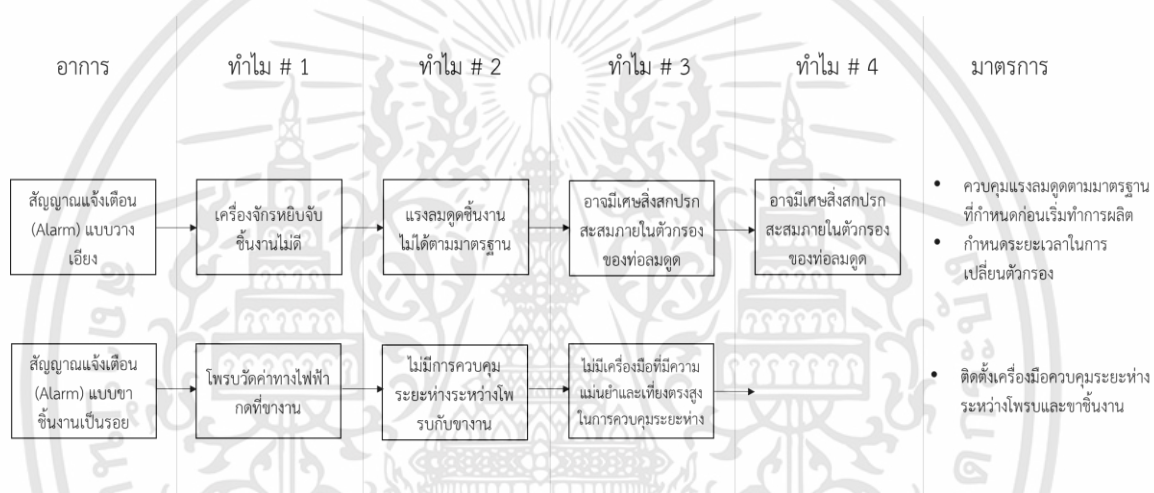


รูปที่ 4.12 ความถี่การเกิดสัญญาณแจ้งเตือนในกระบวนการบรรจุของเครื่องจักร F3

- 3) วิเคราะห์หาสาเหตุในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนที่กระบวนการบรรจุ (Packing Unit) จากรูปที่ 4.11 จะเห็นว่าความถี่ในการเกิดของเครื่องจักร F3 นั้นสูงสุดและเนื่องจากเครื่องจักรทั้ง 3 มีลักษณะเหมือนกัน จึงได้เลือกวิเคราะห์ลักษณะการเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ของเครื่องจักร F3 พบว่าความถี่ 47 ครั้งประกอบไปด้วยลักษณะการเกิดแบบวางเอียง 30 ครั้ง ขาขึ้นงานเป็นรอยด้านยาว 12 ครั้ง และขาขึ้นงานเป็นรอยด้านกว้าง 5 ครั้งดังรูปที่ 4.12 จากนั้นได้นำเทคนิคการวิเคราะห์ทำไม-ทำไม (Why Why Analysis) มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เกิดลักษณะสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) แบบวางเอียงและขาขึ้นงานเป็นรอย รายละเอียดการวิเคราะห์การเกิดสัญญาณแจ้งเตือนที่กระบวนการบรรจุ (Packing Unit) แสดงดังรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าลักษณะสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) แบบวางเอียงเกิดจากปัจจัยเกี่ยวกับแรงลม ส่วนลักษณะการเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) แบบขาขึ้นงานเป็นรอยนั้น เกิดจากการตรวจสอบบริเวณขาขึ้นงานที่มีสิ่งแปลกปลอมติดหรือขาขึ้นงานทั้งด้านกว้างและด้านยาวของขาขึ้นงาน ทำให้ขาขึ้นงานมีขนาดใหญ่กว่ามาตรฐาน จึงเกิดสัญญาณแจ้งเตือนที่กระบวนการบรรจุขึ้น ซึ่งสาเหตุเกิดจากการโพรบกตวัดค่าทางไฟฟ้าที่บริเวณขาขึ้นงานในกระบวนการวัดค่าทางไฟฟ้า ทำให้ตะกั่วที่มาจากกระบวนการชุบขางานหลุดออกเป็นสิ่งแปลกปลอมติดที่ขาขึ้นงานขึ้น



รูปที่ 4.13 วิเคราะห์การเกิดสัญญาณแจ้งเตือนที่กระบวนการบรรจุ (Packing Unit)

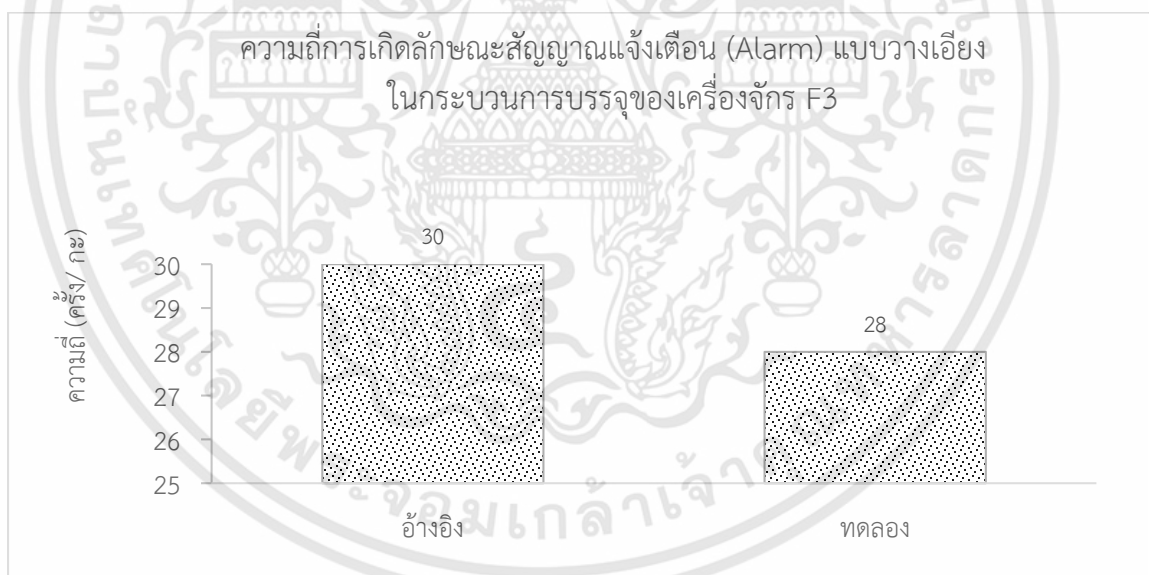
เมื่อทราบสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการหยุดเครื่องจักรแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการออกแบบและทดลองปรับปรุงลดการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนของเครื่องจักร รายละเอียดแสดงในหัวข้อที่ 4.5.2.2

4.5.2.2 ออกแบบและทดลองเพื่อลดการเกิดลักษณะสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)

จากการวิเคราะห์สาเหตุการเกิดลักษณะสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ในหัวข้อที่ 4.5.2.1 ของทั้ง 2 ลักษณะการเกิดได้แก่ลักษณะสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) แบบวางเอียงและแบบขาขึ้นงานเป็นรอย มีสาเหตุมาจากปัจจัยด้านแรงลม และปัจจัยจากโพรบวัดค่าทางไฟฟ้าบริเวณขาขึ้นงาน

ในกระบวนการวัดค่าทางไฟฟ้า ตามลำดับ จากปัจจัยทั้ง 2 จึงได้ออกแบบการทดลอง โดยจะทดลองเก็บผลจากการทดสอบที่ละปัจจัย ตั้งแต่เวลา 08.00 น.-20.00 น. (720 นาที) หรือ 1 กะ (Shift) จากเครื่องจักร F3 เนื่องจากมีความถี่การเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) สูงสุด และทำการทดลองร่วมกับฝ่ายผลิต ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

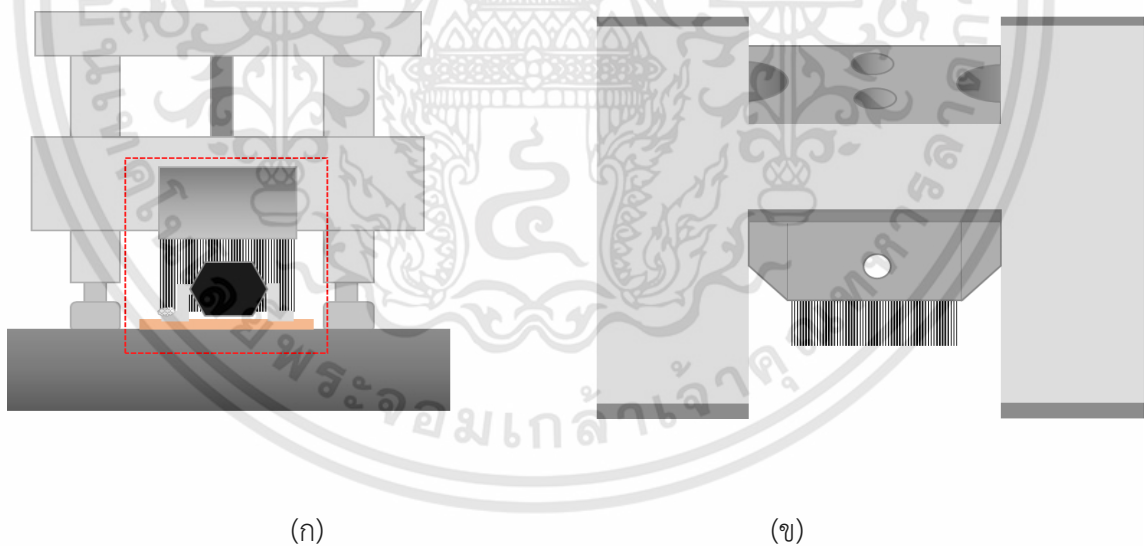
- 1) ปัจจัยที่ 1 ปัจจัยเกี่ยวกับแรงลมที่ส่งผลต่อลักษณะสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) แบบวางเอียง: จากการวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดจากปัจจัยเกี่ยวกับแรงลม จึงได้ออกแบบการทดลองด้วยการควบคุมแรงลมให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนดที่ -3.1 ถึง -3.5 กิโลปาสกาล (kPa) และทำการเปลี่ยนเปลี่ยนตัวกรอง (Filter) ก่อนเริ่มทำการทดลอง ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.14 พบว่าเครื่องจักร F3 มีความถี่การเกิดลักษณะสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) แบบวางเอียงที่ 28 ครั้ง ซึ่งลดลงเพียง 2 ครั้งจาก 30 ครั้ง (จากข้อมูลอ้างอิงในรูปที่ 4.12) ดังนั้นสามารถอธิบายได้ว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแรงลมไม่ส่งผลต่อการเกิดลักษณะสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) แบบวางเอียงอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 4.14 ผลการทดลองปัจจัยที่ 1 ความถี่การเกิดลักษณะสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) แบบวางเอียงในกระบวนการบรรจุของเครื่องจักร F3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) ปัจจัยที่ 2 เกิดจากโพรบกวัดค่าทางไฟฟ้าบริเวณขาขึ้นงานในกระบวนการวัดค่าทางไฟฟ้า ที่ส่งผลต่อลักษณะสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) แบบขาขึ้นงานเป็นรอยทั้งด้านกว้างและด้านยาว: จากการวิเคราะห์พบว่าสาเหตุเกิดจากกระบวนการวัดค่าทางไฟฟ้าที่เกิดสัญญาณแจ้งเตือนในกระบวนการบรรจุ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการแก้ไขที่กระบวนการวัดค่าทางไฟฟ้านั้นจะต้องใช้อุปกรณ์ในการกำหนดระยะห่างระหว่างโพรบกับขาขึ้นงานที่มีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูง ซึ่งยังไม่สามารถลงทุนได้ในขณะนี้เนื่องจากข้อจำกัดด้านต้นทุนการผลิต อีกทั้งอาจส่งผลต่อการวัดค่าทางไฟฟ้าซึ่งมีผลต่อด้านคุณภาพ และมีความเสี่ยงที่ของเสียจะหลุดรอดไปยังลูกค้า จึงทำให้ไม่สามารถแก้ไขในกระบวนการวัดค่าทางไฟฟ้าซึ่งเป็นต้นเหตุได้ ดังนั้นจึงต้องหาทางเลือกอื่นร่วมกับฝ่ายวิศวกร โดยการแก้ไขที่ปลายเหตุคือการทำให้เศษสิ่งแปลกปลอมที่ติดขาขึ้นงานหลุดออกจากขึ้นงาน ดังนั้นฝ่ายวิศวกรจึงได้ดัดแปลงและออกแบบอุปกรณ์ติดตั้งที่เครื่องจักรขั้นสุดท้ายเพื่อช่วยในการปัดเศษสิ่งแปลกปลอมแสดงดังรูปที่ 4.15 (ก) คืออุปกรณ์ที่ผ่านการดัดแปลงจนแปร่งให้มีความแข็งแรงน้อยลง และ (ข) คืออุปกรณ์ที่มีการออกแบบใหม่



รูปที่ 4.15 (ก) อุปกรณ์ปัดเศษสิ่งแปลกปลอมที่ผ่านการดัดแปลงจนแปร่งให้มีความแข็งแรงน้อยลง
(ข) อุปกรณ์ปัดเศษสิ่งแปลกปลอมที่มีการออกแบบใหม่

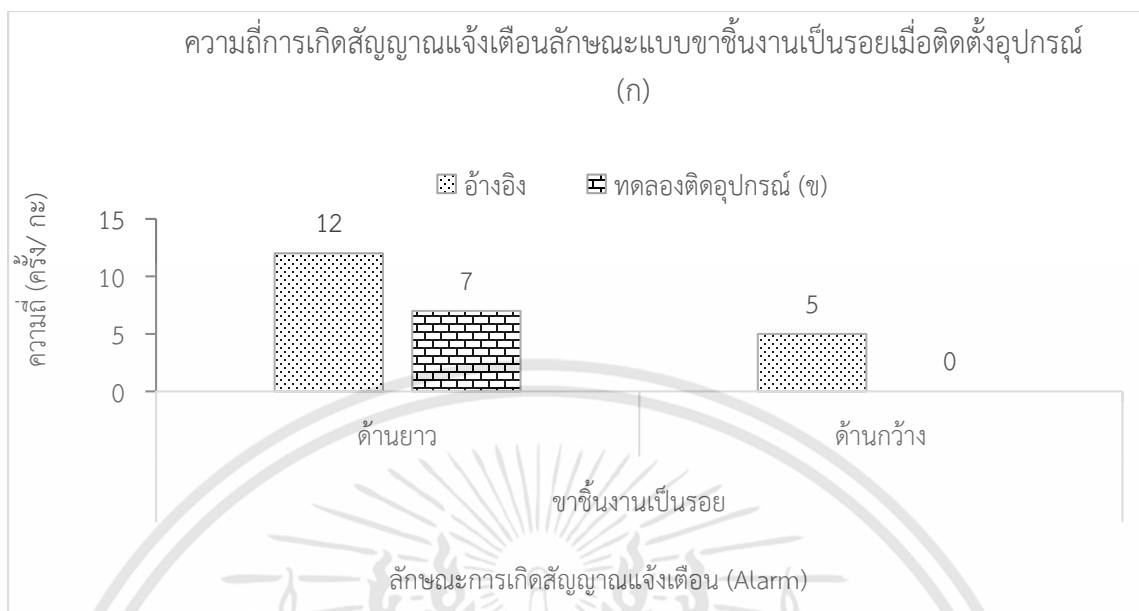
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักจากทำการดัดแปลงขนแปรงและออกแบบอุปกรณ์ใหม่ดังรูปที่ 4.15 แล้ว ได้นำอุปกรณ์ทั้ง 2 มาทำการทดลองติดตั้งที่เครื่องจักร F3 ที่ละอุปกรณ์ และทำการเก็บ ข้อมูลการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนเช่นเดียวกับปัจจัยที่ 1 ผลการทดลองหลังจากติดตั้ง อุปกรณ์ (ก) แสดงดังรูปที่ 4.16 พบว่าความถี่ในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนลักษณะแบบ ขาขึ้นงานเป็นรอยด้านยาวลดลงเหลือ 0 ครั้ง จาก 12 ครั้ง ในขณะที่การเกิดสัญญาณ แจ้งเตือนลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยด้านกว้างมีความถี่ในการเกิดสูงขึ้นจาก 5 เป็น 8 ครั้ง/กะ แสดงให้เห็นว่าการติดตั้งอุปกรณ์ (ก) นั้นสามารถลดการเกิดสัญญาณแจ้งเตือน ลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยด้านยาวได้ แต่ยังส่งผลในด้านลบหรือส่งผลต่อ การเกิดสัญญาณแจ้งเตือนลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยด้านกว้าง ส่วนผลการ ทดลองติดตั้งอุปกรณ์ (ข) แสดงดังรูปที่ 4.17 พบว่าความถี่ในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือน ลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยด้านยาวลดลง จาก 12 ครั้งเหลือ 7 ครั้ง ในขณะที่การ เกิดสัญญาณแจ้งเตือนลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยด้านกว้างลดลงเหลือ 0 ครั้ง จาก 5 ครั้ง/กะ แสดงให้เห็นว่าการติดตั้งอุปกรณ์ (ข) นั้นสามารถลดการเกิดสัญญาณแจ้งเตือน ลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยด้านยาวได้บางส่วน ในขณะที่สามารถลดการ เกิดสัญญาณแจ้งเตือนลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยด้านกว้างได้ทั้งหมด



รูปที่ 4.16 ความถี่การเกิดสัญญาณแจ้งเตือนลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ (ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถนำออกไปใช้ภายนอกได้โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ความถี่การเกิดสัญญาณแจ้งเตือนลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ (ข)

หลังจากทำการทดลองติดตั้งอุปกรณ์พิเศษสิ่งแปลกปลอมแล้วสามารถสรุปได้ว่าการติดตั้งอุปกรณ์ (ก) สามารถลดการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยด้านยาวได้ทั้งหมด ในขณะที่อุปกรณ์ (ข) สามารถลดการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยด้านกว้างได้ทั้งหมด ดังนั้นจึงได้นำอุปกรณ์ทั้ง 2 มาติดตั้งที่เครื่องจักรขั้นสุดท้ายทั้ง 3 เครื่อง (F1 F2 และ F3) เพื่อให้สามารถลดการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนที่กระบวนการบรรจุซึ่งเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้ระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 สูง พร้อมกับเก็บข้อมูลอัตราการเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) โดยใช้รูปแบบการบันทึกเวลาตามตารางที่ 4.18 ซึ่งผลการเก็บข้อมูลเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ทั้ง 2 แสดงดังภาคผนวก ง. ตารางที่ ง.1 ถึง ง.3 โดยมีอัตราการเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้ายเฉลี่ยของเครื่องจักร F1 ถึง F3 ดังรูปที่ 4.18 จะเห็นว่าอัตราการหยุดเครื่องจักรเนื่องจากสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ลดลงจากร้อยละ 5.35 เป็นร้อยละ 4.86 ส่งผลให้เวลารอผู้ปฏิบัติงาน (Waiting Operator) ลดลงจากร้อยละ 36.09 เป็นร้อยละ 12.62 โดยที่ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเกิดเหตุขัดข้องในที่นี้คือเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (MTBF) ของเครื่องจักร F1 F2 F3 เท่ากับ 31.10 3.32 และ 3.06 นาทีตามลำดับ แสดงถึงความถี่ในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ที่จะเกิดเฉลี่ยทุกๆ 12.49 นาที จะเห็นว่าการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนของเครื่องจักร F2 และ F3 มีความถี่การเกิดที่สูงขึ้น เนื่องจากความถี่การเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

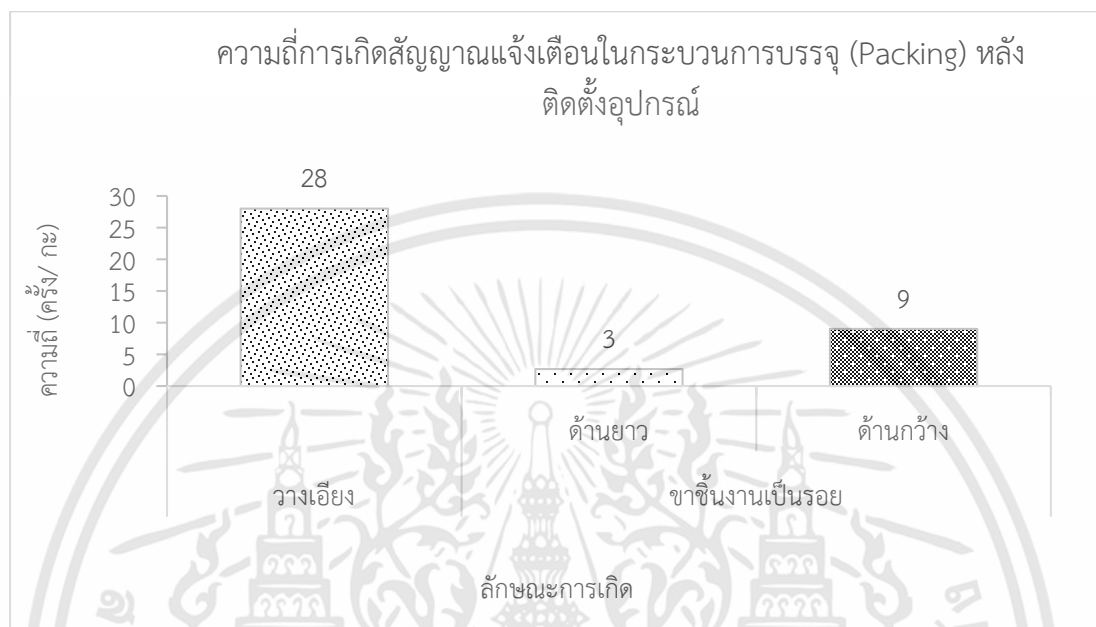
กระบวนการวัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement Unit) สูงขึ้นซึ่งเป็นปัจจัยที่อยู่นอกเหนือการควบคุม ถึงแม้ว่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเกิดเหตุขัดข้องในที่นี้คือเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (MTBF) ของเครื่องจักร F2 และ F3 จะลดลงแต่เครื่องจักร F1 นั้นมีระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลโดยรวมทำให้เครื่องจักรที่ผลิตผลิตภัณฑ์ DI12 มีระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเกิดเหตุขัดข้องเพิ่มขึ้นเป็น 12.49 นาที นอกจากนี้จะเห็นว่าที่กระบวนการบรรจุซึ่งเป็นกระบวนการเป้าหมายนั้น มีความถี่ในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนลดลงจาก 47 เหลือ 40 ครั้ง โดยที่ลักษณะแบบวางเอียงและขาขึ้นงานเป็นรอยด้านยาวมีแนวโน้มการเกิดลดลง ในขณะที่ลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยด้านกว้างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.18 อัตราการเดินทางเครื่องจักรขั้นสุดท้ายเฉลี่ยของเครื่องจักร F1 F2 และ F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์พิเศษสิ่งแปลกปลอม

จากผลการทดลองที่ได้จากการติดตั้งอุปกรณ์พิเศษสามารถนำไปใช้ในการคำนวณค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) ของผลิตภัณฑ์ DI12 ได้ เนื่องจากอัตราการเดินเครื่องจักรที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 ลดลงกล่าวอีกในหนึ่งคือ ระยะเวลาการผลิตที่ลดลงหมายถึงปริมาณการใช้พลังงานที่ลดลง ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนด้านพลังงานที่ลดลง เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ในอนาคตหากความต้องการผลิตภัณฑ์ DI12 มีความต้องการของลูกค้าเพิ่มมากขึ้น

นั่นหมายถึงโรงงานสามารถรองรับปริมาณการผลิตได้สูงขึ้น โดยที่รายละเอียดค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตและความสามารถในการผลิตที่เพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ DI12 แสดงในหัวข้อที่ 4.5.3



รูปที่ 4.19 ความถี่การเกิดสัญญาณแจ้งเตือนในกระบวนการบรรจุ (Packing) หลังติดตั้งอุปกรณ์

4.5.3 คำนวณค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 หลังการปรับปรุง

หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงระยะเวลาการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 ด้วยการลดการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนและการรอคอยผู้ปฏิบัติงานในหัวข้อที่ 4.5.2 แล้วจะทำการคำนวณค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 หลังการปรับปรุงจากสมการ จากสมการ (3.2) โดยที่

$$\text{ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต)} = \frac{\text{พลังงานสุทธิ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ปี)}}{\text{ปริมาณการผลิต (ล็อต/ ปี)}}$$

จากตารางที่ 4.6 ผลิตภัณฑ์ DI12 มีปริมาณการผลิตอยู่ที่ 46.56 ล็อต/ ปี และเมื่อคิดต่อหน่วยผลผลิตดังตารางที่ 4.7 จะได้หน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ DI12 เท่ากับ 98.77 ล็อต/ ปี โดยมีค่าปรับแก้ที่ 2.12 และจากตารางที่ 4.8 ปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของ

ผลิตภัณฑ์ DI12 เท่ากับ 991,919.84 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ปี และมีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) ของผลิตภัณฑ์ DI12 เท่ากับ 10,043 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต

จากผลการทดลองที่ได้ในหัวข้อที่ 4.5.2 พบว่าอัตราการเดินเครื่องเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 47.68 เป็นร้อยละ 62.76 เพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 15.08 ซึ่งอัตราการเดินเครื่องที่เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละของเวลาต่อกะ (720 นาที/ กะ) ซึ่งจากการศึกษากระบวนการผลิตจะมีการผลิตทั้งหมด 2 กะต่อวัน โดยใช้เครื่องจักรเดิม เพราะฉะนั้นสามารถอนุมานได้ว่าอัตราการเดินเครื่องที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 15.08 ที่ได้ต่อกะ (720 นาที) เป็นอัตราเวลาที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 15.08 ต่อวัน (1440 นาที) ด้วยอัตราการเดินเครื่องที่เพิ่มขึ้นนี้สามารถนำไปคำนวณหาระยะเวลาในการผลิตผลิตภัณฑ์ DI12 ที่ลดลงจากกระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process) โดยอ้างอิงระยะเวลาการผลิตของกระบวนการอื่นของผลิตภัณฑ์ DI12 จากตารางที่ 4.4 ที่มีระยะเวลาการผลิตของกระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process) อยู่ที่ 952.31 นาที/ ล็อต ดังนั้นระยะเวลาการผลิตจะลดลงเท่ากับ

- 1) อัตราการเดินเครื่องที่ร้อยละ 47.68 ส่งผลให้ระยะเวลาในการผลิตเท่ากับ 952.31 นาที/ ล็อต
 อัตราการเดินเครื่องที่ร้อยละ 62.76 จะส่งผลให้ระยะเวลาในการผลิตลดลงเท่ากับ

$$\begin{aligned} [(952.31 \times 62.76\%) / 47.68\%] &= 1,253.50 \\ &= 1,253.50 - 952.31 \\ &= 301.19 \text{ นาที/ ล็อต} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ระยะเวลาการผลิตของกระบวนการขั้นสุดท้ายจะเท่ากับ}$$

$$= 952.31 - 301.19 = 651.12 \text{ นาที/ ล็อต} \dots\dots\dots (1)$$
- 2) ระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 ลดลงจาก 2,245.88 นาที/ ล็อต เป็น

$$\begin{aligned} &= 2,245.88 - 301.19 \\ &= 1,944.69 \text{ นาที/ ล็อต} \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$
- 3) ค่าเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานใหม่ (%EU) ของผลิตภัณฑ์ DI12 ลดลงเหลือ 1.54% จาก 1.78% ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ

$$\begin{aligned} &= 1.54\% \times 55,772,765.68 \\ &= 858,900.59 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ปี} \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

$\therefore$ ปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 ลดลงเท่ากับ

$$\begin{aligned} &= 991,919.84 - 858,900.59 \\ &= 133,019.25 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต} \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ โฆษณาด้านการค้า
 4) ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 ใหม่ (SEC) จะเท่ากับ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{858,900.59 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ปี}}{98.77 \text{ ล็อต/ ปี}}$$

$$= 8,695.96 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต}$$

ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 จะลดลงจาก 10,043 เหลือ 8,695.96 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต เพราะฉะนั้นค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 จะลดลงเท่ากับ

$$= 10,043 - 8,695.96 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต}$$

$$= 1,347.04 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต} \dots\dots\dots (5)$$

- 5) ลดต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้าของผลิตภัณฑ์ DI12

ต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงเท่ากับค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตที่ลดลง x ค่าไฟฟ้าอ้างอิงจากค่าไฟโรงงานกรณีศึกษา (3.08 บาท/ กิโลวัตต์-ชั่วโมง: พ.ศ. 2560)

$$= 1,347.04 \times 3.08 \text{ บาท/ กิโลวัตต์-ชั่วโมง}$$

$$= 4,148.88 \text{ บาท/ ล็อต}$$

เมื่อคิดที่หน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ DI12 คงที่ที่ 98.77 ล็อต/ ปี จะทำให้สามารถลดต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้าไปได้เป็นจำนวนเงินเท่ากับ

$$= 4,148.88 \text{ บาท/ ล็อต} \times 98.77 \text{ ล็อต/ ปี}$$

$$= 409,785.19 \text{ บาท/ ปี} \dots\dots\dots (6)$$

- 6) ต้นทุนจากการติดตั้งอุปกรณ์พิเศษสิ่งแปลกปลอมทั้ง 3 เครื่องจักร

ต้นทุนการดัดแปลงซ่อมบำรุงของอุปกรณ์พิเศษสิ่งแปลกปลอม (ก)

$$= 900 \text{ บาท/ เครื่อง} \times 3 \text{ เครื่อง}$$

$$= 2,700 \text{ บาท/ 3 เครื่อง}$$

รอบการเปลี่ยนซ่อมบำรุงทุก 3 เดือน เท่ากับ 4 ครั้ง/ ปี

$$= 2,700 \text{ (บาท/ 3 เครื่อง)} \times 4 \text{ (ครั้ง/ ปี)}$$

$$= 10,800 \text{ บาท/ ปี/ 3 เครื่อง}$$

ต้นทุนอุปกรณ์พิเศษสิ่งแปลกปลอม (ข)

$$= 1,150 \text{ บาท/ เครื่อง} \times 3 \text{ เครื่อง}$$

$$= 3,450 \text{ บาท/ 3 เครื่อง}$$

รอบการเปลี่ยนซ่อมบำรุงของอุปกรณ์ (ข) ทุก 3 เดือน เท่ากับ 4 ครั้ง/ ปี

$$= 3,450 \text{ บาท/ 3 เครื่อง} \times 4 \text{ ครั้ง/ ปี}$$

$$= 13,800 \text{ บาท/ ปี/ 3 เครื่อง}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และนำข้อมูลไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางผู้จัดทำเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 \text{ต้นทุนอุปกรณ์พิเศษสิ่งแปลกปลอม} &= \text{อุปกรณ์ (ก)} + \text{อุปกรณ์ (ข)} \\
 &= 3,450 + 13,800 \text{ บาท/ ปี/ 3 เครื่อง} \\
 &= 17,250 \text{ บาท/ ปี/ 3 เครื่อง} \dots\dots\dots(7)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เพราะฉะนั้นต้นทุนของผลิตภัณฑ์ DI12 สามารถลดได้ทั้งหมดเท่ากับ} \\
 &= 409,785.19 - 17,250 \text{ บาท/ ปี} \\
 &= 392,535.19 \text{ บาท/ ปี} \dots\dots\dots(8)
 \end{aligned}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษาการลดปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของ ด้วยวิธีการประเมินจากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) ของแต่ละผลิตภัณฑ์ตามหลัก ISO5001 ซึ่งวิธีการประเมินนี้ทำให้ทราบลักษณะของปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้ และนำไปสู่ขั้นตอนวิเคราะห์และทำการลดปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ได้จริง โดยที่การดำเนินงานสามารถแบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอนหลักและสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลด้านการผลิตและข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษา โดยทำการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษาพบว่าแหล่งพลังงานทั้งหมดมาจากพลังงานไฟฟ้า โดยแบ่งเป็นระบบสนับสนุนการผลิต และระบบการผลิต ในสัดส่วนร้อยละ 70:30 และโรงงานกรณีศึกษา มีการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง/ วัน โดยที่ไม่มีการหยุดเครื่องจักรและระบบสนับสนุน ทำให้โรงงานกรณีศึกษามีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 55,772,765.68 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ปี นอกจากนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้านการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาพบว่า โรงงานกรณีศึกษา มีการผลิตทั้งหมด 36 ผลิตภัณฑ์ ประกอบไปด้วยผลิตภัณฑ์ประเภททรานซิสเตอร์ ไอโอด และคาปาซิเตอร์ จึงได้เข้าไปศึกษาถึงกระบวนการผลิต ระยะเวลาในการผลิต ราคาขาย และปริมาณการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีปริมาณการผลิตรวมของทุกผลิตภัณฑ์อยู่ที่ 161,950 ล็อต/ ปี ซึ่งการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลนี้จะนำไปใช้ในการประเมินหาค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) ในขั้นตอนถัดไป

2. ประเมินปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการประเมินจากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) โดยนำเทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) วิธี L (Lead Time) มาเป็นตัวเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการผลิตกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าให้อยู่ในหน่วยเดียวกัน จากข้อมูลระยะเวลาในการผลิต เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประเมินค่าการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์ TR4 มีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตเพียง 16 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ DI12 มีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตถึง 10,043 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต ซึ่งมากกว่า 636 เท่าของผลิตภัณฑ์ TR4 และเพื่อให้สามารถประเมินได้ว่าแต่ละผลิตภัณฑ์มีระดับค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต) และหน่วยเทียบของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี) จึงได้สร้างเกณฑ์ขึ้นเพื่อใช้นิยามระดับของค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต) และหน่วยเทียบของผลิตภัณฑ์ (ล็อต/ ปี) ของแต่ละผลิตภัณฑ์ จากข้อจำกัดของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา ที่มี

ผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ทำให้ไม่สามารถทำการลดปริมาณการใช้พลังงานของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ได้ในเวลาเดียวกัน ดังนั้นการลดปริมาณการใช้พลังงานของกลุ่มของผลิตภัณฑ์ จึงเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ทำให้สามารถเข้าไปแก้ไขหรือลดปริมาณการใช้พลังงานของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนั้นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์จากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) และหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลีต/ ปี) ไม่สามารถจำแนกได้อย่างชัดเจนจากการใช้เกณฑ์ระดับค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) และหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลีต/ ปี) ดังนั้นเพื่อให้เพื่อให้การแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีความน่าเชื่อถือและแม่นยำสำหรับการจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์ทั้ง 36 จึงได้นำวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering Analysis) มาใช้ในการจำแนกกลุ่มของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ตัวแปรอื่นไปพร้อมกันกับตัวแปรค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) ด้วยการหาสัมประสิทธิ์ระยะห่างระหว่างปัจจัย ซึ่งปัจจัยหรือตัวแปรที่นำมาพิจารณาได้แก่ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) หน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลีต/ ปี) และราคาขาย ซึ่งราคาขายนั้นเป็นปัจจัยด้านการเงินที่ถูกเพิ่มเข้ามาวิเคราะห์พร้อมกับปัจจัยทางด้านการผลิต ซึ่งการนำวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering Analysis) มาประยุกต์ใช้จะทำให้สามารถวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆได้พร้อมกัน จากนั้นจะทำการประเมินหาจำนวนกลุ่มของผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Algorithm) ด้วยเทคนิคอิกกลอเมอเรชัน (Agglomeration) โดยเลือกใช้วิธีลิงก์เกิลลิงค์เกจ (Single Linkage) ซึ่งเป็นวิธีการแบ่งกลุ่มจากความสัมพันธ์ของปัจจัยที่สั้นที่สุดของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อหาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ พบว่าที่ระดับสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ 0.054 จะสามารถแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม โดยที่กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลีต/ ปี) สูงและค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) ต่ำ กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มที่มีหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลีต/ ปี) สูงและค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน คือมีระดับของหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์และค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตตั้งแต่ต่ำถึงสูงภายในกลุ่ม ดังนั้นจึงได้ทำการเลือกกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มหลักที่จะคัดเลือกเพื่อลดปริมาณต้นทุนด้านพลังงานด้วยการนำกลุ่มที่ 3 มาแบ่งเป็นกลุ่มย่อยตามเกณฑ์สามารถแบ่งได้ 9 กลุ่มย่อย โดยที่จะทำการคัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์จาก 9 กลุ่มนี้ในขั้นตอนถัดไปเพื่อนำไปสู่การหาแนวทางในการลดค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต หรือต้นทุนด้านพลังงานต่อหน่วยผลผลิต

4. การคัดเลือกและวิเคราะห์กลุ่มผลิตภัณฑ์ได้ทำการคัดเลือกจากกลุ่มย่อยทั้ง 9 กลุ่ม ของกลุ่มที่ 3 โดยที่กลุ่มย่อยที่ 1 เป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ถูกคัดเลือกมาเพื่อลดค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต โดยที่กลุ่มที่ 1 ประกอบไปด้วยผลิตภัณฑ์เพียง 1 ผลิตภัณฑ์คือ DI12 เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) และหน่วยเทียบเท่าของผลิตภัณฑ์ (ลีต/ ปี) สูง อีกทั้งยังเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญต่อลูกค้าในอุตสาหกรรมยานยนต์ซึ่งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ได้เพิ่มเข้ามาวิเคราะห์

จากขั้นตอนการจำแนกกลุ่ม จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ DI12 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ถูกคัดเลือกเพื่อลดค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต

5. การหาแนวทางในการลดค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 ได้ทำการลดการใช้พลังงานในส่วนของการผลิตเนื่องจากพบว่ามียุทธศาสตร์ในการผลิตของกระบวนการขั้นตอนสุดท้าย (Final Process) สูงกว่าระยะเวลามาตรฐานกว่า 5.2 เท่า จึงทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่อาจส่งผลกระทบต่อระยะเวลาในการผลิตที่สูญเสียด้วยแผนภูมิแก๊งปลา ร่วมกับผู้เกี่ยวข้องกับผู้ผลิตพบว่าปัญหาที่ทำให้สายการผลิตหยุดคือเครื่องจักรที่ล้าสมัย ส่งผลให้เกิดสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) บ่อยครั้ง โดยที่ผลิตภัณฑ์ DI12 มีการผลิตจาก 3 เครื่องจักรคือ F1 F2 และ F3 ดังนั้นจึงได้แก้ไขปัญหาระยะเวลาในการผลิตที่สูญเสียไปจากสาเหตุเครื่องจักร โดยเริ่มดำเนินการจากการเก็บข้อมูลของเครื่องจักรด้วยวิธีการศึกษาเวลาโดยตรง พบว่าอัตราการเดินเครื่องโดยเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 47.68 ส่วนอีกร้อยละ 52.32 เป็นอัตราเวลาที่ทำให้เครื่องจักรหยุด โดยที่ปัญหาที่ทำให้เกิดการหยุดเครื่องจักรคือการรอผู้ปฏิบัติงาน (Waiting Operator) ที่ร้อยละ 36.09 และหยุดเนื่องจากสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) จากการวิเคราะห์การรอผู้ปฏิบัติงานพบว่าร้อยละ 30.75 มาจากเวลาการรอคอยผู้ปฏิบัติงานในการแก้ไขสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) เนื่องจากเครื่องจักรเกิดสัญญาณแจ้งเตือนบ่อยครั้งโดยเฉลี่ยที่ (MTBF) 6.44 นาที ทำให้เครื่องจักรเกิดการรอคอยผู้ปฏิบัติงาน ด้วยเหตุนี้จึงได้วิเคราะห์การเกิดสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ของเครื่องจักร พบว่าความถี่สูงสุดเกิดที่กระบวนการบรรจุ (Packing) คือ 47 ครั้ง/กะ โดยมีลักษณะการเกิด 2 ลักษณะคือแบบวางเอียง 30 ครั้ง/กะ และแบบขาขึ้นงานเป็นรอย (ด้านกว้าง และด้านยาว) 17 ครั้ง/กะ เพื่อให้สามารถแก้ไขลักษณะการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนในลักษณะทั้ง 2 จึงได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยการใช้เครื่องมือ ทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis) เพื่อหาสาเหตุที่ส่งผลต่อการเกิดในลักษณะทั้ง 2 พบว่าการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนในลักษณะวางเอียงเกิดจากแรงลม และขาขึ้นงานเป็นรอยเกิดจากการกดวัดของโพรบในกระบวนการวัดค่าทางไฟฟ้าแต่เกิดสัญญาณแจ้งเตือนที่กระบวนการบรรจุ หลังจากที่เกิดทราบสาเหตุในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนทั้ง 2 ลักษณะแล้วได้ทำการแก้ไขโดยการควบคุมแรงลม และเปลี่ยนตัวกรอง (Filter) สำหรับการเกิดในลักษณะวางเอียง และแก้ไขโดยการติดตั้งอุปกรณ์พิเศษสิ่งแปลกปลอมแบบ (ก) และแบบ (ข) เนื่องจากข้อจำกัดด้านต้นทุนทำให้การแก้ไขที่กระบวนการวัดค่าทางไฟฟ้าหรือต้นเหตุทำได้ยาก จึงได้เลือกขจัดเศษสิ่งแปลกปลอมจากกระบวนการบรรจุที่เป็นปลายเหตุ ผลการทดลองพบว่าการควบคุมและเปลี่ยนตัวกรองนั้นมีความถี่ในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนที่กระบวนการบรรจุทั้งหมด 28 ครั้ง ซึ่งลดลงเพียง 2 ครั้งจาก 30 ในขณะที่การติดตั้งอุปกรณ์ (ก) พบว่าความถี่ในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยด้านยาวลดลงเหลือ 0 ครั้ง จาก 12 ครั้งในขณะที่การเกิดสัญญาณแจ้งเตือนลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยด้านกว้างมีความถี่ในการเกิดสูงขึ้นจาก 5 เป็น 8 ครั้ง/กะ และผลการทดลองติดตั้งอุปกรณ์ (ข) พบว่าความถี่ในการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนลักษณะแบบขาขึ้นงานเป็นรอยด้านยาวลดลง จาก 12 ครั้งเหลือ 7 ครั้ง ในขณะที่การเกิดสัญญาณแจ้งเตือนลักษณะ

แบบขาขึ้นงานเป็นรอยด้านกว้างลดลงเหลือ 0 ครั้ง จาก 5 ครั้ง/ กะ เนื่องจากอุปกรณ์ (ก) และ (ข) มีผลต่อการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนที่ลดลงจึงได้นำทั้ง 2 อุปกรณ์มาติดตั้งและทำการเก็บผลการเดินเครื่องพบว่า อัตราการเดินเครื่องเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 47.68 เป็นร้อยละ 62.76 เพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 15.08 ซึ่งทำให้ระยะเวลาในการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12 ลดลงจาก 2,245.88 นาที/ ล็อต เป็น 1,944.69 นาที/ ล็อต และส่งผลทำให้ค่าการใช้พลังงานของผลิตภัณฑ์ DI12 ลดลงจาก 10,043 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต เป็น 8,695.96 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต ซึ่งเมื่อคิดเป็นต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้าจะสามารถลดได้เป็นจำนวนเงิน 392,535.19 บาท/ ปี

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการลดค่าการใช้พลังงานของผลิตภัณฑ์ DI12 ด้วยการลดระยะเวลาการผลิตจากการเพิ่มอัตราการเดินเครื่องให้มีการหยุดของเครื่องจักรน้อยที่สุด จะเห็นว่าในขั้นตอนการเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์สาเหตุนั้นจะต้องทำการเก็บด้วยการบันทึกเวลาผ่านการศึกษาเวลาโดยตรงเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรได้ในขณะนั้น ส่งผลให้การแก้ไขปัญหาทำได้ยากและใช้เวลาในการแก้ไขปัญหา นาน ดังนั้นหากมีการจัดการระบบในการบันทึกข้อมูลเครื่องจักรให้สามารถแสดงผลในเวลานั้นๆได้ จะทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและทำการแก้ไขได้ ณ ขณะนั้น นอกจากนี้ในขั้นตอนการลดการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนด้วยการติดตั้งอุปกรณ์พิเศษนั้นเป็นการแก้ไขที่ปลายเหตุ อีกทั้งยังไม่สามารถลดการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนได้ทั้งหมด ดังนั้นเพื่อให้สามารถลดการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนได้ทั้งหมดควรจะมีการแก้ไขโดยการประเมินและกำหนดระยะห่างระหว่างโพรบกดวัดและขาขึ้นงานให้มีระยะที่เหมาะสมเพื่อลดการเกิดเศษตะกั่วติดที่ขาขึ้นงาน ที่ทำให้เกิดสัญญาณแจ้งเตือนในกระบวนการบรรจุ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถลดการเกิดสัญญาณแจ้งเตือนที่กระบวนการบรรจุได้ทั้งหมดแต่ยังทำให้ระยะเวลาในการผลิตลดลงไป 301.19 นาที/ ล็อต นอกจากนี้การนำวิธีการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีเชิงเกลิงค์เกมาประยุกต์ใช้กับปัญหาประเภทนี้อาจทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ชัดเจนมากนักเนื่องจากการวิเคราะห์จากปัจจัยเชิงปริมาณเท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริงแล้วปัจจัยด้านคุณภาพก็มีผลต่อการแบ่งกลุ่มเช่นเดียวกัน จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้การแบ่งกลุ่มในงานวิจัยนี้ยังไม่ชัดเจนอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นผู้ที่สนใจนำเทคนิคการวิเคราะห์กลุ่มควรนำตัวแปรเชิงปริมาณและคุณภาพ มาใช้ในการจำแนกเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน, “Energy Balance of Thailand 2016.” ปีที่ 3, ฉบับที่ 3, หน้า 1-44, มกราคม-ธันวาคม, 2559.
- [2] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, “รายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมปี 2559 และแนวโน้มปี 2560”. หน้า 92-93, 2559. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.oie.go.th/sites/default/files/attachments/industry_overview/annual2016.pdf. [10 มีนาคม 2560].
- [3] พิรพงษ์ แก้ววิมลรัตน์. การพัฒนาแบบจำลองดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะด้วยเทคนิคหน่วยเทียบเท่าในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์. วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 7 ฉบับปี 2553/2, 2553. หน้า 54-65.
- [4] Anwar Al-Mofleh, “Prospective of Energy Efficiency Practice, Indicator and Power Supplies Efficiency”, **Modern Applied Science**, CCSE, May 2009, pp. 158-161.
- [5] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน. “การอนุรักษ์พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์”. 2560. [ออนไลน์]. 2560. เข้าถึงได้จาก: http://www2.dede.go.th/km_berc/downloads/menu4/เอกสารเผยแพร่/คู่มือ/01%20คู่มือชุดความรู้%2011%20เล่ม/EE-09-อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์.pdf. [24 กันยายน 2561].
- [6] พิรพงษ์ แก้ววิมลรัตน์. “การพัฒนาแบบจำลองดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะด้วยเทคนิคหน่วยเทียบเท่าในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์”, วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (อุตสาหกรรม), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2552.
- [7] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน. “รายงานสถานภาพการใช้พลังงานของโรงงานควบคุม ประจำปี พ.ศ. 2545. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.enconlab.com/fbr/factory_status/report2545/123_effic_energy.html. [13 มีนาคม 2561].
- [8] C. F. Tsai, C. T. Tsai, C. S. Hung and P. S. Hwang. “Data Mining Techniques for Identifying Students at Risk of Failing a Computer Proficiency Test Required for Graduation.” **Australasian Journal of Educational Technology**, Vol. 27, No. 3, Page 481-498, 2011.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [9] กัลยา วานิชย์บัญชา. “การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร”. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 4, 2552.
- [10] “การจับกลุ่มด้วยเทคนิค Cluster Analysis”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.pratya.nuankaew.com/wp-content/uploads/2017/10/cluster-analysis.pdf>. [17 มีนาคม 2561].
- [11] J. Han, M. Kamber and J. Pei. Data Mining: Concepts and Techniques: Concepts and Techniques. Elsevier, 2011.
- [12] ทนงค์ดี คงสินธุ์. “การศึกษาวิธีการออกแบบโครงสร้างผลิตภัณฑ์แบบโมดูลาร์โดยใช้วิธีการจัดกลุ่ม”. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (อุตสาหกรรม), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2557.
- [13] รศ. ศุภชัย นาทะพันธ์, การควบคุมคุณภาพ (Quality Control). กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2559.
- [14] พิพัฒพงศ์ ศรีชนะ และพรประเสริฐ ขวาลำธาร. “การลดของเสียในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกกรณีศึกษา: บริษัท มหาอาณาจักร จำกัด”, ปริญญาณิพนธ์ วท.บ. (การจัดการอุตสาหกรรม), มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, อุดรธานี, 2555.
- [15] Kannaphat Chuenwong, Siriluk Chiarakorn, Boonrod Sajjakulnukit. “Specific energy consumption and carbon intensity of ceramic tablewares: Small enterprises (SEs) in Thailand”. *Journal of Cleaner Production* 147, 2017. pp 395-405.
- [16] A.J. Karabelas, C.P. Koutsou, M. Kostoglou, D.C. Sioutopoulos. Analysis of specific energy consumption in reverse osmosis desalination processes. *Desalination* 431, 2018. Page 15–21.
- [17] เป็นจิตา มณีโชติ, จันทนา จันทโร และ ไชยะ แซ่ม้อย. “การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงานควบคุม: TSIC 33, 36, 37 และ 38”. *วารสารวิจัยพลังงาน*, ปีที่ 8, ฉบับที่ 2554/2. หน้า 12-19.
- [18] Fintan McLoughlin, Aidan Duffy and Michael Conlon. “A clustering approach to domestic electricity load profile characterisation using smart metering data”. *Applied Energy*. Vol. 141, 2015. pp 190–199.

- [19] J.A. Evans, et al. “Specific energy consumption values for various refrigerated food cold stores”. **Energy and Buildings** 74, 2014. pp. 141–151.
- [20] สุรศักดิ์ เรืองศรี และคณะ, “การอนุรักษ์พลังงานโดยการประยุกต์ใช้หลักการจัดการทางวิศวกรรมในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่”. กรุงเทพฯ.
- [21] Bruno Dalla Chiara, et all. “Comparative specific energy consumption between air transport and high-speed rail transport: A practical assessment”. **Transportation Research Part D**. 52, 2017. pp. 227–243.
- [22] W. Chung, et all. “Benchmarking the energy efficiency of commercial building”. **Applied Energy**. Vol. 83, 2006. pp. 1–14.
- [23] Rasel Mahamud, et all. “Energy Characterisation and Benchmarking of Factories”. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, Vol. 66, 2017. pp. 457–460.
- [24] Max Weeber, et all. “Applying Energy Building Simulation in the Assessment of Energy Efficiency Measures in Factories”. **Procedia CIRP**. Vol. 69, 2018. pp. 336 – 341.
- [25] Hao Zhang, et all. “Manufacturing Scheduling of Collaborative Factories for Energy Cost Reduction”. **Procedia Manufacturing**. Volume 1, 2015, pp. 122–133.
- [26] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน, “คู่มือการปฏิบัติงานการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานตามมาตรฐานสากล ISO5001 สำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม” ครั้งที่ 1, หน้า 1-264, 2560.
- [27] Dekang Zhua, et all. “Statistical properties of the single linkage hierarchical clustering estimator”. **Journal of Statistical Planning and Inference**. Volume 185, 2017, pp. 15–28.
- [28] Huseyin Ankara and Suheyla Yerel. “Determination of sampling errors in natural stone plates through Single Linkage Cluster Method”. **Journal of materials processing technology**. Volume 209, 2009, pp. 2483–2487.

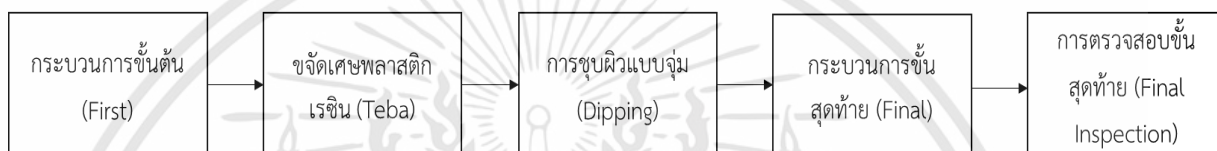


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

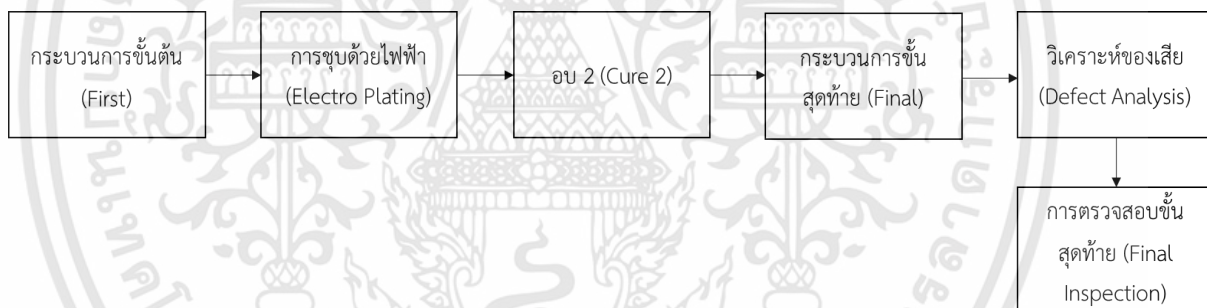
ภาคผนวก ก.

กระบวนการผลิต (Process flow) ของกลุ่มผลิตภัณฑ์ประเภท
ทรานซิสเตอร์ กลุ่มผลิตภัณฑ์ประเภทไอโอด และกลุ่มผลิตภัณฑ์
ประเภทคาปาซิเตอร์

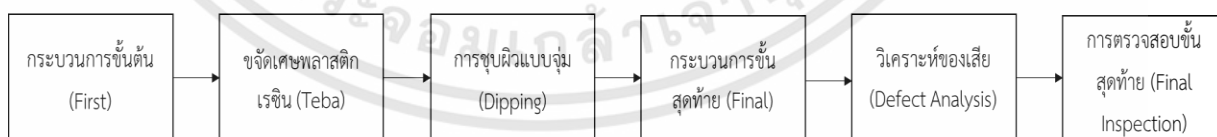
รูปที่ ก.1 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ TR1



รูปที่ ก.2 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ TR2

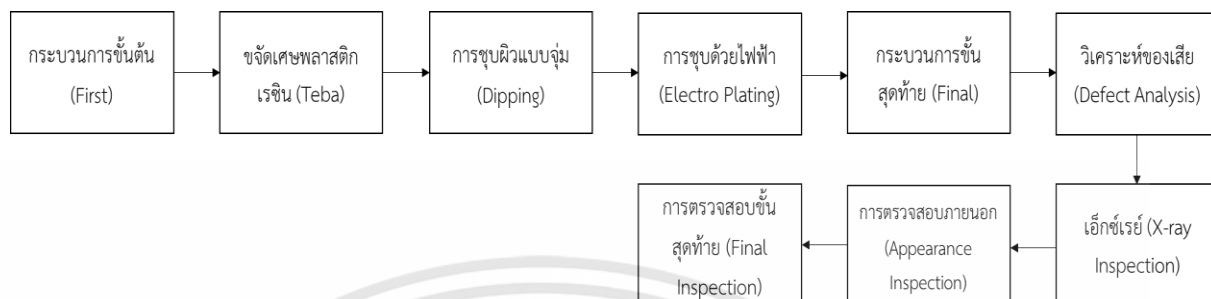


รูปที่ ก.3 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ TR3

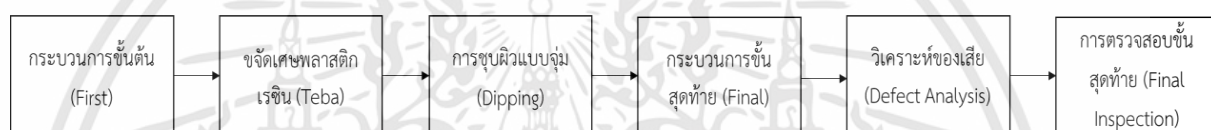


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

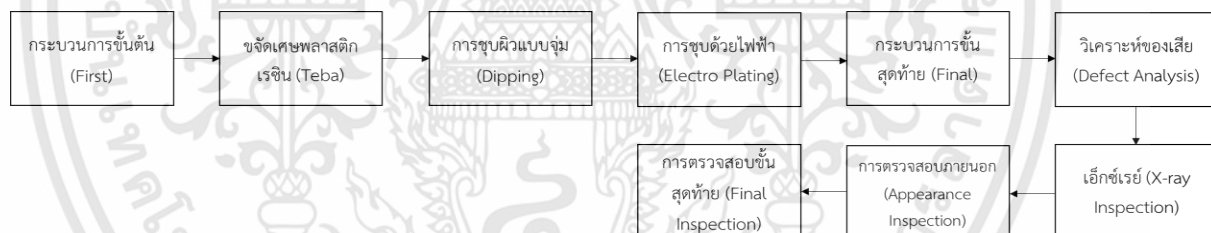
รูปที่ ก.4 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ TR4 ถึง TR7



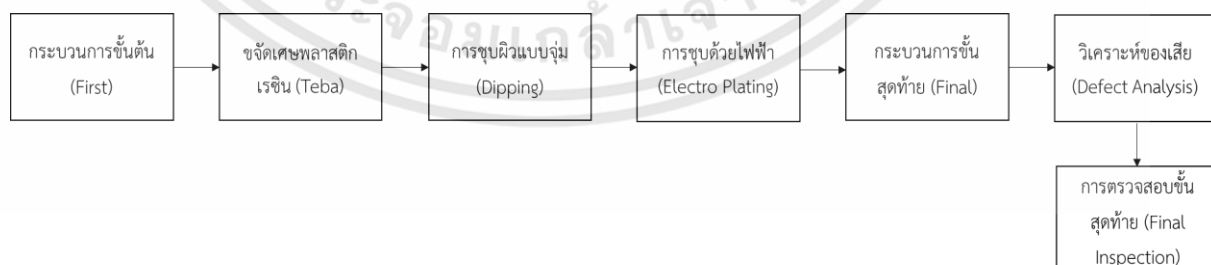
รูปที่ ก.5 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ TR8 และ TR6



รูปที่ ก.6 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ TR9 และ TR12

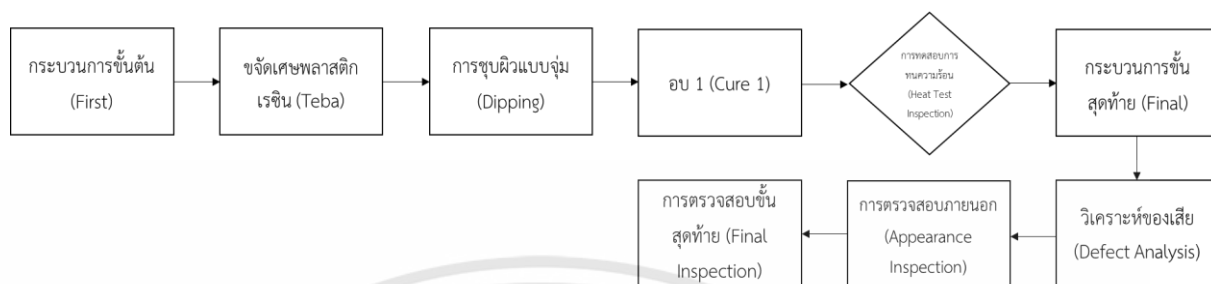


รูปที่ ก.7 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ TR10

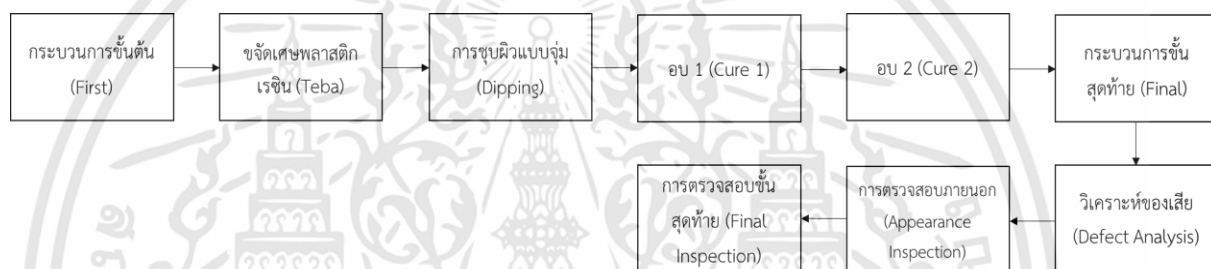


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

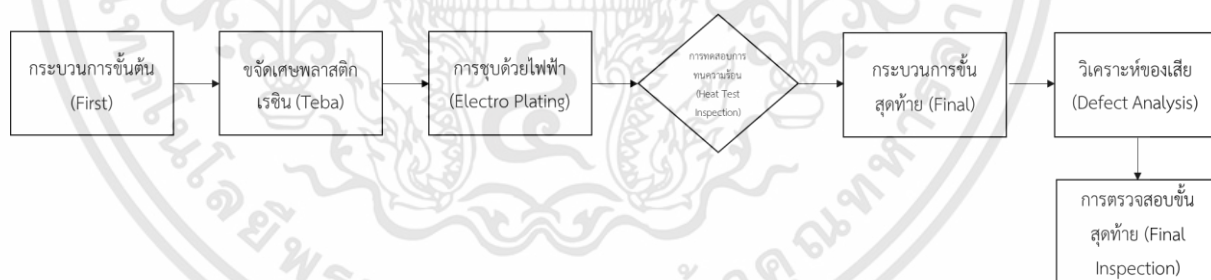
รูปที่ ก.8 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ TR11



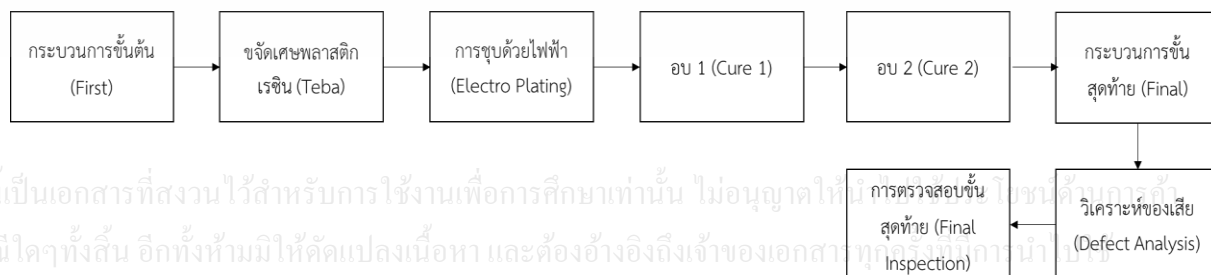
รูปที่ ก.9 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ TR13



รูปที่ ก.10 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ TR14

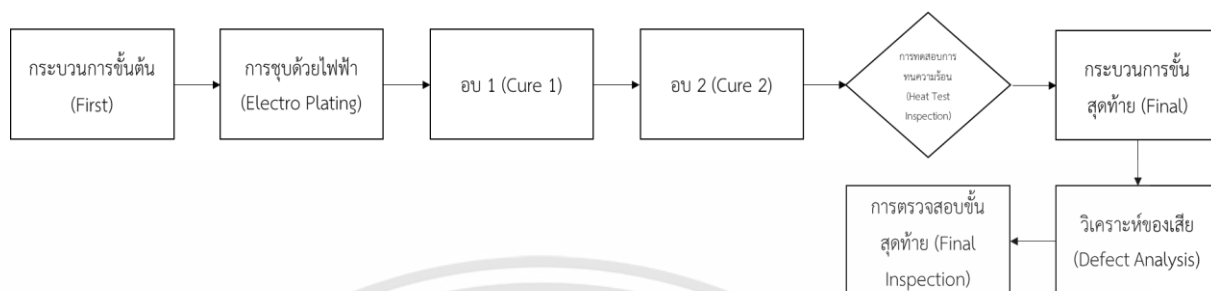


รูปที่ ก.11 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ TR15 และ TR17

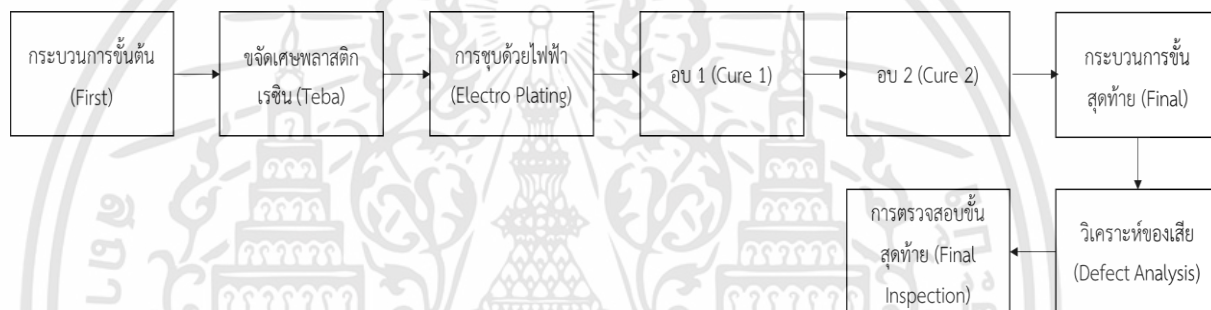


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำข้อมูลไปใช้

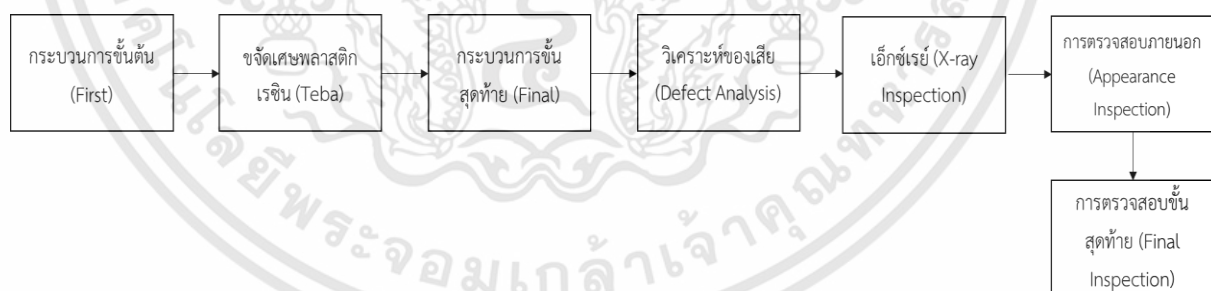
รูปที่ ก.12 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ TR18



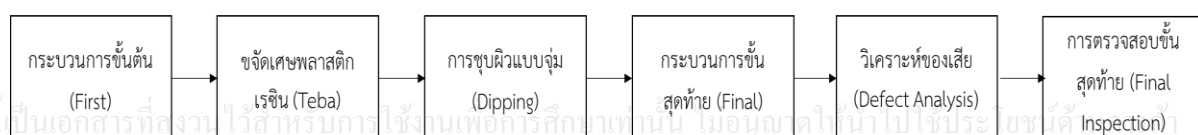
รูปที่ ก.13 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI1



รูปที่ ก.14 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI2

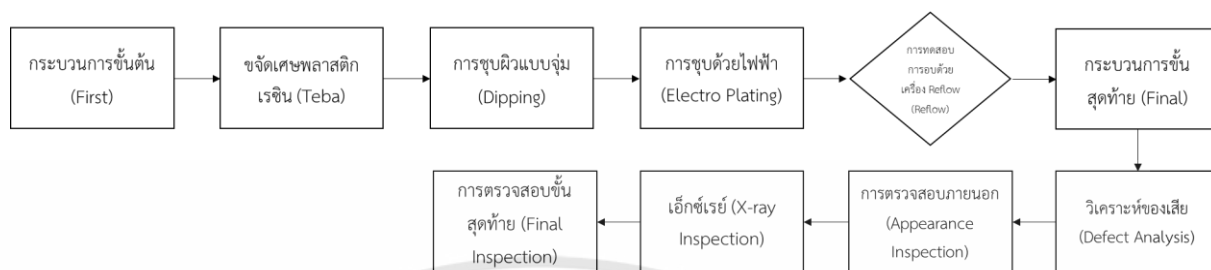


รูปที่ ก.15 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI3

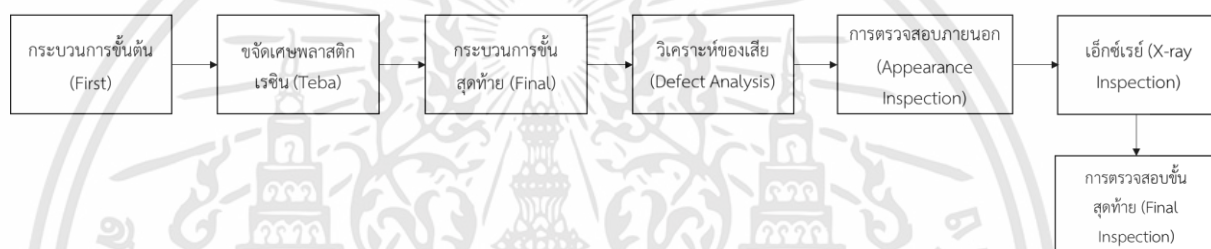


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.16 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI4 และ DI5



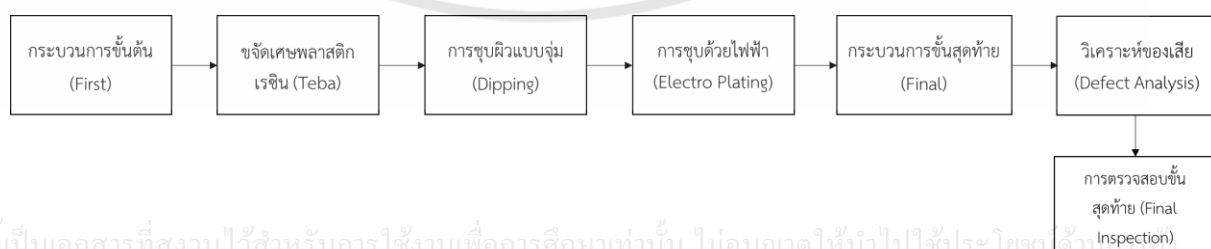
รูปที่ ก.17 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI6



รูปที่ ก.18 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI7

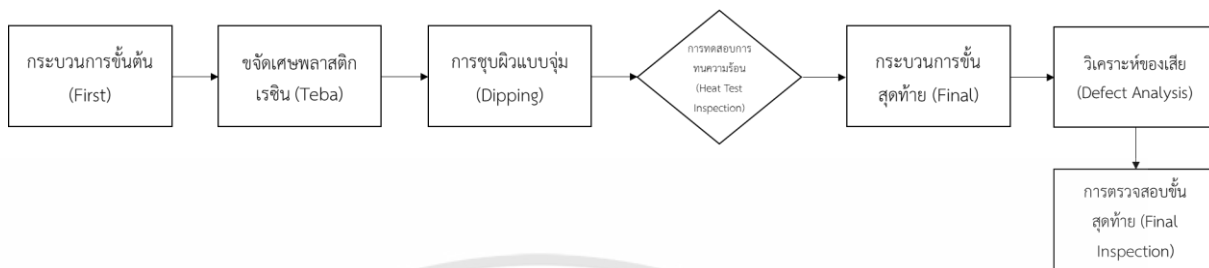


รูปที่ ก.19 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI8

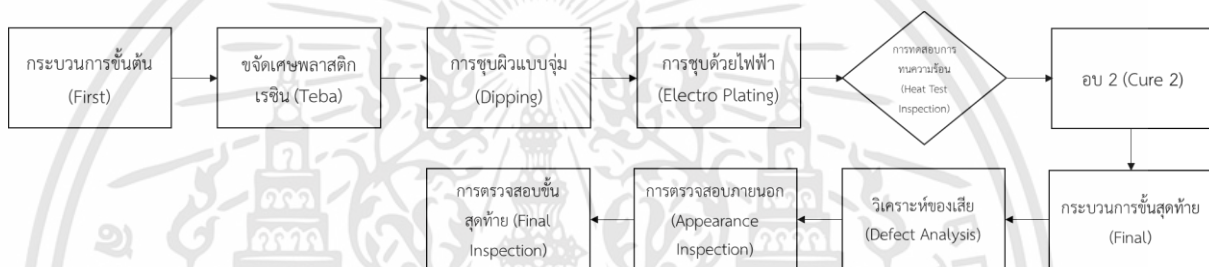


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในทางอื่น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

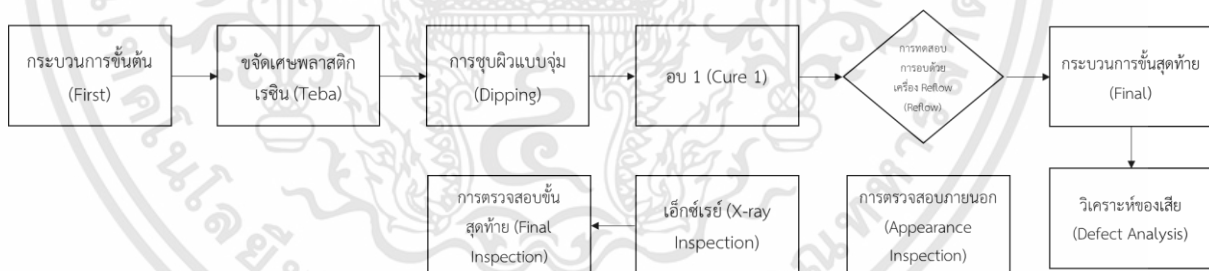
รูปที่ ก.20 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI9



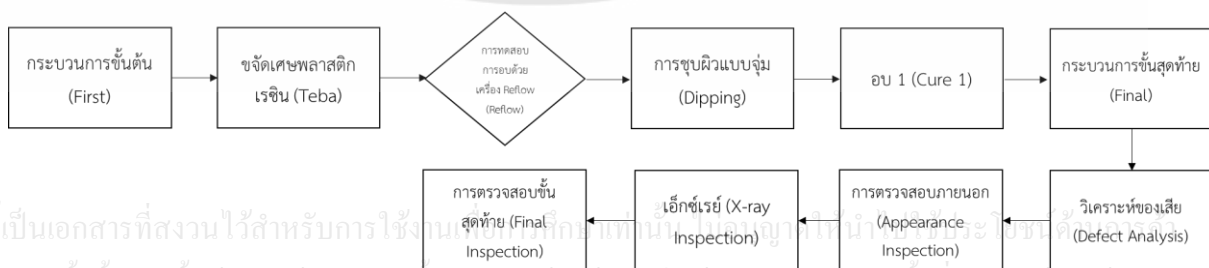
รูปที่ ก.21 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI10



รูปที่ ก.22 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI11

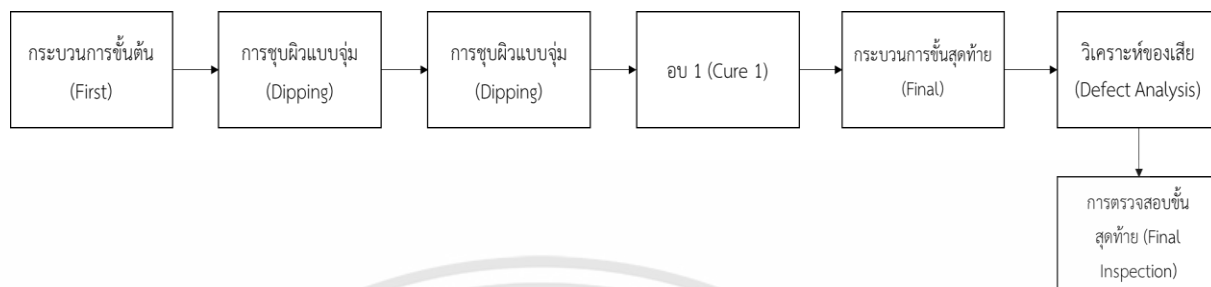


รูปที่ ก.23 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI12

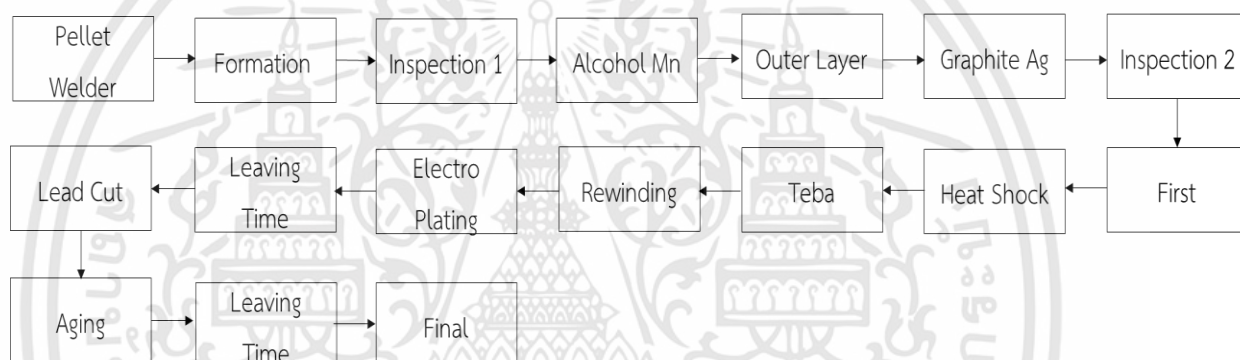


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

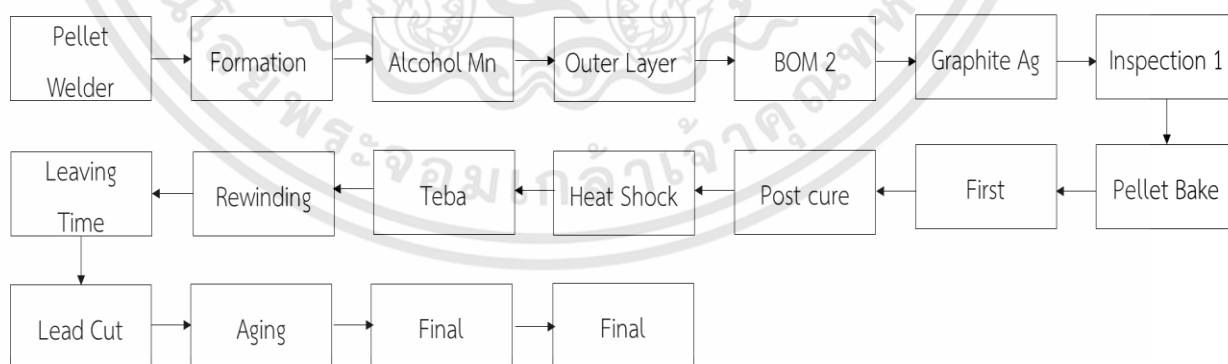
รูปที่ ก.24 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ DI13



รูปที่ ก.25 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ C1

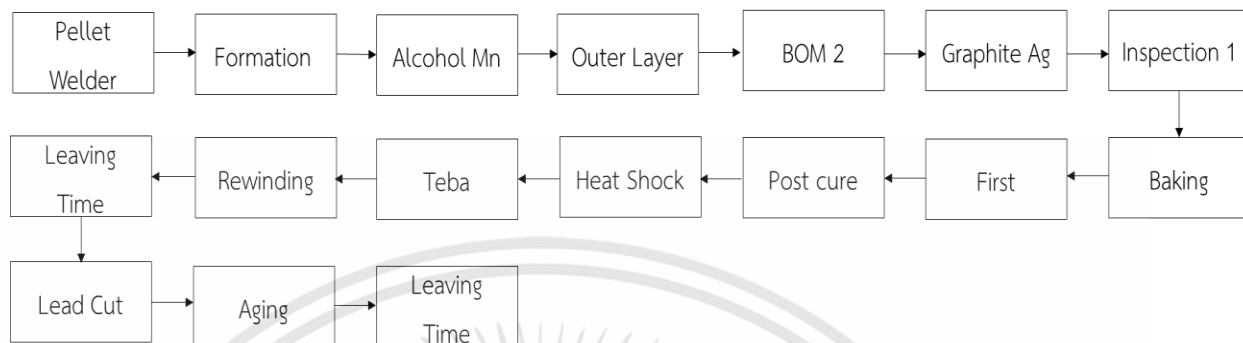


รูปที่ ก.26 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ C2

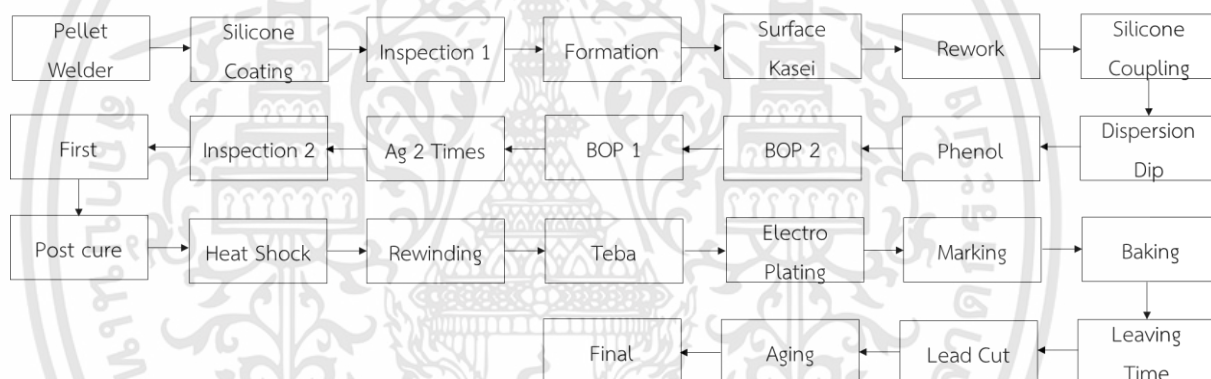


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

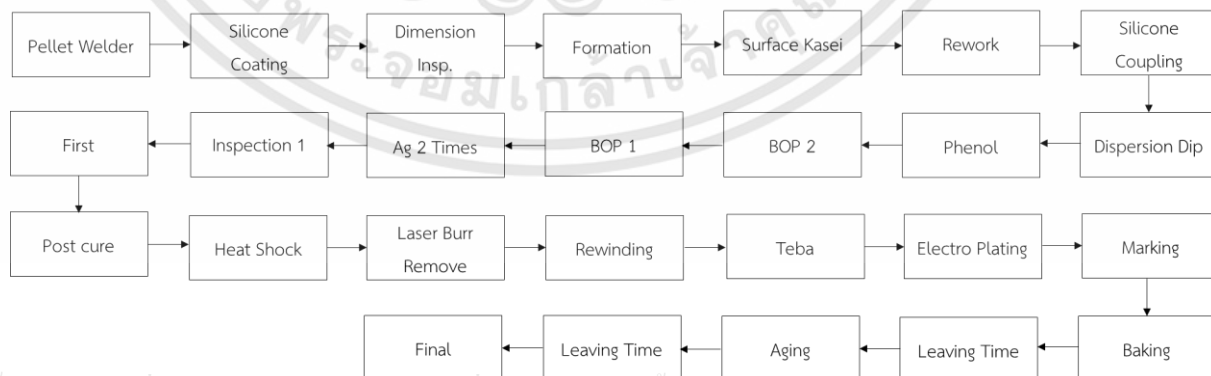
รูปที่ ก.27 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ C3



รูปที่ ก.28 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ C4



รูปที่ ก.29 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ C5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. การปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์

การปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ตามไดอะแกรมในรูปที่ 4.4 จากหัวข้อที่ 4.3.2 มีรายละเอียดดังนี้
รอบที่ 4 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตรถยนต์จากตารางที่ 4.14

รอบที่ 4 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตรถยนต์ TR5 และ DI5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.006

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, DI5)\} = 0.006$$

รอบที่ 4 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตรถยนต์ TR5 และ DI5 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.006 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตรถยนต์ TR5 และ DI5 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 4 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR5 และ DI5) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D\left(\{TR5, DI5\}, \begin{matrix} \\ TR1, TR2, TR7 \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR5, TR1), a(TR5, TR2), \\ a(TR5, TR7), a(DI5, TR1) \\ a(DI5, TR2), a(DI5, TR7) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.313$$

$$D(\{TR5, DI5\}, C1, C3) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR5, C1), a(TR5, C3), \\ a(DI5, C1), a(DI5, C3) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.335$$

$$D(\{TR5, DI5\}, TR3) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, TR3), a(DI5, TR3)\}$$

$$= 0.110$$

$$D(\{TR5, DI5\}, TR4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, TR4), a(DI5, TR4)\}$$

$$= 0.124$$

$$D(\{TR5, DI5\}, TR6) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, TR6), a(DI5, TR6)\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งนี้ การนำเอกสารฉบับนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการจราจร
 กรมการขนส่งทางบก จะถือว่าผิดกฎหมาย

$$= 0.051$$

$$D(\{TR5, DI5\}, TR8) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, TR8), a(DI5, TR8)\}$$

$$= 0.050$$

$$D(\{TR5, DI5\}, TR9) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, TR9), a(DI5, TR9)\}$$

$$= 0.092$$

$$D(\{TR5, DI5\}, TR10) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, TR10), a(DI5, TR10)\}$$

$$= 0.042$$

$$D(\{TR5, DI5\}, TR11) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, TR11), a(DI5, TR11)\}$$

$$= 0.408$$

$$D(\{TR5, DI5\}, TR12) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, TR12), a(DI5, TR12)\}$$

$$= 0.091$$

$$D(\{TR5, DI5\}, TR13) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, TR13), a(DI5, TR13)\}$$

$$= 0.479$$

$$D(\{TR5, DI5\}, TR14) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, TR14), a(DI5, TR14)\}$$

$$= 0.081$$

$$D(\{TR5, DI5\}, TR15) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, TR15), a(DI5, TR15)\}$$

$$= 0.969$$

$$D(\{TR5, DI5\}, TR16) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, TR16), a(DI5, TR16)\}$$

$$= 0.077$$

$$D(\{TR5, DI5\}, TR17) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, TR17), a(DI5, TR17)\}$$

$$= 0.407$$

$$D(\{TR5, DI5\}, TR18) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, TR18), a(DI5, TR18)\}$$

$$= 0.488$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น $D(\{TR5, DI5\}, DI1) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, DI1), a(DI5, DI1)\}$ กรณีที่มีการนำไปใช้

$$= 0.070$$

$$D(\{TR5, DI5\}, DI2) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, DI2), a(DI5, DI2)\}$$

$$= 0.108$$

$$D(\{TR5, DI5\}, DI3) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, DI3), a(DI5, DI3)\}$$

$$= 0.099$$

$$D(\{TR5, DI5\}, DI4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, DI4), a(DI5, DI4)\}$$

$$= 0.099$$

$$D(\{TR5, DI5\}, DI6) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, DI6), a(DI5, DI6)\}$$

$$= 0.112$$

$$D(\{TR5, DI5\}, DI7) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, DI7), a(DI5, DI7)\}$$

$$= 0.102$$

$$D(\{TR5, DI5\}, DI8) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, DI8), a(DI5, DI8)\}$$

$$= 0.116$$

$$D(\{TR5, DI5\}, DI9) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, DI9), a(DI5, DI9)\}$$

$$= 0.111$$

$$D(\{TR5, DI5\}, DI10) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, DI10), a(DI5, DI10)\}$$

$$= 0.107$$

$$D(\{TR5, DI5\}, DI11) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, DI11), a(DI5, DI11)\}$$

$$= 0.143$$

$$D(\{TR5, DI5\}, DI12) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, DI12), a(DI5, DI12)\}$$

$$= 0.135$$

$$D(\{TR5, DI5\}, DI13) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, DI13), a(DI5, DI13)\}$$

$$= 0.116$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น $D(\{TR5, DI5\}, C2) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, C2), a(DI5, C2)\}$ ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.337$$

$$D(\{TR5, DI5\}, C4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, C4), a(DI5, C4)\}$$

$$= 0.336$$

$$D(\{TR5, DI5\}, C5) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR5, C5), a(DI5, C5)\}$$

$$= 0.336$$

รอบที่ 4 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง TR5 และ DI5 โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 4 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ TR5 และ DI5 (รอบที่ 4) ดังตารางที่ ข.1 จากนั้นคำนวณรอบที่ 5 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

รอบที่ 5 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากตารางที่ ข.1

รอบที่ 5 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ DI2 และ DI6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.006

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, DI6)\} = 0.006$$

รอบที่ 5 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ DI2 และ DI10 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.006 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ DI2 และ DI6 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 5 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม DI2 และ DI6 ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D(\{DI2, DI6\}, \{C1, C3\}) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, C1), a(DI2, C3), a(DI6, C1), a(DI6, C3)\}$$

$$= 0.322$$

$$D\left(\begin{matrix} \{DI2, DI6\}, \\ \{TR1, TR2, TR7\} \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR1, DI2), a(TR2, DI2), \\ a(TR7, DI2), a(TR1, DI6), \\ a(TR2, DI6), a(TR7, DI6) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.017$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{DI2, DI6\}, \{TR5, DI5\}) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI2, TR5), a(DI2, DI5), a(DI6, TR5), a(DI6, DI5)\}$$

$$= 0.108$$

$$D(\{DI2, DI6\}, TR3) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI2, TR3), a(DI6, TR3)\}$$

$$= 0.017$$

$$D(\{DI2, DI6\}, TR4) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI2, TR4), a(DI6, TR4)\}$$

$$= 0.240$$

$$D(\{DI2, DI6\}, TR6) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI2, TR6), a(DI6, TR6)\}$$

$$= 0.065$$

$$D(\{DI2, DI6\}, TR8) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI2, TR8), a(DI6, TR8)\}$$

$$= 0.165$$

$$D(\{DI2, DI6\}, TR9) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI2, TR9), a(DI6, TR9)\}$$

$$= 0.203$$

$$D(\{DI2, DI6\}, TR10) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI2, TR10), a(DI6, TR10)\}$$

$$= 0.131$$

$$D(\{DI2, DI6\}, TR11) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI2, TR11), a(DI6, TR11)\}$$

$$= 0.397$$

$$D(\{DI2, DI6\}, TR12) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI2, TR12), a(DI6, TR12)\}$$

$$= 0.032$$

$$D(\{DI2, DI6\}, TR13) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI2, TR13), a(DI6, TR13)\}$$

$$= 0.459$$

$$D(\{DI2, DI6\}, TR14) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI2, TR14), a(DI6, TR14)\}$$

$$= 0.044$$

$$D(\{DI2, DI6\}, TR15) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI2, TR15), a(DI6, TR15)\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการสื่อสารเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.954$$

$$D(\{DI2, DI6\}, TR16) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, TR16), a(DI6, TR16)\}$$

$$= 0.037$$

$$D(\{DI2, DI6\}, TR17) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, TR17), a(DI6, TR17)\}$$

$$= 0.383$$

$$D(\{DI2, DI6\}, TR18) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, TR18), a(DI6, TR18)\}$$

$$= 0.467$$

$$D(\{DI2, DI6\}, DI1) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, DI1), a(DI6, DI1)\}$$

$$= 0.038$$

$$D(\{DI2, DI6\}, DI3) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, DI3), a(DI6, DI3)\}$$

$$= 0.006$$

$$D(\{DI2, DI6\}, DI4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, DI4), a(DI6, DI4)\}$$

$$= 0.018$$

$$D(\{DI2, DI6\}, DI7) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, DI7), a(DI6, DI7)\}$$

$$= 0.009$$

$$D(\{DI2, DI6\}, DI8) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, DI8), a(DI6, DI8)\}$$

$$= 0.021$$

$$D(\{DI2, DI6\}, DI9) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, DI9), a(DI6, DI9)\}$$

$$= 0.012$$

$$D(\{DI2, DI6\}, DI10) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, DI10), a(DI6, DI10)\}$$

$$= 0.008$$

$$D(\{DI2, DI6\}, DI11) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, DI11), a(DI6, DI11)\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น $D(\{DI2, DI6\}, DI12) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, DI12), a(DI6, DI12)\}$ ซึ่งมีการนำไปใช้

$$= 0.063$$

$$D(\{DI2, DI6\}, DI13) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, DI13), a(DI6, DI13)\}$$

$$= 0.020$$

$$D(\{DI2, DI6\}, C2) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, C2), a(DI6, C2)\}$$

$$= 0.322$$

$$D(\{DI2, DI6\}, C4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, C4), a(DI6, C4)\}$$

$$= 0.330$$

$$D(\{DI2, DI6\}, C5) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, C5), a(DI6, C5)\}$$

$$= 0.335$$

รอบที่ 5 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง DI2 และ DI6 โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 5 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ DI2 และ DI6 (รอบที่ 5) ดังตารางที่ ข.2 จากนั้นคำนวณรอบที่ 6 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ TR5 และ DI5 (รอบที่ 4)

ผลิตภัณฑ์	C1, C3	TR1, TR7, TR2	TR5, DI5	TR3	TR4	TR6	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI2	DI3	DI4	DI6	DI7	DI8	DI9	DI10	DI11	DI12	DI13	C2	C4	C5
C1, C3	0	0.313	0.335	0.075	0.388	0.345	0.365	0.337	0.301	0.099	0.299	0.160	0.294	0.643	0.308	0.096	0.167	0.325	0.323	0.326	0.337	0.322	0.317	0.302	0.311	0.311	0.230	0.320	0.325	0.009	0.026	0.042
TR1, TR7, TR2	0.313	0	0.040	0.019	0.168	0.012	0.091	0.139	0.079	0.387	0.016	0.451	0.026	0.946	0.019	0.375	0.459	0.022	0.017	0.010	0.020	0.022	0.010	0.026	0.019	0.015	0.086	0.075	0.036	0.313	0.320	0.325
TR5, DI5	0.335	0.040	0	0.110	0.124	0.051	0.050	0.092	0.042	0.408	0.091	0.479	0.081	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.108	0.099	0.099	0.112	0.102	0.116	0.111	0.107	0.143	0.135	0.116	0.337	0.336	0.336
TR3	0.075	0.019	0.110	0	0.244	0.064	0.167	0.204	0.138	0.073	0.421	0.049	0.487	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.021	0.028	0.025	0.017	0.027	0.032	0.046	0.038	0.035	0.138	0.035	0.347	0.355	0.360
TR4	0.388	0.168	0.124	0.244	0	0.180	0.077	0.054	0.121	0.455	0.220	0.530	0.209	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.240	0.231	0.230	0.243	0.233	0.246	0.242	0.239	0.256	0.256	0.246	0.393	0.382	0.378
TR6	0.345	0.012	0.051	0.064	0.180	0	0.103	0.150	0.087	0.420	0.060	0.487	0.057	0.981	0.045	0.412	0.496	0.030	0.065	0.055	0.051	0.068	0.060	0.079	0.071	0.067	0.130	0.100	0.073	0.346	0.349	0.351
TR8	0.365	0.091	0.050	0.167	0.077	0.103	0	0.062	0.067	0.437	0.148	0.510	0.139	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.165	0.156	0.154	0.168	0.159	0.173	0.168	0.165	0.196	0.185	0.171	0.368	0.363	0.362
TR9	0.337	0.139	0.092	0.204	0.054	0.150	0.062	0	0.075	0.404	0.179	0.479	0.167	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.203	0.195	0.196	0.206	0.195	0.206	0.203	0.201	0.206	0.221	0.210	0.341	0.332	0.329
TR10	0.301	0.079	0.042	0.138	0.121	0.087	0.067	0.075	0	0.374	0.105	0.446	0.093	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.131	0.124	0.127	0.134	0.123	0.132	0.130	0.128	0.135	0.155	0.139	0.304	0.302	0.301
TR11	0.099	0.387	0.408	0.073	0.455	0.420	0.437	0.404	0.374	0	0.373	0.075	0.368	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.397	0.400	0.412	0.398	0.392	0.378	0.385	0.389	0.302	0.405	0.403	0.101	0.114	0.123
TR12	0.299	0.016	0.091	0.421	0.220	0.060	0.148	0.179	0.105	0.373	0	0.437	0.013	0.932	0.015	0.361	0.445	0.031	0.032	0.030	0.040	0.035	0.024	0.029	0.027	0.026	0.073	0.080	0.048	0.299	0.306	0.310
TR13	0.160	0.451	0.479	0.049	0.530	0.487	0.510	0.479	0.446	0.075	0.437	0	0.434	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.459	0.463	0.475	0.460	0.455	0.440	0.448	0.452	0.365	0.465	0.465	0.159	0.174	0.183
TR14	0.294	0.026	0.081	0.487	0.209	0.057	0.139	0.167	0.093	0.368	0.013	0.434	0	0.928	0.014	0.358	0.442	0.032	0.044	0.040	0.050	0.047	0.035	0.041	0.039	0.039	0.072	0.087	0.058	0.294	0.300	0.304
TR15	0.643	0.946	0.969	0.053	1.000	0.981	0.994	0.954	0.933	0.561	0.932	0.495	0.928	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.954	0.958	0.970	0.954	0.950	0.934	0.942	0.947	0.860	0.957	0.959	0.643	0.647	0.650
TR16	0.308	0.019	0.077	0.981	0.207	0.045	0.134	0.168	0.095	0.382	0.015	0.448	0.014	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.037	0.031	0.038	0.040	0.028	0.041	0.036	0.033	0.086	0.083	0.051	0.308	0.314	0.318
TR17	0.096	0.375	0.407	0.039	0.466	0.412	0.441	0.414	0.375	0.048	0.361	0.078	0.358	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.383	0.386	0.399	0.383	0.378	0.363	0.371	0.375	0.289	0.388	0.388	0.094	0.118	0.131
TR18	0.167	0.459	0.488	0.409	0.540	0.496	0.520	0.489	0.455	0.087	0.445	0.014	0.442	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.467	0.471	0.483	0.467	0.462	0.447	0.455	0.459	0.373	0.471	0.472	0.165	0.180	0.189
DI1	0.325	0.022	0.070	0.495	0.202	0.030	0.127	0.166	0.096	0.399	0.031	0.465	0.032	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.038	0.029	0.030	0.042	0.032	0.050	0.042	0.038	0.103	0.084	0.051	0.325	0.330	0.334
DI2	0.323	0.017	0.108	0.021	0.240	0.065	0.165	0.203	0.131	0.397	0.032	0.459	0.044	0.954	0.037	0.383	0.467	0.038	0	0.010	0.018	0.006	0.009	0.022	0.012	0.008	0.095	0.068	0.025	0.322	0.330	0.335
DI3	0.326	0.010	0.099	0.028	0.231	0.055	0.156	0.195	0.124	0.400	0.030	0.463	0.040	0.958	0.031	0.386	0.471	0.029	0.010	0	0.012	0.014	0.009	0.029	0.019	0.014	0.098	0.072	0.030	0.325	0.333	0.337
DI4	0.337	0.020	0.099	0.025	0.230	0.051	0.154	0.196	0.127	0.412	0.040	0.475	0.050	0.970	0.038	0.399	0.483	0.030	0.018	0.012	0	0.021	0.021	0.040	0.030	0.025	0.110	0.074	0.032	0.337	0.344	0.349
DI6	0.322	0.022	0.112	0.017	0.243	0.068	0.168	0.206	0.134	0.398	0.035	0.460	0.047	0.954	0.040	0.383	0.467	0.042	0.006	0.014	0.021	0	0.013	0.021	0.013	0.010	0.096	0.063	0.020	0.322	0.330	0.335
DI7	0.317	0.010	0.102	0.027	0.233	0.060	0.159	0.195	0.123	0.392	0.024	0.455	0.035	0.950	0.028	0.378	0.462	0.032	0.009	0.009	0.021	0.013	0	0.022	0.012	0.007	0.090	0.071	0.030	0.317	0.325	0.329
DI8	0.302	0.026	0.116	0.032	0.246	0.079	0.173	0.206	0.132	0.378	0.029	0.440	0.041	0.934	0.041	0.363	0.447	0.050	0.022	0.029	0.040	0.021	0.022	0	0.010	0.016	0.076	0.062	0.029	0.301	0.310	0.315
DI9	0.311	0.019	0.111	0.046	0.242	0.071	0.168	0.203	0.130	0.385	0.027	0.448	0.039	0.942	0.036	0.371	0.455	0.042	0.012	0.019	0.030	0.013	0.012	0.010	0	0.006	0.083	0.066	0.027	0.310	0.318	0.323
DI10	0.311	0.015	0.107	0.038	0.239	0.067	0.165	0.201	0.128	0.389	0.026	0.452	0.039	0.947	0.033	0.375	0.459	0.038	0.008	0.014	0.025	0.010	0.007	0.016	0.006	0	0.083	0.068	0.030	0.310	0.318	0.323
DI11	0.230	0.086	0.143	0.035	0.256	0.130	0.196	0.206	0.135	0.302	0.073	0.365	0.072	0.860	0.086	0.289	0.573	0.103	0.095	0.098	0.110	0.096	0.090	0.076	0.083	0.083	0	0.118	0.103	0.230	0.240	0.246
DI12	0.320	0.075	0.135	0.138	0.256	0.100	0.185	0.221	0.155	0.405	0.080	0.465	0.087	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.068	0.072	0.074	0.063	0.071	0.062	0.066	0.068	0.118	0	0.044	0.318	0.323	0.327
DI13	0.325	0.036	0.116	0.035	0.246	0.073	0.171	0.210	0.139	0.403	0.048	0.465	0.058	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.025	0.030	0.032	0.020	0.030	0.029	0.027	0.030	0.103	0.044	0	0.324	0.331	0.335
C2	0.009	0.313	0.337	0.347	0.393	0.346	0.368	0.341	0.304	0.101	0.299	0.159	0.294	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.322	0.325	0.337	0.322	0.317	0.301	0.310	0.310	0.230	0.318	0.324	0	0.033	0.049
C4	0.026	0.320	0.336	0.355	0.382	0.349	0.363	0.332	0.302	0.114	0.306	0.174	0.300	0.647	0.314	0.118	0.180	0.330	0.330	0.333	0.344	0.330	0.325	0.310	0.318	0.318	0.240	0.323	0.331	0.033	0	0.016
C5	0.042	0.325	0.336	0.360	0.378	0.351	0.362	0.329	0.301	0.123	0.310	0.183	0.304	0.650	0.318	0.131	0.189	0.334	0.335	0.337	0.349	0.335	0.329	0.315	0.323	0.323	0.246	0.327	0.335	0.049	0.016	0

ตารางที่ ข.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ DI2 และ DI6 (รอบที่ 5)

ผลิตภัณฑ์	DI2, DI6	C1, C3	TR1, TR7, TR2	TR5, DI5	TR3	TR4	TR6	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI3	DI4	DI7	DI8	DI9	DI10	DI11	DI12	DI13	C2	C4	C5
DI2, DI6	0	0.322	0.017	0.108	0.017	0.240	0.065	0.165	0.203	0.131	0.397	0.032	0.459	0.044	0.954	0.037	0.383	0.467	0.038	0.006	0.018	0.009	0.021	0.012	0.008	0.095	0.063	0.020	0.322	0.330	0.335
C1, C3	0.322	0	0.313	0.335	0.075	0.388	0.345	0.365	0.337	0.301	0.099	0.299	0.160	0.294	0.643	0.308	0.096	0.167	0.325	0.326	0.337	0.317	0.302	0.311	0.311	0.230	0.320	0.325	0.009	0.026	0.042
TR1, TR7, TR2	0.017	0.313	0	0.040	0.019	0.168	0.012	0.091	0.139	0.079	0.387	0.016	0.451	0.026	0.946	0.019	0.375	0.459	0.022	0.010	0.020	0.010	0.026	0.019	0.015	0.086	0.075	0.036	0.313	0.320	0.325
TR5, DI5	0.108	0.335	0.040	0	0.110	0.124	0.051	0.050	0.092	0.042	0.408	0.091	0.479	0.081	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.099	0.099	0.102	0.116	0.111	0.107	0.143	0.135	0.116	0.337	0.336	0.336
TR3	0.017	0.075	0.019	0.110	0	0.244	0.064	0.167	0.204	0.138	0.073	0.421	0.049	0.487	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.028	0.025	0.027	0.032	0.046	0.038	0.035	0.138	0.035	0.347	0.355	0.360
TR4	0.240	0.388	0.168	0.124	0.244	0	0.180	0.077	0.054	0.121	0.455	0.220	0.530	0.209	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.231	0.230	0.233	0.246	0.242	0.239	0.256	0.256	0.246	0.393	0.382	0.378
TR6	0.065	0.345	0.012	0.051	0.064	0.180	0	0.103	0.150	0.087	0.420	0.060	0.487	0.057	0.981	0.045	0.412	0.496	0.030	0.055	0.051	0.060	0.079	0.071	0.067	0.130	0.100	0.073	0.346	0.349	0.351
TR8	0.165	0.365	0.091	0.050	0.167	0.077	0.103	0	0.062	0.067	0.437	0.148	0.510	0.139	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.156	0.154	0.159	0.173	0.168	0.165	0.196	0.185	0.171	0.368	0.363	0.362
TR9	0.203	0.337	0.139	0.092	0.204	0.054	0.150	0.062	0	0.075	0.404	0.179	0.479	0.167	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.195	0.196	0.195	0.206	0.203	0.201	0.206	0.221	0.210	0.341	0.332	0.329
TR10	0.131	0.301	0.079	0.042	0.138	0.121	0.087	0.067	0.075	0	0.374	0.105	0.446	0.093	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.124	0.127	0.123	0.132	0.130	0.128	0.135	0.155	0.139	0.304	0.302	0.301
TR11	0.397	0.099	0.387	0.408	0.073	0.455	0.420	0.437	0.404	0.374	0	0.373	0.075	0.368	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.400	0.412	0.392	0.378	0.385	0.389	0.302	0.405	0.403	0.101	0.114	0.123
TR12	0.032	0.299	0.016	0.091	0.421	0.220	0.060	0.148	0.179	0.105	0.373	0	0.437	0.013	0.932	0.015	0.361	0.445	0.031	0.030	0.040	0.024	0.029	0.027	0.026	0.073	0.080	0.048	0.299	0.306	0.310
TR13	0.459	0.160	0.451	0.479	0.049	0.530	0.487	0.510	0.479	0.446	0.075	0.437	0	0.434	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.463	0.475	0.455	0.440	0.448	0.452	0.365	0.465	0.465	0.159	0.174	0.183
TR14	0.044	0.294	0.026	0.081	0.487	0.209	0.057	0.139	0.167	0.093	0.368	0.013	0.434	0	0.928	0.014	0.358	0.442	0.032	0.040	0.050	0.035	0.041	0.039	0.039	0.072	0.087	0.058	0.294	0.300	0.304
TR15	0.954	0.643	0.946	0.969	0.053	1.000	0.981	0.994	0.954	0.933	0.561	0.932	0.495	0.928	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.958	0.970	0.950	0.934	0.942	0.947	0.860	0.957	0.959	0.643	0.647	0.650
TR16	0.037	0.308	0.019	0.077	0.981	0.207	0.045	0.134	0.168	0.095	0.382	0.015	0.448	0.014	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.031	0.038	0.028	0.041	0.036	0.033	0.086	0.083	0.051	0.308	0.314	0.318
TR17	0.383	0.096	0.375	0.407	0.039	0.466	0.412	0.441	0.414	0.375	0.048	0.361	0.078	0.358	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.386	0.399	0.378	0.363	0.371	0.375	0.289	0.388	0.388	0.094	0.118	0.131
TR18	0.467	0.167	0.459	0.488	0.409	0.540	0.496	0.520	0.489	0.455	0.087	0.445	0.014	0.442	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.471	0.483	0.462	0.447	0.455	0.459	0.373	0.471	0.472	0.165	0.180	0.189
DI1	0.038	0.325	0.022	0.070	0.495	0.202	0.030	0.127	0.166	0.096	0.399	0.031	0.465	0.032	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.029	0.030	0.032	0.050	0.042	0.038	0.103	0.084	0.051	0.325	0.330	0.334
DI3	0.006	0.326	0.010	0.099	0.028	0.231	0.055	0.156	0.195	0.124	0.400	0.030	0.463	0.040	0.958	0.031	0.386	0.471	0.029	0	0.012	0.009	0.029	0.019	0.014	0.098	0.072	0.030	0.325	0.333	0.337
DI4	0.018	0.337	0.020	0.099	0.025	0.230	0.051	0.154	0.196	0.127	0.412	0.040	0.475	0.050	0.970	0.038	0.399	0.483	0.030	0.012	0	0.021	0.040	0.030	0.025	0.110	0.074	0.032	0.337	0.344	0.349
DI7	0.009	0.317	0.010	0.102	0.027	0.233	0.060	0.159	0.195	0.123	0.392	0.024	0.455	0.035	0.950	0.028	0.378	0.462	0.032	0.009	0.021	0	0.022	0.012	0.007	0.090	0.071	0.030	0.317	0.325	0.329
DI8	0.021	0.302	0.026	0.116	0.032	0.246	0.079	0.173	0.206	0.132	0.378	0.029	0.440	0.041	0.934	0.041	0.363	0.447	0.050	0.029	0.040	0.022	0	0.010	0.016	0.076	0.062	0.029	0.301	0.310	0.315
DI9	0.012	0.311	0.019	0.111	0.046	0.242	0.071	0.168	0.203	0.130	0.385	0.027	0.448	0.039	0.942	0.036	0.371	0.455	0.042	0.019	0.030	0.012	0.010	0	0.006	0.083	0.066	0.027	0.310	0.318	0.323
DI10	0.008	0.311	0.015	0.107	0.038	0.239	0.067	0.165	0.201	0.128	0.389	0.026	0.452	0.039	0.947	0.033	0.375	0.459	0.038	0.014	0.025	0.007	0.016	0.006	0	0.083	0.068	0.030	0.310	0.318	0.323
DI11	0.095	0.230	0.086	0.143	0.035	0.256	0.130	0.196	0.206	0.135	0.302	0.073	0.365	0.072	0.860	0.086	0.289	0.373	0.103	0.098	0.110	0.090	0.076	0.083	0.083	0	0.118	0.103	0.230	0.240	0.246
DI12	0.063	0.320	0.075	0.135	0.138	0.256	0.100	0.185	0.221	0.155	0.405	0.080	0.465	0.087	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.072	0.074	0.071	0.062	0.066	0.068	0.118	0	0.044	0.318	0.323	0.327
DI13	0.020	0.325	0.036	0.116	0.035	0.246	0.073	0.171	0.210	0.139	0.403	0.048	0.465	0.058	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.030	0.032	0.030	0.029	0.027	0.030	0.103	0.044	0	0.324	0.331	0.335
C2	0.322	0.009	0.313	0.337	0.347	0.393	0.346	0.368	0.341	0.304	0.101	0.299	0.159	0.294	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.325	0.337	0.317	0.301	0.310	0.310	0.230	0.318	0.324	0	0.033	0.049
C4	0.330	0.026	0.320	0.336	0.355	0.382	0.349	0.363	0.332	0.302	0.114	0.306	0.174	0.300	0.647	0.314	0.118	0.180	0.330	0.333	0.344	0.325	0.310	0.318	0.318	0.240	0.323	0.331	0.033	0	0.016
C5	0.335	0.042	0.325	0.336	0.360	0.378	0.351	0.362	0.329	0.301	0.123	0.310	0.183	0.304	0.650	0.318	0.131	0.189	0.334	0.337	0.349	0.329	0.315	0.323	0.323	0.246	0.327	0.335	0.049	0.016	0

รอบที่ 6 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตรภัณฑ์จากตารางที่ ข.2

รอบที่ 6 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตรภัณฑ์ DI9 และ DI10 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.006

$$\min_{x \in c_i \neq y \in c_j} \{a(DI9, DI10)\} = 0.006$$

รอบที่ 6 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตรภัณฑ์ DI9 และ DI10 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.006 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตรภัณฑ์ DI9 และ DI10 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 6 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม DI9 และ DI10 ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D(\{DI9, DI10\}, \{DI2, DI6\}) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI9, DI2), a(DI9, DI6), \\ a(DI10, DI2), a(DI10, DI6) \end{array} \right\} = 0.008$$

$$D(\{DI9, DI10\}, \{C1, C3\}) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI9, C1), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C1), a(DI10, C3) \end{array} \right\} = 0.311$$

$$D\left(\begin{array}{l} \{DI9, DI10\}, \\ \{TR1, TR2, TR7\} \end{array}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, DI9), a(TR2, DI9), \\ a(TR7, DI9), a(TR1, DI10), \\ a(TR2, DI10), a(TR7, DI10) \end{array} \right\} = 0.015$$

$$D(\{DI9, DI10\}, \{TR5, DI5\}) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI9, TR5), a(DI9, DI5), \\ a(DI10, TR5), a(DI10, DI5) \end{array} \right\} = 0.107$$

$$D(\{DI9, DI10\}, TR3) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, TR3), a(DI10, TR3)\} = 0.038$$

$$D(\{DI9, DI10\}, TR4) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, TR4), a(DI10, TR4)\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์จัดทำขึ้นเพื่อประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{DI9, DI10\}, TR6) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, TR6), a(DI10, TR6)\}$$

$$= 0.067$$

$$D(\{DI9, DI10\}, TR8) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, TR8), a(DI10, TR8)\}$$

$$= 0.165$$

$$D(\{DI9, DI10\}, TR9) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, TR9), a(DI10, TR9)\}$$

$$= 0.201$$

$$D(\{DI9, DI10\}, TR10) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, TR10), a(DI10, TR10)\}$$

$$= 0.128$$

$$D(\{DI9, DI10\}, TR11) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, TR11), a(DI10, TR11)\}$$

$$= 0.38$$

$$D(\{DI9, DI10\}, TR12) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, TR12), a(DI10, TR12)\}$$

$$= 0.026$$

$$D(\{DI9, DI10\}, TR13) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, TR13), a(DI10, TR13)\}$$

$$= 0.448$$

$$D(\{DI9, DI10\}, TR14) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, TR14), a(DI10, TR14)\}$$

$$= 0.039$$

$$D(\{DI9, DI10\}, TR15) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, TR15), a(DI10, TR15)\}$$

$$= 0.942$$

$$D(\{DI9, DI10\}, TR16) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, TR16), a(DI10, TR16)\}$$

$$= 0.033$$

$$D(\{DI9, DI10\}, TR17) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, TR17), a(DI10, TR17)\}$$

$$= 0.371$$

$$D(\{DI9, DI10\}, TR18) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, TR18), a(DI10, TR18)\}$$

$$= 0.455$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการตัดสินใจใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{DI9, DI10\}, DI3) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI9, DI3), a(DI10, DI3)\}$$

$$= 0.038$$

$$= 0.014$$

$$D(\{DI9, DI10\}, DI4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI9, DI4), a(DI10, DI4)\}$$

$$= 0.025$$

$$D(\{DI9, DI10\}, DI7) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI9, DI7), a(DI10, DI7)\}$$

$$= 0.007$$

$$D(\{DI9, DI10\}, DI8) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI9, DI8), a(DI10, DI8)\}$$

$$= 0.010$$

$$D(\{DI9, DI10\}, DI11) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI9, DI11), a(DI10, DI11)\}$$

$$= 0.083$$

$$D(\{DI9, DI10\}, DI12) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI9, DI12), a(DI10, DI12)\}$$

$$= 0.066$$

$$D(\{DI9, DI10\}, DI13) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI9, DI13), a(DI10, DI13)\}$$

$$= 0.027$$

$$D(\{DI9, DI10\}, C2) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI9, C2), a(DI10, C2)\}$$

$$= 0.310$$

$$D(\{DI9, DI10\}, C4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI9, C4), a(DI10, C4)\}$$

$$= 0.318$$

$$D(\{DI9, DI10\}, C5) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI9, C5), a(DI10, C5)\}$$

$$= 0.323$$

รอบที่ 6 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง DI9 และ DI10 โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 6 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ DI9 และ DI10 (รอบที่ 6) ดังตารางที่ ข.3 จากนั้นคำนวณรอบที่ 7 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ DI9 และ DI10 (รอบที่ 6)

ผลิตภัณฑ์	DI9, DI10	DI2, DI6	C1, C3	TR1, TR7, TR2	TR5, DI5	TR3	TR4	TR6	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI3	DI4	DI7	DI8	DI11	DI12	DI13	C2	C4	C5
DI9, DI10	0	0.008	0.311	0.015	0.107	0.038	0.239	0.067	0.165	0.201	0.128	0.385	0.026	0.448	0.039	0.942	0.033	0.371	0.455	0.038	0.014	0.025	0.007	0.010	0.083	0.066	0.027	0.310	0.318	0.323
DI2, DI6	0.008	0	0.322	0.017	0.108	0.017	0.240	0.065	0.165	0.203	0.131	0.397	0.032	0.459	0.044	0.954	0.037	0.383	0.467	0.038	0.006	0.018	0.009	0.021	0.095	0.063	0.020	0.322	0.330	0.335
C1, C3	0.311	0.322	0	0.313	0.335	0.075	0.388	0.345	0.365	0.337	0.301	0.099	0.299	0.160	0.294	0.643	0.308	0.096	0.167	0.325	0.326	0.337	0.317	0.302	0.230	0.320	0.325	0.009	0.026	0.042
TR1, TR7, TR2	0.015	0.017	0.313	0	0.040	0.019	0.168	0.012	0.091	0.139	0.079	0.387	0.016	0.451	0.026	0.946	0.019	0.375	0.459	0.022	0.010	0.020	0.010	0.026	0.086	0.075	0.036	0.313	0.320	0.325
TR5, DI5	0.107	0.108	0.335	0.040	0	0.110	0.124	0.051	0.050	0.092	0.042	0.408	0.091	0.479	0.081	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.099	0.099	0.102	0.116	0.143	0.135	0.116	0.337	0.336	0.336
TR3	0.038	0.017	0.075	0.019	0.110	0	0.244	0.064	0.167	0.204	0.138	0.073	0.421	0.049	0.487	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.028	0.025	0.027	0.032	0.035	0.138	0.035	0.347	0.355	0.360
TR4	0.239	0.240	0.388	0.168	0.124	0.244	0	0.180	0.077	0.054	0.121	0.455	0.220	0.530	0.209	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.231	0.230	0.233	0.246	0.256	0.256	0.246	0.393	0.382	0.378
TR6	0.067	0.065	0.345	0.012	0.051	0.064	0.180	0	0.103	0.150	0.087	0.420	0.060	0.487	0.057	0.981	0.045	0.412	0.496	0.030	0.055	0.051	0.060	0.079	0.130	0.100	0.073	0.346	0.349	0.351
TR8	0.165	0.165	0.365	0.091	0.050	0.167	0.077	0.103	0	0.062	0.067	0.437	0.148	0.510	0.139	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.156	0.154	0.159	0.173	0.196	0.185	0.171	0.368	0.363	0.362
TR9	0.201	0.203	0.337	0.139	0.092	0.204	0.054	0.150	0.062	0	0.075	0.404	0.179	0.479	0.167	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.195	0.196	0.195	0.206	0.206	0.221	0.210	0.341	0.332	0.329
TR10	0.128	0.131	0.301	0.079	0.042	0.138	0.121	0.087	0.067	0.075	0	0.374	0.105	0.446	0.093	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.124	0.127	0.123	0.132	0.135	0.155	0.139	0.304	0.302	0.301
TR11	0.385	0.397	0.099	0.387	0.408	0.073	0.455	0.420	0.437	0.404	0.374	0	0.373	0.075	0.368	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.400	0.412	0.392	0.378	0.302	0.405	0.403	0.101	0.114	0.123
TR12	0.026	0.032	0.299	0.016	0.091	0.421	0.220	0.060	0.148	0.179	0.105	0.373	0	0.437	0.013	0.932	0.015	0.361	0.445	0.031	0.030	0.040	0.024	0.029	0.073	0.080	0.048	0.299	0.306	0.310
TR13	0.448	0.459	0.160	0.451	0.479	0.049	0.530	0.487	0.510	0.479	0.446	0.075	0.437	0	0.434	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.463	0.475	0.455	0.440	0.365	0.465	0.465	0.159	0.174	0.183
TR14	0.039	0.044	0.294	0.026	0.081	0.487	0.209	0.057	0.139	0.167	0.093	0.368	0.013	0.434	0	0.928	0.014	0.358	0.442	0.032	0.040	0.050	0.035	0.041	0.072	0.087	0.058	0.294	0.300	0.304
TR15	0.942	0.954	0.643	0.946	0.969	0.053	1.000	0.981	0.994	0.954	0.933	0.561	0.932	0.495	0.928	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.958	0.970	0.950	0.934	0.860	0.957	0.959	0.643	0.647	0.650
TR16	0.033	0.037	0.308	0.019	0.077	0.981	0.207	0.045	0.134	0.168	0.095	0.382	0.015	0.448	0.014	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.031	0.038	0.028	0.041	0.086	0.083	0.051	0.308	0.314	0.318
TR17	0.371	0.383	0.096	0.375	0.407	0.039	0.466	0.412	0.441	0.414	0.375	0.048	0.361	0.078	0.358	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.386	0.399	0.378	0.363	0.289	0.388	0.388	0.094	0.118	0.131
TR18	0.455	0.467	0.167	0.459	0.488	0.409	0.540	0.496	0.520	0.489	0.455	0.087	0.445	0.014	0.442	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.471	0.483	0.462	0.447	0.373	0.471	0.472	0.165	0.180	0.189
DI1	0.038	0.038	0.325	0.022	0.070	0.495	0.202	0.030	0.127	0.166	0.096	0.399	0.031	0.465	0.032	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.029	0.030	0.032	0.050	0.103	0.084	0.051	0.325	0.330	0.334
DI3	0.014	0.006	0.326	0.010	0.099	0.028	0.231	0.055	0.156	0.195	0.124	0.400	0.030	0.463	0.040	0.958	0.031	0.386	0.471	0.029	0	0.012	0.009	0.029	0.098	0.072	0.030	0.325	0.333	0.337
DI4	0.025	0.018	0.337	0.020	0.099	0.025	0.230	0.051	0.154	0.196	0.127	0.412	0.040	0.475	0.050	0.970	0.038	0.399	0.483	0.030	0.012	0	0.021	0.040	0.110	0.074	0.032	0.337	0.344	0.349
DI7	0.007	0.009	0.317	0.010	0.102	0.027	0.233	0.060	0.159	0.195	0.123	0.392	0.024	0.455	0.035	0.950	0.028	0.378	0.462	0.032	0.009	0.021	0	0.022	0.090	0.071	0.030	0.317	0.325	0.329
DI8	0.010	0.021	0.302	0.026	0.116	0.032	0.246	0.079	0.173	0.206	0.132	0.378	0.029	0.440	0.041	0.934	0.041	0.363	0.447	0.050	0.029	0.040	0.022	0	0.076	0.062	0.029	0.301	0.310	0.315
DI11	0.083	0.095	0.230	0.086	0.143	0.035	0.256	0.130	0.196	0.206	0.135	0.302	0.073	0.365	0.072	0.860	0.086	0.289	0.373	0.103	0.098	0.110	0.090	0.076	0	0.118	0.103	0.230	0.240	0.246
DI12	0.066	0.063	0.320	0.075	0.135	0.138	0.256	0.100	0.185	0.221	0.155	0.405	0.080	0.465	0.087	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.072	0.074	0.071	0.062	0.118	0	0.044	0.318	0.323	0.327
DI13	0.027	0.020	0.325	0.036	0.116	0.035	0.246	0.073	0.171	0.210	0.139	0.403	0.048	0.465	0.058	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.030	0.032	0.030	0.029	0.103	0.044	0	0.324	0.331	0.335
C2	0.310	0.322	0.009	0.313	0.337	0.347	0.393	0.346	0.368	0.341	0.304	0.101	0.299	0.159	0.294	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.325	0.337	0.317	0.301	0.230	0.318	0.324	0	0.033	0.049
C4	0.318	0.330	0.026	0.320	0.336	0.355	0.382	0.349	0.363	0.332	0.302	0.114	0.306	0.174	0.300	0.647	0.314	0.118	0.180	0.330	0.333	0.344	0.325	0.310	0.240	0.323	0.331	0.033	0	0.016
C5	0.323	0.335	0.042	0.325	0.336	0.360	0.378	0.351	0.362	0.329	0.301	0.123	0.310	0.183	0.304	0.650	0.318	0.131	0.189	0.334	0.337	0.349	0.329	0.315	0.246	0.327	0.335	0.049	0.016	0

รอบที่ 7 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลลัพธ์จากตารางที่ ข.3

รอบที่ 7 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์ (DI2, DI6) และ DI3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.006

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(DI2, DI6), DI3\} = 0.006$$

รอบที่ 7 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลลัพธ์ (DI2, DI6) และ DI3 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.006 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลลัพธ์ (DI2, DI6) และ DI3 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 7 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (DI2, DI3, DI6) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D\left(\begin{matrix} \{DI2, DI3, DI6\}, \\ \{DI9, DI10\} \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, DI9), a(DI2, DI10), \\ a(DI3, DI9), a(DI3, DI10), \\ a(DI6, DI9), a(DI6, DI10) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.008$$

$$D\left(\begin{matrix} \{DI2, DI3, DI6\}, \\ \{C1, C3\} \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, C1), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C1), a(DI3, C3), \\ a(DI6, C1), a(DI6, C3) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.322$$

$$D\left(\begin{matrix} \{DI2, DI3, DI6\}, \\ \{TR1, TR2, TR7\} \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR1), a(DI2, TR2), \\ a(DI3, TR1), a(DI3, TR2), \\ a(DI6, TR1), a(DI6, TR2), \\ a(DI2, TR7), a(DI3, TR7), \\ a(DI6, TR7) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.010$$

$$D\left(\begin{matrix} \{DI2, DI3, DI6\}, \\ \{TR5, DI5\} \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR5), a(DI2, DI5), \\ a(DI3, TR5), a(DI3, DI5), \\ a(DI6, TR5), a(DI6, DI5) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.099$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, TR3) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR3), a(DI3, TR3), \\ a(DI6, TR3) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.017$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, TR4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4) \end{matrix} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงที่มาของการนำเอกสารนี้ไปใช้

$$= 0.231$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, TR6) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR6), a(DI3, TR6), \\ a(DI6, TR6) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.055$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, TR8) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR8), a(DI3, TR8), \\ a(DI6, TR8) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.156$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, TR9) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.195$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, TR10) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR10), a(DI3, TR10), \\ a(DI6, TR10) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.124$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, TR11) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.134$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, TR12) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR12), a(DI3, TR12), \\ a(DI6, TR12) \end{matrix} \right\} 0$$

$$= 0.03$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, TR13) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR13), a(DI3, TR13), \\ a(DI6, TR13) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.459$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, TR14) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR14), a(DI3, TR14), \\ a(DI6, TR14) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.040$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, TR15) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.954$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, TR16) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR16), a(DI3, TR16), \\ a(DI6, TR16) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.031$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น $D(\{DI2, DI3, DI6\}, TR17) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR17), a(DI3, TR17), \\ a(DI6, TR17) \end{matrix} \right\}$

$$= 0.383$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, TR18) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR18), a(DI3, TR18), \\ a(DI6, TR18) \end{array} \right\}$$

$$= 0.467$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, DI1) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI1), a(DI3, DI1), \\ a(DI6, DI1) \end{array} \right\}$$

$$= 0.029$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, DI4) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI4), a(DI3, DI4), \\ a(DI6, DI4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.012$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, DI7) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI7), a(DI3, DI7), \\ a(DI6, DI7) \end{array} \right\}$$

$$= 0.009$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, DI8) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI8), a(DI3, DI8), \\ a(DI6, DI8) \end{array} \right\}$$

$$= 0.021$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, DI11) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI11), a(DI3, DI11), \\ a(DI6, DI11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.095$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, DI12) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI12), a(DI3, DI12), \\ a(DI6, DI12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.063$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, DI13) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI13), a(DI3, DI13), \\ a(DI6, DI13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.020$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, C2) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, C2), a(DI3, C2), \\ a(DI6, C2) \end{array} \right\}$$

$$= 0.322$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, C4) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, C4), a(DI3, C4), \\ a(DI6, C4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.330$$

$$D(\{DI2, DI3, DI6\}, C5) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, C5), a(DI3, C5), \\ a(DI6, C5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.335$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบที่ 7 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (DI2, DI3, DI6) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 7 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (DI2, DI3, DI6) (รอบที่ 7) ดังตารางที่ ข.4 จากนั้นคำนวณรอบที่ 8 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

รอบที่ 8 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากตารางที่ ข.4

รอบที่ 8 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ (DI9, DI10) และ DI7 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.007

$$\min_{x \in C_i \neq y \in C_j} \{a(DI9, DI10), DI7\} = 0.007$$

รอบที่ 8 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ (DI9, DI10) และ DI7 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.007 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ (DI9, DI10) และ DI7 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 8 ขั้นตอนที่ 4 ค้นหาหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (DI7, DI9, DI10) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{matrix} \{DI7, DI9, DI10\}, \\ \{DI2, DI3, DI6\} \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI7, DI2), a(DI7, DI3), \\ a(DI9, DI2), a(DI9, DI3), \\ a(DI10, DI2), a(DI10, DI3), \\ a(DI7, DI6), a(DI9, DI6), \\ a(DI10, DI6) \end{matrix} \right\} = 0.008$$

$$D \left(\begin{matrix} \{DI7, DI9, DI10\}, \\ \{C1, C3\} \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI7, C1), a(DI7, C3), \\ a(DI9, C1), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C1), a(DI10, C3) \end{matrix} \right\} = 0.311$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า

$$D \left(\begin{matrix} \{DI7, DI9, DI10\}, \\ \{TR1, TR2, TR7\} \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI7, TR1), a(DI7, TR2), \\ a(DI9, TR1), a(DI9, TR2), \\ a(DI10, TR1), a(DI10, TR2), \\ a(DI7, TR7), a(DI9, TR7), \\ a(DI10, TR7) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.010$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, \{TR5, DI5\}) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR5), a(DI7, DI5), \\ a(DI9, TR5), a(DI9, DI5), \\ a(DI10, TR5), a(DI10, DI5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.102$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, TR3) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR3), a(DI9, TR3), \\ a(DI10, TR3) \end{array} \right\}$$

$$= 0.027$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, TR4) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.233$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, TR6) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR6), a(DI9, TR6), \\ a(DI10, TR6) \end{array} \right\}$$

$$= 0.060$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, TR8) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR8), a(DI9, TR8), \\ a(DI10, TR8) \end{array} \right\}$$

$$= 0.159$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, TR9) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.195$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, TR10) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR10), a(DI9, TR10), \\ a(DI10, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.123$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, TR11) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR11), a(DI9, TR12), \\ a(DI10, TR12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.024$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, TR12) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR12), a(DI9, TR12), \\ a(DI10, TR12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.024$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, TR13) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR13), a(DI9, TR13), \\ a(DI10, TR13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.448$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, TR14) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR14), a(DI9, TR14), \\ a(DI10, TR14) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารตลอดทั้งการนำไปใช้

$$= 0.035$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, TR15) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.942$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, TR16) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR16), a(DI9, TR16), \\ a(DI10, TR16) \end{array} \right\}$$

$$= 0.028$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, TR17) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR17), a(DI9, TR17), \\ a(DI10, TR17) \end{array} \right\}$$

$$= 0.371$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, TR18) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, TR18), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR18) \end{array} \right\}$$

$$= 0.455$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, DI1) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, DI1), a(DI9, DI1), \\ a(DI10, DI1) \end{array} \right\}$$

$$= 0.032$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, DI4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, DI4), a(DI9, DI4), \\ a(DI10, DI4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.021$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, DI8) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, DI8), a(DI9, DI8), \\ a(DI10, DI8) \end{array} \right\}$$

$$= 0.010$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, DI11) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, DI11), a(DI9, DI11), \\ a(DI10, DI11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.083$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, DI12) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, DI12), a(DI9, DI12), \\ a(DI10, DI12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.066$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, DI13) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, DI13), a(DI9, DI13), \\ a(DI10, DI13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.027$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น $D(\{DI7, DI9, DI10\}, C2) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI7, C2), a(DI9, C2), \\ a(DI10, C2) \end{array} \right\}$

$$= 0.310$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, C4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI7, C4), a(DI9, C4), \\ a(DI10, C2) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.318$$

$$D(\{DI7, DI9, DI10\}, C5) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI7, C5), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C5) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.323$$

รอบที่ 8 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (DI2, DI3, DI6) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 8 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ DI7, DI9, DI10 (รอบที่ 8) ดังตารางที่ ข.5 จากนั้นคำนวณรอบที่ 9 ต่อตั้งแต่วขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

รอบที่ 9 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากตารางที่ ข.5

รอบที่ 9 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ (DI2, DI3, DI6) และ (DI7, DI9, DI10) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.008

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, DI3, DI6), \\ a(DI7, DI9, DI10) \end{matrix} \right\} = 0.008$$

รอบที่ 9 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ (DI2, DI3, DI6) และ (DI7, DI9, DI10) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.008 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ (DI2, DI3, DI6) และ (DI7, DI9, DI10) โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 9 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (DI2, DI3, DI6, DI7, DI9, DI10) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{matrix} \{DI2, DI3, DI6, \\ \{DI7, DI9, DI10\}, \{C1, C3\} \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, C1), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C1), a(DI3, C3), \\ a(DI6, C1), a(DI6, C3), \\ a(DI7, C1), a(DI7, C3), \\ a(DI9, C1), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C1), a(DI10, C3), \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.311$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มาไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ \{TR1, TR2, TR7\} \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR1), a(DI2, TR2), \\ a(DI3, TR1), a(DI3, TR2), \\ a(DI6, TR1), a(DI6, TR2), \\ a(DI7, TR1), a(DI7, TR2), \\ a(DI9, TR1), a(DI9, TR2), \\ a(DI10, TR1), a(DI10, TR2), \\ a(DI2, TR7), a(DI3, TR7), \\ a(DI6, TR7), a(DI9, TR7), \\ a(DI10, TR7) \end{array} \right\}$$

$$= 0.010$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ \{TR5, DI5\} \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR5), a(DI2, DI5), \\ a(DI3, TR5), a(DI3, DI5), \\ a(DI6, TR5), a(DI6, DI5), \\ a(DI7, TR5), a(DI7, DI5), \\ a(DI9, TR5), a(DI9, DI5), \\ a(DI10, TR5), a(DI10, DI5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.099$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ TR3 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR3), a(DI3, TR3), \\ a(DI6, TR3), a(DI7, TR3), \\ a(DI9, TR3), a(DI10, TR3), \end{array} \right\}$$

$$= 0.017$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ TR4 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI9, TR4), a(DI10, TR4), \end{array} \right\}$$

$$= 0.231$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ TR6 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR6), a(DI3, TR6), \\ a(DI6, TR6), a(DI7, TR6), \\ a(DI9, TR6), a(DI10, TR6), \end{array} \right\}$$

$$= 0.055$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ TR8 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR8), a(DI3, TR8), \\ a(DI6, TR8), a(DI7, TR8), \\ a(DI9, TR8), a(DI10, TR8), \end{array} \right\}$$

$$= 0.156$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI9, TR9), a(DI10, TR9), \end{array} \right\}$$

$$= 0.195$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่งานวิจัยฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{matrix} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ TR10 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR10), a(DI3, TR10), \\ a(DI6, TR10), a(DI7, TR10), \\ a(DI9, TR10), a(DI10, TR10), \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.123$$

$$D \left(\begin{matrix} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ TR11 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI9, TR11), a(DI10, TR11), \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.385$$

$$D \left(\begin{matrix} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ TR12 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR12), a(DI3, TR12), \\ a(DI6, TR12), a(DI7, TR12), \\ a(DI9, TR12), a(DI10, TR12), \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.024$$

$$D \left(\begin{matrix} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ TR13 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR13), a(DI3, TR13), \\ a(DI6, TR13), a(DI7, TR13), \\ a(DI9, TR13), a(DI10, TR13), \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.448$$

$$D \left(\begin{matrix} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ TR14 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR14), a(DI3, TR14), \\ a(DI6, TR14), a(DI7, TR14), \\ a(DI9, TR14), a(DI10, TR14), \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.035$$

$$D \left(\begin{matrix} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ TR15 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI9, TR15), a(DI10, TR15), \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.942$$

$$D \left(\begin{matrix} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ TR16 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR16), a(DI3, TR16), \\ a(DI6, TR16), a(DI7, TR16), \\ a(DI9, TR16), a(DI10, TR16), \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.028$$

$$D \left(\begin{matrix} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ TR17 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR17), a(DI3, TR17), \\ a(DI6, TR17), a(DI7, TR17), \\ a(DI9, TR17), a(DI10, TR17), \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.371$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

$$D \left(\begin{matrix} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ TR18 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR18), a(DI3, TR18), \\ a(DI6, TR18), a(DI7, TR18), \\ a(DI9, TR18), a(DI10, TR18), \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.455$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ DI1 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI1), a(DI3, DI1), \\ a(DI6, DI1), a(DI7, DI1), \\ a(DI9, DI1), a(DI10, DI1), \end{array} \right\}$$

$$= 0.029$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ DI4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI4), a(DI3, DI4), \\ a(DI6, DI4), a(DI7, DI4), \\ a(DI9, DI4), a(DI10, DI4), \end{array} \right\}$$

$$= 0.012$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ DI8 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI8), a(DI3, DI8), \\ a(DI6, DI8), a(DI7, DI8), \\ a(DI9, DI8), a(DI10, DI8), \end{array} \right\}$$

$$= 0.010$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ DI11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI11), a(DI3, DI11), \\ a(DI6, DI11), a(DI7, DI11), \\ a(DI9, DI11), a(DI10, DI11), \end{array} \right\}$$

$$= 0.083$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ DI12 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI12), a(DI3, DI12), \\ a(DI6, DI12), a(DI7, DI12), \\ a(DI9, DI12), a(DI10, DI12), \end{array} \right\}$$

$$= 0.063$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ DI13 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI13), a(DI3, DI13), \\ a(DI6, DI13), a(DI7, DI13), \\ a(DI9, DI13), a(DI10, DI13), \end{array} \right\}$$

$$= 0.020$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ C2 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, C2), a(DI3, C2), \\ a(DI6, C2), a(DI7, C2), \\ a(DI9, C2), a(DI10, C2), \end{array} \right\}$$

$$= 0.310$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ C4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, C4), a(DI3, C4), \\ a(DI6, C4), a(DI7, C4), \\ a(DI9, C4), a(DI10, C4), \end{array} \right\}$$

$$= 0.318$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\}, \\ C5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, C5), a(DI3, C5), \\ a(DI6, C5), a(DI7, C5), \\ a(DI9, C5), a(DI10, C5), \end{array} \right\}$$

$$= 0.323$$

รอบที่ 9 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (DI2, DI3, DI6, DI7, DI9, DI10) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 9 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (DI2, DI3, DI6, DI7, DI9, DI10) (รอบที่ 9) ดังตารางที่ ข.6 จากนั้นคำนวณรอบที่ 10 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (DI2, DI3, DI6) (รอบที่ 7)

ผลิตภัณฑ์	DI2, DI3, DI6	DI9, DI10	C1, C3	TR1, TR7, TR2	TR5, DI5	TR3	TR4	TR6	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI4	DI7	DI8	DI11	DI12	DI13	C2	C4	C5
DI2, DI3, DI6	0	0.008	0.322	0.010	0.099	0.017	0.231	0.055	0.156	0.195	0.124	0.134	0.030	0.459	0.040	0.954	0.031	0.383	0.467	0.029	0.012	0.009	0.021	0.095	0.063	0.020	0.322	0.330	0.335
DI9, DI10	0.008	0	0.311	0.015	0.107	0.038	0.239	0.067	0.165	0.201	0.128	0.385	0.026	0.448	0.039	0.942	0.033	0.371	0.455	0.038	0.025	0.007	0.010	0.083	0.066	0.027	0.310	0.318	0.323
C1, C3	0.322	0.311	0	0.313	0.335	0.075	0.388	0.345	0.365	0.337	0.301	0.099	0.299	0.160	0.294	0.643	0.308	0.096	0.167	0.325	0.337	0.317	0.302	0.230	0.320	0.325	0.009	0.026	0.042
TR1, TR2, TR7	0.010	0.015	0.313	0	0.040	0.019	0.168	0.012	0.091	0.139	0.079	0.387	0.016	0.451	0.026	0.946	0.019	0.375	0.459	0.022	0.020	0.010	0.026	0.086	0.075	0.036	0.313	0.320	0.325
TR5, DI5	0.099	0.107	0.335	0.040	0	0.110	0.124	0.051	0.050	0.092	0.042	0.408	0.091	0.479	0.081	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.099	0.102	0.116	0.143	0.135	0.116	0.337	0.336	0.336
TR3	0.017	0.038	0.075	0.019	0.110	0	0.244	0.064	0.167	0.204	0.138	0.073	0.421	0.049	0.487	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.025	0.027	0.032	0.035	0.138	0.035	0.347	0.355	0.360
TR4	0.231	0.239	0.388	0.168	0.124	0.244	0	0.180	0.077	0.054	0.121	0.455	0.220	0.530	0.209	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.230	0.233	0.246	0.256	0.256	0.246	0.393	0.382	0.378
TR6	0.055	0.067	0.345	0.012	0.051	0.064	0.180	0	0.103	0.150	0.087	0.420	0.060	0.487	0.057	0.981	0.045	0.412	0.496	0.030	0.051	0.060	0.079	0.130	0.100	0.073	0.346	0.349	0.351
TR8	0.156	0.165	0.365	0.091	0.050	0.167	0.077	0.103	0	0.062	0.067	0.437	0.148	0.510	0.139	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.154	0.159	0.173	0.196	0.185	0.171	0.368	0.363	0.362
TR9	0.195	0.201	0.337	0.139	0.092	0.204	0.054	0.150	0.062	0	0.075	0.404	0.179	0.479	0.167	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.196	0.195	0.206	0.206	0.221	0.210	0.341	0.332	0.329
TR10	0.124	0.128	0.301	0.079	0.042	0.138	0.121	0.087	0.067	0.075	0	0.374	0.105	0.446	0.093	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.127	0.123	0.132	0.135	0.155	0.139	0.304	0.302	0.301
TR11	0.134	0.385	0.099	0.387	0.408	0.073	0.455	0.420	0.437	0.404	0.374	0	0.373	0.075	0.368	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.412	0.392	0.378	0.302	0.405	0.403	0.101	0.114	0.123
TR12	0.030	0.026	0.299	0.016	0.091	0.421	0.220	0.060	0.148	0.179	0.105	0.373	0	0.437	0.013	0.932	0.015	0.361	0.445	0.031	0.040	0.024	0.029	0.073	0.080	0.048	0.299	0.306	0.310
TR13	0.459	0.448	0.160	0.451	0.479	0.049	0.530	0.487	0.510	0.479	0.446	0.075	0.437	0	0.434	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.475	0.455	0.440	0.365	0.465	0.465	0.159	0.174	0.183
TR14	0.040	0.039	0.294	0.026	0.081	0.487	0.209	0.057	0.139	0.167	0.093	0.368	0.013	0.434	0	0.928	0.014	0.358	0.442	0.032	0.050	0.035	0.041	0.072	0.087	0.058	0.294	0.300	0.304
TR15	0.954	0.942	0.643	0.946	0.969	0.053	1.000	0.961	0.994	0.954	0.933	0.561	0.932	0.495	0.928	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.970	0.950	0.934	0.860	0.957	0.959	0.643	0.647	0.650
TR16	0.031	0.033	0.308	0.019	0.077	0.981	0.207	0.045	0.134	0.168	0.095	0.382	0.015	0.448	0.014	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.038	0.028	0.041	0.086	0.083	0.051	0.308	0.314	0.318
TR17	0.383	0.371	0.096	0.375	0.407	0.039	0.466	0.412	0.441	0.414	0.375	0.048	0.361	0.078	0.358	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.399	0.378	0.363	0.289	0.388	0.388	0.094	0.118	0.131
TR18	0.467	0.455	0.167	0.459	0.488	0.409	0.540	0.496	0.520	0.489	0.455	0.087	0.445	0.014	0.442	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.483	0.462	0.447	0.373	0.471	0.472	0.165	0.180	0.189
DI1	0.029	0.038	0.325	0.022	0.070	0.495	0.202	0.030	0.127	0.166	0.096	0.399	0.031	0.465	0.032	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.030	0.032	0.050	0.103	0.084	0.051	0.325	0.330	0.334
DI4	0.012	0.025	0.337	0.020	0.099	0.025	0.230	0.051	0.154	0.196	0.127	0.412	0.040	0.475	0.050	0.970	0.038	0.399	0.483	0.030	0	0.021	0.040	0.110	0.074	0.032	0.337	0.344	0.349
DI7	0.009	0.007	0.317	0.010	0.102	0.027	0.233	0.060	0.159	0.195	0.123	0.392	0.024	0.455	0.035	0.950	0.028	0.378	0.462	0.032	0.021	0	0.022	0.090	0.071	0.030	0.317	0.325	0.329
DI8	0.021	0.010	0.302	0.026	0.116	0.032	0.246	0.079	0.173	0.206	0.132	0.378	0.029	0.440	0.041	0.934	0.041	0.363	0.447	0.050	0.040	0.022	0	0.076	0.062	0.029	0.301	0.310	0.315
DI11	0.095	0.083	0.230	0.086	0.143	0.035	0.256	0.130	0.196	0.206	0.155	0.302	0.073	0.365	0.072	0.860	0.086	0.289	0.373	0.103	0.110	0.090	0.076	0	0.118	0.103	0.230	0.240	0.246
DI12	0.063	0.066	0.320	0.075	0.135	0.138	0.256	0.100	0.185	0.221	0.155	0.405	0.080	0.465	0.087	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.074	0.071	0.062	0.118	0	0.044	0.318	0.323	0.327
DI13	0.020	0.027	0.325	0.036	0.116	0.035	0.246	0.073	0.171	0.210	0.139	0.403	0.048	0.465	0.058	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.032	0.030	0.029	0.103	0.044	0	0.324	0.331	0.335
C2	0.322	0.310	0.009	0.313	0.337	0.347	0.393	0.346	0.368	0.341	0.304	0.101	0.299	0.159	0.294	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.337	0.317	0.301	0.230	0.318	0.324	0	0.033	0.049
C4	0.330	0.318	0.026	0.320	0.336	0.355	0.382	0.349	0.363	0.332	0.302	0.114	0.306	0.174	0.300	0.647	0.314	0.118	0.180	0.330	0.344	0.325	0.310	0.240	0.323	0.331	0.033	0	0.016
C5	0.335	0.323	0.042	0.325	0.336	0.360	0.378	0.351	0.362	0.329	0.301	0.123	0.310	0.183	0.304	0.650	0.318	0.131	0.189	0.334	0.349	0.329	0.315	0.246	0.327	0.335	0.049	0.016	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่เราได้นำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ DI7,DI9,DI10 (รอบที่ 8)

ผลิตภัณฑ์	DI7, DI9, DI10	DI2, DI3, DI6	C1, C3	TR1, TR7, TR2	TR5, DI5	TR3	TR4	TR6	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI4	DI8	DI11	DI12	DI13	C2	C4	C5
DI7, DI9, DI10	0	0.008	0.311	0.010	0.102	0.027	0.233	0.060	0.159	0.195	0.123	0.385	0.024	0.448	0.035	0.942	0.028	0.371	0.455	0.032	0.021	0.010	0.083	0.066	0.027	0.310	0.318	0.323
DI2, DI3, DI6	0.008	0	0.322	0.010	0.099	0.017	0.231	0.055	0.156	0.195	0.124	0.134	0.030	0.459	0.040	0.954	0.031	0.383	0.467	0.029	0.012	0.021	0.095	0.063	0.020	0.322	0.330	0.335
C1, C3	0.311	0.322	0	0.313	0.335	0.075	0.388	0.345	0.365	0.337	0.301	0.099	0.299	0.160	0.294	0.643	0.308	0.096	0.167	0.325	0.337	0.302	0.230	0.320	0.325	0.009	0.026	0.042
TR1, TR2, TR7	0.010	0.010	0.313	0	0.040	0.019	0.168	0.012	0.091	0.139	0.079	0.387	0.016	0.451	0.026	0.946	0.019	0.375	0.459	0.022	0.020	0.026	0.086	0.075	0.036	0.313	0.320	0.325
TR5, DI5	0.102	0.099	0.335	0.040	0	0.110	0.124	0.051	0.050	0.092	0.042	0.408	0.091	0.479	0.081	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.099	0.116	0.143	0.135	0.116	0.337	0.336	0.336
TR3	0.027	0.017	0.075	0.019	0.110	0	0.244	0.064	0.167	0.204	0.138	0.073	0.421	0.049	0.487	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.025	0.032	0.035	0.138	0.035	0.347	0.355	0.360
TR4	0.233	0.231	0.388	0.168	0.124	0.244	0	0.180	0.077	0.054	0.121	0.455	0.220	0.530	0.209	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.230	0.246	0.256	0.256	0.246	0.393	0.382	0.378
TR6	0.060	0.055	0.345	0.012	0.051	0.064	0.180	0	0.103	0.150	0.087	0.420	0.060	0.487	0.057	0.981	0.045	0.412	0.496	0.030	0.051	0.079	0.130	0.100	0.073	0.346	0.349	0.351
TR8	0.159	0.156	0.365	0.091	0.050	0.167	0.077	0.103	0	0.062	0.067	0.437	0.148	0.510	0.139	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.154	0.173	0.196	0.185	0.171	0.368	0.363	0.362
TR9	0.195	0.195	0.337	0.139	0.092	0.204	0.054	0.150	0.062	0	0.075	0.404	0.179	0.479	0.167	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.196	0.206	0.206	0.221	0.210	0.341	0.332	0.329
TR10	0.123	0.124	0.301	0.079	0.042	0.138	0.121	0.087	0.067	0.075	0	0.374	0.105	0.446	0.093	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.127	0.132	0.135	0.155	0.139	0.304	0.302	0.301
TR11	0.385	0.134	0.099	0.387	0.408	0.073	0.455	0.420	0.437	0.404	0.374	0	0.373	0.075	0.368	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.412	0.378	0.302	0.405	0.403	0.101	0.114	0.123
TR12	0.024	0.030	0.299	0.016	0.091	0.421	0.220	0.060	0.148	0.179	0.105	0.373	0	0.437	0.013	0.932	0.015	0.361	0.445	0.031	0.040	0.029	0.073	0.080	0.048	0.299	0.306	0.310
TR13	0.448	0.459	0.160	0.451	0.479	0.049	0.530	0.487	0.510	0.479	0.446	0.075	0.437	0	0.434	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.475	0.440	0.365	0.465	0.465	0.159	0.174	0.183
TR14	0.035	0.040	0.294	0.026	0.081	0.487	0.209	0.057	0.139	0.167	0.093	0.368	0.013	0.434	0	0.928	0.014	0.358	0.442	0.032	0.050	0.041	0.072	0.087	0.058	0.294	0.300	0.304
TR15	0.942	0.954	0.643	0.946	0.969	0.053	1.000	0.981	0.994	0.954	0.933	0.561	0.932	0.495	0.928	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.970	0.934	0.860	0.957	0.959	0.643	0.647	0.650
TR16	0.028	0.031	0.308	0.019	0.077	0.981	0.207	0.045	0.134	0.168	0.095	0.382	0.015	0.448	0.014	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.038	0.041	0.086	0.083	0.051	0.308	0.314	0.318
TR17	0.371	0.383	0.096	0.375	0.407	0.039	0.466	0.412	0.441	0.414	0.375	0.048	0.361	0.078	0.358	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.399	0.363	0.289	0.388	0.388	0.094	0.118	0.131
TR18	0.455	0.467	0.167	0.459	0.488	0.409	0.540	0.496	0.520	0.489	0.455	0.087	0.445	0.014	0.442	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.483	0.447	0.373	0.471	0.472	0.165	0.180	0.189
DI1	0.032	0.029	0.325	0.022	0.070	0.495	0.202	0.030	0.127	0.166	0.096	0.399	0.031	0.465	0.032	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.030	0.050	0.103	0.084	0.051	0.325	0.330	0.334
DI4	0.021	0.012	0.337	0.020	0.099	0.025	0.230	0.051	0.154	0.196	0.127	0.412	0.040	0.475	0.050	0.970	0.038	0.399	0.483	0.030	0	0.040	0.110	0.074	0.032	0.337	0.344	0.349
DI8	0.010	0.021	0.302	0.026	0.116	0.032	0.246	0.079	0.173	0.206	0.132	0.378	0.029	0.440	0.041	0.934	0.041	0.363	0.447	0.050	0.040	0	0.076	0.062	0.029	0.301	0.310	0.315
DI11	0.083	0.095	0.230	0.086	0.143	0.035	0.256	0.130	0.196	0.206	0.135	0.302	0.073	0.365	0.072	0.860	0.086	0.289	0.373	0.103	0.110	0.076	0	0.118	0.103	0.230	0.240	0.246
DI12	0.066	0.063	0.320	0.075	0.135	0.138	0.256	0.100	0.185	0.221	0.155	0.405	0.080	0.465	0.087	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.074	0.062	0.118	0	0.044	0.318	0.323	0.327
DI13	0.027	0.020	0.325	0.036	0.116	0.035	0.246	0.073	0.171	0.210	0.139	0.403	0.048	0.465	0.058	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.032	0.029	0.103	0.044	0	0.324	0.331	0.335
C2	0.310	0.322	0.009	0.313	0.337	0.347	0.393	0.346	0.368	0.341	0.304	0.101	0.299	0.159	0.294	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.337	0.301	0.230	0.318	0.324	0	0.033	0.049
C4	0.318	0.330	0.026	0.320	0.336	0.355	0.382	0.349	0.363	0.332	0.302	0.114	0.306	0.174	0.300	0.647	0.314	0.118	0.180	0.330	0.344	0.310	0.240	0.323	0.331	0.033	0	0.016
C5	0.323	0.335	0.042	0.325	0.336	0.360	0.378	0.351	0.362	0.329	0.301	0.123	0.310	0.183	0.304	0.650	0.318	0.131	0.189	0.334	0.349	0.315	0.246	0.327	0.335	0.049	0.016	0

ตารางที่ ข.6 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (DI2, DI3, DI6, DI7, DI9, DI10) (รอบที่ 9)

ผลิตภัณฑ์	DI2, DI3, DI6, DI7, DI9, DI10	C1, C3	TR1, TR7, TR2	TR5, DI5	TR3	TR4	TR6	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI4	DI8	DI11	DI12	DI13	C2	C4	C5
DI2, DI3, DI6, DI7, DI9, DI10	0	0.311	0.010	0.099	0.017	0.231	0.055	0.156	0.195	0.123	0.385	0.024	0.448	0.035	0.942	0.028	0.371	0.455	0.029	0.012	0.010	0.083	0.063	0.020	0.310	0.318	0.323
C1, C3	0.311	0	0.313	0.335	0.075	0.388	0.345	0.365	0.337	0.301	0.099	0.299	0.160	0.294	0.643	0.308	0.096	0.167	0.325	0.337	0.302	0.230	0.320	0.325	0.009	0.026	0.042
TR1, TR2, TR7	0.010	0.313	0	0.040	0.019	0.168	0.012	0.091	0.139	0.079	0.387	0.016	0.451	0.026	0.946	0.019	0.375	0.459	0.022	0.020	0.026	0.086	0.075	0.036	0.313	0.320	0.325
TR5, DI5	0.099	0.335	0.040	0	0.110	0.124	0.051	0.050	0.092	0.042	0.408	0.091	0.479	0.081	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.099	0.116	0.143	0.135	0.116	0.337	0.336	0.336
TR3	0.017	0.075	0.019	0.110	0	0.244	0.064	0.167	0.204	0.138	0.073	0.421	0.049	0.487	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.025	0.032	0.035	0.138	0.035	0.347	0.355	0.360
TR4	0.231	0.388	0.168	0.124	0.244	0	0.180	0.077	0.054	0.121	0.455	0.220	0.530	0.209	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.230	0.246	0.256	0.256	0.246	0.393	0.382	0.378
TR6	0.055	0.345	0.012	0.051	0.064	0.180	0	0.103	0.150	0.087	0.420	0.060	0.487	0.057	0.981	0.045	0.412	0.496	0.030	0.051	0.079	0.130	0.100	0.073	0.346	0.349	0.351
TR8	0.156	0.365	0.091	0.050	0.167	0.077	0.103	0	0.062	0.067	0.437	0.148	0.510	0.139	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.154	0.173	0.196	0.185	0.171	0.368	0.363	0.362
TR9	0.195	0.337	0.139	0.092	0.204	0.054	0.150	0.062	0	0.075	0.404	0.179	0.479	0.167	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.196	0.206	0.206	0.221	0.210	0.341	0.332	0.329
TR10	0.123	0.301	0.079	0.042	0.138	0.121	0.087	0.067	0.075	0	0.374	0.105	0.446	0.093	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.127	0.132	0.135	0.155	0.139	0.304	0.302	0.301
TR11	0.385	0.099	0.387	0.408	0.073	0.455	0.420	0.437	0.404	0.374	0	0.373	0.075	0.368	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.412	0.378	0.302	0.405	0.403	0.101	0.114	0.123
TR12	0.024	0.299	0.016	0.091	0.421	0.220	0.060	0.148	0.179	0.105	0.373	0	0.437	0.013	0.932	0.015	0.361	0.445	0.031	0.040	0.029	0.073	0.080	0.048	0.299	0.306	0.310
TR13	0.448	0.160	0.451	0.479	0.049	0.530	0.487	0.510	0.479	0.446	0.075	0.437	0	0.434	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.475	0.440	0.365	0.465	0.465	0.159	0.174	0.183
TR14	0.035	0.294	0.026	0.081	0.487	0.209	0.057	0.139	0.167	0.093	0.368	0.013	0.434	0	0.928	0.014	0.358	0.442	0.032	0.050	0.041	0.072	0.087	0.058	0.294	0.300	0.304
TR15	0.942	0.643	0.946	0.969	0.053	1.000	0.981	0.994	0.954	0.933	0.561	0.932	0.495	0.928	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.970	0.934	0.860	0.957	0.959	0.643	0.647	0.650
TR16	0.028	0.308	0.019	0.077	0.981	0.207	0.045	0.134	0.168	0.095	0.382	0.015	0.448	0.014	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.038	0.041	0.086	0.083	0.051	0.308	0.314	0.318
TR17	0.371	0.096	0.375	0.407	0.039	0.466	0.412	0.441	0.414	0.375	0.048	0.361	0.078	0.358	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.399	0.363	0.289	0.388	0.388	0.094	0.118	0.131
TR18	0.455	0.167	0.459	0.488	0.409	0.540	0.496	0.520	0.489	0.455	0.087	0.445	0.014	0.442	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.483	0.447	0.373	0.471	0.472	0.165	0.180	0.189
DI1	0.029	0.325	0.022	0.070	0.495	0.202	0.030	0.127	0.166	0.096	0.399	0.031	0.465	0.032	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.030	0.050	0.103	0.084	0.051	0.325	0.330	0.334
DI4	0.012	0.337	0.020	0.099	0.025	0.230	0.051	0.154	0.196	0.127	0.412	0.040	0.475	0.050	0.970	0.038	0.399	0.483	0.030	0	0.040	0.110	0.074	0.032	0.337	0.344	0.349
DI8	0.010	0.302	0.026	0.116	0.032	0.246	0.079	0.173	0.206	0.132	0.378	0.029	0.440	0.041	0.934	0.041	0.363	0.447	0.050	0.040	0	0.076	0.062	0.029	0.301	0.310	0.315
DI11	0.083	0.230	0.086	0.143	0.035	0.256	0.130	0.196	0.206	0.135	0.302	0.073	0.365	0.072	0.860	0.086	0.289	0.373	0.103	0.110	0.076	0	0.118	0.103	0.230	0.240	0.246
DI12	0.063	0.320	0.075	0.135	0.138	0.256	0.100	0.185	0.221	0.155	0.405	0.080	0.465	0.087	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.074	0.062	0.118	0	0.044	0.318	0.323	0.327
DI13	0.020	0.325	0.036	0.116	0.035	0.246	0.073	0.171	0.210	0.139	0.403	0.048	0.465	0.058	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.032	0.029	0.103	0.044	0	0.324	0.331	0.335
C2	0.310	0.009	0.313	0.337	0.347	0.393	0.346	0.368	0.341	0.304	0.101	0.299	0.159	0.294	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.337	0.301	0.230	0.318	0.324	0	0.033	0.049
C4	0.318	0.026	0.320	0.336	0.355	0.382	0.349	0.363	0.332	0.302	0.114	0.306	0.174	0.300	0.647	0.314	0.118	0.180	0.330	0.344	0.310	0.240	0.323	0.331	0.033	0	0.016
C5	0.323	0.042	0.325	0.336	0.360	0.378	0.351	0.362	0.329	0.301	0.123	0.310	0.183	0.304	0.650	0.318	0.131	0.189	0.334	0.349	0.315	0.246	0.327	0.335	0.049	0.016	0

รอบที่ 10 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลลัพธ์จากตารางที่ ข.6

รอบที่ 10 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์ (C1,C3) และ C2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.009

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C1, C3), C2\} = 0.009$$

รอบที่ 10 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลลัพธ์ (C1,C3) และ C2 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.009 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลลัพธ์ (C1,C3) และ C2 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 10 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (C1, C2, C3) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{matrix} \{C1, C2, C3\}, \\ \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI9, DI10\} \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(C1, DI2), a(C1, DI3), \\ a(C1, DI6), a(C1, DI7), \\ a(C1, DI9), a(C1, DI10), \\ a(C2, DI2), a(C2, DI3), \\ a(C2, DI6), a(C2, DI7), \\ a(C2, DI9), a(C2, DI10), \\ a(C3, DI2), a(C3, DI3), \\ a(C3, DI6), a(C3, DI7), \\ a(C3, DI9), a(C3, DI10) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.310$$

$$D \left(\begin{matrix} \{C1, C2, C3\}, \\ \{TR1, TR2, TR7\} \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(C1, TR1), a(C1, TR2), \\ a(C1, TR7), a(C2, TR1), \\ a(C2, TR2), a(C2, TR7), \\ a(C3, TR1), a(C3, TR2), \\ a(C3, TR7) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.313$$

$$D \left(\begin{matrix} \{C1, C2, C3\}, \\ \{TR5, DI5\} \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(C1, TR5), a(C1, DI5), \\ a(C2, TR5), a(C2, DI5), \\ a(C3, TR5), a(C3, DI5) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.335$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{C1, C2, C3\}, TR3) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, TR3), a(C2, TR3), \\ a(C3, TR3) \end{array} \right\}$$

$$= 0.75$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, TR4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, TR4), a(C2, TR4), \\ a(C3, TR4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.388$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, TR6) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, TR6), a(C2, TR6), \\ a(C3, TR6) \end{array} \right\}$$

$$= 0.345$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, TR8) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, TR8), a(C2, TR8), \\ a(C3, TR8) \end{array} \right\}$$

$$= 0.365$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, TR9) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, TR9), a(C2, TR9), \\ a(C3, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.337$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, TR10) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, TR10), a(C2, TR10), \\ a(C3, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.301$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, TR11) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, TR11), a(C2, TR11), \\ a(C3, TR11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.099$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, TR12) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, TR12), a(C2, TR12), \\ a(C3, TR12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.299$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, TR13) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, TR13), a(C2, TR13), \\ a(C3, TR13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.159$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, TR14) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, TR14), a(C2, TR14), \\ a(C3, TR14) \end{array} \right\}$$

$$= 0.294$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{C1, C2, C3\}, TR15) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, TR15), a(C2, TR15), \\ a(C3, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.643$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, TR16) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, TR16), a(C2, TR16), \\ a(C3, TR16) \end{array} \right\}$$

$$= 0.308$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, TR17) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, TR17), a(C2, TR17), \\ a(C3, TR17) \end{array} \right\}$$

$$= 0.094$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, TR18) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, TR18), a(C2, TR18), \\ a(C3, TR18) \end{array} \right\}$$

$$= 0.165$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, DI1) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, DI1), a(C2, DI1), \\ a(C3, DI1) \end{array} \right\}$$

$$= 0.325$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, DI4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, DI4), a(C2, DI4), \\ a(C3, DI4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.337$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, DI8) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, DI8), a(C2, DI8), \\ a(C3, DI8) \end{array} \right\}$$

$$= 0.301$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, DI11) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, DI11), a(C2, DI11), \\ a(C3, DI11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.230$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, DI12) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, DI12), a(C2, DI12), \\ a(C3, DI12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.318$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, DI13) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(C1, DI13), a(C2, DI13), \\ a(C3, DI13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.324$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D(\{C1, C2, C3\}, C4) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(C1, C4), a(C2, C4), \\ a(C3, C4) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.026$$

$$D(\{C1, C2, C3\}, C5) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(C1, C5), a(C2, C5), \\ a(C3, C5) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.042$$

รอบที่ 10 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (C1,C2,C3) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 10 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (C1,C2,C3) (รอบที่ 10) ดังตารางที่ ข.7 จากนั้นคำนวณรอบที่ 11 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (C1,C2,C3) (รอบที่ 10)

ผลิตภัณฑ์	C1, C2, C3	DI2, DI3, DI6, DI7, DI9, DI10	TR1, TR7, TR2	TR5, DI5	TR3	TR4	TR6	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI4	DI8	DI11	DI12	DI13	C4	C5
C1, C2, C3	0	0.310	0.313	0.335	0.075	0.388	0.345	0.365	0.337	0.301	0.099	0.299	0.159	0.294	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.337	0.301	0.230	0.318	0.324	0.026	0.042
DI2, DI3, DI6, DI7, DI9, DI10	0.310	0	0.010	0.099	0.017	0.231	0.055	0.156	0.195	0.123	0.385	0.024	0.448	0.035	0.942	0.028	0.371	0.455	0.029	0.012	0.010	0.083	0.063	0.020	0.318	0.323
TR1, TR2, TR7	0.313	0.010	0	0.040	0.019	0.168	0.012	0.091	0.139	0.079	0.387	0.016	0.451	0.026	0.946	0.019	0.375	0.459	0.022	0.020	0.026	0.086	0.075	0.036	0.320	0.325
TR5, DI5	0.335	0.099	0.040	0	0.110	0.124	0.051	0.050	0.092	0.042	0.408	0.091	0.479	0.081	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.099	0.116	0.143	0.135	0.116	0.336	0.336
TR3	0.075	0.017	0.019	0.110	0	0.244	0.064	0.167	0.204	0.138	0.073	0.421	0.049	0.487	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.025	0.032	0.035	0.138	0.035	0.355	0.360
TR4	0.388	0.231	0.168	0.124	0.244	0	0.180	0.077	0.054	0.121	0.455	0.220	0.530	0.209	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.230	0.246	0.256	0.256	0.246	0.382	0.378
TR6	0.345	0.055	0.012	0.051	0.064	0.180	0	0.103	0.150	0.087	0.420	0.060	0.487	0.057	0.981	0.045	0.412	0.496	0.030	0.051	0.079	0.130	0.100	0.073	0.349	0.351
TR8	0.365	0.156	0.091	0.050	0.167	0.077	0.103	0	0.062	0.067	0.437	0.148	0.510	0.139	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.154	0.173	0.196	0.185	0.171	0.363	0.362
TR9	0.337	0.195	0.139	0.092	0.204	0.054	0.150	0.062	0	0.075	0.404	0.179	0.479	0.167	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.196	0.206	0.206	0.221	0.210	0.332	0.329
TR10	0.301	0.123	0.079	0.042	0.138	0.121	0.087	0.067	0.075	0	0.374	0.105	0.446	0.093	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.127	0.132	0.135	0.155	0.139	0.302	0.301
TR11	0.099	0.385	0.387	0.408	0.073	0.455	0.420	0.437	0.404	0.374	0	0.373	0.075	0.368	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.412	0.378	0.302	0.405	0.403	0.114	0.123
TR12	0.299	0.024	0.016	0.091	0.421	0.220	0.060	0.148	0.179	0.105	0.373	0	0.437	0.013	0.932	0.015	0.361	0.445	0.031	0.040	0.029	0.073	0.080	0.048	0.306	0.310
TR13	0.159	0.448	0.451	0.479	0.049	0.530	0.487	0.510	0.479	0.446	0.075	0.437	0	0.434	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.475	0.440	0.365	0.465	0.465	0.174	0.183
TR14	0.294	0.035	0.026	0.081	0.487	0.209	0.057	0.139	0.167	0.093	0.368	0.013	0.434	0	0.928	0.014	0.358	0.442	0.032	0.050	0.041	0.072	0.087	0.058	0.300	0.304
TR15	0.643	0.942	0.946	0.969	0.053	1.000	0.981	0.994	0.954	0.933	0.561	0.932	0.495	0.928	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.970	0.934	0.860	0.957	0.959	0.647	0.650
TR16	0.308	0.028	0.019	0.077	0.981	0.207	0.045	0.134	0.168	0.095	0.382	0.015	0.448	0.014	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.038	0.041	0.086	0.083	0.051	0.314	0.318
TR17	0.094	0.371	0.375	0.407	0.039	0.466	0.412	0.441	0.414	0.375	0.048	0.361	0.078	0.358	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.399	0.363	0.289	0.388	0.388	0.118	0.131
TR18	0.165	0.455	0.459	0.488	0.409	0.540	0.496	0.520	0.489	0.455	0.087	0.445	0.014	0.442	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.483	0.447	0.373	0.471	0.472	0.180	0.189
DI1	0.325	0.029	0.022	0.070	0.495	0.202	0.030	0.127	0.166	0.096	0.399	0.031	0.465	0.032	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.030	0.050	0.103	0.084	0.051	0.330	0.334
DI4	0.337	0.012	0.020	0.099	0.025	0.230	0.051	0.154	0.196	0.127	0.412	0.040	0.475	0.050	0.970	0.038	0.399	0.483	0.030	0	0.040	0.110	0.074	0.032	0.344	0.349
DI8	0.301	0.010	0.026	0.116	0.032	0.246	0.079	0.173	0.206	0.132	0.378	0.029	0.440	0.041	0.934	0.041	0.363	0.447	0.050	0.040	0	0.076	0.062	0.029	0.310	0.315
DI11	0.230	0.083	0.086	0.143	0.035	0.256	0.130	0.196	0.206	0.135	0.302	0.073	0.365	0.072	0.860	0.086	0.289	0.373	0.103	0.110	0.076	0	0.118	0.103	0.240	0.246
DI12	0.318	0.063	0.075	0.135	0.138	0.256	0.100	0.185	0.221	0.155	0.405	0.080	0.465	0.087	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.074	0.062	0.118	0	0.044	0.323	0.327
DI13	0.324	0.020	0.036	0.116	0.035	0.246	0.073	0.171	0.210	0.139	0.403	0.048	0.465	0.058	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.032	0.029	0.103	0.044	0	0.331	0.335
C4	0.026	0.318	0.320	0.336	0.355	0.382	0.349	0.363	0.332	0.302	0.114	0.306	0.174	0.300	0.647	0.314	0.118	0.180	0.330	0.344	0.310	0.240	0.323	0.331	0	0.016
C5	0.042	0.323	0.325	0.336	0.360	0.378	0.351	0.362	0.329	0.301	0.123	0.310	0.183	0.304	0.650	0.318	0.131	0.189	0.334	0.349	0.315	0.246	0.327	0.335	0.016	0

รอบที่ 11 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลลัพธ์จากตารางที่ ข.7

รอบที่ 11 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์ (C1,C3) และ DI8 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.010

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{ a(DI2, DI3, DI6, DI7, DI9, DI10), DI8 \} = 0.010$$

รอบที่ 11 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลลัพธ์ (DI2, DI3, DI6, DI7, DI9, DI10) และ DI8 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.010 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลลัพธ์ (DI2, DI3, DI6, DI7, DI9, DI10) และ DI8 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 11 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ \{C1, C2, C3\} \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, C1), a(DI2, C2), \\ a(DI3, C1), a(DI3, C2), \\ a(DI6, C1), a(DI6, C2), \\ a(DI7, C1), a(DI7, C2), \\ a(DI8, C1), a(DI8, C2), \\ a(DI9, C1), a(DI9, C2), \\ a(DI10, C1), a(DI10, C2), \\ a(DI2, C3), a(DI3, C3), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C3) \end{array} \right\} = 0.301$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ \{TR1, TR2, TR7\} \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR1), a(DI2, TR2), \\ a(DI3, TR1), a(DI3, TR2), \\ a(DI6, TR1), a(DI6, TR2), \\ a(DI7, TR1), a(DI7, TR2), \\ a(DI8, TR1), a(DI8, TR2), \\ a(DI9, TR1), a(DI9, TR2), \\ a(DI10, TR1), a(DI10, TR2), \\ a(DI2, TR7), a(DI3, TR7), \\ a(DI6, TR7), a(DI7, TR7), \\ a(DI8, TR7), a(DI9, TR7), \\ a(DI10, TR7), \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.010$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ \{TR5, DI5\} \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR5), a(DI2, DI5), \\ a(DI3, TR5), a(DI3, DI5), \\ a(DI6, TR5), a(DI6, DI5), \\ a(DI7, TR5), a(DI7, DI5), \\ a(DI8, TR5), a(DI8, DI5), \\ a(DI9, TR5), a(DI9, DI5), \\ a(DI10, TR5), a(DI10, DI5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.099$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR3 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR3), a(DI3, TR3), \\ a(DI6, TR3), a(DI7, TR3), \\ a(DI9, TR3), a(DI10, TR3), \\ a(DI8, TR3) \end{array} \right\}$$

$$= 0.017$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI9, TR4), a(DI10, TR4), \\ a(DI8, TR4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.017$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR6 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR6), a(DI3, TR6), \\ a(DI6, TR6), a(DI7, TR6), \\ a(DI9, TR6), a(DI10, TR6), \\ a(DI8, TR6) \end{array} \right\}$$

$$= 0.079$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR8 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR8), a(DI3, TR8), \\ a(DI6, TR8), a(DI7, TR8), \\ a(DI9, TR8), a(DI10, TR8), \\ a(DI8, TR8) \end{array} \right\}$$

$$= 0.156$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI9, TR9), a(DI10, TR9), \\ a(DI8, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.092$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR10 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR10), a(DI3, TR10), \\ a(DI6, TR10), a(DI7, TR10), \\ a(DI9, TR10), a(DI10, TR10), \\ a(DI8, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.132$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI9, TR11), a(DI10, TR11), \\ a(DI8, TR11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.123$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR3 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR3), a(DI3, TR3), \\ a(DI6, TR3), a(DI7, TR3), \\ a(DI9, TR3), a(DI10, TR3), \\ a(DI8, TR3) \end{array} \right\}$$

$$= 0.017$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR12 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR12), a(DI3, TR12), \\ a(DI6, TR12), a(DI7, TR12), \\ a(DI9, TR12), a(DI10, TR12), \\ a(DI8, TR12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.029$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR13 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR13), a(DI3, TR13), \\ a(DI6, TR13), a(DI7, TR13), \\ a(DI9, TR13), a(DI10, TR13), \\ a(DI8, TR13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.024$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR14 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR14), a(DI3, TR14), \\ a(DI6, TR14), a(DI7, TR14), \\ a(DI9, TR14), a(DI10, TR14), \\ a(DI8, TR14) \end{array} \right\}$$

$$= 0.041$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR15 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI9, TR15), a(DI10, TR15), \\ a(DI8, TR15) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.035$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR16 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR16), a(DI3, TR16), \\ a(DI6, TR16), a(DI7, TR16), \\ a(DI9, TR16), a(DI10, TR16), \\ a(DI8, TR16) \end{array} \right\}$$

$$= 0.041$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR17 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR17), a(DI3, TR17), \\ a(DI6, TR17), a(DI7, TR17), \\ a(DI9, TR17), a(DI10, TR17), \\ a(DI8, TR17) \end{array} \right\}$$

$$= 0.028$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR18 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR18), a(DI3, TR18), \\ a(DI6, TR18), a(DI7, TR18), \\ a(DI9, TR18), a(DI10, TR18), \\ a(DI8, TR18) \end{array} \right\}$$

$$= 0.371$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ D1 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, D1), a(DI3, D1), \\ a(DI6, D1), a(DI7, D1), \\ a(DI9, D1), a(DI10, D1), \\ a(DI8, D1) \end{array} \right\}$$

$$= 0.050$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ D4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, D4), a(DI3, D4), \\ a(DI6, D4), a(DI7, D4), \\ a(DI9, D4), a(DI10, D4), \\ a(DI8, D4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.012$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ D11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, D11), a(DI3, D11), \\ a(DI6, D11), a(DI7, D11), \\ a(DI9, D11), a(DI10, D11), \\ a(DI8, D11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.079$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ D12 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, D12), a(DI3, D12), \\ a(DI6, D12), a(DI7, D12), \\ a(DI9, D12), a(DI10, D12), \\ a(DI8, D1) \end{array} \right\}$$

$$= 0.062$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ D13 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, D13), a(DI3, D13), \\ a(DI6, D13), a(DI7, D13), \\ a(DI9, D13), a(DI10, D13), \\ \square(DI8, D13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.020$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ C4 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, C4), a(DI3, C4), \\ a(DI6, C4), a(DI7, C4), \\ a(DI9, C4), a(DI10, C4), \\ a(DI8, C4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.310$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ C5 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, C5), a(DI3, C5), \\ a(DI6, C5), a(DI7, C5), \\ a(DI9, C5), a(DI10, C5), \\ a(DI8, C5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.315$$

รอบที่ 11 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 11 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) (รอบที่ 11) ดังตารางที่ ข.8 จากนั้นคำนวณรอบที่ 12 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

รอบที่ 12 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากตารางที่ ข.8

รอบที่ 12 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ (DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ (TR1, TR2, TR7) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.010

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ a(TR1, TR2, TR7), (DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) \right\} = 0.010$$

รอบที่ 12 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR7) และ (DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.010 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR7) และ (DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 12 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, C1, C2, C3 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, C1), a(DI2, C2), \\ a(DI2, C3), a(DI3, C1), \\ a(DI3, C2), a(DI3, C3), \\ a(DI6, C1), a(DI6, C2), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C1), \\ a(DI7, C2), a(DI7, C3), \\ a(DI8, C1), a(DI8, C2), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C1), \\ a(DI9, C2), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C1), a(DI10, C2), \\ a(TR1, C1), a(TR1, C2), \\ a(TR1, C3), a(TR2, C1), \\ a(TR2, C2), a(TR2, C3), \\ a(TR7, C1), a(TR7, C2), \\ a(TR7, C3) \end{array} \right\} = 0.301$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR5, DI5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} \square(DI2, TR5), a(DI2, DI5), \\ a(DI3, TR5), a(DI3, DI5), \\ a(DI6, TR5), a(DI6, DI5), \\ a(DI7, TR5), a(DI7, DI5), \\ a(DI8, TR5), a(DI8, DI5), \\ a(DI9, TR5), a(DI9, DI5), \\ a(DI10, TR5), a(DI10, DI5), \\ a(TR1, TR5), \square(TR1, DI5), \\ a(TR2, TR5), a(TR2, DI5), \\ a(TR3, TR5), a(TR3, DI5), \end{array} \right\}$$

$$= 0.040$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR3 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR3), a(DI3, TR3), \\ a(DI6, TR3), a(DI7, TR3), \\ a(DI8, TR3), a(DI9, TR3), \\ a(DI10, TR3), a(TR1, TR3), \\ a(TR2, TR3), a(TR7, TR3) \end{array} \right\}$$

$$= 0.017$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(TR1, TR4), \\ a(TR2, TR4), a(TR7, TR4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.168$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR6 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR6), a(DI3, TR6), \\ a(DI6, TR6), a(DI7, TR6), \\ a(DI8, TR6), a(DI9, TR6), \\ a(DI10, TR6), a(TR1, TR6), \\ a(TR2, TR6), a(TR7, TR6) \end{array} \right\}$$

$$= 0.012$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR8 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR8), a(DI3, TR8), \\ a(DI6, TR8), a(DI7, TR8), \\ a(DI8, TR8), a(DI9, TR8), \\ a(DI10, TR8), a(TR1, \square TR8), \\ a(TR2, TR8), a(TR7, TR8) \end{array} \right\}$$

$$= 0.091$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, \square R9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.139$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR10 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR10), a(DI3, TR10), \\ a(DI6, TR10), a(DI7, TR10), \\ a(DI8, TR10), a(DI9, TR10), \\ a(DI10, TR10), a(TR1, TR10), \\ a(TR2, TR10), a(TR7, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.079$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI8, TR11), a(DI9, TR11), \\ a(DI10, TR11), a(TR1, TR11), \\ a(TR2, TR11), a(TR7, TR11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.378$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, \square I6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR12 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR12), a(DI3, TR12), \\ a(DI6, TR12), a(DI7, TR12), \\ a(DI8, TR12), a(DI9, TR12), \\ a(DI10, TR12), a(TR1, TR12), \\ a(TR2, TR12), a(TR7, TR12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.016$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR13 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR13), a(DI3, TR13), \\ a(DI6, TR13), a(DI7, TR13), \\ a(DI8, TR13), a(DI9, TR13), \\ a(DI10, TR13), a(TR1, TR13), \\ a(TR2, TR13), a(TR7, TR13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.440$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR14 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR14), a(DI3, TR14), \\ a(DI6, TR14), a(DI7, TR14), \\ a(DI8, TR14), a(DI9, TR14), \\ a(DI10, TR14), a(TR1, TR14), \\ a(TR2, TR14), a(TR7, TR14) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.026$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR15 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.934$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR16 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR16), a(DI3, TR16), \\ a(DI6, TR16), a(DI7, TR16), \\ a(DI8, TR16), a(DI9, TR16), \\ a(DI10, TR16), a(TR1, TR16), \\ a(TR2, TR16), a(TR7, TR16) \end{array} \right\}$$

$$= 0.019$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR17 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR17), a(DI3, TR17), \\ a(DI6, TR17), a(DI7, TR17), \\ a(DI8, TR17), a(DI9, TR17), \\ a(DI10, TR17), a(TR1, TR17), \\ a(TR2, TR17), a(TR7, TR17) \end{array} \right\}$$

$$= 0.363$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, TR18 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR18), a(DI3, TR18), \\ a(DI6, TR18), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR18), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR18), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR18), a(TR7, TR18) \end{array} \right\}$$

$$= 0.447$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, DI1 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI1), a(DI3, DI1), \\ a(DI6, DI1), a(DI7, DI1), \\ a(DI8, DI1), a(DI9, DI1), \\ a(DI10, DI1), a(TR1, DI1), \\ a(TR2, DI1), a(TR7, DI1) \end{array} \right\}$$

$$= 0.022$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, DI4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI4), a(DI3, DI4), \\ a(DI6, DI4), a(DI7, DI4), \\ a(DI8, DI4), a(DI9, DI4), \\ a(DI10, DI4), a(TR1, DI4), \\ a(TR2, DI4), a(TR7, DI4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.012$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, DI11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI11), a(DI3, DI11), \\ a(DI6, DI11), a(DI7, DI11), \\ a(DI8, DI11), a(DI9, DI11), \\ a(DI10, DI11), a(TR1, DI11), \\ a(TR2, DI11), a(TR7, DI11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.076$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, DI12 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI12), a(DI3, DI12), \\ a(DI6, DI12), a(DI7, DI12), \\ a(DI8, DI12), a(DI9, DI12), \\ a(DI10, DI12), a(TR1, DI12), \\ a(TR2, DI12), a(TR7, DI12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.062$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, DI13 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI13), a(DI3, DI13), \\ a(DI6, DI13), a(DI7, DI13), \\ a(DI8, DI13), a(DI9, DI13), \\ a(DI10, DI13), a(TR1, DI13), \\ a(TR2, DI13), a(TR7, DI13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.020$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, C4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, C4), a(DI3, C4), \\ a(DI6, C4), a(DI7, C4), \\ a(DI8, C4), a(DI9, C4), \\ a(DI10, C4), a(TR1, C4), \\ a(TR2, C4), a(TR7, C4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.302$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{DI2, DI3, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10, \\ TR1, TR2, TR7\}, C5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, C5), a(DI3, C5), \\ a(DI6, C5), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C5), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C5), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C5), a(TR7, C5) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.301$$

รอบที่ 12 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1,TR2,TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 12 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1,TR2,TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) (รอบที่ 12) ดังตารางที่ ข.9 จากนั้นคำนวณรอบที่ 13 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

รอบที่ 13 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากตารางที่ ข.9

รอบที่ 13 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1,TR2,TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ TR6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.012

$$\min_{x \in c_i \neq y \in c_j} \{a(TR1, TR2, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10), (TR6)\} = 0.012$$

รอบที่ 13 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1,TR2,TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ TR6 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.012 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1,TR2,TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ TR6 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 13 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, DI2, \\ DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10\}, C1, C2, C3 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in \square_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, C1), a(DI2, C2), \\ a(DI2, C3), a(DI3, C1), \\ a(DI3, C2), a(DI3, C3), \\ a(DI6, C1), a(DI6, C2), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C1), \\ a(DI7, C2), a(DI7, C3), \\ a(DI8, C1), a(DI8, C2), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C1), \\ \square(DI9, C2), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C1), a(DI10, C2), \\ a(TR1, C1), a(TR1, C2), \\ a(TR1, C3), a(TR2, C1), \\ a(TR2, C2), a(TR2, C3), \\ a(TR7, C1), a(TR7, C2), \\ a(TR7, C3), a(TR6, C1), \\ a(TR6, C2), a(TR6, C3) \end{array} \right\}$$

$$= 0.301$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR5, DI5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR5), a(DI2, DI5), \\ a(DI3, TR5), a(DI3, DI5), \\ a(DI6, TR5), a(DI6, DI5), \\ a(DI7, TR5), a(DI7, DI5), \\ a(DI8, TR5), a(DI8, DI5), \\ a(DI9, TR5), a(DI9, DI5), \\ a(DI10, TR5), a(DI10, DI5), \\ a(TR1, TR5), a(TR1, DI5), \\ a(TR2, TR5), a(TR2, DI5), \\ a(TR3, TR5), a(TR3, DI5), \\ a(TR6, TR5), a(TR6, DI5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.040$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR3 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR3), a(DI3, TR3), \\ a(DI6, TR3), a(DI7, TR3), \\ a(DI8, TR3), a(DI9, TR3), \\ a(DI10, TR3), a(TR1, TR3), \\ a(TR2, TR3), a(TR7, TR3), \\ a(TR6, TR3) \end{array} \right\}$$

$$= 0.017$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(TR1, TR4), \\ a(TR2, TR4), a(TR7, TR4), \\ a(TR6, TR4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.168$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR8 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR8), a(DI3, TR8), \\ a(DI6, TR8), a(DI7, TR8), \\ a(DI8, TR8), a(DI9, TR8), \\ a(DI10, TR8), a(TR1, TR8), \\ a(TR2, TR8), a(TR7, TR8), \\ a(TR6, TR8) \end{array} \right\}$$

$$= 0.091$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.139$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR10 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR10), a(DI3, TR10), \\ a(DI6, TR10), a(DI7, TR10), \\ a(DI8, TR10), a(DI9, TR10), \\ a(DI10, TR10), a(TR1, TR10), \\ a(TR2, TR10), a(TR7, TR10), \\ a(TR6, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.079$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI8, TR11), a(DI9, TR11), \\ a(DI10, TR11), a(TR1, TR11), \\ a(TR2, TR11), a(TR7, TR11), \\ a(TR6, TR11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.378$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR12 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR12), a(DI3, TR12), \\ a(DI6, TR12), a(DI7, TR12), \\ a(DI8, TR12), a(DI9, TR12), \\ a(DI10, TR12), a(TR1, TR12), \\ a(TR2, TR12), a(TR7, TR12), \\ a(TR6, TR12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.016$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR13 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR13), a(DI3, TR13), \\ a(DI6, TR13), a(DI7, TR13), \\ a(DI8, TR13), a(DI9, TR13), \\ a(DI10, TR13), a(TR1, TR13), \\ a(TR2, TR13), a(TR7, TR13), \\ a(TR6, TR13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.440$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR14 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR14), a(DI3, TR14), \\ a(DI6, TR14), a(DI7, TR14), \\ a(DI8, TR14), a(DI9, TR14), \\ a(DI10, TR14), a(TR1, TR14), \\ a(TR2, TR14), a(TR7, TR14), \\ a(TR6, TR14) \end{array} \right\}$$

$$= 0.026$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR15 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15), \\ a(TR6, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.934$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR16 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR16), a(DI3, TR16), \\ a(DI6, TR16), a(DI7, TR16), \\ a(DI8, TR16), a(DI9, TR16), \\ a(DI10, TR16), a(TR1, TR16), \\ a(TR2, TR16), a(TR7, TR16), \\ a(TR6, TR16) \end{array} \right\}$$

$$= 0.019$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR17 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR17), a(DI3, TR17), \\ a(DI6, TR17), a(DI7, TR17), \\ a(DI8, TR17), a(DI9, TR17), \\ a(DI10, TR17), a(TR1, TR17), \\ a(TR2, TR17), a(TR7, TR17), \\ a(TR6, TR17) \end{array} \right\}$$

$$= 0.363$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR18 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR18), a(DI3, TR18), \\ a(DI6, TR18), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR18), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR18), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR18), a(TR7, TR18), \\ a(TR6, TR18) \end{array} \right\}$$

$$= 0.447$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI1 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI1), a(DI3, DI1), \\ a(DI6, DI1), a(DI7, DI1), \\ a(DI8, DI1), a(DI9, DI1), \\ a(DI10, DI1), a(TR1, DI1), \\ a(TR2, DI1), a(TR7, DI1), \\ a(TR6, DI1) \end{array} \right\}$$

$$= 0.022$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI4), a(DI3, DI4), \\ a(DI6, DI4), a(DI7, DI4), \\ a(DI8, DI4), a(DI9, DI4), \\ a(DI10, DI4), a(TR1, DI4), \\ a(TR2, DI4), a(TR7, DI4), \\ a(TR6, DI4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.012$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI11), a(DI3, DI11), \\ a(DI6, DI11), a(DI7, DI11), \\ a(DI8, DI11), a(DI9, DI11), \\ a(DI10, DI11), a(TR1, DI11), \\ a(TR2, DI11), a(TR7, DI11), \\ a(TR6, DI11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.076$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI12 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI12), a(DI3, DI12), \\ a(DI6, DI12), a(DI7, DI12), \\ a(DI8, DI12), a(DI9, DI12), \\ a(DI10, DI12), a(TR1, DI12), \\ a(TR2, DI12), a(TR7, DI12), \\ a(TR6, DI12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.062$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI13 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI13), a(DI3, DI13), \\ a(DI6, DI13), a(DI7, DI13), \\ a(DI8, DI13), a(DI9, DI13), \\ a(DI10, DI13), a(TR1, DI13), \\ a(TR2, DI13), a(TR7, DI13), \\ a(TR6, DI13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.020$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, C4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, C4), a(DI3, C4), \\ a(DI6, C4), a(DI7, C4), \\ a(DI8, C4), a(DI9, C4), \\ a(DI10, C4), a(TR1, C4), \\ a(TR2, C4), a(TR7, C4), \\ a(TR6, C4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.302$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, C5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, C5), a(DI3, C5), \\ a(DI6, C5), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C5), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C5), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C5), a(TR7, C5), \\ a(TR6, C5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.301$$

รอบที่ 13 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 11 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) (รอบที่ 13) ดังตารางที่ ข.10 จากนั้นคำนวณรอบที่ 14 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบที่ 14 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลผลิตจากตารางที่ ข.10

รอบที่ 14 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต (TR1,TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ DI4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.012

$$\min_{x \in C_i \neq y \in C_j} \{a(TR1, TR2, TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10), (DI4)\} = 0.012$$

รอบที่ 14 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลผลิต (TR1,TR2, TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ DI4 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.012 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลผลิต (TR1,TR2, TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ DI4 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 14 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1,TR2, TR6, TR7, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, C1, C2, C3 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, C1), a(DI2, C2), \\ a(DI2, C3), a(DI3, C1), \\ a(DI3, C2), a(DI3, C3), \\ a(DI6, C1), a(DI6, C2), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C1), \\ a(DI7, C2), a(DI7, C3), \\ a(DI8, C1), a(DI8, C2), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C1), \\ a(DI9, C2), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C1), a(DI10, C2), \\ a(TR1, C1), a(TR1, C2), \\ a(TR1, C3), a(TR2, C1), \\ a(TR2, C2), a(TR2, C3), \\ a(TR7, C1), a(TR7, C2), \\ a(TR7, C3), a(TR6, C1), \\ a(TR6, C2), a(TR6, C3), \\ a(DI4, C1), a(DI4, C2), \\ a(DI4, C3) \end{array} \right\}$$

= 0.301

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, \\ TR5, DI5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR5), a(DI2, DI5), \\ a(DI3, TR5), a(DI3, DI5), \\ a(DI6, TR5), a(DI6, DI5), \\ a(DI7, TR5), a(DI7, DI5), \\ a(DI8, TR5), a(DI8, DI5), \\ a(DI9, TR5), a(DI9, DI5), \\ a(DI10, TR5), a(DI10, DI5), \\ a(TR1, TR5), a(TR1, DI5), \\ a(TR2, TR5), a(TR2, DI5), \\ a(TR3, TR5), a(TR3, DI5), \\ a(TR6, TR5), a(TR6, DI5), \\ a(DI4, TR5), a(DI4, DI5), \end{array} \right\}$$

= 0.040

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR3 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR3), a(DI3, TR3), \\ a(DI6, TR3), a(DI7, TR3), \\ a(DI8, TR3), a(DI9, TR3), \\ a(DI10, TR3), a(TR1, TR3), \\ a(TR2, TR3), a(TR7, TR3), \\ a(TR6, TR3), a(DI4, TR3) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.017$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(TR1, TR4), \\ a(TR2, TR4), a(TR7, TR4), \\ a(TR6, TR4), a(DI4, TR4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.168$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, \square R7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR8 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR8), a(DI3, TR8), \\ a(DI6, TR8), a(DI7, TR8), \\ a(DI8, TR8), a(DI9, TR8), \\ a(DI10, TR8), a(TR1, TR8), \\ a(TR2, TR8), a(TR7, TR8), \\ a(TR6, TR8), a(DI4, TR8) \end{array} \right\}$$

$$= 0.091$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9), a(DI4, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.139$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR10 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR10), a(DI3, TR10), \\ a(DI6, TR10), a(DI7, TR10), \\ a(DI8, TR10), a(DI9, TR10), \\ a(DI10, TR10), a(TR1, TR10), \\ a(TR2, TR10), a(TR7, TR10), \\ a(TR6, TR10), a(DI4, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.079$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI8, TR11), a(DI9, TR11), \\ a(DI10, TR11), a(TR1, TR11), \\ a(TR2, TR11), a(TR7, TR11), \\ a(TR6, TR11), a(DI4, TR11) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.378$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR12 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR12), a(DI3, TR12), \\ a(DI6, TR12), a(DI7, TR12), \\ a(DI8, TR12), a(DI9, TR12), \\ a(DI10, TR12), a(TR1, TR12), \\ a(TR2, TR12), a(TR7, TR12), \\ a(TR6, TR12), a(DI4, TR12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.016$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR13 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR13), a(DI3, TR13), \\ a(DI6, TR13), a(DI7, TR13), \\ a(DI8, TR13), a(DI9, TR13), \\ a(DI10, TR13), a(TR1, TR13), \\ a(TR2, TR13), a(TR7, TR13), \\ a(TR6, TR13), a(DI4, TR13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.440$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR14 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR14), a(DI3, TR14), \\ a(DI6, TR14), a(DI7, TR14), \\ a(DI8, TR14), a(DI9, TR14), \\ a(DI10, TR14), a(TR1, TR14), \\ a(TR2, TR14), a(TR7, TR14), \\ a(TR6, TR14), a(DI4, TR14) \end{array} \right\}$$

$$= 0.026$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR15 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15), \\ a(TR6, TR15), a(DI4, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.934$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR16 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR16), a(DI3, TR16), \\ a(DI6, TR16), a(DI7, TR16), \\ a(DI8, TR16), a(DI9, TR16), \\ a(DI10, TR16), a(TR1, TR16), \\ a(TR2, TR16), a(TR7, TR16), \\ a(TR6, TR16), a(DI4, TR16) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.019$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR17 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR17), a(DI3, TR17), \\ a(DI6, TR17), a(DI7, TR17), \\ a(DI8, TR17), a(DI9, TR17), \\ a(DI10, TR17), a(TR1, TR17), \\ a(TR2, TR17), a(TR7, TR17), \\ a(TR6, TR17), a(DI4, TR17) \end{array} \right\}$$

$$= 0.363$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR18 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR18), a(DI3, TR18), \\ a(DI6, TR18), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR18), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR18), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR18), a(TR7, TR18), \\ a(TR6, TR18), a(DI4, TR18) \end{array} \right\}$$

$$= 0.447$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, DI1 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI1), a(DI3, DI1), \\ a(DI6, DI1), a(DI7, DI1), \\ a(DI8, DI1), a(DI9, DI1), \\ a(DI10, DI1), a(TR1, DI1), \\ a(TR2, DI1), a(TR7, DI1), \\ a(TR6, DI1), a(DI4, DI1) \end{array} \right\}$$

$$= 0.022$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, DI11 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI4), a(DI3, DI4), \\ a(DI6, DI4), a(DI7, DI4), \\ a(DI8, DI4), a(DI9, DI4), \\ a(DI10, DI4), a(TR1, DI4), \\ a(TR2, DI4), a(TR7, DI4), \\ a(TR6, DI4), a(DI4, DI11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.076$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, DI12 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI12), a(DI3, DI12), \\ a(DI6, DI12), a(DI7, DI12), \\ a(DI8, DI12), a(DI9, DI12), \\ a(DI10, DI12), a(TR1, DI12), \\ a(TR2, DI12), a(TR7, DI12), \\ a(TR6, DI12), a(DI4, DI12) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.062$$

$$D \left(\begin{matrix} \{TR1, TR2, \square R6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, DI13 \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, DI13), a(DI3, DI13), \\ a(DI6, DI13), a(DI7, DI13), \\ a(DI8, DI13), a(DI9, DI13), \\ a(DI10, DI13), a(TR1, DI13), \\ a(TR2, DI13), a(TR7, DI13), \\ a(TR6, DI13), a(DI4, DI13) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.020$$

$$D \left(\begin{matrix} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, C4 \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, C4), a(DI3, C4), \\ a(DI6, C4), a(DI7, C4), \\ a(DI8, C4), a(DI9, C4), \\ a(DI10, C4), a(TR1, C4), \\ a(TR2, C4), a(TR7, C4), \\ a(TR6, C4), a(DI4, C4) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.302$$

$$D \left(\begin{matrix} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, C5 \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, C5), a(DI3, C5), \\ a(DI6, C5), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C5), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C5), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C5), a(TR7, C5), \\ a(TR6, C5), a(DI4, C5) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.301$$

รอบที่ 14 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR6, TR7, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 11 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR6, TR7, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) (รอบที่ 14) ดังตารางที่ ข.11 จากนั้นคำนวณรอบที่ 15 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

รอบที่ 15 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากตารางที่ ข.11

รอบที่ 15 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ TR12 และ TR14 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.013

$$\min_{x \in C_i \neq y \in C_j} \{a(TR12, TR14)\} = 0.013$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบที่ 15 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ TR12 และ TR14 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.013 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ TR12 และ TR14 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 15 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม TR12 และ TR14 ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$\begin{aligned}
 D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR12, TR14 \end{array} \right) &= \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR12), a(DI2, TR14), \\ a(DI3, TR12), a(DI3, TR14), \\ a(DI6, TR12), a(DI6, TR14), \\ a(DI7, TR12), a(DI7, TR14), \\ a(DI8, TR12), a(DI8, TR14), \\ a(DI9, TR12), a(DI9, TR14), \\ a(DI10, TR12), a(DI10, TR14), \\ a(TR1, TR12), a(TR1, TR14), \\ a(TR2, TR12), a(TR2, TR14), \\ a(TR7, TR12), a(TR7, TR14), \\ a(TR6, TR12), a(TR6, TR14), \\ a(DI4, TR12), a(DI4, TR14), \end{array} \right\} \\
 &= 0.016 \\
 D \left(\begin{array}{c} \{TR12, TR14\}, \\ C1, \square 2, C3 \end{array} \right) &= \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(C1, TR12), a(C1, TR14), \\ a(C2, TR12), a(C2, TR14), \\ a(C3, TR12), a(C3, TR14), \end{array} \right\} \\
 &= 0.294 \\
 D \left(\begin{array}{c} \{TR12, TR14\} \\ TR5, DI5 \end{array} \right) &= \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR12, TR5), a(TR14, DI5), \\ a(TR14, TR5), a(TR14, DI5) \end{array} \right\} \\
 &= 0.081 \\
 D \left(\begin{array}{c} \{TR12, TR14\} \\ TR3 \end{array} \right) &= \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{(TR12, TR3), (TR14, TR3)\} \\
 &= 0.421 \\
 D \left(\begin{array}{c} \{TR12, TR14\} \\ TR4 \end{array} \right) &= \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{(TR12, TR4), (TR14, \square R4)\} \\
 &= 0.209
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้ภายในสถานศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.139$$

$$D \left(\begin{matrix} \{TR12, TR14\} \\ TR9 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{(TR12, TR9), (TR14, TR9)\}$$

$$= 0.167$$

$$D \left(\begin{matrix} \{TR12, TR14\} \\ TR10 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{(TR12, TR10), (TR14, TR10)\}$$

$$= 0.093$$

$$D \left(\begin{matrix} \{TR12, TR14\} \\ TR11 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{(TR12, TR11), (TR14, TR11)\}$$

$$= 0.368$$

$$D \left(\begin{matrix} \{TR12, TR14\} \\ TR13 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{(TR12, TR13), (TR14, TR13)\}$$

$$= 0.434$$

$$D \left(\begin{matrix} \{TR12, TR14\} \\ TR15 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{(TR12, TR15), (TR14, TR15)\}$$

$$= 0.928$$

$$D \left(\begin{matrix} \{TR12, TR14\} \\ TR16 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{(TR12, TR16), (TR14, TR16)\}$$

$$= 0.014$$

$$D \left(\begin{matrix} \{TR12, TR14\} \\ TR17 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{(TR12, TR17), (TR14, TR17)\}$$

$$= 0.358$$

$$D \left(\begin{matrix} \{TR12, TR14\} \\ TR18 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{(TR12, TR18), (TR14, TR18)\}$$

$$= 0.442$$

$$\square \left(\begin{matrix} \{TR12, TR14\} \\ DI1 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{(TR12, DI1), (TR14, DI1)\}$$

$$= 0.031$$

$$D \left(\begin{matrix} \{TR12, TR14\} \\ DI11 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{(TR12, DI11), (TR14, DI11)\}$$

$$= 0.072$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14\} \\ DI12 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{(TR12, DI12), (TR14, DI12)\} \\ = 0.080$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14\} \\ DI13 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{(TR12, DI13), (TR14, DI13)\} \\ = 0.048$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14\} \\ C4 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{(TR12, C4), (TR14, C4)\} \\ = 0.300$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14\} \\ C5 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{(TR12, C5), (TR14, C5)\} \\ = 0.304$$

รอบที่ 15 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR12,TR14) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 15 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR12,TR14) (รอบที่ 15) ดังตารางที่ ข.12 จากนั้นคำนวณรอบที่ 16 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.8 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) (รอบที่ 11)

	DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	C1, C2, C3	TR1, TR7, TR2	TR5, DI5	TR3	TR4	TR6	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI4	DI11	DI12	DI13	C4	C5
DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	0	0.301	0.010	0.099	0.017	0.017	0.079	0.156	0.092	0.132	0.123	0.029	0.024	0.041	0.035	0.041	0.028	0.371	0.050	0.012	0.076	0.062	0.020	0.310	0.315
C1, C2, C3	0.301	0	0.313	0.335	0.075	0.388	0.345	0.365	0.337	0.301	0.099	0.299	0.159	0.294	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.337	0.230	0.318	0.324	0.026	0.042
TR1, TR2, TR7	0.010	0.313	0	0.040	0.019	0.168	0.012	0.091	0.139	0.079	0.387	0.016	0.451	0.026	0.946	0.019	0.375	0.459	0.022	0.020	0.086	0.075	0.036	0.320	0.325
TR5, DI5	0.099	0.335	0.040	0	0.110	0.124	0.051	0.050	0.092	0.042	0.408	0.091	0.479	0.081	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.099	0.143	0.135	0.116	0.336	0.336
TR3	0.017	0.075	0.019	0.110	0	0.244	0.064	0.167	0.204	0.138	0.073	0.421	0.049	0.487	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.025	0.035	0.138	0.035	0.355	0.360
TR4	0.017	0.388	0.168	0.124	0.244	0	0.180	0.077	0.054	0.121	0.455	0.220	0.530	0.209	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.230	0.256	0.256	0.246	0.382	0.378
TR6	0.079	0.345	0.012	0.051	0.064	0.180	0	0.103	0.150	0.087	0.420	0.060	0.487	0.057	0.981	0.045	0.412	0.496	0.030	0.051	0.130	0.100	0.073	0.349	0.351
TR8	0.156	0.365	0.091	0.050	0.167	0.077	0.103	0	0.062	0.067	0.437	0.148	0.510	0.139	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.154	0.196	0.185	0.171	0.363	0.362
TR9	0.092	0.337	0.139	0.092	0.204	0.054	0.150	0.062	0	0.075	0.404	0.179	0.479	0.167	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.196	0.206	0.221	0.210	0.332	0.329
TR10	0.132	0.301	0.079	0.042	0.138	0.121	0.087	0.067	0.075	0	0.374	0.105	0.446	0.093	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.127	0.135	0.155	0.139	0.302	0.301
TR11	0.123	0.099	0.387	0.408	0.073	0.455	0.420	0.437	0.404	0.374	0	0.373	0.075	0.368	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.412	0.302	0.405	0.403	0.114	0.123
TR12	0.029	0.299	0.016	0.091	0.421	0.220	0.060	0.148	0.179	0.105	0.373	0	0.437	0.013	0.932	0.015	0.361	0.445	0.031	0.040	0.073	0.080	0.048	0.306	0.310
TR13	0.024	0.159	0.451	0.479	0.049	0.530	0.487	0.510	0.479	0.446	0.075	0.437	0	0.434	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.475	0.365	0.465	0.465	0.174	0.183
TR14	0.041	0.294	0.026	0.081	0.487	0.209	0.057	0.139	0.167	0.093	0.368	0.013	0.434	0	0.928	0.014	0.358	0.442	0.032	0.050	0.072	0.087	0.058	0.300	0.304
TR15	0.035	0.643	0.946	0.969	0.053	1.000	0.981	0.994	0.954	0.933	0.561	0.932	0.495	0.928	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.970	0.860	0.957	0.959	0.647	0.650
TR16	0.041	0.308	0.019	0.077	0.981	0.207	0.045	0.134	0.168	0.095	0.382	0.015	0.448	0.014	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.038	0.086	0.083	0.051	0.314	0.318
TR17	0.028	0.094	0.375	0.407	0.039	0.466	0.412	0.441	0.414	0.375	0.048	0.361	0.078	0.358	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.399	0.289	0.388	0.388	0.118	0.131
TR18	0.371	0.165	0.459	0.488	0.409	0.540	0.496	0.520	0.489	0.455	0.087	0.445	0.014	0.442	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.483	0.373	0.471	0.472	0.180	0.189
DI1	0.050	0.325	0.022	0.070	0.495	0.202	0.030	0.127	0.166	0.096	0.399	0.031	0.465	0.032	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.030	0.103	0.084	0.051	0.330	0.334
DI4	0.012	0.337	0.020	0.099	0.025	0.230	0.051	0.154	0.196	0.127	0.412	0.040	0.475	0.050	0.970	0.038	0.399	0.483	0.030	0	0.110	0.074	0.032	0.344	0.349
DI11	0.076	0.230	0.086	0.143	0.035	0.256	0.130	0.196	0.206	0.135	0.302	0.073	0.365	0.072	0.860	0.086	0.289	0.373	0.103	0.110	0	0.118	0.103	0.240	0.246
DI12	0.062	0.318	0.075	0.135	0.138	0.256	0.100	0.185	0.221	0.155	0.405	0.080	0.465	0.087	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.074	0.118	0	0.044	0.323	0.327
DI13	0.020	0.324	0.036	0.116	0.035	0.246	0.073	0.171	0.210	0.139	0.403	0.048	0.465	0.058	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.032	0.103	0.044	0	0.331	0.335
C4	0.310	0.026	0.320	0.336	0.355	0.382	0.349	0.363	0.332	0.302	0.114	0.306	0.174	0.300	0.647	0.314	0.118	0.180	0.330	0.344	0.240	0.323	0.331	0	0.016
C5	0.315	0.042	0.325	0.336	0.360	0.378	0.351	0.362	0.329	0.301	0.123	0.310	0.183	0.304	0.650	0.318	0.131	0.189	0.334	0.349	0.246	0.327	0.335	0.016	0

ตารางที่ ข.9 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1,TR2,TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) (รอบที่ 12)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	C1, C2, C3	TR5, DI5	TR3	TR4	TR6	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI4	DI11	DI12	DI13	C4	C5
TR1, TR2, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	0	0.301	0.040	0.017	0.168	0.012	0.091	0.139	0.079	0.378	0.016	0.440	0.026	0.934	0.019	0.363	0.447	0.022	0.012	0.076	0.062	0.020	0.302	0.301
C1, C2, C3	0.301	0	0.335	0.075	0.388	0.345	0.365	0.337	0.301	0.099	0.299	0.159	0.294	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.337	0.230	0.318	0.324	0.026	0.042
TR5, DI5	0.040	0.335	0	0.110	0.124	0.051	0.050	0.092	0.042	0.408	0.091	0.479	0.081	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.099	0.143	0.135	0.116	0.336	0.336
TR3	0.017	0.075	0.110	0	0.244	0.064	0.167	0.204	0.138	0.073	0.421	0.049	0.487	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.025	0.035	0.138	0.035	0.355	0.360
TR4	0.168	0.388	0.124	0.244	0	0.180	0.077	0.054	0.121	0.455	0.220	0.530	0.209	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.230	0.256	0.256	0.246	0.382	0.378
TR6	0.012	0.345	0.051	0.064	0.180	0	0.103	0.150	0.087	0.420	0.060	0.487	0.057	0.981	0.045	0.412	0.496	0.030	0.051	0.130	0.100	0.073	0.349	0.351
TR8	0.091	0.365	0.050	0.167	0.077	0.103	0	0.062	0.067	0.437	0.148	0.510	0.139	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.154	0.196	0.185	0.171	0.363	0.362
TR9	0.139	0.337	0.092	0.204	0.054	0.150	0.062	0	0.075	0.404	0.179	0.479	0.167	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.196	0.206	0.221	0.210	0.332	0.329
TR10	0.079	0.301	0.042	0.138	0.121	0.087	0.067	0.075	0	0.374	0.105	0.446	0.093	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.127	0.135	0.155	0.139	0.302	0.301
TR11	0.378	0.099	0.408	0.073	0.455	0.420	0.437	0.404	0.374	0	0.373	0.075	0.368	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.412	0.302	0.405	0.403	0.114	0.123
TR12	0.016	0.299	0.091	0.421	0.220	0.060	0.148	0.179	0.105	0.373	0	0.437	0.013	0.932	0.015	0.361	0.445	0.031	0.040	0.073	0.080	0.048	0.306	0.310
TR13	0.440	0.159	0.479	0.049	0.530	0.487	0.510	0.479	0.446	0.075	0.437	0	0.434	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.475	0.365	0.465	0.465	0.174	0.183
TR14	0.026	0.294	0.081	0.487	0.209	0.057	0.139	0.167	0.093	0.368	0.013	0.434	0	0.928	0.014	0.358	0.442	0.032	0.050	0.072	0.087	0.058	0.300	0.304
TR15	0.934	0.643	0.969	0.053	1.000	0.981	0.994	0.954	0.933	0.561	0.932	0.495	0.928	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.970	0.860	0.957	0.959	0.647	0.650
TR16	0.019	0.308	0.077	0.981	0.207	0.045	0.134	0.168	0.095	0.382	0.015	0.448	0.014	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.038	0.086	0.083	0.051	0.314	0.318
TR17	0.363	0.094	0.407	0.039	0.466	0.412	0.441	0.414	0.375	0.048	0.361	0.078	0.358	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.399	0.289	0.388	0.388	0.118	0.131
TR18	0.447	0.165	0.488	0.409	0.540	0.496	0.520	0.489	0.455	0.087	0.445	0.014	0.442	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.483	0.373	0.471	0.472	0.180	0.189
DI1	0.022	0.325	0.070	0.495	0.202	0.030	0.127	0.166	0.096	0.399	0.031	0.465	0.032	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.030	0.103	0.084	0.051	0.330	0.334
DI4	0.012	0.337	0.099	0.025	0.230	0.051	0.154	0.196	0.127	0.412	0.040	0.475	0.050	0.970	0.038	0.399	0.483	0.030	0	0.110	0.074	0.032	0.344	0.349
DI11	0.076	0.230	0.143	0.035	0.256	0.130	0.196	0.206	0.135	0.302	0.073	0.365	0.072	0.860	0.086	0.289	0.373	0.103	0.110	0	0.118	0.103	0.240	0.246
DI12	0.062	0.318	0.135	0.138	0.256	0.100	0.185	0.221	0.155	0.405	0.080	0.465	0.087	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.074	0.118	0	0.044	0.323	0.327
DI13	0.020	0.324	0.116	0.035	0.246	0.073	0.171	0.210	0.139	0.403	0.048	0.465	0.058	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.032	0.103	0.044	0	0.331	0.335
C4	0.302	0.026	0.336	0.355	0.382	0.349	0.363	0.332	0.302	0.114	0.306	0.174	0.300	0.647	0.314	0.118	0.180	0.330	0.344	0.240	0.323	0.331	0	0.016
C5	0.301	0.042	0.336	0.360	0.378	0.351	0.362	0.329	0.301	0.123	0.310	0.183	0.304	0.650	0.318	0.131	0.189	0.334	0.349	0.246	0.327	0.335	0.016	0

ตารางที่ ข.10 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1,TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) (รอบที่ 13)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	C1, C2, C3	TR5, DI5	TR3	TR4	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI4	DI11	DI12	DI13	C4	C5
TR1, TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	0	0.301	0.040	0.017	0.168	0.091	0.139	0.079	0.378	0.016	0.440	0.026	0.934	0.019	0.363	0.447	0.022	0.012	0.076	0.062	0.020	0.302	0.301
C1, C2, C3	0.301	0	0.335	0.075	0.388	0.365	0.337	0.301	0.099	0.299	0.159	0.294	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.337	0.230	0.318	0.324	0.026	0.042
TR5, DI5	0.040	0.335	0	0.110	0.124	0.050	0.092	0.042	0.408	0.091	0.479	0.081	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.099	0.143	0.135	0.116	0.336	0.336
TR3	0.017	0.075	0.110	0	0.244	0.167	0.204	0.138	0.073	0.421	0.049	0.487	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.025	0.035	0.138	0.035	0.355	0.360
TR4	0.168	0.388	0.124	0.244	0	0.077	0.054	0.121	0.455	0.220	0.530	0.209	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.230	0.256	0.256	0.246	0.382	0.378
TR8	0.091	0.365	0.050	0.167	0.077	0	0.062	0.067	0.437	0.148	0.510	0.139	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.154	0.196	0.185	0.171	0.363	0.362
TR9	0.139	0.337	0.092	0.204	0.054	0.062	0	0.075	0.404	0.179	0.479	0.167	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.196	0.206	0.221	0.210	0.332	0.329
TR10	0.079	0.301	0.042	0.138	0.121	0.067	0.075	0	0.374	0.105	0.446	0.093	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.127	0.135	0.155	0.139	0.302	0.301
TR11	0.378	0.099	0.408	0.073	0.455	0.437	0.404	0.374	0	0.373	0.075	0.368	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.412	0.302	0.405	0.403	0.114	0.123
TR12	0.016	0.299	0.091	0.421	0.220	0.148	0.179	0.105	0.373	0	0.437	0.013	0.932	0.015	0.361	0.445	0.031	0.040	0.073	0.080	0.048	0.306	0.310
TR13	0.440	0.159	0.479	0.049	0.530	0.510	0.479	0.446	0.075	0.437	0	0.434	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.475	0.365	0.465	0.465	0.174	0.183
TR14	0.026	0.294	0.081	0.487	0.209	0.139	0.167	0.093	0.368	0.013	0.434	0	0.928	0.014	0.358	0.442	0.032	0.050	0.072	0.087	0.058	0.300	0.304
TR15	0.934	0.643	0.969	0.053	1.000	0.994	0.954	0.933	0.561	0.932	0.495	0.928	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.970	0.860	0.957	0.959	0.647	0.650
TR16	0.019	0.308	0.077	0.981	0.207	0.134	0.168	0.095	0.382	0.015	0.448	0.014	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.038	0.086	0.083	0.051	0.314	0.318
TR17	0.363	0.094	0.407	0.039	0.466	0.441	0.414	0.375	0.048	0.361	0.078	0.358	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.399	0.289	0.388	0.388	0.118	0.131
TR18	0.447	0.165	0.488	0.409	0.540	0.520	0.489	0.455	0.087	0.445	0.014	0.442	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.483	0.373	0.471	0.472	0.180	0.189
DI1	0.022	0.325	0.070	0.495	0.202	0.127	0.166	0.096	0.399	0.031	0.465	0.032	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.030	0.103	0.084	0.051	0.330	0.334
DI4	0.012	0.337	0.099	0.025	0.230	0.154	0.196	0.127	0.412	0.040	0.475	0.050	0.970	0.038	0.399	0.483	0.030	0	0.110	0.074	0.032	0.344	0.349
DI11	0.076	0.230	0.143	0.035	0.256	0.196	0.206	0.135	0.302	0.073	0.365	0.072	0.860	0.086	0.289	0.373	0.103	0.110	0	0.118	0.103	0.240	0.246
DI12	0.062	0.318	0.135	0.138	0.256	0.185	0.221	0.155	0.405	0.080	0.465	0.087	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.074	0.118	0	0.044	0.323	0.327
DI13	0.020	0.324	0.116	0.035	0.246	0.171	0.210	0.139	0.403	0.048	0.465	0.058	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.032	0.103	0.044	0	0.331	0.335
C4	0.302	0.026	0.336	0.355	0.382	0.363	0.332	0.302	0.114	0.306	0.174	0.300	0.647	0.314	0.118	0.180	0.330	0.344	0.240	0.323	0.331	0	0.016
C5	0.301	0.042	0.336	0.360	0.378	0.362	0.329	0.301	0.123	0.310	0.183	0.304	0.650	0.318	0.131	0.189	0.334	0.349	0.246	0.327	0.335	0.016	0

ตารางที่ ข.11 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1,TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) (รอบที่ 14)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	C1, C2, C3	TR5, DI5	TR3	TR4	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI11	DI12	DI13	C4	C5
TR1, TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	0	0.301	0.040	0.017	0.168	0.091	0.139	0.079	0.378	0.016	0.440	0.026	0.934	0.019	0.363	0.447	0.022	0.076	0.062	0.020	0.302	0.301
C1, C2, C3	0.301	0	0.335	0.075	0.388	0.365	0.337	0.301	0.099	0.299	0.159	0.294	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.230	0.318	0.324	0.026	0.042
TR5, DI5	0.040	0.335	0	0.110	0.124	0.050	0.092	0.042	0.408	0.091	0.479	0.081	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.143	0.135	0.116	0.336	0.336
TR3	0.017	0.075	0.110	0	0.244	0.167	0.204	0.138	0.073	0.421	0.049	0.487	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.035	0.138	0.035	0.355	0.360
TR4	0.168	0.388	0.124	0.244	0	0.077	0.054	0.121	0.455	0.220	0.530	0.209	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.256	0.256	0.246	0.382	0.378
TR8	0.091	0.365	0.050	0.167	0.077	0	0.062	0.067	0.437	0.148	0.510	0.139	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.196	0.185	0.171	0.363	0.362
TR9	0.139	0.337	0.092	0.204	0.054	0.062	0	0.075	0.404	0.179	0.479	0.167	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.206	0.221	0.210	0.332	0.329
TR10	0.079	0.301	0.042	0.138	0.121	0.067	0.075	0	0.374	0.105	0.446	0.093	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.135	0.155	0.139	0.302	0.301
TR11	0.378	0.099	0.408	0.073	0.455	0.437	0.404	0.374	0	0.373	0.075	0.368	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.302	0.405	0.403	0.114	0.123
TR12	0.016	0.299	0.091	0.421	0.220	0.148	0.179	0.105	0.373	0	0.437	0.013	0.932	0.015	0.361	0.445	0.031	0.073	0.080	0.048	0.306	0.310
TR13	0.440	0.159	0.479	0.049	0.530	0.510	0.479	0.446	0.075	0.437	0	0.434	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.365	0.465	0.465	0.174	0.183
TR14	0.026	0.294	0.081	0.487	0.209	0.139	0.167	0.093	0.368	0.013	0.434	0	0.928	0.014	0.358	0.442	0.032	0.072	0.087	0.058	0.300	0.304
TR15	0.934	0.643	0.969	0.053	1.000	0.994	0.954	0.933	0.561	0.932	0.495	0.928	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.860	0.957	0.959	0.647	0.650
TR16	0.019	0.308	0.077	0.981	0.207	0.134	0.168	0.095	0.382	0.015	0.448	0.014	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.086	0.083	0.051	0.314	0.318
TR17	0.363	0.094	0.407	0.039	0.466	0.441	0.414	0.375	0.048	0.361	0.078	0.358	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.289	0.388	0.388	0.118	0.131
TR18	0.447	0.165	0.488	0.409	0.540	0.520	0.489	0.455	0.087	0.445	0.014	0.442	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.373	0.471	0.472	0.180	0.189
DI1	0.022	0.325	0.070	0.495	0.202	0.127	0.166	0.096	0.399	0.031	0.465	0.032	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.103	0.084	0.051	0.330	0.334
DI11	0.076	0.230	0.143	0.035	0.256	0.196	0.206	0.135	0.302	0.073	0.365	0.072	0.860	0.086	0.289	0.373	0.103	0	0.118	0.103	0.240	0.246
DI12	0.062	0.318	0.135	0.138	0.256	0.185	0.221	0.155	0.405	0.080	0.465	0.087	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.118	0	0.044	0.323	0.327
DI13	0.020	0.324	0.116	0.035	0.246	0.171	0.210	0.139	0.403	0.048	0.465	0.058	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.103	0.044	0	0.331	0.335
C4	0.302	0.026	0.336	0.355	0.382	0.363	0.332	0.302	0.114	0.306	0.174	0.300	0.647	0.314	0.118	0.180	0.330	0.240	0.323	0.331	0	0.016
C5	0.301	0.042	0.336	0.360	0.378	0.362	0.329	0.301	0.123	0.310	0.183	0.304	0.650	0.318	0.131	0.189	0.334	0.246	0.327	0.335	0.016	0

ตารางที่ ข.12 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR12, TR14) (รอบที่ 15)

ผลิตภัณฑ์	TR12, TR14	TR1, TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	C1, C2, C3	TR5, DI5	TR3	TR4	TR8	TR9	TR10	TR11	TR13	TR15	TR16	TR17	TR18	DI1	DI11	DI12	DI13	C4	C5
TR12, TR14	0	0.016	0.294	0.081	0.421	0.209	0.139	0.167	0.093	0.368	0.434	0.928	0.014	0.358	0.442	0.031	0.072	0.080	0.048	0.300	0.304
TR1, TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	0.016	0	0.301	0.040	0.017	0.168	0.091	0.139	0.079	0.378	0.440	0.934	0.019	0.363	0.447	0.022	0.076	0.062	0.020	0.302	0.301
C1, C2, C3	0.294	0.301	0	0.335	0.075	0.388	0.365	0.337	0.301	0.099	0.159	0.643	0.308	0.094	0.165	0.325	0.230	0.318	0.324	0.026	0.042
TR5, DI5	0.081	0.040	0.335	0	0.110	0.124	0.050	0.092	0.042	0.408	0.479	0.969	0.077	0.407	0.488	0.070	0.143	0.135	0.116	0.336	0.336
TR3	0.421	0.017	0.075	0.110	0	0.244	0.167	0.204	0.138	0.073	0.049	0.053	0.981	0.039	0.409	0.495	0.035	0.138	0.035	0.355	0.360
TR4	0.209	0.168	0.388	0.124	0.244	0	0.077	0.054	0.121	0.455	0.530	1.000	0.207	0.466	0.540	0.202	0.256	0.256	0.246	0.382	0.378
TR8	0.139	0.091	0.365	0.050	0.167	0.077	0	0.062	0.067	0.437	0.510	0.994	0.134	0.441	0.520	0.127	0.196	0.185	0.171	0.363	0.362
TR9	0.167	0.139	0.337	0.092	0.204	0.054	0.062	0	0.075	0.404	0.479	0.954	0.168	0.414	0.489	0.166	0.206	0.221	0.210	0.332	0.329
TR10	0.093	0.079	0.301	0.042	0.138	0.121	0.067	0.075	0	0.374	0.446	0.933	0.095	0.375	0.455	0.096	0.135	0.155	0.139	0.302	0.301
TR11	0.368	0.378	0.099	0.408	0.073	0.455	0.437	0.404	0.374	0	0.075	0.561	0.382	0.048	0.087	0.399	0.302	0.405	0.403	0.114	0.123
TR13	0.434	0.440	0.159	0.479	0.049	0.530	0.510	0.479	0.446	0.075	0	0.495	0.448	0.078	0.014	0.465	0.365	0.465	0.465	0.174	0.183
TR15	0.928	0.934	0.643	0.969	0.053	1.000	0.994	0.954	0.933	0.561	0.495	0	0.942	0.572	0.487	0.960	0.860	0.957	0.959	0.647	0.650
TR16	0.014	0.019	0.308	0.077	0.981	0.207	0.134	0.168	0.095	0.382	0.448	0.942	0	0.372	0.456	0.018	0.086	0.083	0.051	0.314	0.318
TR17	0.358	0.363	0.094	0.407	0.039	0.466	0.441	0.414	0.375	0.048	0.078	0.572	0.372	0	0.084	0.389	0.289	0.388	0.388	0.118	0.131
TR18	0.442	0.447	0.165	0.488	0.409	0.540	0.520	0.489	0.455	0.087	0.014	0.487	0.456	0.084	0	0.473	0.373	0.471	0.472	0.180	0.189
DI1	0.031	0.022	0.325	0.070	0.495	0.202	0.127	0.166	0.096	0.399	0.465	0.960	0.018	0.389	0.473	0	0.103	0.084	0.051	0.330	0.334
DI11	0.072	0.076	0.230	0.143	0.035	0.256	0.196	0.206	0.135	0.302	0.365	0.860	0.086	0.289	0.373	0.103	0	0.118	0.103	0.240	0.246
DI12	0.080	0.062	0.318	0.135	0.138	0.256	0.185	0.221	0.155	0.405	0.465	0.957	0.083	0.388	0.471	0.084	0.118	0	0.044	0.323	0.327
DI13	0.048	0.020	0.324	0.116	0.035	0.246	0.171	0.210	0.139	0.403	0.465	0.959	0.051	0.388	0.472	0.051	0.103	0.044	0	0.331	0.335
C4	0.300	0.302	0.026	0.336	0.355	0.382	0.363	0.332	0.302	0.114	0.174	0.647	0.314	0.118	0.180	0.330	0.240	0.323	0.331	0	0.016
C5	0.304	0.301	0.042	0.336	0.360	0.378	0.362	0.329	0.301	0.123	0.183	0.650	0.318	0.131	0.189	0.334	0.246	0.327	0.335	0.016	0

รอบที่ 16 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลลัพธ์จากตารางที่ ข.12

รอบที่ 16 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์ (TR12,TR14) และ TR16 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.014

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR12, TR14), TR16\} = 0.014$$

รอบที่ 16 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลลัพธ์ (TR12,TR14) และ TR16 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.014 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลลัพธ์ (TR12,TR14) และ TR16 โดยใช้สมการ (3-6) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 16 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-7) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR12,TR14) และ TR16 ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{matrix} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR12, TR14, TR16 \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(DI2, TR12), a(DI2, TR14), \\ a(DI3, TR12), a(DI3, TR14), \\ a(DI6, TR12), a(DI6, TR14), \\ a(DI7, TR12), a(DI7, TR14), \\ a(DI8, TR12), a(DI8, TR14), \\ a(DI9, TR12), a(DI9, TR14), \\ a(DI10, TR12), a(DI10, TR14), \\ a(TR1, TR12), a(TR1, TR14), \\ a(TR2, TR12), a(TR2, TR14), \\ a(TR7, TR12), a(TR7, TR14), \\ a(TR6, TR12), a(TR6, TR14), \\ a(DI4, TR12), a(DI4, TR14), \\ a(TR1, TR16), a(TR2, TR16), \\ a(TR6, TR16), a(TR7, TR16), \\ a(DI2, TR16), a(DI3, TR16), \\ a(DI4, TR16), a(DI6, TR16), \\ a(DI7, TR16), a(DI8, TR16), \\ a(DI9, TR16), a(DI10, TR16) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.016$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ C1, C2, C3 \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(C1, TR12), a(C1, TR14), \\ a(C2, TR12), a(C2, TR14), \\ a(C3, TR12), a(C3, TR14), \\ a(C1, TR16), a(C2, TR16), \\ a(C3, TR16) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.294$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ TR5, DI5 \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, TR5), a(TR12, DI5), \\ a(TR14, TR5), a(TR14, DI5), \\ a(TR16, TR5), a(TR16, DI5) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.077$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ TR3 \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, TR3), a(TR14, TR3), \\ a(TR16, TR3) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.421$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ TR4 \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, TR4), a(TR14, TR4), \\ a(TR16, TR4) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.207$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ TR8 \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, TR8), a(TR14, TR8), \\ a(TR16, TR8) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.134$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ TR9 \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, TR9), a(TR14, TR9), \\ a(TR16, TR9) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.167$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ TR10 \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, TR10), a(TR14, TR10), \\ a(TR16, TR10) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.093$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ TR11 \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, TR11), a(TR14, TR11), \\ a(TR16, TR11) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.368$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ TR13 \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, TR13), a(TR14, TR13), \\ a(TR16, TR13) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.434$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น $D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ TR15 \end{matrix}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, TR15), a(TR14, TR15), \\ a(TR16, TR15) \end{matrix} \right\}$

$$= 0.928$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ TR17 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, TR17), a(TR14, TR17), \\ a(TR16, TR17) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.358$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ TR18 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, TR18), a(TR14, TR18), \\ a(TR16, TR18) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.442$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ DI1 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, DI1), a(TR14, DI1), \\ a(TR16, DI1) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.018$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ DI11 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, DI11), a(TR14, DI11), \\ a(TR16, DI11) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.072$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ DI12 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, DI12), a(TR14, DI12), \\ a(TR16, DI12) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.080$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ DI13 \end{matrix}\right) = \min_{x \in \square_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, DI13), a(TR14, DI13), \\ a(TR16, DI13) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.048$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ C4 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, C4), a(TR14, C4), \\ a(TR16, C4) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.300$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR12, TR14, TR16\} \\ C5 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, C5), a(TR14, C5), \\ aC5 \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.304$$

รอบที่ 16 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR12, TR14, TR16) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 16 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR12, TR14, TR16) (รอบที่ 16) ดังตารางที่ ข. 13 จากนั้นคำนวณรอบที่ 17 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารร่างงานวิจัยที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.13 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR12, TR14, TR16) (รอบที่ 16)

ผลิตภัณฑ์	TR12, TR14, TR16	TR1, TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	C1, C2, C3	TR5, DI5	TR3	TR4	TR8	TR9	TR10	TR11	TR13	TR15	TR17	TR18	DI1	DI11	DI12	DI13	C4	C5
TR12, TR14,TR16	0	0.016	0.294	0.077	0.421	0.207	0.134	0.167	0.093	0.368	0.434	0.928	0.358	0.442	0.018	0.072	0.080	0.048	0.300	0.304
TR1, TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	0.016	0	0.301	0.040	0.017	0.168	0.091	0.139	0.079	0.378	0.440	0.934	0.363	0.447	0.022	0.076	0.062	0.020	0.302	0.301
C1, C2, C3	0.294	0.301	0	0.335	0.075	0.388	0.365	0.337	0.301	0.099	0.159	0.643	0.094	0.165	0.325	0.230	0.318	0.324	0.026	0.042
TR5, DI5	0.077	0.040	0.335	0	0.110	0.124	0.050	0.092	0.042	0.408	0.479	0.969	0.407	0.488	0.070	0.143	0.135	0.116	0.336	0.336
TR3	0.421	0.017	0.075	0.110	0	0.244	0.167	0.204	0.138	0.073	0.049	0.053	0.039	0.409	0.495	0.035	0.138	0.035	0.355	0.360
TR4	0.207	0.168	0.388	0.124	0.244	0	0.077	0.054	0.121	0.455	0.530	1.000	0.466	0.540	0.202	0.256	0.256	0.246	0.382	0.378
TR8	0.134	0.091	0.365	0.050	0.167	0.077	0	0.062	0.067	0.437	0.510	0.994	0.441	0.520	0.127	0.196	0.185	0.171	0.363	0.362
TR9	0.167	0.139	0.337	0.092	0.204	0.054	0.062	0	0.075	0.404	0.479	0.954	0.414	0.489	0.166	0.206	0.221	0.210	0.332	0.329
TR10	0.093	0.079	0.301	0.042	0.138	0.121	0.067	0.075	0	0.374	0.446	0.933	0.375	0.455	0.096	0.135	0.155	0.139	0.302	0.301
TR11	0.368	0.378	0.099	0.408	0.073	0.455	0.437	0.404	0.374	0	0.075	0.561	0.048	0.087	0.399	0.302	0.405	0.403	0.114	0.123
TR13	0.434	0.440	0.159	0.479	0.049	0.530	0.510	0.479	0.446	0.075	0	0.495	0.078	0.014	0.465	0.365	0.465	0.465	0.174	0.183
TR15	0.928	0.934	0.643	0.969	0.053	1.000	0.994	0.954	0.933	0.561	0.495	0	0.572	0.487	0.960	0.860	0.957	0.959	0.647	0.650
TR17	0.358	0.363	0.094	0.407	0.039	0.466	0.441	0.414	0.375	0.048	0.078	0.572	0	0.084	0.389	0.289	0.388	0.388	0.118	0.131
TR18	0.442	0.447	0.165	0.488	0.409	0.540	0.520	0.489	0.455	0.087	0.014	0.487	0.084	0	0.473	0.373	0.471	0.472	0.180	0.189
DI1	0.018	0.022	0.325	0.070	0.495	0.202	0.127	0.166	0.096	0.399	0.465	0.960	0.389	0.473	0	0.103	0.084	0.051	0.330	0.334
DI11	0.072	0.076	0.230	0.143	0.035	0.256	0.196	0.206	0.135	0.302	0.365	0.860	0.289	0.373	0.103	0	0.118	0.103	0.240	0.246
DI12	0.080	0.062	0.318	0.135	0.138	0.256	0.185	0.221	0.155	0.405	0.465	0.957	0.388	0.471	0.084	0.118	0	0.044	0.323	0.327
DI13	0.048	0.020	0.324	0.116	0.035	0.246	0.171	0.210	0.139	0.403	0.465	0.959	0.388	0.472	0.051	0.103	0.044	0	0.331	0.335
C4	0.300	0.302	0.026	0.336	0.355	0.382	0.363	0.332	0.302	0.114	0.174	0.647	0.118	0.180	0.330	0.240	0.323	0.331	0	0.016
C5	0.304	0.301	0.042	0.336	0.360	0.378	0.362	0.329	0.301	0.123	0.183	0.650	0.131	0.189	0.334	0.246	0.327	0.335	0.016	0

รอบที่ 17 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตรภัณฑ์จากตารางที่ ข.13

รอบที่ 17 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตรภัณฑ์ TR13 และ TR18 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.014

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR13, TR18)\} = 0.014$$

รอบที่ 17 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตรภัณฑ์ TR13 และ TR18 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.014 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตรภัณฑ์ TR13 และ TR18 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 17 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม TR13 และ TR18 ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{matrix} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ TR13, TR18 \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR1, TR13), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR13), a(TR2, TR18), \\ a(TR6, TR13), a(TR6, TR18), \\ a(TR7, TR13), a(TR7, TR18), \\ a(DI2, TR13), a(DI2, TR18), \\ a(DI3, TR13), a(DI3, TR18), \\ a(DI4, TR13), a(DI4, TR18), \\ a(DI6, TR13), a(DI6, TR18), \\ a(DI7, TR13), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR13), a(DI8, TR18), \\ a(DI9, TR13), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR13), a(DI10, TR18), \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.440$$

$$D \left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\}, \\ TR12, TR14, TR16 \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR12, TR13), a(TR12, TR18), \\ a(TR14, TR13), a(TR14, TR18), \\ a(TR16, TR13), a(TR16, TR18) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.434$$

$$D \left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\}, \\ C1, C2, C3 \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(C1, TR13), a(C1, TR18), \\ a(C2, TR13), a(C2, TR18), \\ a(C3, TR13), a(C3, TR18) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.159$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

$$D \left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\}, \\ TR5, DI5 \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR13, TR5), a(TR13, DI5), \\ a(TR18, TR5), a(TR18, DI5) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.479$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\} \\ TR3 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(TR13, TR3), a(TR18, TR3)\} \\ = 0.049$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\} \\ TR4 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(TR13, TR4), a(TR18, TR4)\} \\ = 0.530$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\} \\ TR8 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(TR13, TR8), a(TR18, TR8)\} \\ = 0.510$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\} \\ TR9 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(TR13, TR9), a(TR18, TR9)\} \\ = 0.479$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\} \\ TR10 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(TR13, TR10), a(TR18, TR10)\} \\ = 0.446$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\} \\ TR11 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(TR13, TR11), a(TR18, TR11)\} \\ = 0.075$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\} \\ TR15 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(TR13, TR15), a(TR18, TR15)\} \\ = 0.487$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\} \\ TR17 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(TR13, TR17), a(TR18, TR17)\} \\ = 0.078$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\} \\ DI1 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(TR13, DI1), a(TR18, DI1)\} \\ = 0.465$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\} \\ DI11 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(TR13, DI11), a(TR18, DI11)\} \\ = 0.365$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\} \\ DI12 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(TR13, DI12), a(TR18, DI12)\} \\ = 0.465$$

$$D\left(\begin{matrix} \{TR13, TR18\} \\ DI13 \end{matrix}\right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(TR13, DI13), a(TR18, DI13)\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.465$$

$$D\left(\frac{\{TR13, TR18\}}{C4}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR13, C4), a(TR18, C4)\}$$

$$= 0.174$$

$$D\left(\frac{\{TR13, TR18\}}{C5}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR13, C5), a(TR18, C5)\}$$

$$= 0.183$$

รอบที่ 17 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR13, TR18) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 17 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR13, TR18) (รอบที่ 17) ดังตารางที่ ข.14 จากนั้นคำนวณรอบที่ 18 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

รอบที่ 18 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากตารางที่ ข.14

รอบที่ 18 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ C4 และ C5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.016

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(C4, C5)\} = 0.016$$

รอบที่ 18 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ C4 และ C5 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.016 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ C4 และ C5 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 18 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม C4 และ C5 ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D\left(\frac{\{C4, C5\}}{TR13, TR18}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR13, C4), a(TR18, C4), a(TR13, C5), a(TR18, C5)\}$$

$$= 0.174$$

$$D\left(\frac{\{C4, C5\}}{TR12, TR14, TR16}\right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.300$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, \\ DI7, DI8, DI9, DI10\}, \\ \{C4, C5\} \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5), \end{array} \right\}$$

$$= 0.310$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{C4, C5\}, \\ C1, C2, C3 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(C1, C4), a(C1, C5), \\ a(C2, C4), a(C2, C5), \\ a(C3, C4), a(C3, C5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.026$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{C4, C5\}, \\ TR5, DI5 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR5, C4), a(DI5, C4), \\ a(TR5, C5), a(DI5, C5), \end{array} \right\}$$

$$= 0.336$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{C4, C5\}, \\ TR3 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR3, C4), a(TR3, C4)\}$$

$$= 0.335$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{C4, C5\}, \\ TR4 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR4, C4), a(TR4, C4)\}$$

$$= 0.378$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{C4, C5\}, \\ TR8 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR8, C4), a(TR8, C4)\}$$

$$= 0.362$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{C4, C5\}, \\ TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR9, C4), a(TR9, C4)\}$$

$$= 0.329$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{C4, C5\}, \\ TR10 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR10, C4), a(TR, C104)\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{C4, C5\}, \\ TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR11, C4), a(TR, C411)\}$$

$$= 0.114$$

$$\begin{aligned} D \left(\begin{matrix} \{C4, C5\}, \\ TR15 \end{matrix} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(TR15, C4), a(TR15, C4)\} \\ &= 0.647 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D \left(\begin{matrix} \{C4, C5\}, \\ TR17 \end{matrix} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(TR17, C4), a(TR17, C4)\} \\ &= 0.118 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D \left(\begin{matrix} \{C4, C5\}, \\ DI1 \end{matrix} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI1, C4), a(DI1, C4)\} \\ &= 0.330 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D \left(\begin{matrix} \{C4, C5\}, \\ DI11 \end{matrix} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI11, C4), a(DI11, C4)\} \\ &= 0.240 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D \left(\begin{matrix} \{C4, C5\}, \\ DI12 \end{matrix} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI12, C4), a(DI12, C4)\} \\ &= 0.323 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D \left(\begin{matrix} \{C4, C5\}, \\ DI13 \end{matrix} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \{a(DI13, C4), a(DI13, C4)\} \\ &= 0.331 \end{aligned}$$

รอบที่ 18 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (C4, C5) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 18 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (C4, C5) (รอบที่ 18) ดังตารางที่ ข.15 จากนั้นคำนวณรอบที่ 19 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.14 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR13, TR18) (รอบที่ 17)

ผลิตภัณฑ์	TR13, TR18	TR12, TR14, TR16	TR1, TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	C1, C2, C3	TR5, DI5	TR3	TR4	TR8	TR9	TR10	TR11	TR15	TR17	DI1	DI11	DI12	DI13	C4	C5
TR13, TR18	0	0.434	0.440	0.159	0.479	0.049	0.530	0.510	0.479	0.446	0.075	0.487	0.078	0.465	0.365	0.465	0.465	0.174	0.183
TR12, TR14, TR16	0.434	0	0.016	0.294	0.077	0.421	0.207	0.134	0.167	0.093	0.368	0.928	0.358	0.018	0.072	0.080	0.048	0.300	0.304
TR1, TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	0.440	0.016	0	0.301	0.040	0.017	0.168	0.091	0.139	0.079	0.378	0.934	0.363	0.022	0.076	0.062	0.020	0.302	0.301
C1, C2, C3	0.159	0.294	0.301	0	0.335	0.075	0.388	0.365	0.337	0.301	0.099	0.643	0.094	0.325	0.230	0.318	0.324	0.026	0.042
TR5, DI5	0.479	0.077	0.040	0.335	0	0.110	0.124	0.050	0.092	0.042	0.408	0.969	0.407	0.070	0.143	0.135	0.116	0.336	0.336
TR3	0.049	0.421	0.017	0.075	0.110	0	0.244	0.167	0.204	0.138	0.073	0.053	0.039	0.495	0.035	0.138	0.035	0.355	0.360
TR4	0.530	0.207	0.168	0.388	0.124	0.244	0	0.077	0.054	0.121	0.455	1.000	0.466	0.202	0.256	0.256	0.246	0.382	0.378
TR8	0.510	0.134	0.091	0.365	0.050	0.167	0.077	0	0.062	0.067	0.437	0.994	0.441	0.127	0.196	0.185	0.171	0.363	0.362
TR9	0.479	0.167	0.139	0.337	0.092	0.204	0.054	0.062	0	0.075	0.404	0.954	0.414	0.166	0.206	0.221	0.210	0.332	0.329
TR10	0.446	0.093	0.079	0.301	0.042	0.138	0.121	0.067	0.075	0	0.374	0.933	0.375	0.096	0.135	0.155	0.139	0.302	0.301
TR11	0.075	0.368	0.378	0.099	0.408	0.073	0.455	0.437	0.404	0.374	0	0.561	0.048	0.399	0.302	0.405	0.403	0.114	0.123
TR15	0.487	0.928	0.934	0.643	0.969	0.053	1.000	0.994	0.954	0.933	0.561	0	0.572	0.960	0.860	0.957	0.959	0.647	0.650
TR17	0.078	0.358	0.363	0.094	0.407	0.039	0.466	0.441	0.414	0.375	0.048	0.572	0	0.389	0.289	0.388	0.388	0.118	0.131
DI1	0.465	0.018	0.022	0.325	0.070	0.495	0.202	0.127	0.166	0.096	0.399	0.960	0.389	0	0.103	0.084	0.051	0.330	0.334
DI11	0.365	0.072	0.076	0.230	0.143	0.035	0.256	0.196	0.206	0.135	0.302	0.860	0.289	0.103	0	0.118	0.103	0.240	0.246
DI12	0.465	0.080	0.062	0.318	0.135	0.138	0.256	0.185	0.221	0.155	0.405	0.957	0.388	0.084	0.118	0	0.044	0.323	0.327
DI13	0.465	0.048	0.020	0.324	0.116	0.035	0.246	0.171	0.210	0.139	0.403	0.959	0.388	0.051	0.103	0.044	0	0.331	0.335
C4	0.174	0.300	0.302	0.026	0.336	0.355	0.382	0.363	0.332	0.302	0.114	0.647	0.118	0.330	0.240	0.323	0.331	0	0.016
C5	0.183	0.304	0.301	0.042	0.336	0.360	0.378	0.362	0.329	0.301	0.123	0.650	0.131	0.334	0.246	0.327	0.335	0.016	0

ตารางที่ ข.15 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (C4, C5) (รอบที่ 18)

ผลิตภัณฑ์	C4, C5	TR13, TR18	TR12, TR14, TR16	TR1, TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	C1, C2, C3	TR5, DI5	TR3	TR4	TR8	TR9	TR10	TR11	TR15	TR17	DI1	DI11	DI12	DI13
C4, C5	0	0.174	0.300	0.310	0.026	0.336	0.355	0.378	0.362	0.329	0.301	0.114	0.647	0.118	0.330	0.240	0.323	0.331
TR13, TR18	0.174	0	0.434	0.440	0.159	0.479	0.049	0.530	0.510	0.479	0.446	0.075	0.487	0.078	0.465	0.365	0.465	0.465
TR12, TR14, TR16	0.300	0.434	0	0.016	0.294	0.077	0.421	0.207	0.134	0.167	0.093	0.368	0.928	0.358	0.018	0.072	0.080	0.048
TR1, TR2,TR6, TR7, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	0.310	0.440	0.016	0	0.301	0.040	0.017	0.168	0.091	0.139	0.079	0.378	0.934	0.363	0.022	0.076	0.062	0.020
C1, C2, C3	0.026	0.159	0.294	0.301	0	0.335	0.075	0.388	0.365	0.337	0.301	0.099	0.643	0.094	0.325	0.230	0.318	0.324
TR5, DI5	0.336	0.479	0.077	0.040	0.335	0	0.110	0.124	0.050	0.092	0.042	0.408	0.969	0.407	0.070	0.143	0.135	0.116
TR3	0.355	0.049	0.421	0.017	0.075	0.110	0	0.244	0.167	0.204	0.138	0.073	0.053	0.039	0.495	0.035	0.138	0.035
TR4	0.378	0.530	0.207	0.168	0.388	0.124	0.244	0	0.077	0.054	0.121	0.455	1.000	0.466	0.202	0.256	0.256	0.246
TR8	0.362	0.510	0.134	0.091	0.365	0.050	0.167	0.077	0	0.062	0.067	0.437	0.994	0.441	0.127	0.196	0.185	0.171
TR9	0.329	0.479	0.167	0.139	0.337	0.092	0.204	0.054	0.062	0	0.075	0.404	0.954	0.414	0.166	0.206	0.221	0.210
TR10	0.301	0.446	0.093	0.079	0.301	0.042	0.138	0.121	0.067	0.075	0	0.374	0.933	0.375	0.096	0.135	0.155	0.139
TR11	0.114	0.075	0.368	0.378	0.099	0.408	0.073	0.455	0.437	0.404	0.374	0	0.561	0.048	0.399	0.302	0.405	0.403
TR15	0.647	0.487	0.928	0.934	0.643	0.969	0.053	1.000	0.994	0.954	0.933	0.561	0	0.572	0.960	0.860	0.957	0.959
TR17	0.118	0.078	0.358	0.363	0.094	0.407	0.039	0.466	0.441	0.414	0.375	0.048	0.572	0	0.389	0.289	0.388	0.388
DI1	0.330	0.465	0.018	0.022	0.325	0.070	0.495	0.202	0.127	0.166	0.096	0.399	0.960	0.389	0	0.103	0.084	0.051
DI11	0.240	0.365	0.072	0.076	0.230	0.143	0.035	0.256	0.196	0.206	0.135	0.302	0.860	0.289	0.103	0	0.118	0.103
DI12	0.323	0.465	0.080	0.062	0.318	0.135	0.138	0.256	0.185	0.221	0.155	0.405	0.957	0.388	0.084	0.118	0	0.044
DI13	0.331	0.465	0.048	0.020	0.324	0.116	0.035	0.246	0.171	0.210	0.139	0.403	0.959	0.388	0.051	0.103	0.044	0

รอบที่ 19 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตรภัณฑ์จากตารางที่ ข.15

รอบที่ 19 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตรภัณฑ์ (TR1,TR2, TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ (TR12, TR14, TR16) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.016

$$\min_{x \in C_i \neq y \in C_j} \left\{ a(TR1, TR2, TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10), \right. \\ \left. (TR12, TR14, TR16) \right\} = 0.016$$

รอบที่ 19 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตรภัณฑ์ (TR1,TR2, TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ (TR12, TR14, TR16) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.016 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตรภัณฑ์ (TR1,TR2, TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ (TR12, TR14, TR16) โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 19 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1,TR2, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, C4, C5 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.300$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \square I2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR13, TR18 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR13), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR13), a(TR2, TR18), \\ a(TR6, TR13), a(TR6, TR18), \\ a(TR7, TR13), a(TR7, TR18), \\ a(\square R12, TR13), a(TR12, TR18), \\ a(TR14, TR13), a(TR14, TR18), \\ a(TR16, TR13), a(TR16, TR18), \\ a(DI2, TR13), a(DI2, TR18), \\ a(DI3, TR13), a(DI3, TR18), \\ a(DI4, TR13), a(DI4, TR18), \\ a(DI6, TR13), a(DI6, TR18), \\ a(D\square7, TR13), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR13), a(DI8, TR18), \\ a(DI9, TR13), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR13), a(DI10, TR18) \end{array} \right\}$$

= 0.434

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, C1, C2, C3 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C1), a(TR1, C2), \\ a(TR2, C1), a(TR2, C2), \\ a(TR6, C1), a(TR6, C2), \\ a(TR7, C1), a(TR7, C2), \\ a(TR12, C1), a(TR12, C2), \\ a(TR14, C1), a(TR14, C2), \\ a(TR16, \square1), a(TR16, C2), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C2), \\ a(DI3, C1), a(DI3, C2), \\ a(DI4, C1), a(DI4, C2), \\ a(DI6, C1), a(DI6, C2), \\ a(DI7, C1), a(DI7, C2), \\ a(DI8, C1), a(DI8, C2), \\ a(DI9, C1), a(DI9, C2), \\ a(DI10, C1), a(DI10, C2), \\ a(TR1, C3), a(TR2, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), \\ a(TR16, C3), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C3) \end{array} \right\}$$

= 0.294

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR5, DI5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR5), a(TR1, DI5), \\ a(TR2, TR5), a(TR2, DI5), \\ a(TR6, TR5), a(TR6, DI5), \\ a(TR7, TR5), a(TR7, DI5), \\ a(TR12, TR5), a(TR12, DI5), \\ a(TR14, TR5), a(TR14, DI5), \\ a(TR16, TR5), a(TR16, DI5), \\ a(DI2, TR5), a(DI2, DI5), \\ a(DI3, TR5), a(DI3, DI5), \\ a(DI4, TR5), a(DI4, DI5), \\ a(DI6, TR5), a(DI6, DI5), \\ a(DI7, TR5), a(DI7, DI5), \\ a(DI8, TR5), a(DI8, DI5), \\ a(DI9, TR5), a(DI9, DI5), \\ a(DI10, TR5), a(DI10, DI5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.040$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI2, \\ DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR3 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR3), a(DI3, TR3), \\ a(DI6, TR3), a(DI7, TR3), \\ a(DI8, TR3), a(DI9, TR3), \\ a(DI10, TR3), a(TR1, TR3), \\ a(TR2, TR3), a(TR7, TR3), \\ a(DI6, TR3), a(TR12, TR3), \\ a(TR14, TR3), a(TR16, TR3) \end{array} \right\}$$

$$= 0.017$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(TR1, TR4), \\ a(TR2, TR4), a(TR7, TR4), \\ a(TR6, TR4), a(TR12, TR4), \\ a(TR14, TR4), a(TR16, TR4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.168$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR8 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR8), a(DI3, TR8), \\ a(DI6, TR8), a(DI7, TR8), \\ a(DI8, TR8), a(DI9, TR8), \\ a(DI10, TR8), a(TR1, TR8), \\ a(TR2, TR8), a(TR7, TR8), \\ a(TR6, TR8), a(TR12, TR8), \\ a(TR14, TR8), a(TR16, TR8) \end{array} \right\}$$

$$= 0.091$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ขออนุญาตจากเจ้าของเอกสาร
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9), a(TR12, TR9), \\ a(TR14, TR9), a(TR16, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.139$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR10 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR10), a(DI3, TR10), \\ a(DI6, TR10), a(DI7, TR10), \\ a(DI8, TR10), a(DI9, TR10), \\ a(DI10, TR10), a(TR1, TR10), \\ a(TR2, TR10), a(TR7, TR10), \\ a(TR6, TR10), a(TR12, TR10), \\ a(TR14, TR10), a(TR16, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.079$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI8, TR11), a(DI9, TR11), \\ a(DI10, TR11), a(TR1, TR11), \\ a(TR2, TR11), a(TR7, TR11), \\ a(TR6, TR11), a(TR12, TR11), \\ a(TR14, TR11), a(TR16, TR11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.368$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR15 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15), \\ a(TR6, TR15), a(TR12, TR15), \\ a(TR14, TR15), a(TR16, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.928$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR17 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR17), a(DI3, TR17), \\ a(DI6, TR17), a(DI7, TR17), \\ a(DI8, TR17), a(DI9, TR17), \\ a(DI10, TR17), a(TR1, TR17), \\ a(TR2, TR17), a(TR7, TR17), \\ a(TR6, TR17), a(TR12, TR17), \\ a(TR14, TR17), a(TR16, TR17) \end{array} \right\}$$

$$= 0.358$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI1 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI1), a(DI3, DI1), \\ a(DI6, DI1), a(DI7, DI1), \\ a(DI8, DI1), a(DI9, DI1), \\ a(DI10, DI1), a(TR1, DI1), \\ a(TR2, DI1), a(TR7, DI1), \\ a(TR6, DI1), a(TR12, DI1), \\ a(TR14, DI1), a(TR16, DI1) \end{array} \right\}$$

$$= 0.018$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI11), a(DI3, DI11), \\ a(DI6, DI11), a(DI7, DI11), \\ a(DI8, DI11), a(DI9, DI11), \\ a(DI10, DI11), a(TR1, DI11), \\ a(TR2, DI11), a(TR7, DI11), \\ a(TR6, DI11), a(TR12, DI11), \\ a(TR14, DI11), a(TR16, DI11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.072$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI12 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI12), a(DI3, DI12), \\ a(DI6, DI12), a(DI7, DI12), \\ a(DI8, DI12), a(DI9, DI12), \\ a(DI10, DI12), a(TR1, DI12), \\ a(TR2, DI12), a(TR7, DI12), \\ a(TR6, DI12), a(TR12, DI12), \\ a(TR14, DI12), a(TR16, DI12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.062$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI13 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI13), a(DI3, DI13), \\ a(DI6, DI13), a(DI7, DI13), \\ a(DI8, DI13), a(DI9, DI13), \\ a(DI10, DI13), a(TR1, DI13), \\ a(TR2, DI13), a(TR7, DI13), \\ a(TR6, DI13), a(TR12, DI13), \\ a(TR14, DI13), a(TR16, DI13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.020$$

รอบที่ 19 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 19 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) (รอบที่ 19) ดังตารางที่ ข.16 จากนั้นคำนวณรอบที่ 20 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

ตารางที่ ข.16 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) (รอบที่ 19)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2,TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	C4, C5	TR13, TR18	C1, C2, C3	TR5, DI5	TR3	TR4	TR8	TR9	TR10	TR11	TR15	TR17	DI1	DI11	DI12	DI13
TR1, TR2,TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	0	0.300	0.434	0.294	0.040	0.017	0.168	0.091	0.139	0.079	0.368	0.928	0.358	0.018	0.072	0.062	0.020
C4, C5	0.300	0	0.174	0.026	0.336	0.355	0.378	0.362	0.329	0.301	0.114	0.647	0.118	0.330	0.240	0.323	0.331
TR13, TR18	0.434	0.174	0	0.159	0.479	0.049	0.530	0.510	0.479	0.446	0.075	0.487	0.078	0.465	0.365	0.465	0.465
C1, C2, C3	0.294	0.026	0.159	0	0.335	0.075	0.388	0.365	0.337	0.301	0.099	0.643	0.094	0.325	0.230	0.318	0.324
TR5, DI5	0.040	0.336	0.479	0.335	0	0.110	0.124	0.050	0.092	0.042	0.408	0.969	0.407	0.070	0.143	0.135	0.116
TR3	0.017	0.355	0.049	0.075	0.110	0	0.244	0.167	0.204	0.138	0.073	0.053	0.039	0.495	0.035	0.138	0.035
TR4	0.168	0.378	0.530	0.388	0.124	0.244	0	0.077	0.054	0.121	0.455	1.000	0.466	0.202	0.256	0.256	0.246
TR8	0.091	0.362	0.510	0.365	0.050	0.167	0.077	0	0.062	0.067	0.437	0.994	0.441	0.127	0.196	0.185	0.171
TR9	0.139	0.329	0.479	0.337	0.092	0.204	0.054	0.062	0	0.075	0.404	0.954	0.414	0.166	0.206	0.221	0.210
TR10	0.079	0.301	0.446	0.301	0.042	0.138	0.121	0.067	0.075	0	0.374	0.933	0.375	0.096	0.135	0.155	0.139
TR11	0.368	0.114	0.075	0.099	0.408	0.073	0.455	0.437	0.404	0.374	0	0.561	0.048	0.399	0.302	0.405	0.403
TR15	0.928	0.647	0.487	0.643	0.969	0.053	1.000	0.994	0.954	0.933	0.561	0	0.572	0.960	0.860	0.957	0.959
TR17	0.358	0.118	0.078	0.094	0.407	0.039	0.466	0.441	0.414	0.375	0.048	0.572	0	0.389	0.289	0.388	0.388
DI1	0.018	0.330	0.465	0.325	0.070	0.495	0.202	0.127	0.166	0.096	0.399	0.960	0.389	0	0.103	0.084	0.051
DI11	0.072	0.240	0.365	0.230	0.143	0.035	0.256	0.196	0.206	0.135	0.302	0.860	0.289	0.103	0	0.118	0.103
DI12	0.062	0.323	0.465	0.318	0.135	0.138	0.256	0.185	0.221	0.155	0.405	0.957	0.388	0.084	0.118	0	0.044
DI13	0.020	0.331	0.465	0.324	0.116	0.035	0.246	0.171	0.210	0.139	0.403	0.959	0.388	0.051	0.103	0.044	0

รอบที่ 20 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตรภัณฑ์จากตารางที่ ข.16

รอบที่ 20 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ TR3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.017

$$\min_{x \in C_i \neq y \in C_j} \left\{ a(TR1, TR2, TR6, TR7, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, TR12, TR14, TR16), TR3 \right\} = 0.017$$

รอบที่ 20 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ TR3 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.017 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ TR3 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 20 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{matrix} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, C4, C5 \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} \square(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5), \\ a(TR3, C4), a(TR3, C5) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.300$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR13, TR18 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR13), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR13), a(TR2, TR18), \\ a(TR6, TR13), a(TR6, TR18), \\ a(TR7, TR13), a(TR7, TR18), \\ a(TR12, TR13), a(TR12, TR18), \\ a(TR14, TR13), a(TR14, TR18), \\ a(TR16, TR13), a(TR16, TR18), \\ a(DI2, TR13), a(DI2, TR18), \\ a(DI3, TR13), a(DI3, TR18), \\ a(DI4, TR13), a(DI4, TR18), \\ a(DI6, TR13), a(DI6, TR18), \\ a(DI7, TR13), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR13), a(DI8, TR18), \\ a(DI9, TR13), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR13), a(DI10, TR18), \\ a(TR3, TR13), a(TR3, TR18), \end{array} \right\}$$

$$= 0.049$$

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, C1, C2, C3 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C1), a(TR1, C2), \\ a(TR2, C1), a(TR2, C2), \\ a(TR6, C1), a(TR6, C2), \\ a(TR7, C1), a(TR7, C2), \\ a(TR12, C1), a(TR12, C2), \\ a(TR14, C1), a(TR14, C2), \\ a(TR16, C1), a(TR16, C2), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C2), \\ a(DI3, C1), a(DI3, C2), \\ a(DI4, C1), a(DI4, C2), \\ a(DI6, C1), a(DI6, C2), \\ a(DI7, C1), a(DI7, C2), \\ a(DI8, C1), a(DI8, C2), \\ a(DI9, C1), a(DI9, C2), \\ a(DI10, C1), a(DI10, C2), \\ a(TR1, C3), a(TR2, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), \\ a(TR16, C3), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C3), a(TR3, C1), \\ a(TR3, C2), a(TR3, C3), \end{array} \right\}$$

$$= 0.075$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR5, DI5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR5), a(TR1, DI5), \\ a(TR2, TR5), a(TR2, DI5), \\ a(TR6, TR5), a(TR6, DI5), \\ a(TR7, TR5), a(TR7, DI5), \\ a(TR12, TR5), a(TR12, DI5), \\ a(TR14, TR5), a(TR14, DI5), \\ a(TR16, TR5), a(TR16, DI5), \\ a(DI2, TR5), a(DI2, DI5), \\ a(DI3, TR5), a(DI3, DI5), \\ a(DI4, TR5), a(DI4, DI5), \\ a(DI6, TR5), a(DI6, DI5), \\ a(DI7, TR5), a(DI7, DI5), \\ a(DI8, TR5), a(DI8, DI5), \\ a(DI9, TR5), a(DI9, DI5), \\ a(DI10, TR5), a(DI10, DI5), \\ a(TR3, TR5), a(TR3, DI5), \end{array} \right\}$$

$$= 0.040$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(TR1, TR4), \\ a(TR2, TR4), a(TR7, TR4), \\ a(TR6, TR4), a(TR12, TR4), \\ a(TR14, TR4), a(TR16, TR4), \\ a(TR3, TR4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.168$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR8 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR8), a(DI3, TR8), \\ a(DI6, TR8), a(DI7, TR8), \\ a(DI8, TR8), a(DI9, TR8), \\ a(DI10, TR8), a(TR1, TR8), \\ a(TR2, TR8), a(TR7, TR8), \\ a(TR6, TR8), a(TR12, TR8), \\ a(TR14, TR8), a(TR16, TR8), \\ a(TR3, TR8) \end{array} \right\}$$

$$= 0.091$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9), a(TR12, TR9), \\ a(TR14, TR9), a(TR16, TR9), \\ a(TR3, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.139$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR10 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR10), a(DI3, TR10), \\ a(DI6, TR10), a(DI7, TR10), \\ a(DI8, TR10), a(DI9, TR10), \\ a(DI10, TR10), a(TR1, TR10), \\ a(TR2, TR10), a(TR7, TR10), \\ a(TR6, TR10), a(TR12, TR10), \\ a(TR14, TR10), a(TR16, TR10), \\ a(TR3, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.079$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI8, TR11), a(DI9, TR11), \\ a(DI10, TR11), a(TR1, TR11), \\ a(TR2, TR11), a(TR7, TR11), \\ a(TR6, TR11), a(TR12, TR11), \\ a(TR14, TR11), a(TR16, TR11), \\ a(TR3, TR11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.073$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR15 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15), \\ a(TR6, TR15), a(TR12, TR15), \\ a(TR14, TR15), a(TR16, TR15), \\ a(TR3, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.053$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR17 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR17), a(DI3, TR17), \\ a(DI6, TR17), a(DI7, TR17), \\ a(DI8, TR17), a(DI9, TR17), \\ a(DI10, TR17), a(TR1, TR17), \\ a(TR2, TR17), a(TR7, TR17), \\ a(TR6, TR17), a(TR12, TR17), \\ a(TR14, TR17), a(TR16, TR17), \\ a(TR3, TR17) \end{array} \right\}$$

$$= 0.039$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI1 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI1), a(DI3, DI1), \\ a(DI6, DI1), a(DI7, DI1), \\ a(DI8, DI1), a(DI9, DI1), \\ a(DI10, DI1), a(TR1, DI1), \\ a(TR2, DI1), a(TR7, DI1), \\ a(TR6, DI1), a(TR12, DI1), \\ a(\square R14, DI1), a(TR16, DI1), \\ a(TR3, DI1) \end{array} \right\}$$

$$= 0.018$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI11), a(DI3, DI11), \\ a(DI6, DI11), a(DI7, DI11), \\ a(DI8, DI11), a(DI9, DI11), \\ a(DI10, DI11), a(TR1, DI11), \\ a(TR2, DI11), a(TR7, DI11), \\ a(TR6, DI11), a(TR12, DI11), \\ a(TR14, DI11), a(TR16, DI11), \\ a(TR3, DI11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.035$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI12 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI12), a(DI3, DI12), \\ a(DI6, DI12), a(DI7, DI12), \\ a(DI8, DI12), a(DI9, DI12), \\ a(DI10, DI12), a(TR1, DI12), \\ a(TR2, DI12), a(TR7, DI12), \\ a(TR6, DI12), a(TR12, DI12), \\ a(TR14, DI12), a(TR16, DI12), \\ a(TR3, DI12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.062$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI13 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI13), a(DI3, DI13), \\ a(DI6, DI13), a(DI7, DI13), \\ a(DI8, DI13), a(DI9, DI13), \\ a(DI10, DI13), a(TR1, DI13), \\ a(TR2, DI13), a(TR7, DI13), \\ a(TR6, DI13), a(TR12, DI13), \\ a(TR14, DI13), a(TR16, DI13), \\ a(TR3, DI13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.020$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รอบที่ 20 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 20 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่า

สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) (รอบที่ 20) ดังตารางที่ ข.17 จากนั้นคำนวณรอบที่ 21 ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

รอบที่ 21 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากตารางที่ ข.17

รอบที่ 21 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ DI1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.018

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10), DI1\} = 0.018$$

รอบที่ 21 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ DI1 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.018 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ DI1 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 21 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{matrix} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, C4, C5 \end{matrix} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5), \\ a(TR3, C4), a(TR3, C5), \\ a(DI1, C4), a(DI1, C5) \end{matrix} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร

$$= 0.300$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR13, TR18 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR13), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR13), a(TR2, TR18), \\ a(TR6, TR13), a(TR6, TR18), \\ a(TR7, TR13), a(TR7, TR18), \\ a(TR12, TR13), a(TR12, TR18), \\ a(TR14, TR13), a(TR14, TR18), \\ a(TR16, TR13), a(TR16, TR18), \\ a(DI2, TR13), a(DI2, TR18), \\ a(DI3, TR13), a(DI3, TR18), \\ a(DI4, TR13), a(DI4, TR18), \\ a(DI6, TR13), a(DI6, TR18), \\ a(DI7, TR13), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR13), a(DI8, TR18), \\ a(DI9, TR13), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR13), a(DI10, TR18), \\ a(TR3, TR13), a(TR3, TR18), \\ a(DI1, TR13), a(DI1, TR18) \end{array} \right\}$$

$$= 0.049$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, C1, C2, C3 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C1), a(TR1, C2), \\ a(TR2, C1), a(TR2, C2), \\ a(TR6, C1), a(TR6, C2), \\ a(TR7, C1), a(TR7, C2), \\ a(TR12, C1), a(TR12, C2), \\ a(TR14, C1), a(TR14, C2), \\ a(TR16, C1), a(TR16, C2), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C2), \\ a(DI3, C1), a(DI3, C2), \\ a(DI4, C1), a(DI4, C2), \\ a(DI6, C1), a(DI6, C2), \\ a(DI7, C1), a(DI7, C2), \\ a(DI8, C1), a(DI8, C2), \\ a(DI9, C1), a(DI9, C2), \\ a(DI10, C1), a(DI10, C2), \\ a(TR1, C3), a(TR2, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), \\ a(TR16, C3), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C3), a(TR3, C1), \\ a(TR3, C2), a(TR3, C3), \\ a(DI1, C1), a(DI1, C2), \\ a(DI1, C3) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาของข้อมูล

$$= 0.075$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR5, DI5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR5), a(TR1, DI5), \\ a(TR2, TR5), a(TR2, DI5), \\ a(TR6, TR5), a(TR6, DI5), \\ a(TR7, TR5), a(TR7, DI5), \\ a(TR12, TR5), a(TR12, DI5), \\ a(TR14, TR5), a(TR14, DI5), \\ a(TR16, TR5), a(TR16, DI5), \\ a(DI2, TR5), a(DI2, DI5), \\ a(DI3, TR5), a(DI3, DI5), \\ a(DI4, TR5), a(DI4, DI5), \\ a(DI6, TR5), a(DI6, DI5), \\ a(DI7, TR5), a(DI7, DI5), \\ a(DI8, TR5), a(DI8, DI5), \\ a(DI9, TR5), a(DI9, DI5), \\ a(DI10, TR5), a(DI10, DI5), \\ a(TR3, TR5), a(TR3, DI5), \\ a(DI1, TR5), a(DI1, DI5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.040$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, TR12, TR14, TR16, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(TR1, TR4), \\ a(TR2, TR4), a(TR7, TR4), \\ a(TR6, TR4), a(TR12, TR4), \\ a(TR14, TR4), a(TR16, TR4), \\ a(TR3, TR4), a(DI1, TR4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.168$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, TR12, TR14, TR16, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10\}, TR8 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR8), a(DI3, TR8), \\ a(DI6, TR8), a(DI7, TR8), \\ a(DI8, TR8), a(DI9, TR8), \\ a(DI10, TR8), a(TR1, TR8), \\ a(TR2, TR8), a(TR7, TR8), \\ a(TR6, TR8), a(TR12, TR8), \\ a(TR14, TR8), a(TR16, TR8), \\ a(TR3, TR8), a(DI1, TR8) \end{array} \right\}$$

$$= 0.022$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9), a(TR12, TR9), \\ a(TR14, TR9), a(TR16, TR9), \\ a(TR3, TR9), a(DI1, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.139$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR10 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR10), a(DI3, TR10), \\ a(DI6, TR10), a(DI7, TR10), \\ a(DI8, TR10), a(DI9, TR10), \\ a(DI10, TR10), a(TR1, TR10), \\ a(TR2, TR10), a(TR7, TR10), \\ a(TR6, TR10), a(TR12, TR10), \\ a(TR14, TR10), a(TR16, TR10), \\ a(TR3, TR10), a(DI1, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.079$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI8, TR11), a(DI9, TR11), \\ a(DI10, TR11), a(TR1, TR11), \\ a(TR2, TR11), a(TR7, TR11), \\ a(TR6, TR11), a(TR12, TR11), \\ a(TR14, TR11), a(TR16, TR11), \\ a(TR3, TR11), a(DI1, TR11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.073$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR15 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15), \\ a(TR6, TR15), a(TR12, TR15), \\ a(TR14, TR15), a(TR16, TR15), \\ a(TR3, TR15), a(DI1, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.053$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, TR17 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR17), a(DI3, TR17), \\ a(DI6, TR17), a(DI7, TR17), \\ a(DI8, TR17), a(DI9, TR17), \\ a(DI10, TR17), a(TR1, TR17), \\ a(TR2, TR17), a(TR7, TR17), \\ a(TR6, TR17), a(TR12, TR17), \\ a(TR14, TR17), a(TR16, TR17), \\ a(TR3, TR17), a(DI1, TR17) \end{array} \right\}$$

$$= 0.039$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI11), a(DI3, DI11), \\ a(DI6, DI11), a(DI7, DI11), \\ a(DI8, DI11), a(DI9, DI11), \\ a(DI10, DI11), a(TR1, DI11), \\ a(TR2, DI11), a(TR7, DI11), \\ a(TR6, DI11), a(TR12, DI11), \\ a(TR14, DI11), a(TR16, DI11), \\ a(TR3, DI11), a(DI1, DI11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.035$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI12 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI12), a(DI3, DI12), \\ a(DI6, DI12), a(DI7, DI12), \\ a(DI8, DI12), a(DI9, DI12), \\ a(DI10, DI12), a(TR1, DI12), \\ a(TR2, DI12), a(TR7, DI12), \\ a(TR6, DI12), a(TR12, DI12), \\ a(TR14, DI12), a(TR16, DI12), \\ a(TR3, DI12), a(DI1, DI12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.062$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10\}, DI13 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI13), a(DI3, DI13), \\ a(DI6, DI13), a(DI7, DI13), \\ a(DI8, DI13), a(DI9, DI13), \\ a(DI10, DI13), a(TR1, DI13), \\ a(TR2, DI13), a(TR7, DI13), \\ a(TR6, DI13), a(TR12, DI13), \\ a(TR14, DI13), a(TR16, DI13), \\ a(TR3, DI13), a(DI1, DI13) \end{array} \right\}$$

$$= 0.020$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์
 รอบที่ 21 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 21 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่า

สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) (รอบที่ 21) ดังตารางที่ ข.18 จากนั้นคำนวณรอบที่ 22 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

รอบที่ 22 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากตารางที่ ข.18

รอบที่ 22 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ DI13 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.020

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \{a(TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10), DI13\} = 0.020$$

รอบที่ 21 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ DI13 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.020 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10) และ DI13 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 21 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10, DI13\}, \\ C4, C5 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5), \\ a(TR3, C4), a(TR3, C5), \\ a(DI1, C4), a(DI1, C5), \\ a(DI13, C4), a(DI13, C5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.300$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้าโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงที่มาอย่างถูกต้อง

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13\}, TR13, TR18 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR13), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR13), a(TR2, TR18), \\ a(TR6, TR13), a(TR6, TR18), \\ a(TR7, TR13), a(TR7, TR18), \\ a(TR12, TR13), a(TR12, TR18), \\ a(TR14, TR13), a(TR14, TR18), \\ a(TR16, TR13), a(TR16, TR18), \\ a(DI2, TR13), a(DI2, TR18), \\ a(DI3, TR13), a(DI3, TR18), \\ a(DI4, TR13), a(DI4, TR18), \\ a(DI6, TR13), a(DI6, TR18), \\ a(DI7, TR13), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR13), a(DI8, TR18), \\ a(DI9, TR13), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR13), a(DI10, TR18), \\ a(TR3, TR13), a(TR3, TR18), \\ a(DI1, TR13), a(DI1, TR18), \\ a(DI13, TR13), a(DI13, TR18) \end{array} \right\}$$

= 0.049

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13\}, C1, C2, C3 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C1), a(TR1, C2), \\ a(TR2, C1), a(TR2, C2), \\ a(TR6, C1), a(TR6, C2), \\ a(TR7, C1), a(TR7, C2), \\ a(TR12, C1), a(TR12, C2), \\ a(TR14, C1), a(TR14, C2), \\ a(TR16, C1), a(TR16, C2), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C2), \\ a(DI3, C1), a(DI3, C2), \\ a(DI4, C1), a(DI4, C2), \\ a(DI6, C1), a(DI6, C2), \\ a(DI7, C1), a(DI7, C2), \\ a(DI8, C1), a(DI8, C2), \\ a(DI9, C1), a(DI9, C2), \\ a(DI10, C1), a(DI10, C2), \\ a(TR1, C3), a(TR2, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), \\ a(TR16, C3), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C3), a(TR3, C1), \\ a(TR3, C2), a(TR3, C3), \\ a(DI1, C1), a(DI1, C2), \\ a(DI1, C3), a(DI13, C1), \\ a(DI13, C2), a(DI13, C3) \end{array} \right\}$$

= 0.075

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึง

$$\begin{aligned}
D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13\}, TR5, DI5 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR5), a(TR1, DI5), \\ a(TR2, TR5), a(TR2, DI5), \\ a(TR6, TR5), a(TR6, DI5), \\ a(TR7, TR5), a(TR7, DI5), \\ a(TR12, TR5), a(TR12, DI5), \\ a(TR14, TR5), a(TR14, DI5), \\ a(TR16, TR5), a(TR16, DI5), \\ a(DI2, TR5), a(DI2, DI5), \\ a(DI3, TR5), a(DI3, DI5), \\ a(DI4, TR5), a(DI4, DI5), \\ a(DI6, TR5), a(DI6, DI5), \\ a(DI7, TR5), a(DI7, DI5), \\ a(DI8, TR5), a(DI8, DI5), \\ a(DI9, TR5), a(DI9, DI5), \\ a(DI10, CTR5), a(DI10, DI5), \\ a(TR3, TR5), a(TR3, DI5), \\ a(DI1, CTR5), a(DI1, DI5), \\ a(DI13, CTR5), a(DI13, DI5) \end{array} \right\} \\
&= 0.040 \\
D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, TR12, TR14, TR16, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10, DI13\}, TR4 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(TR1, TR4), \\ a(TR2, TR4), a(TR7, TR4), \\ a(TR6, TR4), a(TR12, TR4), \\ a(TR14, TR4), a(TR16, TR4), \\ a(TR3, TR4), a(DI1, TR4), \\ a(DI13, TR4) \end{array} \right\} \\
&= 0.168 \\
D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, TR12, TR14, TR16, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10, DI13\}, TR8 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR8), a(DI3, TR8), \\ a(DI6, TR8), a(DI7, TR8), \\ a(DI8, TR8), a(DI9, TR8), \\ a(DI10, TR8), a(TR1, TR8), \\ a(TR2, TR8), a(TR7, TR8), \\ a(TR6, TR8), a(TR12, TR8), \\ a(TR14, TR8), a(TR16, TR8), \\ a(TR3, TR8), a(DI1, TR8), \\ a(DI13, TR8) \end{array} \right\} \\
&= 0.022
\end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13\}, TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9), a(TR12, TR9), \\ a(TR14, TR9), a(TR16, TR9), \\ a(TR3, TR9), a(DI1, TR9), \\ a(DI13, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.139$$

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13\}, TR10 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR10), a(DI3, TR10), \\ a(DI6, TR10), a(DI7, TR10), \\ a(DI8, TR10), a(DI9, TR10), \\ a(DI10, TR10), a(TR1, TR10), \\ a(TR2, TR10), a(TR7, TR10), \\ a(TR6, TR10), a(TR12, TR10), \\ a(TR14, TR10), a(TR16, TR10), \\ a(TR3, TR10), a(DI1, TR10), \\ a(DI13, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.079$$

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13\}, TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI8, TR11), a(DI9, TR11), \\ a(DI10, TR11), a(TR1, TR11), \\ a(TR2, TR11), a(TR7, TR11), \\ a(TR6, TR11), a(TR12, TR11), \\ a(TR14, TR11), a(TR16, TR11), \\ a(TR3, TR11), a(DI1, TR11), \\ a(DI13, TR11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.073$$

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13\}, TR15 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15), \\ a(TR6, TR15), a(TR12, TR15), \\ a(TR14, TR15), a(TR16, TR15), \\ a(TR3, TR15), a(DI1, TR15), \\ a(DI13, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.053$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13\}, TR17 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, TR17), a(DI3, TR17), \\ a(DI6, TR17), a(DI7, TR17), \\ a(DI8, TR17), a(DI9, TR17), \\ a(DI10, TR17), a(TR1, TR17), \\ a(TR2, TR17), a(TR7, TR17), \\ a(TR6, TR17), a(TR12, TR17), \\ a(TR14, TR17), a(TR16, TR17), \\ a(TR3, TR17), a(DI1, TR17), \\ a(DI13, TR17) \end{array} \right\}$$

$$= 0.039$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13\}, DI11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI11), a(DI3, DI11), \\ a(DI6, DI11), a(DI7, DI11), \\ a(DI8, DI11), a(DI9, DI11), \\ a(DI10, DI11), a(TR1, DI11), \\ a(TR2, DI11), a(TR7, DI11), \\ a(TR6, DI11), a(TR12, DI11), \\ a(TR14, DI11), a(TR16, DI11), \\ a(TR3, DI11), a(DI1, DI11), \\ a(DI13, DI11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.035$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13\}, DI12 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{c} a(DI2, DI12), a(DI3, DI12), \\ a(DI6, DI12), a(DI7, DI12), \\ a(DI8, DI12), a(DI9, DI12), \\ a(DI10, DI12), a(TR1, DI12), \\ a(TR2, DI12), a(TR7, DI12), \\ a(TR6, DI12), a(TR12, DI12), \\ a(TR14, DI12), a(TR16, DI12), \\ a(TR3, DI12), a(DI1, DI12), \\ a(DI13, DI12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.044$$

รอบที่ 22 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 22 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13) (รอบที่ 22) ดังตารางที่ ข.19 จากนั้นคำนวณรอบที่ 23 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5 จึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.17 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10)

(รอบที่ 20)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	C4, C5	TR13, TR18	C1, C2, C3	TR5, DI5	TR4	TR8	TR9	TR10	TR11	TR15	TR17	DI1	DI11	DI12	DI13
TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	0	0.300	0.049	0.075	0.040	0.168	0.091	0.139	0.079	0.073	0.053	0.039	0.018	0.035	0.062	0.020
C4, C5	0.300	0	0.174	0.026	0.336	0.378	0.362	0.329	0.301	0.114	0.647	0.118	0.330	0.240	0.323	0.331
TR13, TR18	0.049	0.174	0	0.159	0.479	0.530	0.510	0.479	0.446	0.075	0.487	0.078	0.465	0.365	0.465	0.465
C1, C2, C3	0.075	0.026	0.159	0	0.335	0.388	0.365	0.337	0.301	0.099	0.643	0.094	0.325	0.230	0.318	0.324
TR5, DI5	0.040	0.336	0.479	0.335	0	0.124	0.050	0.092	0.042	0.408	0.969	0.407	0.070	0.143	0.135	0.116
TR4	0.168	0.378	0.530	0.388	0.124	0	0.077	0.054	0.121	0.455	1.000	0.466	0.202	0.256	0.256	0.246
TR8	0.091	0.362	0.510	0.365	0.050	0.077	0	0.062	0.067	0.437	0.994	0.441	0.127	0.196	0.185	0.171
TR9	0.139	0.329	0.479	0.337	0.092	0.054	0.062	0	0.075	0.404	0.954	0.414	0.166	0.206	0.221	0.210
TR10	0.079	0.301	0.446	0.301	0.042	0.121	0.067	0.075	0	0.374	0.933	0.375	0.096	0.135	0.155	0.139
TR11	0.073	0.114	0.075	0.099	0.408	0.455	0.437	0.404	0.374	0	0.561	0.048	0.399	0.302	0.405	0.403
TR15	0.053	0.647	0.487	0.643	0.969	1.000	0.994	0.954	0.933	0.561	0	0.572	0.960	0.860	0.957	0.959
TR17	0.039	0.118	0.078	0.094	0.407	0.466	0.441	0.414	0.375	0.048	0.572	0	0.389	0.289	0.388	0.388
DI1	0.018	0.330	0.465	0.325	0.070	0.202	0.127	0.166	0.096	0.399	0.960	0.389	0	0.103	0.084	0.051
DI11	0.035	0.240	0.365	0.230	0.143	0.256	0.196	0.206	0.135	0.302	0.860	0.289	0.103	0	0.118	0.103
DI12	0.062	0.323	0.465	0.318	0.135	0.256	0.185	0.221	0.155	0.405	0.957	0.388	0.084	0.118	0	0.044
DI13	0.020	0.331	0.465	0.324	0.116	0.246	0.171	0.210	0.139	0.403	0.959	0.388	0.051	0.103	0.044	0

ตารางที่ ข.18 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10)
(รอบที่ 21)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	C4, C5	TR13, TR18	C1, C2, C3	TR5, DI5	TR4	TR8	TR9	TR10	TR11	TR15	TR17	DI11	DI12	DI13
TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10	0	0.300	0.049	0.075	0.040	0.168	0.022	0.139	0.079	0.073	0.053	0.039	0.035	0.062	0.020
C4, C5	0.300	0	0.174	0.026	0.336	0.378	0.362	0.329	0.301	0.114	0.647	0.118	0.240	0.323	0.331
TR13, TR18	0.049	0.174	0	0.159	0.479	0.530	0.510	0.479	0.446	0.075	0.487	0.078	0.365	0.465	0.465
C1, C2, C3	0.075	0.026	0.159	0	0.335	0.388	0.365	0.337	0.301	0.099	0.643	0.094	0.230	0.318	0.324
TR5, DI5	0.040	0.336	0.479	0.335	0	0.124	0.050	0.092	0.042	0.408	0.969	0.407	0.143	0.135	0.116
TR4	0.168	0.378	0.530	0.388	0.124	0	0.077	0.054	0.121	0.455	1.000	0.466	0.256	0.256	0.246
TR8	0.022	0.362	0.510	0.365	0.050	0.077	0	0.062	0.067	0.437	0.994	0.441	0.196	0.185	0.171
TR9	0.139	0.329	0.479	0.337	0.092	0.054	0.062	0	0.075	0.404	0.954	0.414	0.206	0.221	0.210
TR10	0.079	0.301	0.446	0.301	0.042	0.121	0.067	0.075	0	0.374	0.933	0.375	0.135	0.155	0.139
TR11	0.073	0.114	0.075	0.099	0.408	0.455	0.437	0.404	0.374	0	0.561	0.048	0.302	0.405	0.403
TR15	0.053	0.647	0.487	0.643	0.969	1.000	0.994	0.954	0.933	0.561	0	0.572	0.860	0.957	0.959
TR17	0.039	0.118	0.078	0.094	0.407	0.466	0.441	0.414	0.375	0.048	0.572	0	0.289	0.388	0.388
DI11	0.035	0.240	0.365	0.230	0.143	0.256	0.196	0.206	0.135	0.302	0.860	0.289	0	0.118	0.103
DI12	0.062	0.323	0.465	0.318	0.135	0.256	0.185	0.221	0.155	0.405	0.957	0.388	0.118	0	0.044
DI13	0.020	0.331	0.465	0.324	0.116	0.246	0.171	0.210	0.139	0.403	0.959	0.388	0.103	0.044	0

ตารางที่ ข.19 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13) (รอบที่ 22)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13	C4, C5	TR13, TR18	C1, C2, C3	TR5, DI5	TR4	TR8	TR9	TR10	TR11	TR15	TR17	DI11	DI12
TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13	0	0.300	0.049	0.075	0.040	0.168	0.022	0.139	0.079	0.073	0.053	0.039	0.035	0.044
C4, C5	0.300	0	0.174	0.026	0.336	0.378	0.362	0.329	0.301	0.114	0.647	0.118	0.240	0.323
TR13, TR18	0.049	0.174	0	0.159	0.479	0.530	0.510	0.479	0.446	0.075	0.487	0.078	0.365	0.465
C1, C2, C3	0.075	0.026	0.159	0	0.335	0.388	0.365	0.337	0.301	0.099	0.643	0.094	0.230	0.318
TR5, DI5	0.040	0.336	0.479	0.335	0	0.124	0.050	0.092	0.042	0.408	0.969	0.407	0.143	0.135
TR4	0.168	0.378	0.530	0.388	0.124	0	0.077	0.054	0.121	0.455	1.000	0.466	0.256	0.256
TR8	0.022	0.362	0.510	0.365	0.050	0.077	0	0.062	0.067	0.437	0.994	0.441	0.196	0.185
TR9	0.139	0.329	0.479	0.337	0.092	0.054	0.062	0	0.075	0.404	0.954	0.414	0.206	0.221
TR10	0.079	0.301	0.446	0.301	0.042	0.121	0.067	0.075	0	0.374	0.933	0.375	0.135	0.155
TR11	0.073	0.114	0.075	0.099	0.408	0.455	0.437	0.404	0.374	0	0.561	0.048	0.302	0.405
TR15	0.053	0.647	0.487	0.643	0.969	1.000	0.994	0.954	0.933	0.561	0	0.572	0.860	0.957
TR17	0.039	0.118	0.078	0.094	0.407	0.466	0.441	0.414	0.375	0.048	0.572	0	0.289	0.388
DI11	0.035	0.240	0.365	0.230	0.143	0.256	0.196	0.206	0.135	0.302	0.860	0.289	0	0.118
DI12	0.044	0.323	0.465	0.318	0.135	0.256	0.185	0.221	0.155	0.405	0.957	0.388	0.118	0

รอบที่ 23 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตรภัณฑ์จากตารางที่ ข.19

รอบที่ 23 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13) และ TR8 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.022

$$\min_{x \in C_i \neq y \in C_j} \{ a(TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13), TR8 \} = 0.022$$

รอบที่ 23 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13) และ TR8 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.022 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13) และ TR8 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 23 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10, DI13, TR8\}, \\ C4, C5 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5), \\ a(TR3, C4), a(TR3, C5), \\ a(DI1, C4), a(DI1, C5), \\ a(DI13, C4), a(DI13, C5), \\ a(TR8, C4), a(TR8, C5) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 0.300

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8\}, TR13, TR18 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR13), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR13), a(TR2, TR18), \\ a(TR6, TR13), a(TR6, TR18), \\ a(TR7, TR13), a(TR7, TR18), \\ a(TR12, TR13), a(TR12, TR18), \\ a(TR14, TR13), a(TR14, TR18), \\ a(TR16, TR13), a(TR16, TR18), \\ a(DI2, TR13), a(DI2, \square R18), \\ a(DI3, TR13), a(DI3, TR18), \\ a(DI4, TR13), a(DI4, TR18), \\ a(DI6, TR13), a(DI6, TR18), \\ a(DI7, TR13), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR13), a(DI8, TR18), \\ a(DI9, TR13), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR13), a(DI10, TR18), \\ a(TR3, TR13), a(TR3, TR18), \\ a(DI1, TR13), a(DI1, TR18), \\ a(DI13, TR13), a(DI13, TR18), \\ a(TR8, TR13), a(TR8, TR18) \end{array} \right\}$$

= 0.049

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8\}, C1, C2, C3 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C1), a(TR1, C2), \\ a(TR2, C1), a(TR2, C2), \\ a(TR6, C1), a(TR6, C2), \\ a(TR7, C1), a(TR7, C2), \\ a(TR12, C1), a(TR12, C2), \\ a(TR14, C1), a(TR14, C2), \\ a(TR16, C1), a(TR16, C2), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C2), \\ a(DI3, C1), a(DI3, C2), \\ a(DI4, C1), a(DI4, C2), \\ a(DI6, C1), a(DI6, C2), \\ a(DI7, C1), a(DI7, C2), \\ a(DI8, C1), a(DI8, C2), \\ a(DI9, C1), a(DI9, C2), \\ a(DI10, C1), a(DI10, C2), \\ a(TR1, C3), a(TR2, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), \\ a(TR16, C3), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C3), a(TR3, C1), \\ a(TR3, C2), a(TR3, C3), \\ a(DI1, C1), a(DI1, C2), \\ a(DI1, C3), a(DI13, C1), \\ a(DI13, C2), a(DI13, C3), \\ a(TR8, C1), a(TR8, C2), \\ a(TR8, C3) \end{array} \right\}$$

$$= 0.075$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8\}, TR5, DI5 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR5), a(TR1, DI5), \\ a(TR2, TR5), a(TR2, DI5), \\ a(TR6, TR5), a(TR6, DI5), \\ a(TR7, TR5), a(TR7, DI5), \\ a(TR12, TR5), a(TR12, DI5), \\ a(TR14, TR5), a(TR14, DI5), \\ a(TR16, TR5), a(TR16, DI5), \\ a(DI2, TR5), a(DI2, DI5), \\ a(DI3, TR5), a(DI3, DI5), \\ a(DI4, TR5), a(DI4, DI5), \\ a(DI6, TR5), a(DI6, DI5), \\ a(DI7, TR5), a(DI7, DI5), \\ a(DI8, TR5), a(DI8, DI5), \\ a(DI9, TR5), a(DI9, DI5), \\ a(DI10, CTR5), a(DI10, DI5), \\ a(TR3, TR5), a(TR3, DI5), \\ a(DI1, CTR5), a(DI1, DI5), \\ a(DI13, CTR5), a(DI13, DI5), \\ a(TR8, TR5), a(TR8, DI5) \end{array} \right\} \\
&= 0.040 \\
D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, TR12, TR14, TR16, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10, DI13, TR8\}, TR4 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(TR1, TR4), \\ a(TR2, TR4), a(TR7, TR4), \\ a(TR6, TR4), a(TR12, TR4), \\ a(TR14, TR4), a(TR16, TR4), \\ a(TR3, TR4), a(DI1, TR4), \\ a(DI13, TR4), a(TR8, TR4) \end{array} \right\} \\
&= 0.077 \\
D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, TR8\}, TR9 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9), a(TR12, TR9), \\ a(TR14, TR9), a(TR16, TR9), \\ a(TR3, TR9), a(DI1, TR9), \\ a(DI13, TR9), a(TR8, TR9) \end{array} \right\}
\end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ = 0.062 นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, TR8\}, TR10 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR10), a(DI3, TR10), \\ a(\square I6, TR10), a(DI7, TR10), \\ a(DI8, TR10), a(DI9, TR10), \\ a(DI10, TR10), a(TR1, TR10), \\ a(TR2, TR10), a(TR7, TR10), \\ a(TR6, TR10), a(TR12, TR10), \\ a(TR14, TR10), a(TR16, TR10), \\ a(TR3, TR10), a(DI1, TR10), \\ \square(DI13, TR10), a(TR8, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.067$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, TR8\}, TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR11), a(DI3, T\square 11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI8, TR11), a(DI9, TR11), \\ a(DI10, TR11), a(TR1, TR11), \\ a(TR2, TR11), a(TR7, TR11), \\ a(TR6, TR11), a(TR12, TR11), \\ a(TR14, TR11), a(TR16, TR11), \\ a(TR3, TR11), a(DI1, TR11), \\ a(DI13, TR11), a(TR8, TR11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.073$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, TR8\}, TR15 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(\square I3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15), \\ a(TR6, TR15), a(TR12, TR15), \\ a(TR14, TR15), a(TR16, TR15), \\ a(TR3, TR15), a(DI1, TR15), \\ a(DI13, TR15), a(TR8, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.053$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, TR8\}, TR17 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, T\square 17), a(DI3, TR17), \\ a(DI6, TR17), a(DI7, TR17), \\ a(DI8, TR17), a(DI9, TR17), \\ a(DI10, TR17), a(TR1, TR17), \\ a(TR2, TR17), a(TR7, TR17), \\ a(TR6, TR17), a(TR12, TR17), \\ a(TR14, TR17), a(TR16, TR17), \\ a(TR3, TR17), a(DI1, TR17), \\ a(DI13, TR17), a(TR8, TR17) \end{array} \right\}$$

$$= 0.039$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, TR8\}, DI11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI11), a(DI3, DI11), \\ a(DI6, DI11), a(DI7, DI11), \\ a(DI8, DI11), a(DI9, DI11), \\ a(DI10, DI11), a(TR1, DI11), \\ a(TR2, DI11), a(TR7, DI11), \\ a(TR6, DI11), a(TR12, DI11), \\ a(TR14, DI11), a(TR16, DI11), \\ a(TR3, DI11), a(DI1, DI11), \\ a(DI13, DI11), a(TR8, DI11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.035$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, TR8\}, DI12 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI12), a(DI3, DI12), \\ a(DI6, DI12), a(DI7, DI12), \\ a(DI8, DI12), a(DI9, DI12), \\ a(DI10, DI12), a(TR1, DI12), \\ a(TR2, DI12), a(TR7, DI12), \\ a(TR6, DI12), a(TR12, DI12), \\ \square(TR14, DI12), a(TR16, DI12), \\ a(TR3, DI12), a(DI1, DI12), \\ a(DI13, DI12), a(TR8, DI12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.044$$

รอบที่ 23 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 22 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13) (รอบที่ 23) ดังตารางที่ ข.20 จากนั้นคำนวณรอบที่ 24 ต่อตั้งแต่นั้นขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.20 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13) (รอบที่ 23)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13	C4, C5	TR13, TR18	C1, C2, C3	TR5, DI5	TR4	TR9	TR10	TR11	TR15	TR17	DI11	DI12
TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13	0	0.300	0.049	0.075	0.040	0.077	0.062	0.067	0.073	0.053	0.039	0.035	0.044
C4, C5	0.300	0	0.174	0.026	0.336	0.378	0.329	0.301	0.114	0.647	0.118	0.240	0.323
TR13, TR18	0.049	0.174	0	0.159	0.479	0.530	0.479	0.446	0.075	0.487	0.078	0.365	0.465
C1, C2, C3	0.075	0.026	0.159	0	0.335	0.388	0.337	0.301	0.099	0.643	0.094	0.230	0.318
TR5, DI5	0.040	0.336	0.479	0.335	0	0.124	0.092	0.042	0.408	0.969	0.407	0.143	0.135
TR4	0.077	0.378	0.530	0.388	0.124	0	0.054	0.121	0.455	1.000	0.466	0.256	0.256
TR9	0.062	0.329	0.479	0.337	0.092	0.054	0	0.075	0.404	0.954	0.414	0.206	0.221
TR10	0.067	0.301	0.446	0.301	0.042	0.121	0.075	0	0.374	0.933	0.375	0.135	0.155
TR11	0.073	0.114	0.075	0.099	0.408	0.455	0.404	0.374	0	0.561	0.048	0.302	0.405
TR15	0.053	0.647	0.487	0.643	0.969	1.000	0.954	0.933	0.561	0	0.572	0.860	0.957
TR17	0.039	0.118	0.078	0.094	0.407	0.466	0.414	0.375	0.048	0.572	0	0.289	0.388
DI11	0.035	0.240	0.365	0.230	0.143	0.256	0.206	0.135	0.302	0.860	0.289	0	0.118
DI12	0.044	0.323	0.465	0.318	0.135	0.256	0.221	0.155	0.405	0.957	0.388	0.118	0

รอบที่ 24 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตรถยนต์จากตารางที่ ข.20

รอบที่ 24 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตรถยนต์ (C1, C2, C3) และ (C4, C5) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.026

$$\min_{x \in C_i \neq y \in C_j} \{a(C1, C2, C3), (C4, C5)\} = 0.026$$

รอบที่ 24 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตรถยนต์ (C1, C2, C3) และ (C4, C5) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.026 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตรถยนต์ (C1, C2, C3) และ (C4, C5) โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 24 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (C1, C2, C3, C4, C5) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10, DI13, TR8\}, \\ C1, C2, C3, C4, C5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5), \\ a(TR3, C4), a(TR3, C5), \\ a(DI1, C4), a(DI1, C5), \\ a(DI13, C4), a(DI13, C5), \\ a(TR8, C4), a(TR8, C5), \\ a(TR1, C1), a(TR2, C1), \\ a(TR3, C1), a(TR6, C1), \\ a(TR7, C1), a(TR8, C1), \\ a(TR12, C1), a(TR14, C1), \\ a(TR16, C1), a(DI1, C1), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C1), a(DI4, C1), \\ a(DI6, C1), a(DI7, C1), \\ a(DI8, C1), a(DI9, C1), \\ a(DI10, C1), a(DI13, C1), \\ a(TR1, C2), a(TR2, C2), \\ a(TR3, C2), a(TR6, C2), \\ a(TR7, C2), a(TR8, C2), \\ a(TR12, C2), a(TR14, C2), \\ a(TR16, C2), a(DI1, C2), \\ a(DI2, C2), a(DI3, C2), \\ a(DI4, C2), a(DI6, C2), \\ a(DI7, C2), a(DI8, C2), \\ a(DI9, C2), a(DI10, C2), \\ a(DI13, C2), a(TR1, C3), \\ a(TR2, C3), a(TR3, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), \\ a(TR16, C3), a(DI1, C3), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C3), a(DI13, C3), \\ a(TR8, C3) \end{array} \right\}$$

$$= 0.075$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

$$D \left(\begin{matrix} C1, C2, C3, C4, C5, \\ TR13, TR18 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(C1, TR13), a(C1, TR18), \\ a(C2, TR13), a(C2, TR18), \\ a(C2, TR13), a(C3, TR18), \\ a(C2, TR13), a(C4, TR18), \\ a(C2, TR13), a(C5, TR18) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.049$$

$$D \left(\begin{matrix} C1, C2, C3, C4, C5, \\ TR5, DI5 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(C1, TR5), a(C1, DI5), \\ a(C2, TR5), a(C2, DI5), \\ a(C3, TR5), a(C3, DI5), \\ a(C4, TR5), a(C4, DI5), \\ a(C5, TR5), a(C5, DI5) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.335$$

$$D \left(\begin{matrix} C1, C2, C3, C4, C5, \\ TR4 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(C1, TR4), a(C2, TR4), a(C3, TR4), \\ a(C4, TR4), a(C5, TR4) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.378$$

$$D \left(\begin{matrix} C1, C2, C3, C4, C5, \\ TR9 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(C1, TR9), a(C2, TR9), a(C3, TR9), \\ a(C4, TR9), a(C5, TR9) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.329$$

$$D \left(\begin{matrix} C1, C2, C3, C4, C5, \\ TR10 \end{matrix} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{matrix} a(C1, TR10), a(C2, TR10), a(C3, TR10), \\ a(C4, TR10), a(C5, TR10) \end{matrix} \right\}$$

$$= 0.301$$

รอบที่ 24 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (C1, C2, C3, C4, C5) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 24 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (C1, C2, C3, C4, C5) (รอบที่ 24) ดังตารางที่ ข.21 จากนั้นคำนวณรอบที่ 25 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.21 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ C1, C2, C3, C4, C5 (รอบที่ 24)

ผลิตภัณฑ์	C1, C2, C3, C4, C5	TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13	TR13, TR18	TR5, DI5	TR4	TR9	TR10	TR11	TR15	TR17	DI11	DI12
C1, C2, C3, C4, C5	0	0.075	0.049	0.335	0.378	0.329	0.301	0.099	0.643	0.094	0.230	0.318
TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13	0.075	0	0.049	0.040	0.077	0.062	0.067	0.073	0.053	0.039	0.035	0.044
TR13, TR18	0.049	0.049	0	0.479	0.530	0.479	0.446	0.0753	0.487	0.078	0.365	0.465
TR5, DI5	0.335	0.040	0.479	0	0.124	0.092	0.042	0.408	0.969	0.407	0.143	0.135
TR4	0.378	0.077	0.530	0.124	0	0.054	0.121	0.455	1	0.466	0.256	0.256
TR9	0.329	0.062	0.479	0.092	0.054	0	0.075	0.404	0.954	0.414	0.206	0.221
TR10	0.301	0.067	0.446	0.042	0.121	0.075	0	0.373	0.933	0.375	0.135	0.155
TR11	0.099	0.073	0.075	0.408	0.455	0.404	0.374	0	0.561	0.048	0.302	0.405
TR15	0.643	0.053	0.487	0.969	1.000	0.954	0.933	0.561	0	0.572	0.860	0.957
TR17	0.094	0.039	0.078	0.407	0.466	0.414	0.375	0.048	0.572	0	0.289	0.388
DI11	0.230	0.035	0.365	0.143	0.256	0.206	0.135	0.302	0.860	0.289	0	0.118
DI12	0.318	0.044	0.465	0.135	0.256	0.221	0.155	0.405	0.957	0.388	0.118	0

รอบที่ 25 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตรภัณฑ์จากตารางที่ ข.21

รอบที่ 25 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13) และ DI11 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.035

$$\min_{x \in C_i \neq y \in C_j} \{a(TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13), DI11\} = 0.035$$

รอบที่ 25 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13) และ DI11 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.035 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13) และ DI11 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 25 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10, DI13, TR8, \\ DI11\}, C1, C2, C3, C4, C5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5), \\ a(TR3, \square 4), a(TR3, C5), \\ a(DI1, C4), a(DI1, C5), \\ a(DI13, C4), a(DI13, C5), \\ a(TR8, C4), a(TR8, C5), \\ a(TR1, C1), a(TR2, C1), \\ a(TR3, C1), a(TR6, C1), \\ a(TR7, C1), a(TR8, C1), \\ a(TR12, C1), a(TR14, C1), \\ a(TR16, C1), a(DI1, C1), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C1), a(DI4, C1), \\ a(DI6, C1), a(DI7, C1), \\ a(DI8, C1), a(DI9, C1), \\ a(DI10, C1), a(DI13, C1), \\ a(TR1, C2), a(TR2, C2), \\ a(TR3, C2), a(TR6, C2), \\ a(TR7, C2), a(TR8, \square 2), \\ a(TR12, C2), a(TR14, C2), \\ a(TR16, C2), a(DI1, C2), \\ a(DI2, C2), a(DI3, C2), \\ a(DI4, C2), a(DI6, C2), \\ a(DI7, C2), a(DI8, C2), \\ a(DI9, C2), a(DI10, C2), \\ a(DI13, C2), a(TR1, C3), \\ a(TR2, C3), a(TR3, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), \\ a(TR16, C3), a(DI1, C3), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C3), a(DI13, C3), \\ a(TR8, C3), a(DI11, C1), \\ a(DI11, C2), a(DI11, C3), \\ a(DI11, C4), a(DI11, C5) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 = 0.075
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10 \\ DI13, TR8, DI11\}, TR13, TR18 \end{array} \right) = \min_{x \in \square_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR13), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR13), a(TR2, TR18), \\ a(TR6, TR13), a(TR6, TR18), \\ a(TR7, TR13), a(TR7, TR18), \\ a(TR12, TR13), a(TR12, TR18), \\ a(TR14, TR13), a(TR14, TR18), \\ a(TR16, TR13), a(TR16, TR18), \\ a(DI2, TR13), a(DI2, TR18), \\ a(DI3, TR13), a(DI3, TR18), \\ a(DI4, TR13), a(DI4, TR18), \\ a(DI6, TR13), a(DI6, TR18), \\ a(DI7, TR13), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR13), a(DI8, TR18), \\ a(DI9, TR13), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR13), a(DI10, TR18), \\ a(TR3, TR13), a(TR3, TR18), \\ a(DI1, TR13), a(DI1, TR18), \\ a(DI13, TR13), a(DI13, TR18), \\ a(TR8, TR13), a(TR8, TR18), \\ a(DI11, TR13), a(DI11, TR18) \end{array} \right\}$$

$$= 0.049$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8, DI11\}, \\ TR5, DI5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR5), a(TR1, DI5), \\ a(TR2, TR5), a(TR2, DI5), \\ a(TR6, TR5), a(TR6, DI5), \\ a(TR7, TR5), a(TR7, DI5), \\ a(TR12, TR5), a(TR12, DI5), \\ a(TR14, TR5), a(TR14, DI5), \\ a(TR16, TR5), a(TR16, DI5), \\ a(DI2, TR5), a(DI2, DI5), \\ a(DI3, TR5), a(DI3, DI5), \\ a(DI4, TR5), a(DI4, DI5), \\ a(DI6, TR5), a(DI6, DI5), \\ a(DI7, TR5), a(DI7, DI5), \\ a(DI8, TR5), a(DI8, DI5), \\ a(DI9, TR5), a(DI9, DI5), \\ a(DI10, CTR5), a(DI10, DI5), \\ a(TR3, TR5), a(TR3, DI5), \\ a(DI1, CTR5), a(DI1, DI5), \\ a(DI13, CTR5), a(DI13, DI5), \\ a(TR8, TR5), a(TR8, DI5), \\ a(DI11, CTR5), a(DI11, DI5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.040$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, DI11\}, TR4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(TR1, TR4), \\ a(TR2, TR4), a(TR7, TR4), \\ a(TR6, TR4), a(TR12, TR4), \\ a(TR14, TR4), a(TR16, TR4), \\ a(TR3, TR4), a(DI1, TR4), \\ a(DI13, TR4), a(TR8, TR4), \\ a(DI11, TR4), \end{array} \right\}$$

$$= 0.077$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8, DI11\}, TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9), a(TR12, TR9), \\ a(TR14, TR9), a(TR16, TR9), \\ a(TR3, TR9), a(DI1, TR9), \\ a(DI13, TR9), a(TR8, TR9), \\ a(DI11, TR9), \end{array} \right\}$$

$$= 0.062$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, \\ DI13, TR8, DI11\}, TR10 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR10), a(DI3, TR10), \\ a(DI6, TR10), a(DI7, TR10), \\ a(DI8, TR10), a(DI9, TR10), \\ a(DI10, TR10), a(TR1, TR10), \\ a(TR2, TR10), a(TR7, TR10), \\ a(TR6, TR10), a(TR12, TR10), \\ a(TR14, TR10), a(TR16, TR10), \\ a(TR3, TR10), a(DI1, TR10), \\ a(DI13, TR10), a(TR8, TR10), \\ a(DI11, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.067$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, \\ DI13, TR8, DI11\}, TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI8, TR11), a(DI9, TR11), \\ a(DI10, TR11), a(TR1, TR11), \\ a(TR2, TR11), a(TR7, TR11), \\ a(TR6, TR11), a(TR12, TR11), \\ a(TR14, TR11), a(TR16, TR11), \\ a(TR3, TR11), a(DI1, TR11), \\ a(DI13, TR11), a(TR8, TR11) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารสำหรับการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้เพื่อการอื่นใดได้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงที่มา

$$= 0.073$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2 \\ DI10, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9 \\ DI13, TR8, DI11\}, TR15 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15), \\ a(TR6, TR15), a(TR12, TR15), \\ a(TR14, TR15), a(TR16, TR15), \\ a(TR3, TR15), a(DI1, TR15), \\ a(DI13, TR15), a(TR8, TR15), \\ a(DI11, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.053$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI11 \\ DI9, DI10, DI13, TR8\}, TR17 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR17), a(DI3, TR17), \\ a(DI6, TR17), a(DI7, TR17), \\ a(DI8, TR17), a(DI9, TR17), \\ a(DI10, TR17), a(TR1, TR17), \\ a(TR2, TR17), a(TR7, TR17), \\ a(TR6, TR17), a(TR12, TR17), \\ a(TR14, TR17), a(TR16, TR17), \\ a(TR3, TR17), a(DI1, TR17), \\ a(DI13, TR17), a(TR8, TR17), \\ a(DI11, TR17) \end{array} \right\}$$

$$= 0.039$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI11 \\ DI9, DI10, DI13, TR8\}, DI12 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI12), a(DI3, DI12), \\ a(DI6, DI12), a(DI7, DI12), \\ a(DI8, DI12), a(DI9, DI12), \\ a(DI10, DI12), a(TR1, DI12), \\ a(TR2, DI12), a(TR7, DI12), \\ a(TR6, DI12), a(TR12, DI12), \\ a(TR14, DI12), a(TR16, DI12), \\ a(TR3, DI12), a(DI1, DI12), \\ a(DI13, DI12), a(TR8, DI12), \\ a(DI11, DI12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.044$$

รอบที่ 25 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 25 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7,

TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) (รอบที่ 25) ดังตารางที่ ข.22 จากนั้นคำนวณรอบที่ 26 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

รอบที่ 26 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลិតภัณฑ์จากตารางที่ ข.22

รอบที่ 26 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) และ TR17 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.039

$$\min_{x \in C_i \neq y \in C_j} \{ a(TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13), TR17 \} = 0.039$$

รอบที่ 26 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) และ TR17 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.039 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) และ TR17 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 26 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10, DI13, TR8, \\ DI11, TR17\}, \\ C1, C2, C3, C4, C5 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5), \\ a(TR3, C4), a(TR3, C5), \\ a(DI1, C4), a(DI1, C5), \\ a(DI13, C4), a(DI13, C5), \\ a(TR8, C4), a(TR8, C5), \\ a(TR1, C1), a(TR2, C1), \\ a(TR3, C1), a(TR6, C1), \\ a(TR7, C1), a(TR8, C1), \\ a(TR12, C1), a(TR14, C1), \\ a(TR16, C1), a(DI1, C1), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C1), a(DI4, C1), \\ a(DI6, C1), a(DI7, C1), \\ a(DI8, C1), a(DI9, C1), \\ a(DI10, C1), a(DI13, C1), \\ a(TR1, C2), a(TR2, C2), \\ a(TR3, C2), a(TR6, C2), \\ a(TR7, C2), a(TR8, C2), \\ a(TR12, C2), a(TR14, C2), \\ a(TR16, C2), a(DI1, C2), \\ a(DI2, C2), a(DI3, C2), \\ a(DI4, C2), a(DI6, C2), \\ a(DI7, C2), a(DI8, C2), \\ a(DI9, C2), a(DI10, C2), \\ a(DI13, C2), a(TR1, C3), \\ a(TR2, C3), a(TR3, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), \\ a(TR16, C3), a(DI1, C3), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C3), a(DI13, C3), \\ a(TR8, C3), a(DI11, C1), \\ a(DI11, C2), a(DI11, C3), \\ a(DI11, C4), a(DI11, C5), \\ a(TR17, C1), a(TR17, C2), a(TR17, C3), \\ a(TR17, C4), a(TR17, C5) \end{array} \right\}$$

$$= 0.075$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10 \\ DI13, TR8, DI11, TR17\}, TR13, TR18 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR13), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR13), a(TR2, TR18), \\ a(TR6, TR13), a(TR6, TR18), \\ a(TR7, TR13), a(TR7, TR18), \\ a(TR12, TR13), a(TR12, TR18), \\ a(TR14, TR13), a(TR14, TR18), \\ a(TR16, TR13), a(TR16, TR18), \\ a(DI2, TR13), a(DI2, TR18), \\ a(DI3, TR13), a(DI3, TR18), \\ a(DI4, TR13), a(DI4, TR18), \\ a(DI6, TR13), a(DI6, TR18), \\ a(DI7, TR13), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR13), a(DI8, TR18), \\ a(DI9, TR13), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR13), a(DI10, TR18), \\ a(TR3, TR13), a(TR3, TR18), \\ a(DI1, TR13), a(DI1, TR18), \\ a(DI13, TR13), a(DI13, TR18), \\ a(TR8, TR13), a(TR8, TR18), \\ a(DI11, TR13), a(DI11, TR18), \\ a(TR17, TR13), a(TR17, TR18) \end{array} \right\}$$

= 0.049

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8, DI11, TR17\}, \\ TR5, DI5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR5), a(TR1, DI5), \\ a(TR2, TR5), a(TR2, DI5), \\ a(TR6, TR5), a(TR6, DI5), \\ a(TR7, TR5), a(TR7, DI5), \\ a(TR12, TR5), a(TR12, DI5), \\ a(TR14, TR5), a(TR14, DI5), \\ a(TR16, TR5), a(TR16, DI5), \\ a(DI2, TR5), a(DI2, DI5), \\ a(DI3, TR5), a(DI3, DI5), \\ a(DI4, TR5), a(DI4, DI5), \\ a(DI6, TR5), a(DI6, DI5), \\ a(DI7, TR5), a(DI7, DI5), \\ a(DI8, TR5), a(DI8, DI5), \\ a(DI9, TR5), a(DI9, DI5), \\ a(DI10, TR5), a(DI10, DI5), \\ a(TR3, TR5), a(TR3, DI5), \\ a(DI1, TR5), a(DI1, DI5), \\ a(DI13, TR5), a(DI13, DI5), \\ a(TR8, TR5), a(TR8, DI5), \\ a(DI11, TR5), a(DI11, DI5), \\ a(TR17, TR5), a(TR17, DI5), \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิง = 0.040 ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, DI11, TR17\}, \\ TR4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(TR1, TR4), \\ a(TR2, TR4), a(TR7, TR4), \\ a(TR6, TR4), a(TR12, TR4), \\ a(TR14, TR4), a(TR16, TR4), \\ a(TR3, TR4), a(DI1, TR4), \\ a(DI13, TR4), a(TR8, TR4), \\ a(DI11, TR4), a(TR17, TR4) \end{array} \right\}$$

= 0.077

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8, DI11, TR17\}, \\ TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9), a(TR12, TR9), \\ a(TR14, TR9), a(TR16, TR9), \\ a(TR3, TR9), a(DI1, TR9), \\ a(DI13, TR9), a(TR8, TR9), \\ a(DI11, TR9), a(TR17, TR9) \end{array} \right\}$$

= 0.062

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, \\ DI13, TR8, DI11, TR17\}, \\ TR10 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR10), a(DI3, TR10), \\ a(DI6, TR10), a(DI7, TR10), \\ a(DI8, TR10), a(DI9, TR10), \\ a(DI10, TR10), a(TR1, TR10), \\ a(TR2, TR10), a(TR7, TR10), \\ a(TR6, TR10), a(TR12, TR10), \\ a(TR14, TR10), a(TR16, TR10), \\ a(TR3, TR10), a(DI1, TR10), \\ a(DI13, TR10), a(TR8, TR10), \\ a(DI11, TR10), a(TR17, TR10) \end{array} \right\}$$

= 0.067

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10 \\ DI13, TR8, DI11, TR17\}, \\ TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI8, TR11), a(DI9, TR11), \\ a(DI10, TR11), a(TR1, TR11), \\ a(TR2, TR11), a(TR7, TR11), \\ a(TR6, TR11), a(TR12, TR11), \\ a(TR14, TR11), a(TR16, TR11), \\ a(TR3, TR11), a(DI1, TR11), \\ a(DI13, TR11), a(TR8, TR11) \end{array} \right\}$$

= 0.048

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิง

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2 \\ DI10, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9 \\ DI13, TR8, DI11\}, TR15 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15), \\ a(TR6, TR15), a(TR12, TR15), \\ a(TR14, TR15), a(TR16, TR15), \\ a(TR3, TR15), a(DI1, TR15), \\ a(DI13, TR15), a(TR8, TR15), \\ a(DI11, TR15), a(TR17, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.053$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI11 \\ DI9, DI10, DI13, TR8, TR17\}, \\ DI12 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI12), a(DI3, DI12), \\ a(DI6, DI12), a(DI7, DI12), \\ a(DI8, DI12), a(DI9, DI12), \\ a(DI10, DI12), a(TR1, DI12), \\ a(TR2, DI12), a(TR7, DI12), \\ a(TR6, DI12), a(TR12, DI12), \\ a(TR14, DI12), a(TR16, DI12), \\ a(TR3, DI12), a(DI1, DI12), \\ a(DI13, DI12), a(TR8, DI12), \\ a(DI11, DI12), a(TR17, DI12) \end{array} \right\}$$

$$= 0.044$$

รอบที่ 26 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 25 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) (รอบที่ 26) ดังตารางที่ ข.23 จากนั้นคำนวณรอบที่ 27 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.22 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) (รอบที่ 25)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13	C1, C2, C3, C4, C5	TR13, TR18	TR5, DI5	TR4	TR9	TR10	TR11	TR15	TR17	DI12
C1, C2, C3, C4, C5	0.000	0.075	0.049	0.040	0.077	0.062	0.067	0.073	0.053	0.039	0.044
TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI13	0.075	0.000	0.049	0.335	0.378	0.329	0.301	0.099	0.643	0.094	0.318
TR13, TR18	0.049	0.049	0.000	0.479	0.530	0.479	0.446	0.075	0.487	0.078	0.465
TR5, DI5	0.040	0.335	0.479	0.000	0.124	0.092	0.042	0.408	0.969	0.407	0.135
TR4	0.077	0.378	0.530	0.124	0.000	0.054	0.121	0.455	1.000	0.466	0.256
TR9	0.062	0.329	0.479	0.092	0.054	0.000	0.075	0.404	0.954	0.414	0.221
TR10	0.067	0.301	0.446	0.042	0.121	0.075	0.000	0.374	0.933	0.375	0.155
TR11	0.073	0.099	0.075	0.408	0.455	0.404	0.374	0.000	0.561	0.048	0.405
TR15	0.053	0.643	0.487	0.969	1.000	0.954	0.933	0.561	0.000	0.572	0.957
TR17	0.039	0.094	0.078	0.407	0.466	0.414	0.375	0.048	0.572	0.000	0.388
DI12	0.044	0.318	0.465	0.135	0.256	0.221	0.155	0.405	0.957	0.388	0.000

ตารางที่ ข.23 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) (รอบที่ 26)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13	C1, C2, C3, C4, C5	TR13, TR18	TR5, DI5	TR4	TR9	TR10	TR11	TR15	DI12
TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13	0.000	0.075	0.049	0.040	0.077	0.062	0.067	0.048	0.053	0.044
C1, C2, C3, C4, C5	0.075	0.000	0.049	0.335	0.378	0.329	0.301	0.099	0.643	0.318
TR13, TR18	0.049	0.049	0.000	0.479	0.530	0.479	0.446	0.075	0.487	0.465
TR5, DI5	0.040	0.335	0.479	0.000	0.124	0.092	0.042	0.408	0.969	0.135
TR4	0.077	0.378	0.530	0.124	0.000	0.054	0.121	0.455	1.000	0.256
TR9	0.062	0.329	0.479	0.092	0.054	0.000	0.075	0.404	0.954	0.221
TR10	0.067	0.301	0.446	0.042	0.121	0.075	0.000	0.374	0.933	0.155
TR11	0.048	0.099	0.075	0.408	0.455	0.404	0.374	0.000	0.561	0.405
TR15	0.053	0.643	0.487	0.969	1.000	0.954	0.933	0.561	0.000	0.957
DI12	0.044	0.318	0.465	0.135	0.256	0.221	0.155	0.405	0.957	0.000

รอบที่ 27 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลិតภัณฑ์จากตารางที่ ข.23

รอบที่ 27 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) และ (TR5, DI5) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.040

$$\min_{x \in C_i \neq y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17) \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13), \\ (TR5, DI5) \end{array} \right\} = 0.040$$

รอบที่ 27 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) และ (TR5, DI5) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.040 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) และ (TR5, DI5) โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 27 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10, DI13, TR8, \\ DI11, TR17, TR5, DI5\}, \\ C1, C2, C3, C4, C5 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5), \\ a(TR3, C4), a(TR3, C5), \\ a(DI1, C4), a(DI1, C5), \\ a(DI13, C4), a(DI13, C5), \\ a(TR8, C4), a(TR8, C5), \\ a(TR1, C1), a(TR2, C1), \\ a(TR3, C1), a(TR6, C1), \\ a(TR7, C1), a(TR8, C1), \\ a(TR12, C1), a(TR14, C1), \\ a(TR16, C1), a(DI1, C1), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C1), a(DI4, C1), \\ a(DI6, C1), a(DI7, C1), \\ a(DI8, C1), a(DI9, C1), \\ a(DI10, C1), a(DI13, C1), \\ a(TR1, C2), a(TR2, C2), \\ a(TR3, C2), a(TR6, C2), \\ a(TR7, C2), a(TR8, C2), \\ a(TR12, C2), a(TR14, C2), \\ a(TR16, C2), a(DI1, C2), \\ a(DI2, C2), a(DI3, C2), \\ a(DI4, C2), a(DI6, C2), \\ a(DI7, C2), a(DI8, C2), \\ a(DI9, C2), a(DI10, C2), \\ a(DI13, C2), a(TR1, C3), \\ a(TR2, C3), a(TR3, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), \\ a(TR16, C3), a(DI1, C3), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C3), a(DI13, C3), \\ a(TR8, C3), a(DI11, C1), a(DI11, C2), \\ a(DI11, C3), a(DI11, C4), a(DI11, C5), \\ a(DI11, C4), a(DI11, C5), \\ a(TR17, C1), a(TR17, C2), a(TR17, C3), \\ a(TR17, C4), a(TR17, C5), a(C1, TR5) \\ a(C1, DI5), a(C2, TR5), a(C2, DI5) \\ a(C2, TR5), a(C2, DI5), \\ a(C3, TR5), a(C3, DI5), \\ a(C4, TR5), a(C4, DI5), \\ a(C5, TR5), a(C5, DI5), \end{array} \right\}$$

$$= 0.075$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8, DI11, \\ TR17, TR5, DI5\}, TR13, TR18 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR13), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR13), a(TR2, TR18), \\ a(TR6, TR13), a(TR6, TR18), \\ a(TR7, TR13), a(TR7, TR18), \\ a(TR12, TR13), a(TR12, TR18), \\ a(TR14, TR13), a(TR14, TR18), \\ a(TR16, TR13), a(TR16, TR18), \\ a(DI2, TR13), a(DI2, TR18), \\ a(DI3, TR13), a(DI3, TR18), \\ a(DI4, TR13), a(DI4, TR18), \\ a(DI6, TR13), a(DI6, TR18), \\ a(DI7, TR13), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR13), a(DI8, TR18), \\ a(DI9, TR13), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR13), a(DI10, TR18), \\ a(TR3, TR13), a(TR3, TR18), \\ a(DI1, TR13), a(DI1, TR18), \\ a(DI13, TR13), a(DI13, TR18), \\ a(TR8, TR13), a(TR8, TR18), \\ a(DI11, TR13), a(DI11, TR18), \\ a(TR17, TR13), a(TR17, TR18), \\ a(TR5, TR13), a(TR5, TR18), \\ a(DI5, TR13), a(DI5, TR18) \end{array} \right\} \\
&= 0.049 \\
D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, DI11, TR17, \\ TR5, DI5\}, TR4 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(DI11, TR4), \\ a(DI13, TR4), a(DI1, TR4), \\ a(DI5, TR4), a(DI2, TR4), \\ a(DI3, TR4), a(DI6, TR4), \\ a(DI7, TR4), a(DI8, TR4), \\ a(DI9, TR4), a(DI10, TR4), \\ a(DI11, TR4), a(DI13, TR4), \\ a(DI1, TR4), a(DI5, TR4) \end{array} \right\} \\
&= 0.077
\end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8, DI11, TR17, \\ TR5, DI5\}, TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9), a(TR12, TR9), \\ a(TR14, TR9), a(TR16, TR9), \\ a(TR3, TR9), a(DI1, TR9), \\ a(DI13, TR9), a(TR8, TR9), \\ a(DI11, TR9), a(TR17, TR9), \\ a(DI5, TR9), a(TR5, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.062$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, \\ DI13, TR8, DI11, TR17, \\ TR5, DI5\}, TR10 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR10), a(DI3, TR10), \\ a(DI6, TR10), a(DI7, TR10), \\ a(DI8, TR10), a(DI9, TR10), \\ a(DI10, TR10), a(TR1, TR10), \\ a(TR2, TR10), a(TR7, TR10), \\ a(TR6, TR10), a(TR12, TR10), \\ a(TR14, TR10), a(TR16, TR10), \\ a(TR3, TR10), a(DI1, TR10), \\ a(DI13, TR10), a(TR8, TR10), \\ a(DI11, TR10), a(TR17, TR10), \\ a(DI5, TR10), a(TR5, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.042$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ \square R12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10 \\ DI13, TR8, DI11, TR17, \\ TR5, DI5\}, TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI8, TR11), a(DI9, TR11), \\ a(DI10, TR11), a(TR1, TR11), \\ a(TR2, TR11), a(TR7, TR11), \\ a(TR6, TR11), a(TR12, TR11), \\ a(TR14, TR11), a(TR16, TR11), \\ a(TR3, TR11), a(DI1, TR11), \\ a(DI13, TR11), a(TR8, TR11), \\ a(DI5, TR11), a(TR5, TR11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.048$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2 \\ DI10, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9 \\ DI13, TR8, DI11, DI5, TR5\}, \\ TR15 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15), \\ a(TR6, TR15), a(TR12, TR15), \\ a(TR14, TR15), a(TR16, TR15), \\ a(TR3, TR15), a(DI1, TR15), \\ a(DI13, TR15), a(TR8, TR15), \\ a(DI11, TR15), a(TR17, TR15), \\ a(DI5, TR15), a(TR5, TR15) \end{array} \right\} \\
 &= 0.053 \\
 D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI11 \\ DI9, DI10, DI13, TR8, TR17, \\ TR5, DI5\}, DI12 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI12), a(DI3, DI12), \\ a(DI6, DI12), a(DI7, DI12), \\ a(DI8, DI12), a(DI9, DI12), \\ a(DI10, DI12), a(TR1, DI12), \\ a(TR2, DI12), a(TR7, DI12), \\ a(TR6, DI12), a(TR12, DI12), \\ a(TR14, DI12), a(TR16, DI12), \\ a(TR3, DI12), a(DI1, DI12), \\ a(DI13, DI12), a(TR8, DI12), \\ a(DI11, DI12), a(TR17, DI12), \\ a(DI5, DI12), a(TR5, DI12) \end{array} \right\} \\
 &= 0.044
 \end{aligned}$$

รอบที่ 27 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 27 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) (รอบที่ 27) ดังตารางที่ ข.24 จากนั้นคำนวณรอบที่ 28 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.24 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) (รอบที่ 27)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13	C1, C2, C3, C4, C5	TR13, TR18	TR4	TR9	TR10	TR11	TR15	DI12
TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13	0.000	0.075	0.049	0.077	0.062	0.042	0.048	0.053	0.044
C1, C2, C3, C4, C5	0.075	0.000	0.049	0.378	0.329	0.301	0.099	0.643	0.318
TR13, TR18	0.049	0.049	0.000	0.530	0.479	0.446	0.075	0.487	0.465
TR4	0.077	0.378	0.530	0.000	0.054	0.121	0.455	1.000	0.256
TR9	0.062	0.329	0.479	0.054	0.000	0.075	0.404	0.954	0.221
TR10	0.042	0.301	0.446	0.121	0.075	0.000	0.374	0.933	0.155
TR11	0.048	0.099	0.075	0.455	0.404	0.374	0.000	0.561	0.405
TR15	0.053	0.643	0.487	1.000	0.954	0.933	0.561	0.000	0.957
DI12	0.044	0.318	0.465	0.256	0.221	0.155	0.405	0.957	0.000

รอบที่ 28 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตรภัณฑ์จากตารางที่ ข.24

รอบที่ 28 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) และ TR10 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.042

$$\min_{\square \in c_i \neq y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13, \\ TR5, DI5), TR10 \end{array} \right\} = 0.042$$

รอบที่ 28 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) และ TR10 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.042 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) และ TR10 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 28 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10, DI13, TR8, \\ DI11, TR17, TR5, DI5, TR10\}, \\ C1, C2, C3, C4, C5 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5), \\ a(TR3, C4), a(TR3, C5), \\ a(DI1, C4), a(DI1, C5), \\ a(DI13, C4), a(DI13, C5), \\ a(TR8, C4), a(TR8, C5), \\ a(TR1, C1), a(TR2, C1), \\ a(TR3, C1), a(TR6, C1), \\ a(TR7, C1), a(TR8, C1), \\ a(TR12, C1), a(TR14, C1), \\ a(TR16, C1), a(DI1, C1), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C1), a(DI4, C1), \\ a(DI6, C1), a(DI7, C1), \\ a(DI8, C1), a(DI9, C1), \\ a(DI10, C1), a(DI13, C1), \\ a(TR1, C2), a(TR2, C2), \\ a(TR3, C2), a(TR6, C2), \\ a(TR7, C2), a(TR8, C2), \\ a(TR12, C2), a(TR14, C2), \\ a(TR16, C2), a(DI1, C2), \\ a(DI2, C2), a(DI3, C2), \\ a(DI4, C2), a(DI6, C2), \\ a(DI7, C2), a(DI8, C2), \\ a(DI9, C2), a(DI10, C2), \\ a(DI13, C2), a(TR1, C3), \\ a(TR2, C3), a(TR3, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), \\ a(TR16, C3), a(DI1, C3), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), \\ a(DI10, C3), a(DI13, C3), \\ a(TR8, C3), a(DI11, C1), a(DI11, C2), \\ a(DI11, C3), a(DI11, C4), a(DI11, C5), \\ a(DI11, C4), a(DI11, C5), a(C5, TR10), \\ a(TR17, C1), a(TR17, C2), a(TR17, C3), \\ a(TR17, C4), a(TR17, C5), a(C1, TR5) \\ a(C1, DI5), a(C2, TR5), a(C2, DI5) \\ a(C2, TR5), a(C2, DI5), a(C1, TR10), \\ a(C3, TR5), a(C3, DI5), a(C2, TR10), \\ a(C4, TR5), a(C4, DI5), a(C3, TR10) \\ a(C5, TR5), a(C5, DI5), a(C4, TR10) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิง

$$= 0.075$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8, DI11, \\ TR17, TR5, DI5, TR10\}, \\ TR13, TR18 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR13), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR13), a(TR2, TR18), \\ a(TR6, TR13), a(TR6, TR18), \\ a(TR7, TR13), a(TR7, TR18), \\ a(TR12, TR13), a(TR12, TR18), \\ a(TR14, TR13), a(TR14, TR18), \\ a(TR16, \square R13), a(TR16, TR18), \\ a(DI2, TR13), a(DI2, TR18), \\ a(DI3, TR13), a(DI3, TR18), \\ a(DI4, TR13), a(DI4, TR18), \\ a(DI6, TR13), a(DI6, TR18), \\ a(DI7, TR13), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR13), a(DI8, TR18), \\ a(DI9, TR13), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR13), a(DI10, TR18), \\ a(TR3, TR13), a(TR3, TR18), \\ a(DI1, TR13), a(DI1, TR18), \\ a(DI13, TR13), a(DI13, TR18), \\ a(TR8, TR13), a(TR8, TR18), \\ a(DI11, TR13), a(DI11, TR18), \\ a(TR17, TR13), a(TR17, TR18), \\ a(TR5, TR13), a(TR5, TR18), \\ a(DI5, TR13), a(DI5, TR18), \\ a(TR10, TR13), a(TR10, TR18) \end{array} \right\}$$

$$= 0.049$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, DI11, TR17, \\ TR5, DI5, TR10\}, TR4 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(TR1, TR4), \\ a(TR2, TR4), a(TR7, TR4), \\ a(TR6, TR4), a(TR12, TR4), \\ a(TR14, TR4), a(TR16, TR4), \\ a(TR3, TR4), a(DI1, TR4), \\ a(DI13, TR4), a(TR8, TR4), \\ a(DI11, TR4), a(TR17, TR4), \\ a(DI5, TR4), a(TR5, TR4), \\ a(TR10, TR4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.077$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\square \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8, DI11, TR17, \\ TR5, DI5, TR10\}, TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9), a(TR12, TR9), \\ a(TR14, TR9), a(TR16, TR9), \\ a(TR3, TR9), a(DI1, TR9), \\ a(DI13, TR9), a(TR8, TR9), \\ a(DI11, TR9), a(TR17, TR9), \\ a(DI5, TR9), a(TR5, TR9), \\ a(TR10, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.062$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10 \\ DI13, TR8, DI11, TR17, \\ TR5, DI5, TR10\}, TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI8, TR11), a(DI9, TR11), \\ a(DI10, TR11), a(TR1, TR11), \\ a(TR2, TR11), a(TR7, TR11), \\ a(TR6, TR11), a(TR12, TR11), \\ a(TR14, TR11), a(TR16, TR11), \\ a(TR3, TR11), a(DI1, TR11), \\ a(DI13, TR11), a(TR8, TR11), \\ a(DI5, TR11), a(TR5, TR11), \\ a(TR10, TR11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.048$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2 \\ DI10, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9 \\ DI13, TR8, DI11, DI5, TR5, \\ TR10\}, TR15 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15), \\ a(TR6, TR15), a(TR12, TR15), \\ a(TR14, TR15), a(TR16, TR15), \\ a(TR3, TR15), a(DI1, TR15), \\ a(DI13, TR15), a(TR8, TR15), \\ a(DI11, TR15), a(TR17, TR15), \\ a(DI5, TR15), a(TR5, TR15), \\ , a(TR10, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.053$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI11 \\ DI9, DI10, DI13, TR8, TR17, \\ TR5, DI5, TR10\}, DI12 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, DI12), a(DI3, DI12), \\ a(DI6, DI12), a(DI7, DI12), \\ a(DI8, DI12), a(DI9, DI12), \\ a(DI10, DI12), a(TR1, DI12), \\ a(TR2, DI12), a(TR7, DI12), \\ a(TR6, DI12), a(TR12, DI12), \\ a(TR14, DI12), a(TR16, DI12), \\ a(TR3, DI12), a(DI1, DI12), \\ a(DI13, DI12), a(TR8, DI12), \\ a(DI11, DI12), a(TR17, DI12), \\ a(DI5, DI12), a(TR5, DI12), \\ a(TR10, DI12) \end{array} \right\} = 0.044$$

รอบที่ 28 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 28 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) (รอบที่ 28) ดังตารางที่ ข.25 จากนั้นคำนวณรอบที่ 29 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

รอบที่ 29 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากตารางที่ ข.25

รอบที่ 29 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) และ DI12 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.044

$$\min_{x \in c_i \neq y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13, \\ TR5, DI5, TR10\}, DI12 \end{array} \right\} = 0.044$$

รอบที่ 29 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) และ DI12 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.044 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10,

TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) และ DI12 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 29 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, \\ DI8, DI9, DI10, DI13, TR8, \\ DI11, TR17, TR5, DI5, TR10, \\ DI12\}, C1, C2, C3, C4, C5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5), \\ a(TR3, C4), a(TR3, C5), \\ a(DI1, C4), a(DI1, C5), \\ a(DI13, C4), a(DI13, C5), \\ a(TR8, C4), a(TR8, C5), \\ a(TR1, C1), a(TR2, C1), \\ a(TR3, C1), a(TR6, C1), \\ a(TR7, C1), a(TR8, C1), \\ a(TR12, C1), a(TR14, C1), \\ a(TR16, C1), a(DI1, C1), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C1), a(DI4, C1), \\ a(DI6, C1), a(DI7, C1), \\ a(DI8, C1), a(DI9, C1), \\ a(DI10, C1), a(DI13, C1), \\ a(TR1, C2), a(TR2, C2), \\ a(TR3, C2), a(TR6, C2), \\ a(TR7, C2), a(TR8, C2), \\ a(TR12, C2), a(TR14, C2), \\ a(TR16, C2), a(DI1, C2), \\ a(DI2, C2), a(DI3, C2), \\ a(DI4, C2), a(DI6, C2), \\ a(DI7, C2), a(DI8, C2), \\ a(DI9, C2), a(DI10, C2), \\ a(DI13, C2), a(TR1, C3), \\ a(TR2, C3), a(TR3, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), \\ a(TR16, C3), a(DI1, C3), a(DI12, C1), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), a(DI12, C2), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), a(DI12, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), a(DI12, C4), \\ a(DI10, C3), a(DI13, C3), a(DI12, C5), \\ a(TR8, C3), a(DI11, C1), a(DI11, C2), \\ a(DI11, C3), a(DI11, C4), a(DI11, C5), \\ a(DI11, C4), a(DI11, C5), a(C5, TR10), \\ a(TR17, C1), a(TR17, C2), a(TR17, C3), \\ a(TR17, C4), a(TR17, C5), a(C1, TR5) \\ a(C1, DI5), a(C2, TR5), a(C2, DI5) \\ a(C2, TR5), a(C2, DI5), a(C1, TR10), \\ a(C3, TR5), a(C3, DI5), a(C2, TR10), \\ a(C4, TR5), a(C4, DI5), a(C3, TR10) \\ a(C5, TR5), a(C5, DI5), a(C4, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.075$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8, DI11, \\ TR17, TR5, DI5, TR10, DI12\}, \\ TR13, TR18 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR13), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR13), a(TR2, TR18), \\ a(TR6, TR13), a(TR6, TR18), \\ a(TR7, TR13), a(TR7, TR18), \\ a(TR12, TR13), a(TR12, TR18), \\ a(TR14, TR13), a(TR14, TR18), \\ a(TR16, TR13), a(TR16, TR18), \\ a(DI2, TR13), a(DI2, TR18), \\ a(DI3, TR13), a(DI3, TR18), \\ a(DI4, TR13), a(DI4, TR18), \\ a(DI6, TR13), a(DI6, TR18), \\ a(DI7, \square R13), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR13), a(DI8, TR18), \\ a(DI9, TR13), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR13), a(DI10, TR18), \\ a(TR3, TR13), a(TR3, TR18), \\ a(DI1, TR13), a(DI1, TR18), \\ a(DI13, TR13), a(DI13, TR18), \\ a(TR8, TR13), a(TR8, TR18), \\ a(DI11, TR13), a(DI11, TR18), \\ a(TR17, TR13), a(TR17, TR18), \\ a(TR5, TR13), a(TR5, TR18), \\ a(DI5, TR13), a(DI5, TR18), \\ a(TR10, TR13), a(TR10, TR18), \\ a(DI12, TR13), a(DI12, TR18) \end{array} \right\} \\
&= 0.049 \\
D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, DI11, TR17, \\ TR5, DI5, TR10, DI12\}, TR4 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(TR1, TR4), \\ a(TR2, TR4), a(TR7, TR4), \\ a(TR6, TR4), a(TR12, TR4), \\ a(TR14, TR4), a(TR16, TR4), \\ a(TR3, TR4), a(DI1, TR4), \\ a(DI13, TR4), a(TR8, TR4), \\ a(DI11, TR4), a(TR17, TR4), \\ a(DI5, TR4), a(TR5, TR4), \\ a(TR10, TR4), a(DI12, TR4) \end{array} \right\} \\
&= 0.077
\end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, \square I13, TR8, DI11, TR17, \\ TR5, DI5, TR10, DI12\}, TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9), a(TR12, TR9), \\ a(TR14, TR9), a(TR16, TR9), \\ a(TR3, TR9), a(DI1, TR9), \\ a(DI13, TR9), a(TR8, TR9), \\ a(DI11, TR9), a(TR17, TR9), \\ a(DI5, TR9), a(TR5, TR9), \\ a(TR10, TR9), a(DI12, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.062$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10 \\ DI13, TR8, DI11, TR17, \\ TR5, DI5, TR10, DI12\}, TR11 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR11), a(DI3, TR11), \\ a(DI6, TR11), a(DI7, TR11), \\ a(DI8, TR11), a(DI9, TR11), \\ a(DI10, TR11), a(TR1, TR11), \\ a(TR2, TR11), a(TR7, TR11), \\ a(TR6, TR11), a(TR12, TR11), \\ a(TR14, TR11), a(TR16, TR11), \\ a(TR3, TR11), a(DI1, TR11), \\ a(DI13, TR11), a(TR8, TR11), \\ a(DI5, TR11), a(TR5, TR11), \\ a(TR10, TR11), a(DI12, TR11) \end{array} \right\}$$

$$= 0.048$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2 \\ DI10, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9 \\ DI13, TR8, DI11, DI5, TR5, \\ TR10, DI12\}, TR15 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15), \\ a(TR6, TR15), a(TR12, TR15), \\ a(TR14, TR15), a(TR16, TR15), \\ a(TR3, TR15), a(DI1, TR15), \\ a(DI13, TR15), a(TR8, TR15), \\ a(DI11, TR15), a(TR17, TR15), \\ a(DI5, TR15), a(TR5, TR15), \\ a(TR10, TR15), a(DI12, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.053$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบที่ 29 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1,

TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6,

DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 29 ขึ้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) (รอบที่ 29) ดังตารางที่ ข.26 จากนั้นคำนวณรอบที่ 30 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

รอบที่ 30 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากตารางที่ ข.26

รอบที่ 30 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) และ TR11 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.048

$$\min_{x \in C_i \neq y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13, \\ TR5, DI5, TR10, DI12), TR11 \end{array} \right\} = 0.048$$

รอบที่ 30 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) และ TR11 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.048 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) และ TR11 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 30 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, TR11 \\ DI8, DI9, DI10, DI13, TR8, \\ DI11, TR17, TR5, DI5, TR10, \\ DI12\}, C1, C2, C3, C4, C5 \end{array} \right)$$

$$= \min_{x \in C_i, y \in C_j}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5), \\ a(TR3, C4), a(TR3, C5), \\ a(DI1, C4), a(DI1, C5), \\ a(DI13, C4), a(DI13, C5), \\ a(TR8, C4), a(TR8, C5), \\ a(TR1, C1), a(TR2, C1), \\ a(TR3, C1), a(TR6, C1), \\ a(TR7, C1), a(TR8, C1), \\ a(TR12, C1), a(TR14, C1), \\ a(TR16, C1), a(DI1, C1), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C1), a(DI4, C1), \\ a(DI6, C1), a(DI7, C1), \\ a(DI8, C1), a(DI9, C1), \\ a(DI10, C1), a(DI13, C1), \\ a(TR1, C2), a(TR2, C2), \\ a(TR3, C2), a(TR6, C2), \\ a(TR7, C2), a(TR8, C2), \\ a(TR12, C2), a(TR14, C2), \\ a(TR16, C2), a(DI1, C2), \\ a(DI2, C2), a(DI3, C2), \\ a(DI4, C2), a(DI6, C2), \\ a(DI7, C2), a(DI8, C2), \\ a(DI9, C2), a(DI10, C2), a(TR11, C1), \\ a(DI13, C2), a(TR1, C3), a(TR11, C2), \\ a(TR2, C3), a(TR3, C3), a(TR11, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), a(TR11, C4) \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), a(TR11, C5) \\ a(TR16, C3), a(DI1, C3), a(DI12, C1), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), a(DI12, C2), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), a(DI12, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), a(DI12, C4), \\ a(DI10, C3), a(DI13, C3), a(DI12, C5), \\ a(TR8, C3), a(DI11, C1), a(DI11, C2), \\ a(DI11, C3), a(DI11, C4), a(DI11, C5), \\ a(DI11, C4), a(DI11, C5), a(C5, TR10), \\ a(TR17, C1), a(DI17, C2), a(TR17, C3), \\ a(TR17, C4), a(TR17, C5), a(C1, TR5) \\ a(C1, DI5), a(C2, TR5), a(C2, DI5) \\ a(C2, TR5), a(C2, DI5), a(C1, TR10), \\ a(C3, TR5), a(C3, DI5), a(C2, TR10), \\ a(C4, TR5), a(C4, DI5), a(C3, TR10) \\ a(C5, TR5), a(C5, DI5), a(C4, TR10) \end{array} \right\}$$

$$= 0.075$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2, \\ DI3, DI4, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8, DI11, \\ TR17, TR5, DI5, TR10, DI12, \\ TR11\}, TR13, \square R18 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR13), a(TR1, TR18), \\ a(TR2, TR13), a(TR2, TR18), \\ a(TR6, TR13), a(TR6, TR18), \\ a(TR7, TR13), a(TR7, TR18), \\ a(TR12, TR13), a(TR12, TR18), \\ a(TR14, TR13), a(TR14, TR18), \\ a(TR16, TR13), a(TR16, TR18), \\ a(DI2, TR13), a(DI2, TR18), \\ a(DI3, TR13), a(DI3, TR18), \\ a(DI4, TR13), a(DI4, TR18), \\ a(DI6, TR13), a(DI6, TR18), \\ a(DI7, TR13), a(DI7, TR18), \\ a(DI8, TR13), a(DI8, TR18), \\ a(DI9, TR13), a(DI9, TR18), \\ a(DI10, TR13), a(DI10, TR18), \\ a(TR3, TR13), a(TR3, TR18), \\ a(DI1, TR13), a(DI1, TR18), \\ a(DI13, TR13), a(DI13, TR18), \\ a(TR8, TR13), a(TR8, TR18), \\ a(DI11, TR13), a(DI11, TR18), \\ a(TR17, TR13), a(TR17, TR18), \\ a(TR5, TR13), a(TR5, TR18), \\ a(DI5, TR13), a(DI5, TR18), \\ a(TR10, TR13), a(TR10, TR18), \\ a(DI12, TR13), a(DI12, TR18), \\ a(TR11, TR18) \end{array} \right\}$$

$$= 0.049$$

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, \square R8, TR12, TR14, TR16, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, DI11, TR17, \\ TR5, DI5, TR10, DI12, TR11\}, TR4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(DI11, TR4), \\ a(DI13, TR4), a(DI12, TR4), \\ a(TR1, TR4), a(TR2, TR4), \\ a(TR3, TR4), a(TR5, TR4), \\ a(TR6, TR4), a(TR7, TR4), \\ a(TR8, TR4), a(TR10, TR4), \\ a(TR12, TR4), a(TR14, TR4), \\ a(TR16, TR4), a(TR17, TR4), \\ a(TR18, TR4), a(TR19, TR4), \\ a(TR20, TR4), a(TR21, TR4), \\ a(TR22, TR4), a(TR23, TR4), \\ a(TR24, TR4), a(TR25, TR4), \\ a(TR26, TR4), a(TR27, TR4), \\ a(TR28, TR4), a(TR29, TR4), \\ a(TR30, TR4), a(TR31, TR4), \\ a(TR32, TR4), a(TR33, TR4), \\ a(TR34, TR4), a(TR35, TR4), \\ a(TR36, TR4), a(TR37, TR4), \\ a(TR38, TR4), a(TR39, TR4), \\ a(TR40, TR4), a(TR41, TR4), \\ a(TR42, TR4), a(TR43, TR4), \\ a(TR44, TR4), a(TR45, TR4), \\ a(TR46, TR4), a(TR47, TR4), \\ a(TR48, TR4), a(TR49, TR4), \\ a(TR50, TR4), a(TR51, TR4), \\ a(TR52, TR4), a(TR53, TR4), \\ a(TR54, TR4), a(TR55, TR4), \\ a(TR56, TR4), a(TR57, TR4), \\ a(TR58, TR4), a(TR59, TR4), \\ a(TR60, TR4), a(TR61, TR4), \\ a(TR62, TR4), a(TR63, TR4), \\ a(TR64, TR4), a(TR65, TR4), \\ a(TR66, TR4), a(TR67, TR4), \\ a(TR68, TR4), a(TR69, TR4), \\ a(TR70, TR4), a(TR71, TR4), \\ a(TR72, TR4), a(TR73, TR4), \\ a(TR74, TR4), a(TR75, TR4), \\ a(TR76, TR4), a(TR77, TR4), \\ a(TR78, TR4), a(TR79, TR4), \\ a(TR80, TR4), a(TR81, TR4), \\ a(TR82, TR4), a(TR83, TR4), \\ a(TR84, TR4), a(TR85, TR4), \\ a(TR86, TR4), a(TR87, TR4), \\ a(TR88, TR4), a(TR89, TR4), \\ a(TR90, TR4), a(TR91, TR4), \\ a(TR92, TR4), a(TR93, TR4), \\ a(TR94, TR4), a(TR95, TR4), \\ a(TR96, TR4), a(TR97, TR4), \\ a(TR98, TR4), a(TR99, TR4), \\ a(TR100, TR4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.077$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8, DI11, TR17, \\ TR5, DI5, TR10, DI12, TR11\}, TR9 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9), a(TR12, TR9), \\ a(TR14, TR9), a(TR16, TR9), \\ a(TR3, TR9), a(DI1, TR9), \\ a(DI13, TR9), a(TR8, TR9), \\ a(DI11, TR9), a(TR17, TR9), \\ a(DI5, TR9), a(TR5, TR9), \\ a(TR10, TR9), a(DI12, TR9), \\ a(\square R11, TR9) \end{array} \right\} \\
&= 0.062 \\
D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2 \\ DI10, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9 \\ DI13, TR8, DI11, DI5, TR5, \\ TR10, DI12, TR11\}, TR15 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15), \\ a(TR6, TR15), a(TR12, TR15), \\ a(TR14, TR15), a(TR16, TR15), \\ a(TR3, TR15), a(DI1, TR15), \\ a(DI13, TR15), a(TR8, TR15), \\ a(DI11, TR15), a(TR17, TR15), \\ a(DI5, TR15), a(TR5, TR15), \\ a(TR10, TR15), a(DI12, TR15), \\ a(TR11, TR15) \end{array} \right\} \\
&= 0.053
\end{aligned}$$

รอบที่ 30 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 30 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) (รอบที่ 30) ดังตารางที่ ข.27 จากนั้นคำนวณรอบที่ 31 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.25 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13) (รอบที่ 28)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13	C1, C2, C3, C4, C5	TR13, TR18	TR4	TR9	TR11	TR15	DI12
TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13	0.000	0.075	0.049	0.077	0.062	0.048	0.053	0.044
C1, C2, C3, C4, C5	0.075	0.000	0.049	0.378	0.329	0.099	0.643	0.318
TR13, TR18	0.049	0.049	0.000	0.530	0.479	0.075	0.487	0.465
TR4	0.077	0.378	0.530	0.000	0.054	0.455	1.000	0.256
TR9	0.062	0.329	0.479	0.054	0.000	0.404	0.954	0.221
TR11	0.048	0.099	0.075	0.455	0.404	0.000	0.561	0.405
TR15	0.053	0.643	0.487	1.000	0.954	0.561	0.000	0.957
DI12	0.044	0.318	0.465	0.256	0.221	0.405	0.957	0.000

ตารางที่ ข.26 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) (รอบที่ 29)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13	C1, C2, C3, C4, C5	TR13, TR18	TR4	TR9	TR11	TR15
TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13	0.000	0.075	0.049	0.077	0.062	0.048	0.053
C1, C2, C3, C4, C5	0.075	0.000	0.049	0.378	0.329	0.099	0.643
TR13, TR18	0.049	0.049	0.000	0.530	0.479	0.075	0.487
TR4	0.077	0.378	0.530	0.000	0.054	0.455	1.000
TR9	0.062	0.329	0.479	0.054	0.000	0.404	0.954
TR11	0.048	0.099	0.075	0.455	0.404	0.000	0.561
TR15	0.053	0.643	0.487	1.000	0.954	0.561	0.000

ตารางที่ ข.27 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) (รอบที่ 30)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13	C1, C2, C3, C4, C5	TR13, TR18	TR4	TR9	TR15
TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13	0.000	0.075	0.049	0.077	0.062	0.053
C1, C2, C3, C4, C5	0.075	0.000	0.049	0.378	0.329	0.643
TR13, TR18	0.049	0.049	0.000	0.530	0.479	0.487
TR4	0.077	0.378	0.530	0.000	0.054	1.000
TR9	0.062	0.329	0.479	0.054	0.000	0.954
TR15	0.053	0.643	0.487	1.000	0.954	0.000

รอบที่ 31 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตรภัณฑ์จากตารางที่ ข.27

รอบที่ 31 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) และ (TR13, TR18) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.049

$$\min_{x \in C_i \neq y \in C_j} \left\{ \begin{matrix} a(TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13, \\ TR5, DI5, TR10, DI12, TR11), TR13, TR18 \end{matrix} \right\} = 0.049$$

รอบที่ 31 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) และ (TR13, TR18) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.048 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตรภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) และ (TR13, TR18) โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 31 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, TR11 \\ DI8, DI9, DI10, \square I13, TR8, \\ DI11, TR17, TR5, DI5, TR10, \\ DI12, TR13, TR18\}, \\ C1, C2, C3, C4, C5 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j}$$

$$\left(\begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(T\square12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5), \\ a(TR3, C4), a(TR3, C5), \\ a(DI1, C4), a(DI1, C5), \\ a(DI13, C4), a(DI13, C5), \\ a(TR8, C4), a(TR8, C5), \\ a(TR1, C1), a(TR2, C1), \\ a(TR3, C1), a(TR6, C1), \\ a(TR7, C1), a(TR8, C1), \\ a(TR12, C1), a(TR14, C1), \\ a(TR16, C1), a(DI1, C1), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C3), \\ a(DI3, C1), a(DI4, C1), \\ a(DI6, C1), a(DI7, C1), \\ a(DI8, C1), a(DI9, C1), a(TR18, C1), \\ a(DI10, C1), a(DI13, C1), a(TR18, C2), \\ a(TR1, C2), a(TR2, C2), a(TR18, C3), \\ a(TR3, C2), a(TR6, C2), a(TR18, C4), \\ a(TR7, C2), a(TR8, C2), a(TR18, C5), \\ a(TR12, C2), a(TR14, C2), a(TR13, C1), \\ a(TR16, C2), a(DI1, C2), a(TR13, C2), \\ a(DI2, C2), a(DI3, C2), a(TR13, C3), \\ a(DI4, C2), a(DI6, C2), a(TR13, C4), \\ a(DI7, C2), a(DI8, C2), a(TR13, C5), \\ a(DI9, C2), a(DI10, C2), a(TR11, C1), \\ a(DI13, C2), a(TR1, C3), a(TR11, C2), \\ a(TR2, C3), a(TR3, C3), a(TR11, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), a(TR11, C4), \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), a(TR11, C5), \\ a(TR16, C3), a(DI1, C3), a(DI12, C1), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), a(DI12, C2), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), a(DI12, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), a(DI12, C4), \\ a(DI10, C3), a(DI13, C3), a(DI12, C5), \\ a(TR8, C3), a(DI11, C1), a(DI11, C2), \\ a(DI11, C3), a(DI11, C4), a(DI11, C5), \\ a(DI11, C4), a(DI11, C5), a(C5, TR10), \\ a(T\square17, C1), a(TR17, C2), a(TR17, C3), \\ a(TR17, C4), a(TR17, C5), a(C1, TR5), \\ a(C1, DI5), a(C2, TR5), a(C2, DI5), \\ a(C2, TR5), a(C2, DI5), a(C1, TR10), \\ a(C3, TR5), a(C3, DI5), a(C2, TR10), \\ a(C4, TR5), a(C4, DI5), a(C3, TR10), \\ a(C5, TR5), a(C5, DI5), a(C4, TR10) \end{array} \right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และ 0.075 จึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, DI11, TR17, \\ TR5, DI5, TR10, DI12, TR11, \\ TR13, TR18\}, TR4 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(TR1, TR4), \\ a(TR2, TR4), a(TR7, TR4), \\ a(TR6, TR4), a(TR12, TR4), \\ a(TR14, TR4), a(TR16, TR4), \\ a(TR3, TR4), a(DI1, TR4), \\ a(DI13, TR4), a(TR8, TR4), \\ a(DI11, TR4), a(TR17, TR4), \\ a(DI5, TR4), a(TR5, TR4), \\ a(TR10, TR4), a(DI12, TR4), \\ a(TR11, TR4), a(TR13, TR4), \\ a(TR18, TR4) \end{array} \right\}$$

$$= 0.077$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8, DI11, TR17, \\ TR5, DI5, TR10, DI12, TR11, \\ TR13, TR18\}, TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9), a(TR12, TR9), \\ a(TR14, TR9), a(TR16, TR9), \\ a(TR3, TR9), a(DI1, TR9), \\ a(DI13, TR9), a(TR8, TR9), \\ a(DI11, TR9), a(TR17, TR9), \\ a(DI5, TR9), a(TR5, TR9), \\ a(TR10, TR9), a(DI12, TR9), \\ a(TR11, TR9), a(TR13, TR9), \\ a(TR18, TR9) \end{array} \right\}$$

$$= 0.062$$

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, DI2 \\ DI10, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9 \\ DI13, TR8, DI11, DI5, TR5, \\ TR10, DI12, TR11, TR13, \\ TR18\}, TR15 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR15), a(DI3, TR15), \\ a(DI6, TR15), a(DI7, TR15), \\ a(DI8, TR15), a(DI9, TR15), \\ a(DI10, TR15), a(TR1, TR15), \\ a(TR2, TR15), a(TR7, TR15), \\ a(TR6, TR15), a(TR12, TR15), \\ a(TR14, TR15), a(TR16, TR15), \\ a(TR3, TR15), a(DI1, TR15), \\ a(DI13, TR15), a(TR8, TR15), \\ a(DI11, TR15), a(TR17, TR15), \\ a(DI5, TR15), a(TR5, TR15), \\ a(TR10, TR15), a(DI12, TR15), \\ a(TR11, TR15), a(TR13, TR15), \\ a(TR18, TR15) \end{array} \right\}$$

$$= 0.053$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงไปใช้

รอบที่ 31 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 31 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR14, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) (รอบที่ 31) ดังตารางที่ ข.28 จากนั้นคำนวณรอบที่ 32 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

รอบที่ 32 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากตารางที่ ข.28

รอบที่ 32 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) และ TR15 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.053

$$\min_{x \in C_i \neq y \in C_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13, \\ TR5, DI5, TR10, DI12, TR11, TR13, TR18), TR15 \end{array} \right\} = 0.053$$

รอบที่ 31 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) และ TR15 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.053 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) และ TR15 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 31 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, TR11 \\ DI8, DI9, DI10, DI13, TR8, \\ DI11, TR17, TR5, DI5, TR10, \\ DI12, TR13, TR18, TR15\}, \\ C1, C2, C3, C4, C5 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), \\ a(DI10, \square 4), a(DI10, C5), \\ a(TR3, C4), a(TR3, C5), \\ a(DI1, C4), a(DI1, C5), \\ a(DI13, C4), a(DI13, C5), \\ a(TR8, C4), a(TR8, C5), \\ a(TR1, C1), a(TR2, C1), \\ a(TR3, C1), a(TR6, C1), \\ a(TR7, C1), a(TR8, C1), \\ a(TR12, C1), a(TR14, C1), a(TR15, C1), \\ a(TR16, C1), a(DI1, C1), a(TR15, C2), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C3), a(TR15, C3), \\ a(DI3, C1), a(DI4, C1), a(TR15, C4), \\ a(DI6, C1), a(DI7, C1), a(TR15, C5), \\ a(DI8, C1), a(DI9, C1), a(TR18, C1), \\ a(DI10, C1), a(DI13, C1), a(TR18, C2), \\ a(TR1, C2), a(TR2, C2), a(TR18, C3), \\ a(TR3, C2), a(TR6, C2), a(TR18, C4), \\ a(TR7, C2), a(TR8, C2), a(TR18, C5), \\ a(TR12, C2), a(TR14, C2), a(TR13, C1), \\ a(TR16, C2), a(DI1, C2), a(TR13, C2), \\ a(DI2, C2), a(DI3, C2), a(TR13, C3), \\ a(DI4, C2), a(DI6, C2), a(TR13, C4), \\ a(DI7, C2), a(DI8, C2), a(TR13, C5), \\ a(DI9, C2), a(DI10, C2), a(TR11, C1), \\ a(DI13, C2), a(TR1, C3), a(TR11, C2), \\ a(TR2, C3), a(TR3, C3), a(TR11, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), a(TR11, C4), \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), a(TR11, C5), \\ a(TR16, C3), a(DI1, C3), a(DI12, C1), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), a(DI12, C2), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), a(DI12, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), a(DI12, C4), \\ a(DI10, C3), a(DI13, C3), a(DI12, C5), \\ a(TR8, C3), a(DI11, C1), a(DI11, C2), \\ a(DI11, C3), a(DI11, C4), a(DI11, C5), \\ a(DI11, C4), a(DI11, C5), a(C5, TR10), \\ a(TR17, C1), a(TR17, C2), a(TR17, C3), \\ a(TR17, C4), a(TR17, C5), a(C1, TR5) \\ a(C1, DI5), a(C2, TR5), a(C2, DI5) \\ a(C2, TR5), a(C2, DI5), a(C1, TR10), \\ a(C3, TR5), a(C3, DI5), a(C2, TR10), \\ a(C4, TR5), a(C4, DI5), a(C3, TR10) \\ a(C5, TR5), a(C5, DI5), a(C4, TR10) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และ = 0.075 จึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, \\ TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, \\ DI9, DI10, DI13, DI11, TR17, \\ TR5, DI5, TR10, DI12, TR11, \\ TR13, TR18, TR15\}, TR4 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR4), a(DI3, TR4), \\ a(DI6, TR4), a(DI7, TR4), \\ a(DI8, TR4), a(DI9, TR4), \\ a(DI10, TR4), a(TR1, TR4), \\ a(TR2, TR4), a(TR7, TR4), \\ a(TR6, TR4), a(TR12, TR4), \\ a(TR14, TR4), a(TR16, TR4), \\ a(TR3, TR4), a(DI1, TR4), \\ a(DI13, TR4), a(TR8, TR4), \\ a(DI11, TR4), a(TR17, TR4), \\ a(DI5, TR4), a(TR5, TR4), \\ a(TR10, TR4), a(DI12, TR4), \\ a(TR11, TR4), a(TR13, TR4), \\ a(TR18, TR4), a(TR15, TR4) \end{array} \right\} \\
&= 0.077 \\
D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1 \\ DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, \\ DI10, DI13, TR8, DI11, TR17, \\ TR5, DI5, TR10, DI12, TR11, \\ TR13, TR18, TR15\}, TR9 \end{array} \right) &= \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(DI2, TR9), a(DI3, TR9), \\ a(DI6, TR9), a(DI7, TR9), \\ a(DI8, TR9), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR9), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR9), a(TR7, TR9), \\ a(TR6, TR9), a(TR12, TR9), \\ a(TR14, TR9), a(TR16, TR9), \\ a(TR3, TR9), a(DI1, TR9), \\ a(DI13, TR9), a(TR8, TR9), \\ a(DI11, TR9), a(TR17, TR9), \\ a(DI5, TR9), a(TR5, TR9), \\ a(TR10, TR9), a(DI12, TR9), \\ a(TR11, TR9), a(TR13, TR9), \\ a(TR18, TR9), a(TR15, TR9) \end{array} \right\} \\
&= 0.062
\end{aligned}$$

รอบที่ 32 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 32 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR14, TR15, TR16, TR17, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) (รอบที่ 32) ดังตารางที่ ข.29 จากนั้นคำนวณรอบที่ 33 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.28 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) (รอบที่ 31)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13	C1, C2, C3, C4, C5	TR4	TR9	TR15
TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13	0.000	0.075	0.077	0.062	0.053
C1, C2, C3, C4, C5	0.075	0.000	0.378	0.329	0.643
TR4	0.077	0.378	0.000	0.054	1.000
TR9	0.062	0.329	0.054	0.000	0.954
TR15	0.053	0.643	1.000	0.954	0.000

ตารางที่ ข.29 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) (รอบที่ 32)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13	C1, C2, C3, C4, C5	TR4	TR9
TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13	0.000	0.075	0.077	0.062
C1, C2, C3, C4, C5	0.075	0.000	0.378	0.329
TR4	0.077	0.378	0.000	0.054
TR9	0.062	0.329	0.054	0.000

รอบที่ 33 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตรภัณฑ์จากตารางที่ ข.29

รอบที่ 33 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตรภัณฑ์ TR4 และ TR9 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.054

$$\min_{x \in c_i \neq y \in c_j} \{a(TR4, TR9)\} = 0.054$$

รอบที่ 33 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตรภัณฑ์ TR4 และ TR9 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.054 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตรภัณฑ์ TR4 และ TR9 โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 33 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR4, TR9) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$D \left(\begin{array}{c} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, TR11 \\ DI8, DI9, DI10, DI13, TR8, \\ DI11, TR17, TR5, DI5, \square R10, \\ DI12, TR13, TR18, TR15\}, \\ TR4, TR9 \end{array} \right) = \min_{x \in c_i, y \in c_j} \left\{ \begin{array}{l} a(TR1, TR4), a(TR1, TR9), \\ a(TR2, TR4), a(TR2, TR9), \\ a(TR3, TR4), a(TR3, TR9), \\ a(TR6, TR4), a(TR6, TR9), \\ a(TR7, TR4), a(TR7, TR9), \\ a(TR12, TR4), a(TR12, TR9), \\ a(TR14, TR4), a(TR14, TR9), \\ a(TR16, TR4), a(TR16, TR9), \\ a(DI1, TR4), a(DI1, TR9), \\ a(DI2, TR4), a(DI2, TR9), \\ a(DI3, TR4), a(DI3, TR9), \\ a(DI4, TR4), a(DI4, TR9), \\ a(DI6, TR4), a(DI6, TR9), \\ a(DI7, TR4), a(DI7, TR9), \\ a(TR11, TR4), a(TR11, TR9), \\ a(DI8, TR4), a(DI8, TR9), \\ a(DI9, TR4), a(DI9, TR9), \\ a(DI10, TR4), a(DI10, TR9), \\ a(DI13, TR4), a(DI13, TR9), \\ a(TR8, TR4), a(TR8, TR9), \\ a(DI11, TR4), a(DI11, TR9), \\ a(TR17, TR4), a(TR17, TR9), \\ a(TR5, TR4), a(TR5, TR9), \\ a(DI5, TR4), a(DI5, TR9), \\ a(TR10, TR4), a(TR10, TR9), \\ a(DI12, TR4), a(DI12, TR9), \\ a(TR13, TR4), a(TR13, TR9), \\ a(TR18, TR4), a(TR18, TR9), \\ a(TR15, TR4), a(TR15, TR9) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 0.062

$$D(\{C1, C2, C3, C4, C5\}, TR4, TR9) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} \begin{cases} a(C1, TR4), a(C1, TR9), \\ a(C2, TR4), a(C2, TR9), \\ a(C3, TR4), a(C3, TR9), \\ a(C4, TR4), a(C4, TR9), \\ a(C5, TR4), a(C5, TR9) \end{cases} \\ = 0.329$$

รอบที่ 33 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR4, TR9) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 33 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR4, TR9) (รอบที่ 33) ดังตารางที่ ข.30 จากนั้นคำนวณรอบที่ 34 ต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5

รอบที่ 34 ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากตารางที่ ข.30

รอบที่ 34 ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาค่าเริ่มต้นจากสมการ (3-4) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) และ (TR4, TR9) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.054

$$\min_{x \in C_i, y \in C_j} \begin{cases} a(TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, TR8, TR12, TR14, TR16, TR17, \\ DI1, DI2, DI3, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI13, \\ TR5, DI5, TR10, DI12, TR11, TR13, TR18, TR15), TR4, TR9 \end{cases} = 0.062$$

รอบที่ 34 ขั้นตอนที่ 3 รวมกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) และ (TR4, TR9) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.054 จากนั้นทำการรวมกลุ่มผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) และ (TR4, TR9) โดยใช้สมการ (3-5) เพื่อสร้างกลุ่มขึ้นใหม่

รอบที่ 34 ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่มใหม่โดยใช้สมการ (3-6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของกลุ่ม (TR1, TR2, TR3, TR4, TR5, TR6, TR7, TR8, TR9, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากมีเหตุอันสมควรและต้องขอสงวนสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D \left(\begin{array}{l} \{TR1, TR2, TR3, TR6, TR7, \\ TR12, TR14, TR16, DI1, \\ DI2, DI3, DI4, DI6, DI7, TR11 \\ DI8, DI9, DI10, DI13, TR8, \\ DI11, TR17, TR5, DI5, TR10, \\ DI12, TR13, TR18, TR15, \\ TR4, TR9\}, \\ C1, C2, C3, C4, C5 \end{array} \right) = \min_{x \in C_i, y \in C_j}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a(TR1, C4), a(TR1, C5), \\ a(TR2, C4), a(TR2, C5), \\ a(TR6, C4), a(TR6, C5), \\ a(TR7, C4), a(TR7, C5), \\ a(TR12, C4), a(TR12, C5), \\ a(TR14, C4), a(TR14, C5), \\ a(TR16, C4), a(TR16, C5), \\ a(DI2, C4), a(DI2, C5), \\ a(DI3, C4), a(DI3, C5), \\ a(DI4, C4), a(DI4, C5), \\ a(DI6, C4), a(DI6, C5), \\ a(DI7, C4), a(DI7, C5), \\ a(DI8, C4), a(DI8, C5), a(TR9, C1), \\ a(DI9, C4), a(DI9, C5), a(TR9, C2), \\ a(DI10, C4), a(DI10, C5), a(TR9, C3), \\ a(TR3, C4), a(TR3, C5), a(TR9, C4), \\ a(DI1, C4), a(DI1, C5), a(TR9, C5), \\ a(DI13, C4), a(DI13, C5), a(TR4, C1), \\ a(TR8, C4), a(TR8, C5), a(TR4, C2), \\ a(TR1, C1), a(TR2, C1), a(TR4, C3), \\ a(TR3, C1), a(TR6, C1), a(TR4, C4), \\ a(TR7, C1), a(TR8, C1), a(TR4, C5), \\ a(TR12, C1), a(TR14, C1), a(TR15, C1), \\ a(TR16, C1), a(DI1, C1), a(TR15, C2), \\ a(DI2, C1), a(DI2, C3), a(TR15, C3), \\ a(DI3, C1), a(DI4, C1), a(TR15, C4), \\ a(DI6, C1), a(DI7, C1), a(TR15, C5), \\ a(DI8, C1), a(DI9, C1), a(TR18, C1), \\ a(DI10, C1), a(DI13, C1), a(TR18, C2), \\ a(TR1, C2), a(TR2, C2), a(TR18, C3), \\ a(TR3, C2), a(TR6, C2), a(TR18, C4), \\ a(TR7, C2), a(TR8, C2), a(TR18, C5), \\ a(TR12, C2), a(TR14, C2), a(TR13, C1), \\ a(TR16, C2), a(DI1, C2), a(TR13, C2), \\ a(DI2, C2), a(DI3, C2), a(TR13, C3), \\ a(DI4, C2), a(DI6, C2), a(TR13, C4), \\ a(DI7, C2), a(DI8, C2), a(TR13, C5), \\ a(DI9, C2), a(DI10, C2), a(TR11, C1), \\ a(DI13, C2), a(TR1, C3), a(TR11, C2), \\ a(TR2, C3), a(TR3, C3), a(TR11, C3), \\ a(TR6, C3), a(TR7, C3), a(TR11, C4), \\ a(TR12, C3), a(TR14, C3), a(TR11, C5), \\ a(TR16, C3), a(DI1, C3), a(DI12, C1), \\ a(DI3, C3), a(DI4, C3), a(DI12, C2), \\ a(DI6, C3), a(DI7, C3), a(DI12, C3), \\ a(DI8, C3), a(DI9, C3), a(DI12, C4), \\ a(DI10, C3), a(DI13, C3), a(DI12, C5), \\ a(TR8, C3), a(DI11, C1), a(DI11, C2), \\ a(DI11, C3), a(DI11, C4), a(DI11, C5), \\ a(DI11, C4), a(DI11, C5), a(C5, TR10), \\ a(TR17, C1), a(TR17, C2), a(TR17, C3), \\ a(TR17, C4), a(TR17, C5), a(C1, TR5), \\ a(C1, DI5), a(C2, TR5), a(C2, DI5), \\ a(C2, TR5), a(C2, DI5), a(C1, TR10), \\ a(C3, TR5), a(C3, DI5), a(C2, TR10), \\ a(C4, TR5), a(C4, DI5), a(C3, TR10), \\ a(C5, TR5), a(C5, DI5), a(C4, TR10) \end{array} \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิง

การค้า

$$= 0.075$$

รอบที่ 34 ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่าง (TR1, TR2, TR3, TR4, TR5, TR6, TR7, TR8, TR9, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ได้จากรอบที่ 34 ขั้นตอนที่ 4 มาใส่ในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR4, TR5, TR6, TR7, TR8, TR9, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) (รอบที่ 34) ดังตารางที่ ข.31



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.30 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR4, TR9) (รอบที่ 33)

ผลิตภัณฑ์	TR4, TR9	TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13	C1, C2, C3, C4, C5
TR4, TR9	0	0.062	0.329
TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13	0.062	0	0.075
C1, C2, C3, C4, C5	0.329	0.075	0

ตารางที่ ข.31 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างผลิตภัณฑ์ (TR1, TR2, TR3, TR4, TR5, TR6, TR7, TR8, TR9, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13) (รอบที่ 34)

ผลิตภัณฑ์	TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13, TR4, TR9	C1, C2, C3, C4, C5
TR1, TR2, TR3, TR5, TR6, TR7, TR8, TR10, TR11, TR12, TR13, TR14, TR15, TR16, TR17, TR18, DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8, DI9, DI10, DI11, DI12, DI13, TR4, TR9	0	0.075
C1, C2, C3, C4, C5	0.075	0

ภาคผนวก ค.

ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12

ตารางที่ ค.1 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F1

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																					
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)													เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.								
วันที่ : XX-XX-XXX													เครื่องจักร : F1								
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด													
								สาเหตุ													
เริ่ม			สิ้นสุด					สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)				หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอผู้ซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown)	รอผลิตภัณฑ์ถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที	ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	ตั้งล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)										
8	0	0	8	1	27	1.45				✓											
8	1	27	8	2	6	0.65	✓														
8	2	6	8	13	4	10.97									✓						
8	13	4	8	30	45	17.68										✓					
8	30	45	8	33	9	2.40													✓		
8	33	9	8	35	2	1.88											✓				
8	35	2	8	35	30	0.47					✓										
8	35	30	9	2	30	27.00							✓								
9	2	30	9	8	33	6.05	✓														
9	8	33	9	32	25	23.87					✓										
9	32	25	9	38	47	6.37	✓														
9	38	47	9	47	54	9.12													✓		
9	47	54	9	49	10	1.27											✓				
9	49	10	9	52	25	3.25	✓														
9	52	25	9	53	30	1.08					✓										
9	53	30	9	58	7	4.62	✓														
9	58	7	10	1	40	3.55									✓						
10	1	40	10	2	2	0.37				✓											
10	2	2	10	3	30	1.47	✓														
10	3	30	10	5	54	2.40									✓						
10	5	54	10	6	5	0.18				✓											
10	6	5	10	9	25	3.33		✓													
10	9	25	10	10	12	0.78									✓						
10	10	12	10	10	48	0.60				✓											
10	10	48	10	20	47	9.98	✓														
10	20	47	10	38	5	17.30									✓						
10	38	5	10	38	26	0.35				✓											
10	38	26	10	39	50	1.40				✓											
10	39	50	10	44	30	4.67	✓														
10	44	30	10	44	52	0.37				✓											
10	44	52	10	45	10	0.30	✓														
10	45	10	10	45	50	0.67				✓											
10	45	50	10	56	35	10.75	✓														
10	56	35	10	56	58	0.38				✓											
10	56	58	10	58	1	1.05	✓														
10	58	1	10	58	40	0.65				✓											
10	58	40	11	5	36	6.93	✓														

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ไม่สามารถนำออกนอกบริษัทฯ ได้โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ

ตารางที่ ค.1 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F1 (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																								
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)															เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.									
วันที่ : XX-XX-XXX															เครื่องจักร : F1									
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด																
								สาเหตุ																
เริ่ม			สิ้นสุด					สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					หยุดด้วยกาวาสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown)	รอผลิตล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)		
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที	ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	หน่วยกาวาสวิตช์ (Stop Switch)														
11	5	36	11	8	23	2.78										✓								
11	8	23	11	8	35	0.20					✓													
11	8	35	11	19	15	10.67	✓																	
11	19	15	11	31	58	12.72										✓								
11	31	58	11	32	43	0.75			✓															
11	32	43	11	34	30	1.78	✓																	
11	34	30	11	35	0	0.50										✓								
11	35	0	11	38	16	3.27					✓													
11	38	16	11	38	20	0.07	✓																	
11	38	20	11	39	40	1.33			✓															
11	39	40	11	53	0	13.33	✓																	
11	53	0	11	53	32	0.53					✓													
11	53	32	11	55	45	2.22	✓																	
11	55	45	11	56	50	1.08					✓													
11	56	50	12	0	13	3.38	✓																	
12	0	13	12	39	30	39.28										✓								
12	39	30	12	39	53	0.38					✓													
12	39	53	12	46	0	6.12	✓																	
12	46	0	12	54	40	8.67										✓								
12	54	40	12	54	50	0.17					✓													
12	54	50	12	57	20	2.50	✓																	
12	57	20	13	1	55	4.58										✓								
13	1	55	13	2	19	0.40					✓													
13	2	19	13	4	45	2.43	✓																	
13	4	45	13	5	6	0.35					✓													
13	5	6	13	6	10	1.07	✓																	
13	6	10	13	6	34	0.40					✓													
13	6	34	13	13	45	7.18	✓																	
13	13	45	13	15	7	1.37										✓								
13	15	7	13	15	45	0.63					✓													
13	15	45	13	45	55	30.17	✓																	
13	45	55	13	57	40	11.75										✓								
13	57	40	13	57	59	0.32					✓													
13	57	59	14	2	57	4.97	✓																	
14	2	57	14	3	55	0.97										✓								
14	3	55	14	4	15	0.33					✓													
14	4	15	14	18	45	14.50	✓																	
14	18	45	14	28	35	9.83										✓								
14	28	35	14	29	4	0.48					✓													
14	29	4	14	31	30	2.43	✓																	
14	31	30	14	33	22	1.87										✓								
14	33	22	14	33	39	0.28					✓													
14	33	39	14	43	48	10.15	✓																	
14	43	48	14	44	35	0.78										✓								
14	44	35	14	44	49	0.23					✓													
14	44	49	14	46	48	1.98	✓																	
14	46	48	14	49	53	3.08										✓								
14	49	53	14	52	10	2.28			✓															
14	52	10	14	52	26	0.27	✓																	
14	52	26	14	53	29	1.05			✓															
14	53	29	15	0	13	6.73	✓																	

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ

ตารางที่ ค.1 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F1 (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																					
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)										เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.											
วันที่ : XX-XX-XXX										เครื่องจักร : F1											
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด													
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ													
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที			สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)				หยุดด้วยการกดสวิทช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown)	รอเปลี่ยนล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)							ตั้งล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)		
15	0	13	15	0	51	0.63															
15	0	51	15	1	10	0.32															
15	1	10	15	8	59	7.82		✓													
15	8	59	15	41	30	32.52								✓							
15	41	30	15	52	3	10.55										✓					
15	52	3	15	58	40	6.62												✓			
15	58	40	16	0	36	1.93											✓				
16	0	36	16	4	20	3.73	✓														
16	4	20	16	5	30	1.17									✓						
16	5	30	16	5	40	0.17			✓												
16	5	40	16	7	50	2.17	✓														
16	7	50	16	9	9	1.32									✓						
16	9	9	16	9	20	0.18					✓										
16	9	20	16	11	1	1.68	✓														
16	11	1	16	11	29	0.47		✓													
16	11	29	16	18	36	7.12	✓														
16	18	36	16	27	45	9.15													✓		
16	27	45	16	29	1	1.27											✓				
16	29	1	16	30	50	1.82	✓														
16	30	50	16	33	11	2.35											✓				
16	33	11	16	34	32	1.35	✓														
16	34	32	16	36	35	2.05					✓										
16	36	35	16	37	50	1.25	✓														
16	37	50	16	38	15	0.42					✓										
16	38	15	16	43	20	5.08	✓														
16	43	20	16	47	42	4.37									✓						
16	47	42	16	47	58	0.27					✓										
16	47	58	16	50	30	2.53	✓														
16	50	30	16	53	40	3.17					✓										
16	53	40	16	59	40	6.00	✓														
16	59	40	17	1	5	1.42									✓						
17	1	5	17	12	58	11.88	✓														
17	12	58	17	15	1	2.05					✓										
17	15	1	17	15	31	0.50	✓														
17	15	31	17	23	47	8.27									✓						
17	23	47	17	25	18	1.52	✓														
17	25	18	17	25	45	0.45					✓										
17	25	45	17	30	12	4.45	✓														
17	30	12	17	40	19	10.12					✓										
17	40	19	17	44	35	4.27	✓														
17	44	35	17	47	30	2.92									✓						
17	47	30	18	0	48	13.30	✓														
18	0	48	18	5	3	4.25									✓						
18	5	3	18	5	23	0.33					✓										
18	5	23	18	14	57	9.57	✓														
18	14	57	18	20	58	6.02									✓						
18	20	58	18	21	12	0.23					✓										

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ใช้ภายในบริษัทฯ เท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่ได้
 ไม่สามารถนำออกเผยแพร่ได้

ตารางที่ ค.1 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F1 (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																							
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)													เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.										
วันที่ : XX-XX-XXX													เครื่องจักร : F1										
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด															
								สาเหตุ															
เริ่ม			สิ้นสุด					สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown)	รอผลผลิตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)	
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	ตั้งล็อต (Start Lot)							เก็บล็อต (End Lot)				
ชั่วโมง	นาฬิกา	วินาที	ชั่วโมง	นาฬิกา	วินาที	18	21	12	18	25	50	4.63	✓										
18	25	50	18	29	50	4.00											✓						
18	29	50	18	30	12	0.37								✓									
18	30	12	18	34	40	4.47	✓																
18	34	40	18	38	13	3.55											✓						
18	38	13	18	38	25	0.20								✓									
18	38	25	18	47	36	9.18	✓																
18	47	36	18	51	28	3.87											✓						
18	51	28	18	51	45	0.28								✓									
18	51	45	18	52	25	0.67	✓																
18	52	25	18	53	0	0.58								✓									
18	53	0	19	12	19	19.32	✓																
19	12	19	19	13	9	0.83								✓									
19	13	9	19	17	25	4.27	✓																
19	17	25	19	25	22	7.95											✓						
19	25	22	19	28	40	3.30								✓									
19	28	40	19	29	40	1.00											✓						
19	29	40	19	30	0	0.33								✓									
19	30	0	19	35	8	5.13	✓																
19	35	8	19	43	35	8.45											✓						
19	43	35	19	43	52	0.28								✓									
19	43	52	19	48	37	4.75	✓																
19	48	37	19	52	59	4.37											✓						
19	52	59	19	53	40	0.68								✓									
19	53	40	19	54	21	0.68	✓																
19	54	21	19	54	43	0.37								✓									
19	54	43	20	0	0	5.28	✓																
รวมเวลา (นาที)						720.00																	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F2 (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																								
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)										เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.														
วันที่ : XX XX XXXX										เครื่องจักรที่ : F2														
เวลา							เวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด																
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ																
ชั่วโมง	นาฬิกา	วินาที	ชั่วโมง	นาฬิกา	วินาที	เวลา (นาที)		สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					หยุดด้วยการกดรีเซ็ต (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)			รอผู้ซ่อมเครื่องจักร (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอเปลี่ยนล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
								ตรวจรอบ (Inspection Unit)	พิกัดเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	Wait			Wait	Wait	Start Lot				End Lot			
11	11	45	11	12	1	0.27																		
11	12	1	11	22	54	10.88													✓					
11	22	54	11	26	15	3.35	✓																	
11	26	15	11	27	10	0.92																✓		
11	27	10	11	31	20	4.17	✓																	
11	31	20	11	32	0	0.67												✓						
11	32	0	11	32	5	0.08																		
11	32	5	11	32	58	0.88	✓																	
11	32	58	11	40	42	7.73												✓						
11	40	42	11	43	55	3.22															✓			
11	43	55	11	46	38	2.72	✓																	
11	46	38	11	47	6	0.47												✓						
11	47	6	11	47	18	0.20																		
11	47	18	11	49	35	2.28	✓																	
11	49	35	11	49	45	0.17												✓						
11	49	45	11	49	57	0.20																		
11	49	57	11	50	50	0.88	✓																	
11	50	50	11	51	40	0.83												✓						
11	51	40	11	51	50	0.17																		
11	51	50	11	53	15	1.42	✓																	
11	53	15	11	53	50	0.58												✓						
11	53	50	11	54	2	0.20																		
11	54	2	12	0	5	6.05	✓																	
12	0	5	12	38	49	38.73												✓						
12	38	49	12	39	20	0.52																		
12	39	20	13	13	5	33.75	✓																	
13	13	5	13	13	40	0.58												✓						
13	13	40	13	14	20	0.67																		
13	14	20	13	19	45	5.42	✓																	
13	19	45	13	20	2	0.28												✓						
13	20	2	13	20	17	0.25																		
13	20	17	13	24	10	3.88	✓																	
13	24	10	13	27	10	3.00												✓						
13	27	10	13	27	20	0.17																		
13	27	20	13	31	20	4.00	✓																	
13	31	20	13	33	40	2.33												✓						
13	33	40	13	34	1	0.35																		
13	34	1	13	45	50	11.82	✓																	
13	45	50	13	50	24	4.57												✓						
13	50	24	13	50	34	0.17																		
13	50	34	14	20	17	29.72	✓																	
14	20	17	14	37	17	17.00																		
14	37	17	14	37	35	0.30																		
14	37	35	14	42	25	4.83	✓																	
14	42	25	14	42	46	0.35												✓						
14	42	46	14	42	59	0.22																		
14	42	59	14	58	4	15.08	✓																	
14	58	4	14	58	19	0.25												✓						
14	58	19	14	58	22	0.05																		
14	58	22	15	10	4	11.70	✓																	
15	10	4	15	13	40	3.60																		
15	13	40	15	13	44	0.07		✓																
15	13	44	15	18	35	4.85	✓																	
15	18	35	15	39	23	20.80												✓						
15	39	23	15	39	42	0.32																		
15	39	42	15	41	6	1.40	✓																	
15	41	6	15	47	10	6.07												✓						
15	47	10	15	47	21	0.18																		
15	47	21	16	1	47	14.43	✓																	

เอกสารนี้เป็น
ไม่ว่ากรณีใด

ห้ามลอกเลียนแบบ หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
และต้องเก็บรักษาเอกสารนี้ไว้เป็นอย่างดี

ตารางที่ ค.2 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F2 (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																								
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)												เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.												
วันที่ : XX-XX-XXX												เครื่องจักรที่ : F2												
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด																
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ																
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที			สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					หยุดด้วยกรกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลิตล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)		
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	ล็อต (Start Lot)							ล็อต (End Lot)					
16	1	47	16	2	8	0.35																		
16	2	8	16	3	27	1.32																		
16	3	27	16	4	1	0.57	✓																	
16	4	1	16	6	40	2.65																		
16	6	40	16	6	58	0.30		✓																
16	6	58	16	23	8	16.17	✓																	
16	23	8	17	1	0	37.87																		
17	1	0	17	4	2	3.03																		
17	4	2	17	9	3	5.02	✓																	
17	9	3	17	11	56	2.88																		
17	11	56	17	12	17	0.35	✓																	
17	12	17	17	15	59	3.70																		
17	15	59	17	17	4	1.08	✓																	
17	17	4	17	22	29	5.42																		
17	22	29	17	41	32	19.05																		
17	41	32	17	45	40	4.13	✓																	
17	45	40	17	52	25	6.75	✓																	
17	52	25	17	55	30	3.08																		
17	55	30	17	55	32	0.03		✓																
17	55	32	17	58	1	2.48	✓																	
17	58	1	18	8	12	10.18																		
18	8	12	18	9	10	0.97																		
18	9	10	18	10	41	1.52	✓																	
18	10	41	18	29	25	18.73																		
18	29	25	18	29	53	0.47																		
18	29	53	18	37	10	7.28	✓																	
18	37	10	18	37	40	0.50																		
18	37	40	18	37	53	0.22																		
18	37	53	18	55	41	17.80	✓																	
18	55	41	18	55	53	0.20																		
18	55	53	18	55	59	0.10		✓																
18	55	59	18	59	60	4.02	✓																	
18	59	60	19	0	26	0.43																		
19	0	26	19	1	6	0.67	✓																	
19	1	6	19	1	21	0.25																		
19	1	21	19	2	4	0.72	✓																	
19	2	4	19	2	32	0.47																		
19	2	32	19	6	50	4.30	✓																	
19	6	50	19	9	13	2.38																		
19	9	13	19	9	31	0.30																		
19	9	31	19	9	50	0.32	✓																	
19	9	50	19	10	20	0.50																		
19	10	20	19	11	9	0.82																		
19	11	9	19	13	42	2.55	✓																	
19	13	42	19	15	30	1.80																		
19	15	30	19	15	52	0.37																		
19	15	52	19	18	10	2.30	✓																	
19	18	10	19	22	41	4.52																		
19	22	41	19	26	15	3.57																		
19	26	15	19	28	18	2.05	✓																	
19	28	18	19	35	10	6.87																		
19	35	10	19	35	47	0.62																		
19	35	47	19	37	44	1.95	✓																	
19	37	44	19	43	14	5.50																		
19	43	14	19	44	16	1.03																		
19	44	16	19	46	6	1.83	✓																	
19	46	6	19	52	0	5.90																		
19	52	0	19	53	20	1.33																		
19	53	20	19	55	30	2.17	✓																	
19	55	30	20	0	0	4.50																		
รวมเวลา (นาที)						720.00																		

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ใช้ภายในองค์กรเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ

ตารางที่ ค.3 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F3

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																						
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)												เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.										
วันที่ : XX-XX-XXX												เครื่องจักรที่ : F3										
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด														
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ														
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที			สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอเปลี่ยนล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	Unit							ตั้งล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)		
8	0	0	8	4	45	4.75									✓							
8	4	45	8	5	43	0.97	✓															
8	5	43	8	10	31	4.80									✓							
8	10	31	8	11	19	0.80					✓											
8	11	19	8	15	40	4.35	✓															
8	15	40	8	16	5	0.42					✓											
8	16	5	8	16	40	0.58	✓															
8	16	40	8	17	1	0.35			✓													
8	17	1	8	18	13	1.20	✓															
8	18	13	8	18	54	0.68					✓											
8	18	54	8	20	28	1.57	✓															
8	20	28	8	24	18	3.83									✓							
8	24	18	8	24	26	0.13					✓											
8	24	26	8	25	10	0.73	✓															
8	25	10	8	25	34	0.40					✓											
8	25	34	8	27	9	1.58	✓															
8	27	9	8	27	55	0.77									✓							
8	27	55	8	29	5	1.17					✓											
8	29	5	8	30	20	1.25			✓													
8	30	20	8	33	7	2.78	✓															
8	33	7	8	46	54	13.78									✓							
8	46	54	8	47	5	0.18					✓											
8	47	5	8	49	30	2.42	✓															
8	49	30	8	49	51	0.35					✓											
8	49	51	8	56	12	6.35	✓															
8	56	12	8	56	38	0.43					✓											
8	56	38	9	0	32	3.90	✓															
9	0	32	9	19	10	18.63									✓							
9	19	10	9	19	21	0.18					✓											
9	19	21	9	20	15	0.90	✓															
9	20	15	9	20	35	0.33				✓												
9	20	35	9	21	11	0.60	✓															
9	21	11	9	21	44	0.55					✓											
9	21	44	9	25	33	3.82	✓															
9	25	33	9	25	57	0.40					✓											
9	25	57	9	29	10	3.22	✓															
9	29	10	9	29	24	0.23					✓											
9	29	24	9	33	15	3.85	✓															
9	33	15	9	34	18	1.05									✓							
9	34	18	9	34	40	0.37					✓											
9	34	40	9	37	53	3.22	✓															
9	37	53	10	2	3	24.17									✓							
10	2	3	10	2	35	0.53					✓											
10	2	35	10	8	45	6.17	✓															
10	8	45	10	11	1	2.27									✓							
10	11	1	10	11	21	0.33					✓											
10	11	21	10	11	45	0.40	✓															

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปภายนอกบริษัทฯ
ไม่ว่ากรณีใดๆ

ตารางที่ ค.3 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F3 (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																						
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)												เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.										
วันที่ : XX-XX-XXX												เครื่องจักรที่ : F3										
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด														
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ														
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที			สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลลืตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	ตั้งล็อต (Start Lot)							เก็บล็อต (End Lot)			
10	11	45	10	13	12	1.45																
10	13	12	10	13	37	0.42					✓											
10	13	37	10	18	35	4.97	✓															
10	18	35	10	38	28	19.88										✓						
10	38	28	10	43	45	5.28	✓															
10	43	45	10	43	58	0.22					✓											
10	43	58	10	53	40	9.70	✓															
10	53	40	10	56	5	2.42										✓						
10	56	5	10	56	20	0.25					✓											
10	56	20	11	0	1	3.68	✓															
11	0	1	11	0	36	0.58					✓											
11	0	36	11	2	32	1.93	✓															
11	2	32	11	3	20	0.80										✓						
11	3	20	11	3	35	0.25						✓										
11	3	35	11	5	58	2.38	✓															
11	5	58	11	9	2	3.07										✓						
11	9	2	11	9	18	0.27					✓											
11	9	18	11	14	34	5.27	✓															
11	14	34	11	33	8	18.57										✓						
11	33	8	11	33	26	0.30					✓											
11	33	26	11	34	30	1.07	✓															
11	34	30	11	35	40	1.17										✓						
11	35	40	11	35	48	0.13					✓											
11	35	48	11	36	29	0.68	✓															
11	36	29	11	45	30	9.02										✓						
11	45	30	11	45	47	0.28					✓											
11	45	47	11	46	48	1.02	✓															
11	46	48	11	47	20	0.53										✓						
11	47	20	11	47	43	0.38					✓											
11	47	43	11	47	55	0.20	✓															
11	47	55	11	49	0	1.08										✓						
11	49	0	11	50	18	1.30					✓											
11	50	18	11	50	41	0.38	✓															
11	50	41	11	51	9	0.47										✓						
11	51	9	11	51	40	0.52					✓											
11	51	40	11	54	0	2.33	✓															
11	54	0	11	54	15	0.25				✓												
11	54	15	11	55	8	0.88	✓															
11	55	8	11	56	2	0.90					✓											
11	56	2	12	1	14	5.20	✓															
12	1	14	12	39	59	38.75										✓						
12	39	59	12	40	9	0.17					✓											
12	40	9	12	53	8	12.98																
12	53	8	12	55	1	1.88										✓						
12	55	1	12	55	27	0.43					✓											
12	55	27	13	2	15	6.80	✓															

เอกสารนี้เป็นเอกสารใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ

ตารางที่ ค.3 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F3 (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																					
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)											เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.										
วันที่ : XX-XX-XXX											เครื่องจักรที่ : F3										
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด													
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ													
ชั่วโมง	นาที่	วินาที	ชั่วโมง	นาที่	วินาที			สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)				หยุดด้วยการกดสวิช (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลลืตดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)							ตั้งล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)		
13	2	15	13	4	18	2.05															
13	4	18	13	4	35	0.28															
13	4	35	13	7	46	3.18	✓														
13	7	46	13	9	5	1.32									✓						
13	9	5	13	9	17	0.20					✓										
13	9	17	13	10	47	1.50	✓														
13	10	47	13	11	30	0.72					✓										
13	11	30	13	20	4	8.57	✓														
13	20	4	13	20	25	0.35					✓										
13	20	25	13	35	44	15.32	✓														
13	35	44	13	39	46	4.03									✓						
13	39	46	13	40	55	1.15															
13	40	55	13	44	53	3.97	✓														
13	44	53	13	45	14	0.35															
13	45	14	13	47	5	1.85	✓														
13	47	5	13	47	31	0.43					✓										
13	47	31	13	50	42	3.18	✓														
13	50	42	13	52	35	1.88									✓						
13	52	35	13	56	10	3.58					✓										
13	56	10	13	56	57	0.78	✓														
13	56	57	13	57	9	0.20					✓										
13	57	9	14	1	50	4.68	✓														
14	1	50	14	2	8	0.30		✓													
14	2	8	14	3	37	1.48	✓														
14	3	37	14	3	50	0.22		✓													
14	3	50	14	4	15	0.42	✓														
14	4	15	14	4	35	0.33															
14	4	35	14	5	53	1.30	✓														
14	5	53	14	6	16	0.38					✓										
14	6	16	14	6	50	0.57	✓														
14	6	50	14	7	13	0.38		✓													
14	7	13	14	13	57	6.73	✓														
14	13	57	14	24	2	10.08												✓			
14	24	2	14	25	9	1.12												✓			
14	25	9	14	26	29	1.33	✓														
14	26	29	14	26	57	0.47															
14	26	57	14	29	14	2.28	✓														
14	29	14	14	30	58	1.73					✓										
14	30	58	14	32	30	1.53	✓														
14	32	30	14	33	7	0.62															
14	33	7	14	34	25	1.30	✓														
14	34	25	14	36	40	2.25															
14	36	40	14	36	55	0.25		✓													
14	36	55	14	39	25	2.50	✓														
14	39	25	14	42	55	3.50															
14	42	55	14	43	26	0.52					✓										
14	43	26	15	21	2	37.60	✓														

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ใช้สำหรับการบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ประโยชน์อื่นใดได้
 ไม่สามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ประโยชน์อื่นใดได้

ตารางที่ ค.3 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F3 (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																					
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)										เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.											
วันที่ : XX-XX-XXX										เครื่องจักรที่ : F3											
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด													
								สาเหตุ													
เริ่ม			สิ้นสุด					สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)				หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอเปลี่ยนล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)							ตั้งล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)		
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที																
15	21	2	15	40	42	19.67									✓						
15	40	42	15	41	3	0.35									✓						
15	41	3	15	43	0	1.95	✓														
15	43	0	15	54	0	11.00															
15	54	0	15	54	24	0.40									✓						
15	54	24	16	20	43	26.32	✓														
16	20	43	16	41	10	20.45									✓						
16	41	10	16	41	43	0.55									✓						
16	41	43	16	57	40	15.95	✓														
16	57	40	16	58	20	0.67									✓						
16	58	20	17	1	5	2.75	✓														
17	1	5	17	2	59	1.90															
17	2	59	17	6	53	3.90									✓						
17	6	53	17	35	12	28.32	✓														
17	35	12	17	40	40	5.47									✓						
17	40	40	17	43	19	2.65	✓														
17	43	19	17	43	51	0.53									✓						
17	43	51	17	44	54	1.05	✓														
17	44	54	17	46	15	1.35									✓						
17	46	15	17	47	12	0.95	✓														
17	47	12	17	51	39	4.45									✓						
17	51	39	17	52	9	0.50	✓														
17	52	9	17	52	58	0.82									✓						
17	52	58	17	57	1	4.05	✓														
17	57	1	18	6	35	9.57									✓						
18	6	35	18	6	48	0.22									✓						
18	6	48	18	8	24	1.60	✓														
18	8	24	18	9	54	1.50															
18	9	54	18	10	25	0.52									✓						
18	10	25	18	21	9	10.73	✓														
18	21	9	18	29	30	8.35									✓						
18	29	30	18	29	46	0.27									✓						
18	29	46	18	37	55	8.15	✓														
18	37	55	18	39	5	1.17									✓						
18	39	5	18	39	30	0.42															
18	39	30	18	39	45	0.25	✓														
18	39	45	18	40	23	0.63															
18	40	23	18	43	50	3.45	✓														
18	43	50	18	49	47	5.95									✓						
18	49	47	18	51	11	1.40															
18	51	11	19	0	2	8.85	✓														
19	0	2	19	0	28	0.43															
19	0	28	19	25	28	25.00									✓						
19	25	28	19	27	0	1.53							✓								
19	27	0	19	27	27	0.45									✓						
19	27	27	19	28	9	0.70												✓			
19	28	9	19	34	8	5.98											✓				
19	34	8	19	38	48	4.67	✓														
19	38	48	19	39	10	0.37									✓						
19	39	10	19	39	19	0.15															
19	39	19	19	44	25	5.10	✓														
19	44	25	19	45	22	0.95									✓						
19	45	22	19	45	32	0.17															
19	45	32	19	47	48	2.27	✓														
19	47	48	19	52	10	4.37									✓						
19	52	10	19	52	28	0.30															
19	52	28	20	0	0	7.53	✓														
รวมเวลา (นาที)						720.00															

เอกสารนี้เป็นเอกสารใช้ภายในเพื่อการสื่อสารเท่านั้น ไม่อนุญาตให้วงไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ

ภาคผนวก ง.

ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12 หลังติดตั้งอุปกรณ์

ตารางที่ ง.1 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F1 หลังติดตั้งอุปกรณ์

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																						
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)												เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.										
วันที่ : XX-XX-XXX												เครื่องจักรที่ : F1 หลังติดตั้งอุปกรณ์										
เวลา						เวลา (นาท.)	เวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด														
								สาเหตุ														
เริ่ม			สิ้นสุด					สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลลืตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อตในการผลิต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	ตั้งล็อต (Start Lot)							เก็บล็อต (End Lot)			
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที																	
8	0	0	8	4	11	4.18	✓															
8	4	11	8	5	4	0.88				✓												
8	5	4	8	17	1	11.95					✓											
8	17	1	8	18	57	1.93	✓															
8	18	57	8	20	30	1.55					✓											
8	20	30	8	21	50	1.33	✓															
8	21	50	8	22	9	0.32					✓											
8	22	9	8	39	28	17.32	✓															
8	39	28	8	40	34	1.10																
8	40	34	8	40	40	0.10				✓						✓						
8	40	40	9	6	40	26.00	✓															
9	6	40	9	9	56	3.27										✓						
9	9	56	9	10	7	0.18				✓												
9	10	7	9	21	4	10.95	✓															
9	21	4	9	21	35	0.52					✓											
9	21	35	9	24	58	3.38	✓															
9	24	58	9	25	38	0.67										✓						
9	25	38	9	25	57	0.32					✓											
9	25	57	10	5	3	39.10	✓															
10	5	3	10	5	8	0.08				✓												
10	5	8	10	10	31	5.38	✓															
10	10	31	10	15	57	5.43					✓											
10	15	57	10	16	14	0.28	✓															
10	16	14	10	17	4	0.83					✓											
10	17	4	10	37	20	20.27	✓															
10	37	20	10	42	40	5.33										✓						
10	42	40	10	45	39	2.98						✓										
10	45	39	10	48	50	3.18	✓															
10	48	50	10	49	20	0.50										✓						
10	49	20	10	54	40	5.33													✓			
10	54	40	10	57	10	2.50																
10	57	10	11	1	57	4.78	✓												✓			

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ การใช้งานเพื่อการศึกษานี้เป็นเอกสารที่ไม่สามารถนำออกไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ

ตารางที่ ง.1 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F1 หลังติดตั้งอุปกรณ์ (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																						
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)												เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.										
วันที่ : XX-XX-XXX												เครื่องจักรที่ : F1 หลังติดตั้งอุปกรณ์										
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด														
								สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					สาเหตุ									
ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)								คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลิตล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)		
								ตั้งล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)													
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที																	
11	1	57	11	3	44	1.78																
11	3	44	11	3	58	0.23																
11	3	58	11	9	35	5.62	✓															✓
11	9	35	11	14	2	4.45																
11	14	2	11	14	3	0.02								✓								
11	14	3	11	16	8	2.08	✓															
11	16	8	11	20	55	4.78																
11	20	55	11	21	16	0.35						✓										
11	21	16	11	49	35	28.32	✓															
11	49	35	11	50	34	0.98						✓										
11	50	34	12	55	43	65.15	✓															
12	55	43	12	56	34	0.85						✓										
12	56	34	13	20	56	24.37	✓															
13	20	56	13	21	18	0.37					✓											
13	21	18	13	25	38	4.33	✓															
13	25	38	13	26	31	0.88		✓														
13	26	31	13	28	19	1.80	✓															
13	28	19	13	28	26	0.12					✓											
13	28	26	14	32	30	64.07	✓															
14	32	30	14	35	40	3.17						✓										
14	35	40	14	37	18	1.63	✓															
14	37	18	14	50	15	12.95														✓		
14	50	15	14	51	29	1.23													✓			
14	51	29	14	54	25	2.93	✓															
14	54	25	14	55	23	0.97																✓
14	55	23	16	21	22	85.98	✓															
16	21	22	16	21	29	0.12					✓											
16	21	29	17	14	29	53.00	✓															
17	14	29	17	19	21	4.87										✓						
17	19	21	17	19	33	0.20						✓										
17	19	33	18	2	46	43.22	✓															
18	2	46	18	12	50	10.07														✓		
18	12	50	18	13	10	0.33													✓			
18	13	10	18	17	2	3.87	✓															
18	17	2	18	17	13	0.18																
18	17	13	18	19	30	2.28		✓														
18	19	30	18	20	39	1.15	✓															
18	20	39	18	22	5	1.43																✓
18	22	5	18	24	45	2.67	✓															
18	24	45	18	25	15	0.50																
18	25	15	18	35	0	9.75	✓															
18	35	0	18	35	15	0.25																
18	35	15	18	35	28	0.22						✓										
18	35	28	19	1	10	25.70	✓															
19	1	10	19	1	12	0.03																
19	1	12	19	1	16	0.07						✓										
19	1	16	19	12	27	11.18	✓															
19	12	27	19	12	40	0.22																
19	12	40	19	12	45	0.08																
19	12	45	20	0	0	47.25	✓															
						720.00																

เอกสารนี้เป็น
ไม่ว่ากรณีใดๆ

การใช้งานเอกสารนี้เป็นเพียงเพื่อใช้ในการปฏิบัติงานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์อื่นใด
โดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง ไม่มีการนำ ไปใช้

ตารางที่ ง.2 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F2 หลังติดตั้งอุปกรณ์

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																						
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)										เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.												
วันที่ : XX-XX-XXX										เครื่องจักรที่ : F2 หลังติดตั้งอุปกรณ์												
เวลา						เวลา (นาที)	(เวลาเวลาเดินเครื่องจักร (Running))	อาการ: เครื่องจักรหยุด														
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ														
ชั่วโมง	นาฬิกา	วินาที	ชั่วโมง	นาฬิกา	วินาที			สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					หยุดด้วยกรกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลิตล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (P)
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	ตั้งล็อต (Start Lot)							เก็บล็อต (End Lot)			
8	0	0	8	4	10	4.17	✓															
8	4	10	8	5	32	1.37					✓											
8	5	32	8	10	13	4.68									✓							
8	10	13	8	11	24	1.18	✓															
8	11	24	8	11	57	0.55			✓													
8	11	57	8	23	3	11.10									✓							
8	23	3	8	25	2	1.98	✓															
8	25	2	8	25	25	0.38			✓													
8	25	25	8	30	9	4.73	✓															
8	30	9	8	30	14	0.08			✓													
8	30	14	8	33	1	2.78	✓															
8	33	1	8	33	41	0.67					✓											
8	33	41	8	33	48	0.12	✓															
8	33	48	8	33	55	0.12					✓											
8	33	55	8	34	29	0.57	✓															
8	34	29	8	34	54	0.42						✓										
8	34	54	8	35	4	0.17	✓															
8	35	4	8	35	19	0.25						✓										
8	35	19	8	35	43	0.40	✓															
8	35	43	8	36	0	0.28						✓										
8	36	0	8	36	31	0.52	✓															
8	36	31	8	36	37	0.10						✓										
8	36	37	8	39	33	2.93	✓															
8	39	33	8	40	34	1.02			✓													
8	40	34	8	46	23	5.82	✓															
8	46	23	8	47	3	0.67			✓													
8	47	3	8	48	34	1.52	✓															
8	48	34	8	48	58	0.40				✓												
8	48	58	8	53	6	4.13	✓															
8	53	6	8	53	21	0.25			✓													
8	53	21	8	56	36	3.25	✓															
8	56	36	8	57	13	0.62			✓													
8	57	13	9	4	23	7.17	✓															
9	4	23	9	9	45	5.37									✓							
9	9	45	9	9	57	0.20			✓													
9	9	57	9	10	38	0.68	✓															
9	10	38	9	10	49	0.18			✓													
9	10	49	9	14	58	4.15	✓															
9	14	58	9	17	32	2.57				✓												
9	17	32	9	19	54	2.37	✓															
9	19	54	9	20	0	0.10			✓													
9	20	0	9	20	19	0.32	✓															
9	20	19	9	21	44	1.42			✓													
9	21	44	9	23	56	2.20	✓															
9	23	56	9	26	2	2.10									✓							
9	26	2	9	26	12	0.17					✓											
9	26	12	9	32	39	6.45	✓															

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ไม่ควรเผยแพร่ให้ผู้อื่นได้รู้ หากฝ่าฝืนจะ
ไม่มีการพิจารณาโทษตามกฎหมาย

ตารางที่ ง.2 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F2 หลังติดตั้งอุปกรณ์ (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																							
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)													เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.										
วันที่ : XX-XX-XXX													เครื่องจักรที่ : F2 หลังติดตั้งอุปกรณ์										
เวลา						เวลา (นาที)	(เวลาเวลาเดินเครื่องจักร (Running))	อาการ: เครื่องจักรหยุด															
								สาเหตุ															
เริ่ม			สิ้นสุด					สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลิตล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (P)	
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	ตั้งล็อต (Start Lot)							เก็บล็อต (End Lot)				
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที	9	32	39	9	33	10	0.52											
9	33	10	9	33	19	0.15																	
9	33	19	9	33	27	0.13	✓																
9	33	27	9	33	32	0.08			✓														
9	33	32	9	48	45	15.22	✓																
9	48	45	9	49	42	0.95			✓														
9	49	42	9	50	49	1.12	✓																
9	50	49	9	50	54	0.08						✓											
9	50	54	9	57	57	7.05	✓																
9	57	57	9	59	21	1.40											✓						
9	59	21	9	59	35	0.23			✓														
9	59	35	10	6	32	6.95	✓																
10	6	32	10	6	38	0.10			✓														
10	6	38	10	13	57	7.32	✓																
10	13	57	10	17	21	3.40											✓						
10	17	21	10	17	25	0.07			✓														
10	17	25	10	18	16	0.85	✓																
10	18	16	10	20	33	2.28											✓						
10	20	33	10	20	45	0.20						✓											
10	20	45	10	25	36	4.85	✓																
10	25	36	10	26	30	0.90											✓						
10	26	30	10	26	36	0.10				✓													
10	26	36	10	28	57	2.35	✓																
10	28	57	10	32	20	3.38											✓						
10	32	20	10	32	26	0.10			✓														
10	32	26	10	40	1	7.58	✓																
10	40	1	10	41	21	1.33											✓						
10	41	21	10	41	29	0.13			✓														
10	41	29	10	49	55	8.43	✓																
10	49	55	10	56	8	6.22											✓						
10	56	8	10	56	30	0.37			✓														
10	56	30	10	57	25	0.92	✓																
10	57	25	10	58	41	1.27											✓						
10	58	41	11	19	3	20.37														✓			
11	19	3	11	19	27	0.40	✓																
11	19	27	11	20	33	1.10													✓				
11	20	33	11	22	45	2.20	✓																
11	22	45	11	28	1	5.27											✓						
11	28	1	11	29	9	1.13			✓														
11	29	9	11	32	40	3.52	✓																
11	32	40	11	36	34	3.90											✓						
11	36	34	11	36	43	0.15		✓															
11	36	43	11	39	32	2.82	✓																
11	39	32	11	41	22	1.83											✓						

เอกสารนี้เป็นเอกสารใช้ภายในอาคารสำนักงานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ

ตารางที่ ง.2 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F2 หลังติดตั้งอุปกรณ์ (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																						
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)													เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.									
วันที่ : XX-XX-XXX													เครื่องจักรที่ : F2 หลังติดตั้งอุปกรณ์									
เวลา						เวลา (นาที)	(เวลาเวลาเดินเครื่องจักร (Running))	อาการ: เครื่องจักรหยุด														
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ														
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที			สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					หยุดด้วยกรกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอเปลี่ยนล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อตในการผลิต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (P)
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	ตั้งล็อต (Start Lot)							เก็บล็อต (End Lot)			
11	41	22	11	41	35	0.22		✓														
11	41	35	11	45	22	3.78	✓															
11	45	22	11	49	38	4.27									✓							
11	49	38	11	49	44	0.10		✓														
11	49	44	11	50	33	0.82	✓															
11	50	33	11	59	31	8.97									✓							
11	59	31	12	0	33	1.03						✓										
12	0	33	12	0	46	0.22	✓					✓										
12	0	46	12	0	53	0.12						✓										
12	0	53	12	1	37	0.73	✓															
12	1	37	12	12	36	10.98									✓							
12	12	36	12	15	55	3.32														✓		
12	15	55	12	17	52	1.95												✓				
12	17	52	12	18	39	0.78	✓															
12	18	39	12	19	13	0.57									✓							
12	19	13	12	20	21	1.13						✓										
12	20	21	12	20	45	0.40	✓															
12	20	45	12	20	59	0.23				✓												
12	20	59	12	22	10	1.18	✓															
12	22	10	12	22	19	0.15						✓										
12	22	19	12	23	41	1.37	✓															
12	23	41	12	24	9	0.47					✓											
12	24	9	12	25	39	1.50	✓															
12	25	39	12	26	50	1.18																✓
12	26	50	12	29	14	2.40	✓															
12	29	14	12	30	2	0.80						✓										
12	30	2	12	30	19	0.28	✓															
12	30	19	12	31	26	1.12						✓										
12	31	26	12	37	43	6.28	✓															
12	37	43	12	38	12	0.48										✓						
12	38	12	12	38	29	0.28						✓										
12	38	29	12	38	34	0.08				✓												
12	38	34	12	38	42	0.13						✓										
12	38	42	12	39	42	1.00	✓															
12	39	42	12	40	28	0.77						✓										
12	40	28	12	42	29	2.02	✓															
12	42	29	12	43	11	0.70										✓						
12	43	11	12	43	32	0.35						✓										
12	43	32	12	44	3	0.52	✓															
12	44	3	12	44	49	0.77										✓						
12	44	49	12	46	1	1.20				✓												
12	46	1	12	50	48	4.78	✓															
12	50	48	12	51	27	0.65						✓										
12	51	27	12	52	8	0.68	✓															
12	52	8	12	52	34	0.43										✓						
12	52	34	12	52	52	0.30						✓										
12	52	52	12	52	58	0.10	✓															
12	52	58	12	53	54	0.93					✓											

เอกสารนี้เป็นเอกสารลับของทางบริษัทฯ ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต หากฝ่าฝืนจะดำเนินการตามกฎหมายต่อไป

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม บริษัทฯ ขอสงวนสิทธิ์ในข้อมูลและข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับเอกสารฉบับนี้

ตารางที่ ง.2 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F2 หลังติดตั้งอุปกรณ์ (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																						
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)													เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.									
วันที่ : XX-XX-XXX													เครื่องจักรที่ : F2 หลังติดตั้งอุปกรณ์									
เวลา						เวลา (นาที)	(เวลาเวลาเดินเครื่องจักร (Running))	อาการ: เครื่องจักรหยุด														
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ														
ชั่วโมง	นาฬิกา	วินาที	ชั่วโมง	นาฬิกา	วินาที			สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)				หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลิตล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (P)	
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)							ในล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)			
12	53	54	12	54	8	0.23	✓															
12	54	8	12	54	24	0.27				✓												
12	54	24	12	55	19	0.92	✓															
12	55	19	12	56	15	0.93								✓								
12	56	15	12	56	22	0.12				✓												
12	56	22	12	56	33	0.18	✓															
12	56	33	12	57	15	0.70								✓								
12	57	15	12	57	39	0.40				✓												
12	57	39	12	59	51	2.20	✓															
12	59	51	13	2	31	2.67								✓								
13	2	31	13	2	36	0.08				✓												
13	2	36	13	3	5	0.48	✓															
13	3	5	13	3	57	0.87				✓												
13	3	57	13	4	40	0.72	✓															
13	4	40	13	6	12	1.53				✓												
13	6	12	13	6	26	0.23	✓															
13	6	26	13	8	17	1.85				✓												
13	8	17	13	8	19	0.03	✓															
13	8	19	13	8	43	0.40				✓												
13	8	43	13	8	51	0.13	✓															
13	8	51	13	9	2	0.18				✓												
13	9	2	13	11	28	2.43	✓															
13	11	28	13	11	44	0.27			✓													
13	11	44	13	12	50	1.10	✓															
13	12	50	13	13	31	0.68					✓											
13	13	31	13	16	18	2.78	✓															
13	16	18	13	16	43	0.42					✓											
13	16	43	13	18	48	2.08	✓															
13	18	48	13	18	59	0.18				✓												
13	18	59	13	27	18	8.32	✓															
13	27	18	13	27	51	0.55					✓											
13	27	51	13	34	25	6.57	✓															
13	34	25	13	36	38	2.22									✓							
13	36	38	13	36	42	0.07			✓													
13	36	42	13	41	58	5.27	✓															
13	41	58	13	50	17	8.32									✓							
13	50	17	13	51	14	0.95			✓													
13	51	14	13	53	8	1.90	✓															
13	53	8	13	58	32	5.40									✓							
13	58	32	13	58	44	0.20			✓													
13	58	44	14	1	32	2.80	✓															
14	1	32	14	5	41	4.15									✓							
14	5	41	14	5	48	0.12				✓												
14	5	48	14	9	13	3.42	✓															
14	9	13	14	10	29	1.27					✓											
14	10	29	14	12	30	2.02	✓															
14	12	30	14	12	58	0.47				✓												
14	12	58	14	13	25	0.45	✓															
14	13	25	14	13	47	0.37				✓												
14	13	47	14	18	15	4.47	✓															

เอกสารนี้เป็นเอกสารภายในโรงงานเพื่อการศึกษานำไปใช้ โดยขอสงวนไว้ไม่ให้เผยแพร่ภายนอก
ไม่ว่ากรณีใดๆ

ตารางที่ ง.2 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F2 หลังติดตั้งอุปกรณ์ (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																					
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)												เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.									
วันที่ : XX-XX-XXX												เครื่องจักรที่ : F2 หลังติดตั้งอุปกรณ์									
เวลา						เวลา (นาที)	(เวลาเดินเครื่องจักร (Running))	อาการ: เครื่องจักรหยุด													
								สาเหตุ													
สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)								หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลิตล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (P)				
														ตั้งล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)						
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที									ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)			วัดค่าไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	หน่วยการกลิ้ง (Unit)	ตรวจสอบ
15	51	2	15	53	10	2.13															
15	53	10	15	53	16	0.10															
15	53	16	15	55	21	2.08	✓														
15	55	21	15	55	31	0.17															
15	55	31	15	55	49	0.30	✓														
15	55	49	16	0	37	4.80												✓			
16	0	37	16	1	18	0.68	✓														
16	1	18	16	1	31	0.22															
16	1	31	16	2	16	0.75	✓														
16	2	16	16	9	19	7.05												✓			
16	9	19	16	10	14	0.92											✓				
16	10	14	16	13	2	2.80	✓														
16	13	2	16	13	11	0.15															
16	13	11	16	14	10	0.98	✓														
16	14	10	16	14	23	0.22															
16	14	23	16	14	28	0.08															
16	14	28	16	14	47	0.32	✓														
16	14	47	16	16	4	1.28														✓	
16	16	4	16	16	18	0.23	✓														
16	16	18	16	17	1	0.72			✓												
16	17	1	16	17	26	0.42	✓														
16	17	26	16	17	51	0.42				✓											
16	17	51	16	18	7	0.27	✓														
16	18	7	16	18	9	0.03				✓											
16	18	9	16	18	46	0.62	✓														
16	18	46	16	18	54	0.13				✓											
16	18	54	16	20	6	1.20	✓														
16	20	6	16	20	11	0.08			✓												
16	20	11	16	21	30	1.32	✓														
16	21	30	16	21	32	0.03				✓											
16	21	32	16	26	54	5.37	✓														
16	26	54	16	27	20	0.43															
16	27	20	16	27	23	0.05				✓											
16	27	23	16	27	44	0.35	✓														
16	27	44	16	28	50	1.10															
16	28	50	16	28	54	0.07				✓											
16	28	54	16	35	21	6.45	✓														
16	35	21	16	36	21	1.00			✓												
16	36	21	16	36	25	0.07	✓														
16	36	25	16	36	45	0.33				✓											
16	36	45	16	40	21	3.60	✓														
16	40	21	16	40	52	0.52			✓												
16	40	52	16	43	31	2.65	✓														
16	43	31	16	43	33	0.03			✓												
16	43	33	16	45	48	2.25	✓														
16	45	48	16	45	50	0.03			✓												
16	45	50	16	53	46	7.93	✓														
16	53	46	16	54	20	0.57															
16	54	20	16	54	22	0.03			✓												
16	54	22	17	1	7	6.75	✓														

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปยังบุคคลภายนอกโดยไม่ได้รับอนุญาตจากบริษัทฯ
ไม่ว่ากรณีใดๆ

ตารางที่ ง.2 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F2 หลังติดตั้งอุปกรณ์ (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																						
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)												เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.										
วันที่ : XX-XX-XXX												เครื่องจักรที่ : F2 หลังติดตั้งอุปกรณ์										
เวลา						เวลา (นาที)	(เวลาเวลาเดินเครื่องจักร (Running))	อาการ: เครื่องจักรหยุด														
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ														
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที			สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					หยุดชั่วคราวการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลิตภัณฑ์ถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (P)
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	ตั้งล็อต (Start Lot)							เก็บล็อต (End Lot)			
17	1	7	17	1	56	0.82										✓						
17	1	56	17	2	7	0.18				✓												
17	2	7	17	8	34	6.45	✓															
17	8	34	17	11	33	2.98										✓						
17	11	33	17	11	36	0.05				✓												
17	11	36	17	18	7	6.52	✓															
17	18	7	17	19	14	1.12										✓						
17	19	14	17	19	17	0.05				✓												
17	19	17	17	26	25	7.13	✓															
17	26	25	17	27	58	1.55										✓						
17	27	58	17	28	2	0.07				✓												
17	28	2	17	34	22	6.33	✓															
17	34	22	17	34	31	0.15					✓											
17	34	31	17	41	28	6.95	✓															
17	41	28	17	45	13	3.75										✓						
17	45	13	17	45	21	0.13				✓												
17	45	21	17	50	19	4.97	✓															
17	50	19	17	50	56	0.62										✓						
17	50	56	17	50	58	0.03					✓											
17	50	58	17	53	6	2.13	✓															
17	53	6	17	54	16	1.17										✓						
17	54	16	17	54	24	0.13				✓												
17	54	24	18	1	19	6.92	✓															
18	1	19	18	1	21	0.03				✓												
18	1	21	18	7	55	6.57	✓															
18	7	55	18	8	55	1.00				✓												
18	8	55	18	15	27	6.53	✓															
18	15	27	18	16	20	0.88				✓												
18	16	20	18	22	59	6.65	✓															
18	22	59	18	23	15	0.27										✓						
18	23	15	18	23	30	0.25				✓												
18	23	30	18	30	13	6.72	✓															
18	30	13	18	30	30	0.28										✓						
18	30	30	18	30	35	0.08				✓												
18	30	35	18	37	7	6.53	✓															
18	37	7	18	37	12	0.08										✓						
18	37	12	18	37	15	0.05				✓												
18	37	15	18	44	0	6.75	✓															
18	44	0	18	44	50	0.83										✓						
18	44	50	18	45	0	0.17				✓												
18	45	0	18	46	0	1.00	✓															
18	46	0	18	47	10	1.17										✓						
18	47	10	18	47	20	0.17				✓												
18	47	20	18	51	29	4.15	✓															
18	51	29	18	51	30	0.02										✓						
18	51	30	18	51	40	0.17				✓												
18	51	40	18	51	42	0.03	✓															
18	51	42	18	51	43	0.02										✓						
18	51	43	18	51	50	0.12				✓												
18	51	50	18	54	1	2.18	✓															
18	54	1	18	56	58	2.95										✓						
18	56	58	18	57	17	0.32				✓												
18	57	17	19	1	15	3.97	✓															

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์อื่นใดได้
 ไม่ว่าการเปิดเผยข้อมูลนี้เป็นความลับของบริษัทฯ หรือข้อมูลอื่นใดที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของบริษัทฯ

ตารางที่ ง.2 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F2 หลังติดตั้งอุปกรณ์ (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																						
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)													เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.									
วันที่ : XX-XX-XXX													เครื่องจักรที่ : F2 หลังติดตั้งอุปกรณ์									
เวลา						เวลา (นาที)	(เวลา)เวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด														
								สาเหตุ														
เริ่ม			สิ้นสุด					สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)				หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอเปลี่ยนล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (P)	
								ในการผลิต														
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที	ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)									ตั้งล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)			
19	1	15	19	1	27	0.20																
19	1	27	19	8	30	7.05	✓		✓													
19	8	30	19	8	39	0.15										✓						
19	8	39	19	8	42	0.05			✓													
19	8	42	19	15	11	6.48	✓															
19	15	11	19	15	15	0.07										✓						
19	15	15	19	15	30	0.25			✓													
19	15	30	19	19	57	4.45	✓															
19	19	57	19	20	23	0.43				✓												
19	20	23	19	22	33	2.17	✓															
19	22	33	19	22	45	0.20											✓					
19	22	45	19	23	0	0.25			✓													
19	23	0	19	27	43	4.72	✓															
19	27	43	19	28	53	1.17													✓			
19	28	53	19	34	28	5.58												✓				
19	34	28	19	36	35	2.12	✓															
19	36	35	19	36	48	0.22										✓						
19	36	48	19	39	55	3.12												✓				
19	39	55	19	40	20	0.42	✓															
19	40	20	19	42	0	1.67				✓												
19	42	0	19	45	42	3.70	✓															
19	45	42	19	46	0	0.30					✓											
19	46	0	19	46	48	0.80	✓															
19	46	48	19	47	0	0.20			✓													
19	47	0	19	48	10	1.17	✓															
19	48	10	19	48	18	0.13										✓						
19	48	18	19	50	17	1.98	✓															
19	50	17	19	50	20	0.05			✓													
19	50	20	19	57	7	6.78	✓															
19	57	7	19	57	59	0.87				✓												
19	57	59	20	0	0	2.02	✓															
						720.00																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.3 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																						
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)												เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.										
วันที่ : XX-XX-XXX												เครื่องจักรที่ : F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์										
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด														
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ														
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที			สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)				หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลิตภัณฑ์ไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อตในการผลิต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)	
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)							ตั้งล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)			
8	0	0	8	5	36	5.60	✓															
8	5	36	8	7	3	1.45																
8	7	3	8	19	32	12.48	✓															
8	19	32	8	20	15	0.72																
8	20	15	8	20	39	0.40	✓															
8	20	39	8	27	30	6.85									✓							
8	27	30	8	27	36	0.10																
8	27	36	8	31	20	3.73	✓															
8	31	20	8	31	55	0.58										✓						
8	31	55	8	32	2	0.12																
8	32	2	8	32	28	0.43	✓															
8	32	28	8	32	50	0.37																
8	32	50	8	43	45	10.92	✓															
8	43	45	8	44	30	0.75										✓						
8	44	30	8	45	21	0.85																
8	45	21	8	45	54	0.55	✓															
8	45	54	8	46	7	0.22					✓											
8	46	7	8	46	41	0.57	✓															
8	46	41	8	46	57	0.27					✓											
8	46	57	8	53	1	6.07	✓															
8	53	1	8	54	41	1.67										✓						
8	54	41	8	55	1	0.33																
8	55	1	8	55	48	0.78	✓															
8	55	48	8	58	54	3.10										✓						
8	58	54	8	59	7	0.22																
8	59	7	9	6	1	6.90	✓															
9	6	1	9	9	30	3.48											✓					
9	9	30	9	9	37	0.12																
9	9	37	9	11	10	1.55	✓															
9	11	10	9	11	25	0.25																
9	11	25	9	14	8	2.72	✓															
9	14	8	9	17	48	3.67											✓					
9	17	48	9	18	0	0.20																
9	18	0	9	22	51	4.85	✓															
9	22	51	9	27	51	5.00											✓					
9	27	51	9	35	10	7.32	✓															
9	35	10	9	41	12	6.03											✓					
9	41	12	9	47	43	6.52					✓											
9	47	43	9	54	53	7.17	✓															
9	54	53	9	55	10	0.28																
9	55	10	9	55	58	0.80	✓															
9	55	58	9	56	9	0.18																
9	56	9	9	59	25	3.27	✓															
9	59	25	9	59	43	0.30																
9	59	43	10	0	1	0.30	✓															

เอกสารนี้เป็นเอกสารใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ และต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณำไปใช้

ตารางที่ ง.3 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์ (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																						
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)												เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.										
วันที่ : XX-XX-XXX												เครื่องจักรที่ : F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์										
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด														
								สาเหตุ														
เริ่ม			สิ้นสุด					สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอเปลี่ยนล็อตต่อไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำความสะอาด (Cleaning Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	ตั้งล็อต (Start Lot)							เก็บล็อต (End Lot)			
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที																	
10	0	1	10	0	21	0.33																
10	0	21	10	0	54	0.55	✓															
10	0	54	10	1	7	0.22						✓										
10	1	7	10	3	53	2.77	✓															
10	3	53	10	4	21	0.47							✓									
10	4	21	10	5	9	0.80	✓															
10	5	9	10	5	17	0.13							✓									
10	5	17	10	11	53	6.60	✓															
10	11	53	10	13	1	1.13										✓						
10	13	1	10	13	10	0.15								✓								
10	13	10	10	14	43	1.55	✓															
10	14	43	10	17	10	2.45										✓						
10	17	10	10	17	21	0.18								✓								
10	17	21	10	21	34	4.22	✓															
10	21	34	10	22	1	0.45								✓								
10	22	1	10	26	53	4.87	✓															
10	26	53	10	31	25	4.53													✓			
10	31	25	10	32	6	0.68											✓					
10	32	6	10	34	20	2.23	✓															
10	34	20	10	34	45	0.42								✓								
10	34	45	10	35	10	0.42	✓															
10	35	10	10	35	47	0.62																
10	35	47	10	35	54	0.12					✓					✓						
10	35	54	10	38	24	2.50	✓															
10	38	24	10	39	26	1.03														✓		
10	39	26	10	40	30	1.07	✓															
10	40	30	10	42	9	1.65										✓						
10	42	9	10	42	15	0.10					✓											
10	42	15	10	42	28	0.22	✓															
10	42	28	10	42	35	0.12						✓										
10	42	35	10	43	7	0.53	✓															
10	43	7	10	44	30	1.38										✓						
10	44	30	10	44	35	0.08					✓											
10	44	35	10	44	48	0.22	✓															
10	44	48	10	46	20	1.53										✓						
10	46	20	10	46	29	0.15						✓										
10	46	29	10	47	24	0.92	✓															
10	47	24	10	47	50	0.43										✓						
10	47	50	10	47	56	0.10					✓											
10	47	56	10	48	21	0.42						✓										
10	48	21	10	48	34	0.22							✓									
10	48	34	10	49	34	1.00	✓															
10	49	34	10	51	4	1.50										✓						

ตารางที่ ง.3 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์ (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																							
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)													เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.										
วันที่ : XX-XX-XXX													เครื่องจักรที่ : F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์										
เวลา							เวลา (นาที)	เวลาเวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด														
									สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผล็ลลือตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
ในการผลิต																							
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที	เวลา (นาที)			ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผล็ลลือตถัดไป (Waiting Next Lot)	ตั้งล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)	ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)	
10	51	4	10	51	12	0.13				✓													
10	51	12	10	52	9	0.95	✓																
10	52	9	10	57	24	5.25								✓									
10	57	24	10	58	59	1.58	✓																
10	58	59	10	59	40	0.68				✓													
10	59	40	11	0	4	0.40	✓																
11	0	4	11	1	35	1.52			✓														
11	1	35	11	2	50	1.25	✓																
11	2	50	11	6	22	3.53								✓									
11	6	22	11	6	39	0.28			✓														
11	6	39	11	7	5	0.43	✓																
11	7	5	11	8	30	1.42			✓														
11	8	30	11	8	47	0.28	✓																
11	8	47	11	8	57	0.17				✓													
11	8	57	11	9	8	0.18	✓																
11	9	8	11	9	16	0.13				✓													
11	9	16	11	10	3	0.78	✓																
11	10	3	11	10	46	0.72			✓														
11	10	46	11	15	42	4.93	✓																
11	15	42	11	21	22	5.67								✓									
11	21	22	11	21	28	0.10				✓													
11	21	28	11	21	40	0.20	✓																
11	21	40	11	23	36	1.93				✓													
11	23	36	11	23	42	0.10	✓																
11	23	42	11	23	50	0.13				✓													
11	23	50	11	24	0	0.17	✓																
11	24	0	11	24	16	0.27				✓													
11	24	16	11	25	15	0.98	✓																
11	25	15	11	25	20	0.08				✓													
11	25	20	11	25	33	0.22	✓																
11	25	33	11	25	45	0.20				✓													
11	25	45	11	25	50	0.08	✓																
11	25	50	11	26	23	0.55				✓													
11	26	23	11	26	35	0.20	✓																
11	26	35	11	27	22	0.78				✓													
11	27	22	11	31	11	3.82	✓																
11	31	11	11	32	42	1.52								✓									
11	32	42	11	33	0	0.30				✓													
11	33	0	11	33	29	0.48	✓																
11	33	29	11	34	0	0.52				✓													
11	34	0	11	34	52	0.87	✓																
11	34	52	11	35	4	0.20				✓													
11	35	4	11	36	46	1.70	✓																
11	36	46	11	38	35	1.82								✓									
11	38	35	11	39	21	0.77				✓													
11	39	21	11	40	11	0.83	✓																
11	40	11	11	41	53	1.70								✓									

ตารางที่ ง.3 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์ (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																					
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)										เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.											
วันที่ : XX-XX-XXX										เครื่องจักรที่ : F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์											
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด													
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ													
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที			สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)				หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลลืตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)							ล็อตผลิต (Start Lot)	ล็อตผลิต (End Lot)		
11	41	53	11	42	47	0.90															
11	42	47	11	42	53	0.10	✓														
11	42	53	11	43	9	0.27															
11	43	9	11	43	53	0.73	✓														
11	43	53	11	52	5	8.20								✓							
11	52	5	11	53	15	1.17					✓										
11	53	15	11	54	60	1.75	✓														
11	54	60	11	55	30	0.50														✓	
11	55	30	12	0	58	5.47	✓														
12	0	58	12	1	14	0.27					✓										
12	1	14	12	2	13	0.98	✓														
12	2	13	12	10	42	8.48														✓	
12	10	42	12	13	30	2.80	✓														
12	13	30	12	15	55	2.42								✓							
12	15	55	12	16	4	0.15					✓										
12	16	4	12	18	45	2.68	✓														
12	18	45	12	21	4	2.32								✓							
12	21	4	12	21	12	0.13				✓											
12	21	12	12	22	7	0.92	✓														
12	22	7	12	24	35	2.47								✓							
12	24	35	12	24	45	0.17					✓										
12	24	45	12	27	4	2.32	✓														
12	27	4	12	27	13	0.15					✓										
12	27	13	12	30	33	3.33	✓														
12	30	33	12	33	51	3.30								✓							
12	33	51	12	34	2	0.18					✓										
12	34	2	12	34	52	0.83	✓														
12	34	52	12	40	2	5.17							✓								
12	40	2	12	40	51	0.82	✓														
12	40	51	12	48	28	7.62							✓								
12	48	28	12	49	17	0.82	✓														
12	49	17	12	49	33	0.27					✓										
12	49	33	12	51	36	2.05	✓														
12	51	36	12	51	47	0.18					✓										
12	51	47	12	52	26	0.65	✓														
12	52	26	12	55	58	3.53						✓									
12	55	58	12	57	5	1.12	✓														
12	57	5	13	0	51	3.77						✓									
13	0	51	13	2	37	1.77	✓														
13	2	37	13	2	52	0.25					✓										
13	2	52	13	3	32	0.67	✓														
13	3	32	13	5	10	1.63						✓									
13	5	10	13	5	19	0.15	✓														
13	5	19	13	5	27	0.13					✓										
13	5	27	13	10	1	4.57						✓									
13	10	1	13	11	41	1.67	✓														
13	11	41	13	15	5	3.40										✓					
13	15	5	13	15	52	0.78					✓										
13	15	52	13	16	37	0.75	✓														

เอกสารนี้เป็นเอกสารใช้ภายในเพื่อการศึกษานานาชาติ ห้ามไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ

ตารางที่ ง.3 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์ (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																							
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)													เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.										
วันที่ : XX-XX-XXX													เครื่องจักรที่ : F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์										
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด															
								สาเหตุ															
เริ่ม			สิ้นสุด					สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)					หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอเปลี่ยนล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)	
								ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)	ตั้งล็อต (Start Lot)							เก็บล็อต (End Lot)				
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที	13	16	37	13	18	25	1.80											
13	18	25	13	20	26	2.02	✓																
13	20	26	13	20	33	0.12																	
13	20	33	13	22	17	1.73	✓																
13	22	17	13	23	45	1.47								✓									
13	23	45	13	24	15	0.50	✓																
13	24	15	13	24	24	0.15									✓								
13	24	24	13	24	54	0.50	✓																
13	24	54	13	31	34	6.67										✓							
13	31	34	13	33	50	2.27	✓																
13	33	50	13	37	59	4.15										✓							
13	37	59	13	41	37	3.63	✓																
13	41	37	13	41	46	0.15																	
13	41	46	13	43	5	1.32	✓																
13	43	5	13	43	14	0.15																	
13	43	14	13	43	46	0.53	✓																
13	43	46	13	43	58	0.20																	
13	43	58	13	44	48	0.83	✓																
13	44	48	14	11	10	26.37											✓						
14	11	10	14	11	13	0.05	✓																
14	11	13	14	11	59	0.77																	
14	11	59	14	13	17	1.30	✓																
14	13	17	14	14	21	1.07																	
14	14	21	14	16	11	1.83	✓																
14	16	11	14	16	58	0.78																	
14	16	58	14	17	50	0.87	✓																
14	17	50	14	18	4	0.23																	
14	18	4	14	19	14	1.17	✓																
14	19	14	14	20	33	1.32																	
14	20	33	14	20	55	0.37																	
14	20	55	14	21	26	0.52	✓																
14	21	26	14	22	8	0.70																	
14	22	8	14	23	36	1.47	✓																
14	23	36	14	23	41	0.08																	
14	23	41	14	26	58	3.28	✓																
14	26	58	14	27	18	0.33																	
14	27	18	14	27	56	0.63	✓																
14	27	56	14	28	3	0.12																	
14	28	3	14	29	17	1.23	✓																
14	29	17	14	29	27	0.17																	
14	29	27	14	33	57	4.50	✓																
14	33	57	14	34	6	0.15																	
14	34	6	14	34	40	0.57	✓																
14	34	40	14	34	51	0.18																	
14	34	51	14	36	8	1.28	✓																
14	36	8	14	36	26	0.30																	
14	36	26	14	37	19	0.88	✓																
14	37	19	14	37	30	0.18																	
14	37	30	14	39	18	1.80	✓																

เอกสารนี้เป็นเอกสารใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ

ตารางที่ ง.3 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์ (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																					
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)										เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.											
วันที่ : XX-XX-XXX										เครื่องจักรที่ : F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์											
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด													
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ													
ชั่วโมง	นาที	วินาที	ชั่วโมง	นาที	วินาที			สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)				หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอเปลี่ยนล็อตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)
								ในการผลิต													
								ตั้งล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)												
14	39	18	14	39	27	0.15		ตรวจสอบ (Inspection Unit)	หาเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)										
14	39	27	14	39	44	0.28	✓														
14	39	44	14	39	51	0.12					✓										
14	39	51	14	39	56	0.08	✓														
14	39	56	14	40	3	0.12					✓										
14	40	3	14	41	20	1.28	✓														
14	41	20	14	41	29	0.15				✓											
14	41	29	14	45	26	3.95	✓														
14	45	26	14	48	27	3.02															
14	48	27	14	48	37	0.17					✓						✓				
14	48	37	14	50	39	2.03						✓									
14	50	39	14	51	29	0.83	✓														
14	51	29	14	51	54	0.42					✓										
14	51	54	14	56	50	4.93	✓														
14	56	50	14	57	1	0.18					✓										
14	57	1	14	57	44	0.72	✓														
14	57	44	14	58	7	0.38						✓									
14	58	7	14	58	47	0.67	✓						✓								
14	58	47	15	0	26	1.65							✓								
15	0	26	15	3	38	3.20	✓														
15	3	38	15	3	47	0.15					✓										
15	3	47	15	4	15	0.47	✓														
15	4	15	15	7	59	3.73											✓				
15	7	59	15	8	7	0.13					✓										
15	8	7	15	10	57	2.83	✓														
15	10	57	15	12	56	1.98											✓				
15	12	56	15	13	25	0.48					✓										
15	13	25	15	14	47	1.37	✓														
15	14	47	15	19	36	4.82											✓				
15	19	36	15	20	12	0.60				✓											
15	20	12	15	24	36	4.40	✓														
15	24	36	15	27	24	2.80											✓				
15	27	24	15	34	11	6.78												✓			
15	34	11	15	34	50	0.65	✓														
15	34	50	15	41	21	6.52							✓								
15	41	21	15	42	42	1.35	✓														
15	42	42	15	43	7	0.42					✓										
15	43	7	15	43	26	0.32	✓														
15	43	26	15	48	31	5.08							✓								
15	48	31	15	50	35	2.07	✓														
15	50	35	15	50	49	0.23					✓										
15	50	49	16	1	53	11.07						✓									
16	1	53	16	2	40	0.78	✓														
16	2	40	16	2	56	0.27							✓								
16	2	56	16	4	20	1.40	✓														
16	4	20	16	4	46	0.43					✓										
16	4	46	16	6	49	2.05	✓														
16	6	49	16	18	51	12.03							✓								

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ใช้สำหรับการปฏิบัติงานเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่ภายนอก หรือใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่าการผลิต

ตารางที่ ง.3 ตารางบันทึกเวลาเดินเครื่องจักร F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์ (ต่อ)

เอกสารบันทึกเวลาเดินเครื่องจักรขั้นสุดท้าย (Final Machine Operation Time) ของผลิตภัณฑ์ DI12																							
กระบวนการ : กระบวนการขั้นสุดท้าย (Final Process)												เวลา : 08.00 น. - 20.00 น.											
วันที่ : XX-XX-XXX												เครื่องจักรที่ : F3 หลังติดตั้งอุปกรณ์											
เวลา						เวลา (นาที)	เวลาเดินเครื่องจักร (Running)	อาการ: เครื่องจักรหยุด															
เริ่ม			สิ้นสุด					สาเหตุ															
ชั่วโมง	นาฬิกา	วินาที	ชั่วโมง	นาฬิกา	วินาที			สัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)				หยุดด้วยการกดสวิตช์ (Stop Switch)	เครื่องจักรเสีย (Breakdown)	คุณภาพผิดปกติ (Quality Abnormal)	รอผู้ปฏิบัติงาน (Wait Operator)	รอซ่อมเครื่องจักร (Wait Breakdown Maintenance)	รอผลลืตถัดไป (Waiting Next Lot)	การเปลี่ยนล็อต		ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำการผลิต	ตรวจสอบอุปกรณ์ (Device Check)		
								ในการผลิต															
						ตรวจสอบ (Inspection Unit)	ทำเครื่องหมาย (Marking Unit)	วัดค่าทางไฟฟ้า (Measurement)	บรรจุ (Packing Unit)								ตั้งล็อต (Start Lot)	เก็บล็อต (End Lot)					
16	18	51	16	22	30	3.65	✓																
16	22	30	16	22	43	0.22			✓														
16	22	43	16	32	2	9.32	✓																
16	32	2	16	32	13	0.18			✓														
16	32	13	16	33	24	1.18	✓																
16	33	24	16	34	43	1.32				✓													
16	34	43	16	35	4	0.35	✓																
16	35	4	16	35	40	0.60			✓														
16	35	40	16	35	50	0.17	✓																
16	35	50	16	35	59	0.15			✓														
16	35	59	16	36	34	0.58	✓																
16	36	34	16	36	41	0.12			✓														
16	36	41	16	40	40	3.98	✓																
16	40	40	16	42	48	2.13	✓																
16	42	48	16	43	7	0.32			✓														
16	43	7	16	44	12	1.08	✓																
16	44	12	16	44	24	0.20			✓														
16	44	24	16	48	20	3.93	✓																
16	48	20	16	48	37	0.28			✓														
16	48	37	16	49	35	0.97	✓																
16	49	35	16	55	38	6.05				✓													
16	55	38	16	58	36	2.97	✓																
16	58	36	16	58	50	0.23			✓														
16	58	50	17	1	42	2.87	✓																
17	1	42	17	2	4	0.37			✓														
17	2	4	17	2	10	0.10	✓																
17	2	10	17	2	50	0.67				✓													
17	2	50	17	4	22	1.53	✓																
17	4	22	17	5	2	0.67								✓									
17	5	2	17	5	6	0.07			✓														
17	5	6	17	6	5	0.98	✓																
17	6	5	17	6	20	0.25			✓														
17	6	20	17	6	47	0.45	✓																
17	6	47	19	1	29	114.70					✓												
19	1	29	19	18	44	17.25	✓																
19	18	44	19	25	24	6.67				✓													
19	25	24	19	40	36	15.20									✓								
19	40	36	19	41	27	0.85										✓							
19	41	27	19	47	45	6.30								✓									
19	47	45	20	0	0	12.25									✓								
						720.00																	

เอกสารนี้เป็น
ไม่ว่ากรณีใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารลับ
ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
หากมีการฝ่าฝืนจะถือว่าผิดกฎหมาย

ภาคผนวก จ.
บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

หนังสือรวมบทความฉบับสมบูรณ์งานประชุมวิชาการ

Proceedings of
OR-Net 2019
Operations Research Network
2019 Conference

February 7-8, 2019
Wintree City Resort Chiang Mai

Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chiang Mai University

Subject Areas:

- ✦ Computing and Information Technologies
- ✦ Financial Engineering
- ✦ Manufacturing Management
- ✦ Service and Revenue Management
- ✦ Logistics and Supply Chain Management
- ✦ Simulation
- ✦ Probability and Statistics
- ✦ Stochastic Models
- ✦ Transportation
- ✦ Inventory and Warehouse Management
- ✦ Project Management
- ✦ Decision Science
- ✦ Operations Research in Environment Management and Sustainability
- ✦ Healthcare Engineering
- ✦ Other Related Topics

**Operations Research
for Healthcare Innovation**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้าโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การประชุมวิชาการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. 2562
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
7-8 กุมภาพันธ์ 2562 เชียงใหม่

การวิเคราะห์ต้นทุนพลังงานการผลิตด้วยเทคนิคหน่วยเทียบเท่าและการจัดกลุ่ม กรณีศึกษาโรงงาน
อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
Energy Cost Analysis in Production Process with Equivalent Unit and Clustering Technique:
A Case Study of Electronics Element Factory

นิภาพร โนจากุล*

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

E-mail: Niparnorn32@gmail.com

และ สกนธ์ คล่องบุญจิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

E-mail: sklongboonjit@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันปริมาณการใช้พลังงานของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามการขยายตัวของเศรษฐกิจ ซึ่งสาขาอุตสาหกรรมมีปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายที่ร้อยละ 36.9 โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่มีแนวโน้มการขยายตัวของเศรษฐกิจเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยนั้นมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ด้วยเหตุนี้จึงได้ทำการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา และทำการแบ่งกลุ่มของผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายออกเป็นกลุ่มหลัก โดยเริ่มจากการใช้เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit) เข้ามาช่วยในการคำนวณค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption) มีประสิทธิภาพและแม่นยำสำหรับผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา หลังจากนั้นนำเทคนิคการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering Analysis) โดยใช้ระยะทางความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วยวิธีระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean Distance) เพื่อแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งจากการวิเคราะห์กลุ่มผลิตภัณฑ์ทั้งหมดพบว่าสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม โดยกลุ่มที่มีปริมาณการใช้พลังงานสูงและปริมาณการผลิตต่ำ เป็นกลุ่มที่ควรจะมีแนวโน้มในการบริหารจัดการลดปริมาณการใช้พลังงานของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ เพื่อลดต้นทุนการผลิตของโรงงานในอนาคต

คำสำคัญ: เทคนิคหน่วยเทียบเท่า, ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต, วิธีการวิเคราะห์กลุ่ม

Abstract

Currently, Thailand Energy consumption is increasing with the economy growth. Almost 36.9% of total energy consumption is consumed by the industry sector, especially, in Electronic Element Industry. So there are many kinds of electronic element products. Then it is the reason that choose one electronic element factory to study the energy consumption and classify many kinds of its electronic element products into main groups. Firstly, Equivalent Unit (EU) technique is applied to efficiently calculate value of Specific Energy Consumption (SEC) for 36 kinds of electronic element products. After that Clustering Analysis Technique base on Euclidean Distance (ED) is applied to classify all 36 kinds of electronic element products into 4 groups. Among of 4 main groups, the group of high energy consumption with low production volume is specified and the product in this group should be managed to reduce total production cost of this factory in the future.

keywords: Equivalent Unit, Specific Energy Consumption, Clustering Analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่...
* Corresponding author: E-mail: 57601327@kmitl.ac.th

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

ปัจจุบันปริมาณการใช้พลังงานของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยมีปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจของประเทศไทยในปี 2559 แสดงดังรูปที่ 1 พบว่าสาขาขนส่งมีปริมาณการใช้พลังงานสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 37.8 รองลงมาเป็นการใช้ในสาขาอุตสาหกรรม สาขาน้ำมันเชื้อเพลิง สาขารัฐกิจการค้า และสาขาเกษตรกรรม ร้อยละ 36.9 13.8 7.8 และ 3.7 ตามลำดับ หนึ่งในสาขาที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจไทยคือ สาขาอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มปริมาณการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2557 ถึงปี พ.ศ. 2559 [1] แปรผันตามการเจริญเติบโตทางด้านอุตสาหกรรมที่มีอัตราการขยายตัวที่ร้อยละ 5.46 ในปี พ.ศ. 2560 [2] และหนึ่งในสาขาอุตสาหกรรมที่มีการเจริญเติบโตสูงขึ้นไปปี พ.ศ. 2560 คืออุตสาหกรรมผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ที่ปรับตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.51 เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2559 [3] โดยปรับตัวเพิ่มขึ้นในส่วนองผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ได้แก่ สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) แผงวงจรไฟฟ้า (Printed Circuit Board) ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk Drive) ทรานซิสเตอร์ (Transistor) วงจรรวม (IC) ตัวเก็บประจุ (Capacitor) และตัวต้านทาน (Resistor) เป็นต้น ซึ่งเป็นผลจากการขยายตัวของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์โลกที่มีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นเนื่องจากผลิตภัณฑ์เหล่านี้เป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำเนินชีวิตของยุคปัจจุบัน หรืออาจกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์นั้นเป็นผลิตภัณฑ์พื้นฐานสำหรับสาขาอุตสาหกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องโทรสาร โทรศัพท์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ เครื่องใช้ไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ รวมไปถึงอุตสาหกรรมยานยนต์ ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์สูงขึ้น



รูปที่ 1 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ
ปี พ.ศ. 2559 [1]

เนื่องจากปริมาณการใช้พลังงานที่สูงขึ้นจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นพบว่าอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์นั้นเป็นอุตสาหกรรมที่มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ และมีความซับซ้อนในกระบวนการผลิต โดยที่โรงงานผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่นั้น ยังมี

การใช้เทคโนโลยีในการผลิตที่ล้าสมัย [4] และการที่จะเปลี่ยนเทคโนโลยีในกระบวนการผลิตให้มีความทันสมัยนั้นจำเป็นต้องใช้ต้นทุนด้านเทคโนโลยีสูง ทำให้การนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้นั้นเป็นทางเลือกสุดท้ายในการลดปริมาณการใช้พลังงาน นอกจากนี้พบว่าโดยเฉลี่ยกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีการใช้พลังงานในส่วนของบริษัทสนับสนุนโรงงาน (Facility) ประมาณกว่าร้อยละ 50 จำแนกออกเป็นระบบปรับอากาศ ระบบลมอัดอากาศ และระบบแสงสว่าง สำหรับส่วนที่เหลือจะเป็นในส่วนของการผลิต (Production) และการทดสอบผลิตภัณฑ์ (Inspection) [4] ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องลดปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคนิคต่างๆ วิธีที่ใช้ในการหาต้นทุนด้านพลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์คือ ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) ซึ่งช่วยในการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการใช้พลังงาน เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (Equivalent Unit: EU) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบให้เป็นหน่วยเดียวกันเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายและความยากง่ายในการผลิตที่ต่างกันของแต่ละผลิตภัณฑ์ [5,6] และเทคนิคการจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Cluster Analysis) [7] ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการแบ่งแยกสิ่งของ หรือข้อมูลที่มีความใกล้เคียงกันออกจากกันออกเป็นกลุ่ม เพื่อให้ง่ายต่อการประเมินหรือบริหารจัดการ ซึ่งเทคนิคที่กล่าวมาข้างต้นจะถูกนำมาใช้เพื่อใช้ประเมินปริมาณและวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและหาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงานได้อย่างถูกต้องซึ่งปริมาณการใช้พลังงานถือเป็นหนึ่งในต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นโรงงานผลิตทรานซิสเตอร์ (Transistor) วงจรรวม (IC) ตัวเก็บประจุ (Capacitor) และตัวต้านทาน (Resistor) เพื่อส่งออกไปยังอุตสาหกรรมการผลิต อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รถยนต์ และอุปกรณ์การสื่อสารต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและเก็บข้อมูลชนิดของผลิตภัณฑ์ ปริมาณการผลิต และปริมาณการใช้พลังงาน เพื่อนำมาประเมินการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษาด้วยทฤษฎีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) ซึ่งช่วยในการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการใช้พลังงาน [5] โดยใช้เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (EU) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ต้นทุนด้านปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วย [4] เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนของค่าพลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) ที่อาจเกิดจากความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจำแนกตามกลุ่มของผลิตภัณฑ์ตามทฤษฎีการวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) และหาแนวทางปรับปรุงหรือลดปริมาณการใช้พลังงานอันเป็นสาเหตุทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น

2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ ศึกษาปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา ประเมินปริมาณการใช้พลังงาน จำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์และวิเคราะห์กลุ่มผลิตภัณฑ์ และสรุปพร้อมข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยไม่หวังผลตอบแทนใดๆ การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีคนนำ

2.1 ศึกษาปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา

โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา เป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ประเภททรานซิสเตอร์ ไดโอด ตัวต้านทาน และคาปาซิเตอร์เป็นผลิตภัณฑ์หลัก เพื่อส่งออกให้แก่อุตสาหกรรมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไฟฟ้า การสื่อสาร และอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษานั้นมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ดังนั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลจึงเป็นพื้นฐานสำหรับการประเมินปริมาณการใช้พลังงาน ไม่ว่าจะเป็นแหล่งพลังงาน ปริมาณการใช้พลังงาน กระบวนการผลิตและปริมาณการผลิตที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้พลังงานเป็นต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประเมินปริมาณการใช้พลังงาน จำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์และหาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงานของกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ใช้พลังงานสูงเพื่อลดต้นทุนการผลิตด้านพลังงาน

2.2 ประเมินปริมาณการใช้พลังงาน

การประเมินปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา จะช่วยให้ทราบว่าโรงงานมีปริมาณการใช้พลังงานประเภทใด เช่นพลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน พลังงานเชื้อเพลิงและก๊าซ เป็นต้น โดยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บบันทึกจากหัวข้อที่ 2.1 มาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อประเมินปริมาณการใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงงานโดยใช้เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (EU) มาใช้ในการปรับเทียบข้อมูลปริมาณการผลิตและปริมาณพลังงานเพื่อให้ข้อมูลต่อหน่วยเดียวกัน จากนั้นจะวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลปริมาณการผลิต และปริมาณการใช้พลังงานมาใช้ในการคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ หากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตมีค่าสูงนั้นหมายถึงต้นทุนทางด้านพลังงานของผลิตภัณฑ์นั้นๆ สูง แต่หากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตมีค่าที่น้อยหมายถึงต้นทุนทางด้านพลังงานของผลิตภัณฑ์นั้นๆ มีค่าต่ำตามไปด้วย [8] ดังนั้นการวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตที่ได้จากการศึกษานั้นจึงสามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการทางด้านพลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิตจากพลังงานได้

2.3 จำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์และวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงาน

เนื่องจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษามีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย จึงทำให้การที่จะเข้าไปทำการปรับปรุงหรือลดปริมาณการใช้พลังงานในทุกผลิตภัณฑ์นั้นทำได้ยาก ดังนั้นการแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์โดยจำแนกตามความคล้ายกันของข้อมูลที่ได้จากหัวข้อที่ 2.1 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering Analysis) จึงเป็นหนึ่งในวิธีที่สามารถช่วยในการแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้พลังงานกับปริมาณการผลิตหรือปัจจัยอื่นๆ ซึ่งสามารถทำได้โดยการสร้างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ของข้อมูลบนพื้นฐานความสัมพันธ์เดียวกัน ด้วยการคำนวณหาระยะห่างของข้อมูลหรือวิธีระยะทางแบบยุคลิด (Euclidean Distance) [9] เพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมโดยการใส่ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของข้อมูลเข้ามาช่วยในการตัดสินใจหรือตามนโยบายด้านพลังงานของโรงงานการศึกษา เพื่อให้ง่ายต่อการ

เข้าไปปริมาณการใช้พลังงานซึ่งเป็นต้นทุนอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ โดยแสดงผ่านแผนภาพการจัดกลุ่มข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchical Clustering) ดังรูปที่ 2 ซึ่งการใช้วิธีการวิเคราะห์กลุ่มเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์จะทำให้สามารถคัดเลือก หรือแบ่งกลุ่มของผลิตภัณฑ์ได้ถูกต้องและเหมาะสมตามข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์

หลังจากการจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์แล้วนั้นจะทำการเลือกกลุ่มโดยกำหนดเกณฑ์คัดเลือกจากปริมาณการใช้พลังงานสูงสุด แต่ปริมาณการผลิตต่ำ เพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและปัญหาที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานในปริมาณสูงสำหรับผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในเกณฑ์คัดเลือกเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและหาแนวทางในการลดปริมาณการใช้พลังงานสำหรับผลิตภัณฑ์นั้นๆ



รูปที่ 2 การจัดกลุ่มข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchical Clustering) [7]

2.4 สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุและปัญหาที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานในปริมาณสูงสำหรับผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในเกณฑ์คัดเลือกข้างต้นของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา จะนำผลที่ได้มาสรุปและหาสาเหตุที่ทำให้เกิดปริมาณการใช้พลังงานสูงสำหรับผลิตภัณฑ์กลุ่มเป้าหมาย พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดปริมาณการใช้พลังงาน

3. ผลการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา

จากการศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์ที่โรงงานทำการผลิตกว่า 36 ผลิตภัณฑ์ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ประเภท ทรานซิสเตอร์ (Transistor) วงจรรวม (IC) ตัวเก็บประจุ (Capacitor) และตัวต้านทาน (Resistor) ซึ่งผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทนั้นมีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนต่างกัน และปริมาณการผลิตไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าและความสามารถในการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นๆ โดยทำการเก็บข้อมูลปริมาณการผลิตต่อปีของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่ผลิตระหว่างเดือน เมษายน พ.ศ. 2559 – มีนาคม พ.ศ. 2560 เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการประเมินปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วย ซึ่งมีปริมาณการผลิตรวมอยู่ที่ 161,950 ล็อต/ปี นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลด้านพลังงานของโรงงานพบว่า แหล่งพลังงานที่ใช้หลักเกือบร้อยละ 100 นั้นมาจากพลังงานไฟฟ้า จากรูปที่ 3 แสดงร้อยละปริมาณการใช้พลังงานโดยแยกเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานสำหรับกระบวนการผลิต (Production) ร้อยละ 30 และส่วน

และระบบอำนวยความสะดวก (Lighting and Facility) ร้อยละ 23 ระบบน้ำ (Water System) ร้อยละ 18 เครื่องปรับอากาศ (Air Condition) ร้อยละ 15 และปั๊มลม (Air Compressor) ร้อยละ 14 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 สัดส่วนการใช้พลังงานนั้นมีปริมาณการใช้พลังงานรวมอยู่ที่ 55,772,765.68 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ปี คิดเป็นต้นทุนกว่า 171.87 ล้านบาท/ ปี ในปี พ.ศ. 2560 โดยคิดที่ค่าไฟฟ้า 3.08 บาท/ กิโลวัตต์-ชั่วโมง (3.08 บาท/ กิโลวัตต์-ชั่วโมง เป็นค่าอ้างอิงค่าไฟฟ้าของโรงงานกรณีศึกษา)

3.2 ประเมินปริมาณการใช้พลังงาน

จากหัวข้อที่ 3.1 ปริมาณการผลิตรวมของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ อยู่ที่ 161,950 ลีต/ ปี และปริมาณการใช้พลังงานรวม 55,772,765.68 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ปี ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา จะนำมาประเมินปริมาณการใช้พลังงานเบื้องต้นจากการใช้เทคนิคหน่วยเทียบเท่า (EU) ระหว่างปริมาณการผลิต (ลีต/ ปี) กับระยะเวลาในการผลิต (นาที/ ลีต) จากนั้นจึงนำไปหาค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์จากสมการ (1) แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตนั้นมีค่าน้อยสุดคือผลิตภัณฑ์ A4 ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยเพียง 16 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ B12 มีปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยถึง 10,043 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต ซึ่งมากกว่า 636 เท่าของผลิตภัณฑ์ A4 จะเห็นได้ว่าข้อมูลจากตารางดังกล่าวนำไปใช้ได้ยากเนื่องจากปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ไม่สามารถแบ่งได้อย่างชัดเจน ดังนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์จึงจำเป็นต้องนำวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering analysis) มาช่วยในการจำแนกกลุ่มของแต่ละผลิตภัณฑ์ในหัวข้อถัดไป

$$SEC = \text{พลังงานสุทธิ (E)} / \text{ปริมาณผลผลิต (P)} \quad (1)$$



รูปที่ 3 สัดส่วนร้อยละปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา

3.3 จำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์และวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงาน

จากการประเมินปริมาณการใช้พลังงานจากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) ในหัวข้อที่ 3.2 สามารถแสดงข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้พลังงาน (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) กับปริมาณผลผลิต (ลีต/ ปี) ของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์ที่มีการกระจายตัวแบบไม่สัมพันธ์กันดังรูปที่ 4 จะเห็นว่าข้อมูลดังกล่าวไม่สามารถจำแนก

กลุ่มของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้ชัดเจน ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering analysis) จึงถูกนำมาใช้ในการจำแนกกลุ่มของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สามารถจำแนกความแตกต่างและเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานของทั้ง 36 ผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 1 ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) ของแต่ละผลิตภัณฑ์ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา

ผลิตภัณฑ์	ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต)	ผลิตภัณฑ์	ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต)
A1	151	B1	88
A2	47	B2	675
A3	811	B3	304
A4	16	B4	298
A5	34	B5	40
A6	61	B6	1,389
A7	188	B7	401
A8	27	B8	1,922
A9	23	B9	1,119
A10	36	B10	799
A11	97	B11	456
A12	179	B12	10,043
A13	402	B13	4,059
A14	134	C	773
A15	865	A	950
A16	147	B	791
A17	1,436	D	757
A18	1,616	E	701



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้พลังงาน (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) กับปริมาณผลผลิต (ลีต/ ปี)

เนื่องจากไม่สามารถแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์จากการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้พลังงาน (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีต) ระยะเวลาในการผลิต (นาที/ ลีต) กับปริมาณผลผลิต (ลีต/ ปี) ได้ ดังนั้นจึงได้นำข้อมูลราคาขาย (Unit Price) ของแต่ละผลิตภัณฑ์มาเป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการหาความสัมพันธ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering analysis) จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างของทั้ง 4 ปัจจัยบนพื้นฐานลักษณะการใช้เงื่อนไขร่วมกัน ด้วยการคำนวณหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทางของข้อมูลหรือวิธีระยะทางแบบยุคลิด (Euclidean Distance) [9] จากสมการ (2) โดยที่ X คือปริมาณผลผลิต (ลีด/ปี) Y คือค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (SEC) (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีด) และ Z คือราคาขาย (Unit Price) โดยที่ i คือลำดับแถวที่ i และ j คือลำดับหลักที่ j เพื่อนำไปใช้สร้างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ (Design Structure Matrix, DSM) ขนาด 36×36 โดยเมตริกซ์ความสัมพันธ์ที่ได้แสดงดังตารางที่ 2

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2} \quad (2)$$

ตารางที่ 2 เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ของ 36 ผลิตภัณฑ์ (A1-E)

	A1	A2	A3	...	D	E
A1	0	0.065	0.075	...	0.320	0.325
A2	0.065	0	0.087	...	0.350	0.325
A3	0.075	0.087	0	...	0.355	0.360
...	...	...	...	0	...	...
D	0.320	0.350	0.355	...	0	0.016
E	0.325	0.352	0.360	...	0.016	0

จากตารางที่ 2 เมื่อได้ค่าความแตกต่างระหว่างปัจจัยหรือเรียกว่าค่าประสิทธิความสัมพันธ์แล้ว จะทำการประเมินหาจำนวนกลุ่มของผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Algorithm) ด้วยเทคนิค Agglomeration [7] โดยเลือกใช้วิธี Single Linkage เพื่อหาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากระยะทางที่สั้นที่สุด จนได้ข้อมูลที่ต้องการสุดท้ายเพียงกลุ่มเดียว โดยการจัดกลุ่มแบบวิธี Single Linkage สามารถทำได้โดยใช้สมการ (3-5) ตามไดอะแกรมวิธีการจัดกลุ่มด้วยเทคนิค Agglomeration ดังรูปที่ 5

$$d(a_i, a_j) = \min_{a_k \in C_i, a_l \in C_j} d(a_k, a_l) \quad (3)$$

$$d(a_i, a_j) = \min_{a_k \in C_i, a_l \in C_j} d(a_k, a_l) \quad (4)$$

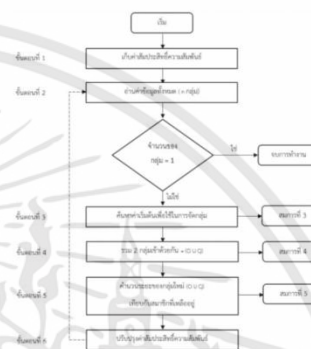
$$d(a_i \cup a_j, a_k) = \min_{a_l \in C_i, a_m \in C_j} \{d(a_l, a_k), d(a_m, a_k)\} \quad (5)$$

เมื่อทำตามขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่มด้วยเทคนิค Agglomeration จะได้ผลจากการแบ่งกลุ่มแสดงดังรูปที่ 6 พบว่าที่สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ 0.056 สามารถแบ่งกลุ่มได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ดังนี้

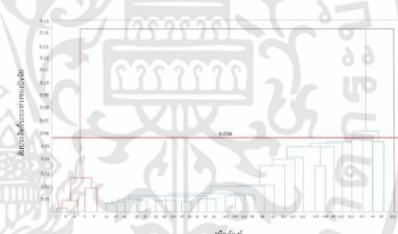
- กลุ่มที่ 1: ผลิตภัณฑ์ A4 และ A9
- กลุ่มที่ 2: ผลิตภัณฑ์ A, B, C, D และ E
- กลุ่มที่ 3: ผลิตภัณฑ์ A1-A3, A5-A8, A10-A18, B1-B11 และ B13
- กลุ่มที่ 4: ผลิตภัณฑ์ B12

จากการแบ่งกลุ่มด้วยวิธี Single Linkage สามารถแสดงความสัมพันธ์ของกลุ่มข้อมูลได้ดังตารางที่ 3 โดยจำแนกแต่ละกลุ่มได้จากค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตกับปริมาณการผลิตได้ กล่าวคือ กลุ่มที่ 1 จะเป็นกลุ่มที่มีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตต่ำ (< 100 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีด) และมีปริมาณการผลิตสูง (25,000<35,000 ลีด/ ปี) กลุ่มที่ 2 จะเป็นกลุ่มที่มีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตปานกลาง (500 ≤ 1000 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีด) และมีปริมาณการผลิตปานกลาง (6,000≤12,000 ลีด/ ปี) กลุ่มที่ 3 จะเป็นกลุ่มที่มีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตตั้งแต่ระดับต่ำไปจนถึงเกือบสูง (100 < 5,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีด) และมีปริมาณการผลิตต่ำไปจนถึงเกือบสูง

เช่นกัน (100<25,000 ลีด/ ปี) ส่วนกลุ่มที่ 4 จะเป็นกลุ่มที่มีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตสูง (> 5,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีด) แต่มีปริมาณการผลิตต่ำ (<100 ลีด/ ปี) จากการแบ่งกลุ่มข้างต้นจะเห็นว่า กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีต้นทุนด้านพลังงานน้อยที่สุด กลุ่มที่ 2 มีต้นทุนด้านพลังงานในระดับปานกลาง กลุ่มที่ 3 ยังเป็นกลุ่มที่ความสัมพันธ์ไม่ชัดเจนอาจทำให้การบริหารจัดการกลุ่มนี้ยังคงทำได้ยากหรืออาจจะใช้เวลานานเนื่องจากความแตกต่างของข้อมูล ในขณะที่กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มที่มีต้นทุนด้านพลังงานสูงที่สุด



รูปที่ 5 ไดอะแกรมวิธีการจัดกลุ่มด้วยเทคนิค Agglomeration [7]



รูปที่ 6 ผลการจัดกลุ่มด้วยวิธี Single Linkage

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ของกลุ่มผลิตภัณฑ์จากการจัดกลุ่มด้วยวิธี Single Linkage

กลุ่มผลิตภัณฑ์	ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลีด)	ปริมาณการผลิต (ลีด/ ปี)
กลุ่มที่ 1	< 100	25,000<35,000
กลุ่มที่ 2	500 ≤ 1000	6,000≤12,000
กลุ่มที่ 3	100 < 5,000	100<25,000
กลุ่มที่ 4	> 5,000	<100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สรุป

จากการศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการใช้พลังงานนั้น พบว่ามีปริมาณการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของเศรษฐกิจด้านอุตสาหกรรมของไทย ส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณพลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่คือกระบวนการผลิต โดยใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานหลัก อีกทั้งยังมีผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตที่หลากหลาย จึงได้ทำการประเมินปริมาณการใช้พลังงานโดยนำเทคนิคหน่วยเทียบเท่า (EU) มาใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการผลิตและปริมาณพลังงานเพื่อนำไปใช้ในการหาค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) ซึ่งพบว่าปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์นั้นมีค่าต่างกันกว่า 636 เทาโดยที่ต่ำสุดอยู่ที่ 16 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต ในขณะที่สูงสุดที่ 10,043 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต ทำให้การเข้าไปบริหารจัดการด้านพลังงานนั้นทำได้ยาก ดังนั้นจึงนำเทคนิคการวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering Analysis) เข้ามาช่วยในการจำแนกหรือแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์จากการหาความสัมพันธ์ของปริมาณการผลิต ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วย (SEC) และราคาขาย ด้วยวิธีระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean Distance) ซึ่งจะได้เมตริกซ์ความสัมพันธ์ดังตารางที่ 2 จากนั้นจะใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Algorithm) ด้วยเทคนิค Agglomeration โดยเลือกใช้วิธี Single Linkage เพื่อหาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มของแต่ละผลิตภัณฑ์ตามปัจจัยข้างต้นออกเป็น 4 กลุ่มที่ระดับสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ 0.056 โดยแต่ละกลุ่มจะแบ่งจากปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยและปริมาณการผลิตเป็นหลักเพื่อให้สามารถวิเคราะห์หรือบริหารจัดการต้นทุนด้านพลังงานได้ ซึ่งพบว่ากลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีต้นทุนด้านพลังงานต่ำสุด รองลงมาคือกลุ่มที่ 2 ส่วนกลุ่มที่ 3 นั้นยังคงมีความแตกต่างกันในกลุ่มอยู่จึงทำให้วิเคราะห์ได้หลากหลาย หากต้องการวิเคราะห์ในกลุ่มนี้อาจจะต้องเข้าไปเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มเพิ่มเติม เช่น ต้นทุนรวมต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ส่วนกลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มที่มีต้นทุนพลังงานสูงที่สุด ดังนั้นเพื่อให้โรงงานมีปริมาณการใช้พลังงานลดลงจึงจำเป็นที่จะเริ่มจากกลุ่มที่มีปริมาณการใช้พลังงานสูงแต่ปริมาณการผลิตต่ำหรือกลุ่มที่ 4 ที่มีปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยสูงถึง >5,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ล็อต แต่มีปริมาณการผลิตต่ำที่ <100 ล็อต/ ปี โดยกำหนดนโยบายในการบริหารจัดการปริมาณการใช้พลังงานของผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ โดยเข้าไปหาจุดที่ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานของกลุ่มนี้สูง เช่น ปัญหาจากการผลิตที่ล่าช้า การเกิดของเสียในกระบวนการสูง หรือปัจจัยต่างๆที่มีผลทำให้ปริมาณการใช้พลังงานสูง ซึ่งหากทำให้ปริมาณการใช้พลังงานในกลุ่มนี้ลดลงคาดว่าจะทำให้ต้นทุนต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ลดลงตามไปด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน, "Energy Balance of Thailand 2016." ปีที่ 3, ฉบับที่ 3, หน้า 1-44, มกราคม-ธันวาคม, 2559.
- [2] ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร, "การส่งออกสินค้าสำคัญของไทยเรียงตามมูลค่า ปี 2556-2560 (มกราคม - ธันวาคม)" [Online]. Available: http://www.ops3.moc.go.th/export/recode_export_rank/report.asp [Accessed: 13 มีนาคม 2561].
- [3] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, "รายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมปี 2560 และแนวโน้มปี 2561". หน้า 3-19, 2560.
- [4] พิรพงษ์ แก้ววิรัตน์, การพัฒนาแบบจำลองดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะด้วยเทคนิคหน่วยเทียบเท่าในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์, วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 7 ฉบับที่ 2553/2, 2553, หน้า 54-65.
- [5] Kannaphat Chuenwong, Siriluk Chiarakorn, Boonrod Sajakulnukit, " Specific Energy Consumption and Carbon Intensity of Ceramic Tablewares: Small Enterprises (SEs) in Thailand" . Journal of Cleaner Production 147, 2017, Pp. 395-405.
- [6] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน, " การอนุรักษ์พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ " [Online]. Available: http://www2.dede.go.th/km_berc/downloads/menu4/เอกสารเผยแพร่/คู่มือ/01%20คู่มือขอความรู้%2011%20เล่ม/EE-09-อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์.pdf. [Accessed: 13 มิถุนายน 2561].
- [7] นายทองศักดิ์ คงสินธุ์, "การศึกษาวิธีการออกแบบโครงสร้างผลิตภัณฑ์แบบโมดูลาร์โดยใช้วิธีการจัดกลุ่ม". วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (อุตสาหกรรม), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2557.
- [8] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน, "รายงานสถานการณ์การใช้พลังงานของโรงงานควบคุม ประจำปี พ.ศ. 2545" [Online]. Available: http://www.enconlab.com/fbr/factory_status/report2545/123_effic_energy.html. [Accessed: 10 กรกฎาคม 2561].
- [9] นายพงศ์กร ชีร์ธมี, "วิธีการหาค่า เค ที่เหมาะสมในการจำแนกแบบเคเนียร์เรนเบอร์กับข้อมูลทางการแพทย์". วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (คอมพิวเตอร์), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 2558.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชื่อ - นามสกุล นางสาวนิภาพร โนจกุล

วัน/เดือน/ปี เกิด 6 พฤษภาคม 2535 อายุ 26 ปี

ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอาหาร

ระดับบัณฑิตศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

งานวิจัยที่สนใจ

1. งานวิจัยด้านการประเมินปริมาณการใช้พลังงาน เช่นค่าการใช้พลังงาน เป็นต้น
2. งานวิจัยด้านพลังงานทดแทน
3. งานวิจัยด้านการบริหารจัดการพลังงานของโรงงานอุตสาหกรรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวนิภาพร โนจากุล
วัน เดือน ปีเกิด	06 พฤษภาคม 2535 ที่ จังหวัดลำปาง
ที่อยู่	1/248 ซอย อ่อนนุช 88/3-1 ถนน อ่อนนุชลาดกระบัง แขวง ประเวศ เขต ประเวศ กรุงเทพมหานคร 10250
โทร.	0848089932
ประวัติการศึกษา	2556 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2557-2560	ตำแหน่งวิศวกร บริษัทสยามเทคโนโลยีสถาพรจํากัด ตั้งอยู่ที่ 1 ซอยลาดพร้าว 24 แขวงจอมพล เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
พ.ศ. 2560-ปัจจุบัน	ตำแหน่งวิศวกร บริษัท โรม อินทิเกรเต็ด ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) จํากัดตั้งอยู่ที่ 101/94, 102 เขตอุตสาหกรรมนวนคร หมู่ที่ 20 ถนน พหลโยธิน ตำบล คลอง หนึ่ง อำเภอกลองหลวง จังหวัด ปทุมธานี 12120
ผลงานวิชาการ	
นิภาพร โนจากุล และ สกนธ์ คล่องบุญจิต, “การวิเคราะห์ต้นทุนพลังงานการผลิตด้วยเทคนิคหน่วย เทียบเท่าและการจัดกลุ่ม กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์,” การ ประชุมวิชาการการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. 2562, pp. 283-289, 2562.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้