การจัดกลุ่มพนักงานจากอัตราการคืนกลับโลหะมีค่าที่ได้จากกระบวนการขัด กรณีศึกษา บริษัทคริสตี้เจมส์ จำกัด

CLASSIFICATION OF WORKERS AT CHRISTY GEM CO., LTD. FROM RETURN OF RECOVERED PRECIOUS METAL SCRAP FROM THE POLISHING PROCESS

พชรวรรณ พงษ์สรอย

ภัณฑิรา เภอบาง

มินตรา โสนิราช

สุนิตา คำสุข

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLASSIFICATION OF WORKERS AT CHRISTY GEM CO., LTD. FROM RETURN OF RECOVERED PRECIOUS METAL SCRAP FROM THE POLISHING PROCESS

PHACHARAWAN PONGSOI
PHANTIRA PHERBANG
MINTRA SONIRACH
SUNITA CAMSUK

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHLOR OF SCIENCE (APPLIED STATISTICS)
DEPARTMENT OF STATISTICS, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การจัดกลุ่มพนักงานจากอัตราการคืนกลับโลหะมีค่าที่ได้จากกระบวนการขัด : กรณีศึกษา บริษัทคริสตี้เจมส์ จำกัด Classification of Workers at Christy Gem Co., Ltd. From Return of Recovered Precious Metal Scrap from The Polishing Process		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวพชรวรรณ	พงษ์สรอย	รหัสนักศึกษา 58051270
	นางสาวภัณฑิรา	เภอบาง	รหัสนักศึกษา 58051287
	นางสาวมินตรา	โสนิราช	รหัสนักศึกษา 58051298
	นางสาวสุนิตา	คำสุข	รหัสนักศึกษา 58051336
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติ		
ปีการศึกษา	2561		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.กนกกรรณ์ ลี้โรจนาประภา		

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษ	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ ประธานกรรมการ	
รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง กรรมการ	
ผศ.ดร.กนกกรรณ์ ลี้โรจนาประภา กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การจัดกลุ่มพนักงานจากอัตราการคืนกลับโลหะมีค่าที่ได้จากกระบวนการขัด : กรณีศึกษา บริษัทคริสตี้เจมส์ จำกัด		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวพชรวรรณ	พงษ์สรอย	รหัสนักศึกษา 58051270
	นางสาวภัณฑิรา	เภอบาง	รหัสนักศึกษา 58051287
	นางสาวมินตรา	โสนิราช	รหัสนักศึกษา 58051298
	นางสาวสุนิตา	คำสุข	รหัสนักศึกษา 58051336
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติ		
คณะ	วิทยาศาสตร์		
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)		
ปีการศึกษา	2561		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.กนกกรรณ์ ลิ้โรจนาประภา		

บทคัดย่อ

การศึกษาปัญหาพิเศษในครั้งนี้ จัดทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อจัดกลุ่มพนักงานแผนกขัด โดยเน้นศึกษากลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ และไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ตามคุณลักษณะส่วนบุคคลของพนักงาน จำแนกกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดตามคุณลักษณะของพนักงานแต่ละคน สร้างแผนภูมิควบคุมเพื่อศึกษาความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแต่ละคนในแต่ละเดือนที่มีการทำงาน และศึกษาสาเหตุที่ก่อให้เกิดการสูญเสียโลหะมีค่าอันเนื่องมาจากมีอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด รวมทั้งหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยรวบรวมข้อมูลในระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2561 ของพนักงานในแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททอง จำนวน 73 คน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB, WEKA และ SPSS มาช่วยในการวิเคราะห์และประมวลผล

นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้การทดสอบสมมติฐาน ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า พนักงานจำนวน 17 คน มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งจากการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ตามคุณลักษณะส่วนบุคคลของพนักงาน พบว่าระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายได้เฉลี่ย ช่วงอายุงาน และสถานภาพสมรส มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการจำแนกกลุ่มพนักงานด้วยวิธีนาอีฟเบส์ และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ ผลจากการเปรียบเทียบทั้ง 2 วิธี พบว่าวิธีต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความถูกต้อง 76.71% ค่าความแม่นยำ 76.70% ค่าความระลึก 73.70% ค่าประสิทธิภาพ 74.40% สูงกว่า และความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย 31.44% และความคาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย 20.22% ต่ำกว่าวิธีนาอีฟเบส์ ซึ่งจะนำโมเดลการพยากรณ์นี้มาช่วยจำแนกกลุ่มพนักงานที่อาจมีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จากการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ พบว่ามีพนักงานจำนวน 8 คนที่มีความผันแปรของค่าอัตราการคืน (เศษทอง) สูงกว่าเส้นควบคุม UCL แสดงถึงการมีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่สูงกว่าปกติ และมีพนักงาน 44 คน ที่มีความผันแปรของค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ใกล้เส้น LCL แสดงถึงการมีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่ต่ำ และจากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยวิธีแผนผังก้างปลา พบว่า บริษัทควรมีการกำหนดนโยบายการบันทึกข้อมูล และเกณฑ์การทำงานให้แน่นอน

คำสำคัญ: กระบวนการขัด การคืนกลับโลหะมีค่า การจำแนก แผนภูมิควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Classification of Workers at Christy Gem co., Ltd. from Return of Recovered Precious Metal Scrap from The Polishing Process		
Student	MISS PHACHARAWAN	PONGSOI	Student ID 58051270
	MISS PHANTIRA	PHERBANG	Student ID 58051287
	MISS MINTRA	SONIRACH	Student ID 58051298
	MISS SUNITA	CAMSUK	Student ID 58051336
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)		
Department	Statistics		
Faculty	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
Academic Year	2017		
Advisor	Assistant Professor Dr. Kanogkan Leerojanaprapa		

ABSTRACT

This study investigated the loss of precious metal, at Christy Gem jewelry manufacturer, by their workers' inadequate jewel polishing skill, focusing on workers who lost a higher amount of gold scrap than specified by a criterion constructed from the manufacturer's past records of precious metal loss from June to December 2018. In addition, the study attempted to correlate the average amounts of gold scrap lost by every worker to their personal characteristics and to determine the personal characteristics of workers who had lost a higher amount of gold scrap than specified by the constructed criterion. Furthermore, we attempted to construct a control chart that showed each worker's monthly variance in the amount of gold scrap that he or

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

she lost, in order to see how consistent was his or her work. Lastly, we also attempted to find the cause or causes that made every worker lost so much gold scraps and to find ways to remedy this situation and report them to the administration. Records of gold scraps lost from June to December 2018 by 73 workers in the Jewelry Polishing Department (Gold) of the manufacturer. They were analyzed by several statistical methods: hypothesis testing, Naïve Bayes classifier, Decision tree, control chart, and cause and effect diagram with MINITAB, WEKA, and SPSS statistical software.

The analysis results showed that 17 workers had lost a higher amount of gold scrap than specified by the criterion. Workers' average salary, work experience (in years), and marital status strongly correlated with the average amount of lost gold scrap, statistically significant at *p-value* < 0.05.

Between the Naïve Bayes and decision tree classifiers tested, the decision tree provided higher test metric values than Naïve Bayes did. Furthermore, from the Individuals and Moving Range Chart, a type of control chart, 8 workers were found to return an unusually high amount of gold scrap, while another 44 workers were found to return a very low amount of gold scrap. The cause and effect diagram showed that the main cause of this problem was the manufacturer lacked of a consistent, enterprise-wide data collection policy and a strict criterion for the daily amount of gold scrap that needed to be returned by a worker. These findings would benefit the executives in the following ways: they could formulate a good preventative measure for handling the workers who were likely to lose a high amount of gold scrap and good criteria on personal characteristics of new workers to be employed.

Keywords : Polishing process , Return of recovered precious metal scrap , Classifiers , Control chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ลุล่วงได้ด้วยดีโดยได้รับความกรุณาของบุคคลหลายฝ่ายที่ให้ความร่วมมือและบุคคลสำคัญที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา คือ ผศ.ดร.กนกกรรณ์ ลิ้โรจนาประภา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำปรึกษาและแนะแนวทางต่างๆ เอื้อเฟื้อหนังสืออ้างอิงในการค้นคว้าข้อมูลในการทำปัญหาพิเศษ อบรมสั่งสอนในเรื่องของการทำงานมาจนสามารถทำงานได้ดี ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ได้เป็นอย่างดีมาโดยตลอดจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ และ รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง คณะกรรมการที่กรุณา ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ ชี้แนะข้อบกพร่อง ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดเพิ่มเติมเพื่อให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ออกมาได้อย่างดีและสมบูรณ์ที่สุด

ขอขอบพระคุณบริษัท คริสตี้เจมส์ จำกัด ที่ได้อนุญาตให้เข้าไปศึกษากระบวนการทำงานในแผนกวิจัยและพัฒนา แผนกขัด แผนกปรับปรุงกระบวนการ โดยให้คำปรึกษาและคอยช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ถ่ายทอดความรู้ใหม่ๆ ให้สามารถนำไปต่อยอดได้อย่างดี แบ่งปันแนวทางการทำงานเพื่อให้นำไปปรับใช้กับปัญหาพิเศษฉบับนี้ รวมถึงอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ด้วยดีมาตลอด

ขอขอบพระคุณ ท่านคณาจารย์ภาควิชาสถิติทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติทุกท่านที่ให้ความสะดวกและช่วยเหลือในด้านต่างๆ ตลอดเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ท้ายสุดนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ๆ ที่เป็นกำลังใจให้ตลอดมา และขอขอบพระคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำจนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

พชรวรรณ พงษ์สรอย
ภัณฑิรา เภอบาง
มินตรา โสนิราช
สุนิตา คำสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค

กิตติกรรมประกาศ.....จ

สารบัญ.....ฉ

สารบัญตาราง.....ฌ

สารบัญรูป.....ฎ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....2

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ.....2

1.4 ขอบเขตการศึกษา.....3

1.5 ตัวแปรที่ศึกษา.....3

1.6 นิยามศัพท์.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....5

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....5

2.1.1 การทดสอบการแจกแจงปรกติ.....5

2.1.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม.....6

2.1.3 การทดสอบลำดับที่ ที่มีเครื่องหมายของวิลคอกซัน กรณีตัวอย่างเดียว.....7

2.1.4 แผนภาพกล่อง.....8

2.1.5 การทดสอบผลรวมลำดับที่ของแมนน์-วิทนีย์.....9

2.1.6 การทดสอบของครัสคาล-วอลลิส.....13

2.1.7 การเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้าน ด้วยค่าลำดับที่.....14

2.1.8 การจำแนก โดยวิธีนาอีฟเบส์.....16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 การจำแนก โดยต้นไม้ตัดสินใจ 17
2.1.10 ตัววัดประสิทธิภาพของโมเดล 18
2.1.11 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ 20
2.1.12 แผนผังก้างปลา 23
2.1.13 Weka 27
2.1.14 การทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยประชากรกลุ่มเดียว 27
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 28

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 31
3.1 วิธีการและขั้นตอนการดำเนินงาน 31
3.1.1 ศึกษาขั้นตอนการคืนกลับเศษทอง 31
3.1.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 33
3.2 กลุ่มตัวอย่าง 35
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 35
3.3.1 เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 35
3.3.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 36
3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย 36
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 37
3.5.1 ทดสอบโดยเครื่องหมายลำดับที่ของวิลคอกซัน กรณีตัวอย่างเดียว 37
3.5.2 ทดสอบผลรวมลำดับที่แมนน์-วิทนีย์ 37
3.5.3 ทดสอบครัสคาลวอลลิส 38
3.5.4 การเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้าน ด้วยค่าลำดับที่ 38
3.5.5 การจำแนก โดยใช้วิธีนาอีฟเบส์ 39
3.5.6 การจำแนก โดยใช้วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 40
3.5.7 วิเคราะห์ความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ แต่ละคน 40
3.5.8 แผนผังก้างปลา 41

บทที่ 4 ผลการศึกษา 42
4.1 ลักษณะข้อมูลทั่วไปของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่ 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบสมมติฐาน 48
4.3 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่าง 52
4.3.1 กรณีการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับต่อเพศของพนักงาน 52
4.3.2 กรณีการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับสถานภาพสมรสของพนักงาน 53
4.3.3 กรณีการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับระดับรายได้ของพนักงาน 54
4.3.4 กรณีการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุงานของพนักงาน 55
4.3.5 กรณีการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุของพนักงาน 56
4.4 การจำแนก 58
4.4.1 การจำแนก โดยใช้วิธีนาอีฟเบส์ 58
4.4.2 การจำแนก โดยใช้วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 60
4.5 วิเคราะห์ความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่ 62
4.6 แผนผังก้างปลา 83

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 86
5.1 สรุปผลการวิจัย 86
5.1.1 การทดสอบสมมติฐาน 86
5.1.2 การทดสอบสมมติฐานความแตกต่าง 86
5.1.3 การจำแนก 87
5.1.4 การวิเคราะห์ความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) 88
5.1.5 แผนผังก้างปลา 88
5.2 ข้อเสนอแนะ 89
บรรณานุกรม 92
ภาคผนวก 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 อัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่ 42

4.2 ข้อมูลค่าเฉลี่ยอายุงาน และค่าเฉลี่ยอายุของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่ 46

4.3 จำนวนของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ จำแนกตามเพศ 46

4.4 จำนวนของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ จำแนกตามสถานภาพสมรส 46

4.5 จำนวนของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ จำแนกตามระดับรายได้ 47

4.6 จำนวนของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ จำแนกตามช่วงอายุงาน 47

4.7 จำนวนของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ จำแนกตามช่วงอายุ 47

4.8 ค่ามัธยฐานอัตราการคืน (เศษทอง) และผลการทดสอบอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่ 48

4.9 ผลการทดสอบสมมติฐาน พนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 51

4.10 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับเพศของพนักงาน 53

4.11 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับสถานภาพสมรสของพนักงาน 53

4.12 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับระดับรายได้ของพนักงาน 54

4.13 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับระดับรายได้ของพนักงาน 55

4.14 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุงานของพนักงาน 56

4.15 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุของพนักงาน 56

4.16 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุของพนักงาน 57

4.17 ผลการจำแนก ด้วยวิธีนาอีฟเบส์ 58

4.18 ผลการทดลองของตัวแบบ ด้วยวิธีนาอีฟเบส์ 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.19 ผลที่ได้จากแผนภาพการจำแนก โดยใช้วิธีต้นไม้ตัดสินใจ.....61
4.20 ผลการทดลองของตัวแบบ ด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ.....62
5.1 ตัวอย่างผลการทดสอบอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานคนที่ 19.....90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แผนภาพกล่อง 8
2.2 ส่วนประกอบของต้นไม้ตัดสินใจ 17
2.3 เมทริกซ์ความสับสน 18
2.4 การกระจายจุดบนแผนภูมิควบคุมที่แสดงความผิดปกติของกระบวนการผลิต 21
2.5 โครงสร้างแผนผังก้างปลา 24
2.6 แผนภูมิแสดงขั้นตอนทั่วไปของการสร้างแผนผังก้างปลา 25
3.1 แผนผังขั้นตอนการคืนกลับเศษทอง 32
4.1 แผนภาพกล่องค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) 45
4.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับระดับรายได้ 55
4.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุของพนักงาน 57
4.4 แผนภาพการจำแนก โดยใช้วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 61
4.5 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่สูงผิดปกติ 63
4.6 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่คงที่ 66
4.7 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่ 68
4.8 แผนผังเหตุและผลของสาเหตุการสูญเสียโลหะมีค่าจากการคืนค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่ต่ำในกระบวนการขัด 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

การจัดกลุ่มพนักงานจากอัตราการคืนกลับโลหะมีค่าที่ได้จากกระบวนการขัด กรณีศึกษาบริษัทคริสตี้เจมส์ จำกัด โดยมีแนวทางในการศึกษา ดังนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับเป็นอุตสาหกรรมหนึ่ง ที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย ไม่น้อยไปกว่ากลุ่มอุตสาหกรรมหรือธุรกิจอื่นๆ จึงมีภาวะการแข่งขันทางการค้าและการตลาดที่รุนแรง ทำให้ผู้ประกอบการต้องพัฒนาองค์กรอย่างต่อเนื่องในทุกๆ ด้าน เพื่อเพิ่มผลผลิต เมื่อพิจารณาจากข้อมูลสินค้าส่งออกสำคัญของไทยระหว่างปี พ.ศ.2556 – 2560 พบว่าสินค้าอัญมณีและเครื่องประดับเป็นสินค้าที่มีมูลค่าส่งออกสูง 1 ในสินค้าส่งออก 10 อันดับแรกของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ.2560 มีมูลค่าส่งออก 434,890.7 ล้านบาท สูงเป็นอันดับที่ 3 ของสินค้าส่งออกสำคัญของไทย (กรมศุลกากร, 2560)

โดยปัจจัยสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตในงานอุตสาหกรรมอย่างหนึ่งก็คือ ต้นทุนการผลิต ผู้ประกอบการจะต้องควบคุมและหาแนวทางในการลดต้นทุนอย่างต่อเนื่อง ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตต่างๆ จะถือเป็นความสูญเสียเปล่า ที่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นโดยไม่จำเป็นและส่งผลให้ผลผลิตลดลง

งานวิจัยการจัดกลุ่มพนักงานจากอัตราการคืนกลับโลหะมีค่า ที่ได้จากกระบวนการขัดในครั้งนี้ได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นกับบริษัทคริสตี้เจมส์ จำกัด ที่ประสบปัญหาการคืนค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่ต่ำ ส่งผลให้บริษัทสูญเสียต้นทุนการผลิตจากขั้นตอนนี้อย่างเปล่าประโยชน์ ดังนั้นในงานวิจัยการจำแนกกลุ่มพนักงานจากอัตราการคืนกลับโลหะมีค่า ที่ได้จากกระบวนการขัดนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางลดการสูญเสียในกระบวนการขัด ด้วยการใช้เทคนิคทางสถิติมาช่วยวิเคราะห์ โดยเลือกศึกษาเฉพาะผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ของบริษัทนี้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำวิธีการทางสถิติมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว สำหรับวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิจัยการจัดกลุ่มพนักงานจากอัตราการคืนกลับโลหะมีค่าที่ได้จากกระบวนการขัด นี้แบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ว่าพนักงานคนใดที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้การทดสอบสมมติฐาน วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความแตกต่างค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ตามคุณลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) โดยใช้การทดสอบสมมติฐาน วิธีการทางสถิติเพื่อใช้จำแนกข้อมูลคุณลักษณะของพนักงานแต่ละคน โดยใช้การจำแนกวิธีนาอีฟเบส์ กับวิธีต้นไม้ตัดสินใจ วิธีการที่ใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมค่าอัตราการคืน (เศษทอง) โดยใช้แผนภูมิควบคุม I-MR (Individuals–Moving Range Chart) และวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา โดยใช้แผนผังก้างปลา

ซึ่งวิธีการทั้ง 5 ประเภทนี้จะเป็นแนวทางให้กับบริษัทนำไปเป็นแนวทางการจัดการและวิเคราะห์พฤติกรรมสุ่มเสี่ยงในทางที่ไม่เหมาะสมของพนักงานได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1) จัดกลุ่มพนักงานจากกระบวนการขัดที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2) ศึกษาความแตกต่างค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ตามคุณลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง)

3) สร้างโมเดลในการจำแนกพนักงานตามคุณลักษณะของพนักงานว่าคุณลักษณะใดเป็นตัวกำหนดกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และกลุ่มพนักงานที่มีอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

4) ศึกษาความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) จากการสร้างแผนภูมิควบคุม ของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททอง

5) หาสาเหตุและแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานในแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททอง และแผนกการปรับปรุงกระบวนการผลิตของบริษัท

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1) ทราบพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานในกระบวนการขัดจิวเวลรี่ ประเภททองว่าพนักงานคนใดมีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2) ทราบความแตกต่างค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ตามคุณลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง)

3) สามารถจำแนกพนักงานตามคุณลักษณะของพนักงานว่าคุณลักษณะใดเป็นตัวกำหนดกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

4) ทราบว่าค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแต่ละคนอยู่ภายใต้การควบคุม หรืออยู่นอกการควบคุม แสดงถึงความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแต่ละคนว่าเป็นปกติ หรือผิดปกติ

5) ทราบถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดการสูญเสียโลหะมีค่า และแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานในแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททอง และแผนกการปรับปรุงกระบวนการผลิตของบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ พนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททอง จำนวน 73 คน โดยรวบรวมข้อมูลในเดือนมิถุนายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2561

1.5 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ

1.1 เพศของพนักงาน คือ เพศชาย และเพศหญิง

1.2 สถานภาพสมรสของพนักงาน คือ สถานภาพโสด และสถานภาพสมรส

1.3 ระดับรายได้ของพนักงาน แบ่งเป็น 3 ระดับตามรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ได้แก่ ระดับรายได้น้อย (5,000 – 15,000 บาท) ระดับรายได้ปานกลาง (15,001 – 25,000 บาท) และ ระดับรายได้มาก (> 25,000 บาท)

1.4 อายุของพนักงาน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1.4.1 อายุ (ปี) ของพนักงาน

1.4.2 ช่วงอายุของพนักงาน แบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วง 20 - 26 ปี ช่วง 27 – 33 ปี ช่วง 34 – 40 ปี และ ช่วง 41 – 47 ปี

1.5 อายุงานของพนักงาน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1.5.1 อายุงาน (ปี) ของพนักงาน

1.5.2 ช่วงอายุงานของพนักงาน แบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วง 0 - 5 ปี ช่วง 6 - 10 ปี และ ช่วง 11 - 15 ปี

2. ตัวแปรตาม

2.1 ค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงาน

1.6 นิยามศัพท์

1) โลหะมีค่า หมายถึง กลุ่มโลหะที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงกว่าโลหะทั่วไป เป็นโลหะที่หายาก นิยมทำเป็นเครื่องประดับ ในงานวิจัยฉบับนี้จะหมายถึงทอง

2) น้ำหนักออก (Output) หมายถึง น้ำหนักของจิวเวลรี่ ประเภททองหลังขัด / ต่อเดือน / ต่อคน

3) ค่าคืนกลับ (Refine) หมายถึง น้ำหนักของเศษผงจิวเวลรี่ ประเภททอง เก็บรวบรวมโดยแผนกปรับปรุงกระบวนการผลิต (Process Improvement) ที่พนักงานคืนกลับมาภายหลังจากการขัด / ต่อเดือน / ต่อคน

4) รายได้เฉลี่ย หมายถึง ค่าตอบแทน/ค่าจ้าง ที่ได้รับจากการทำงานในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เป็นประจำทุกเดือนแตกต่างกันตามเฉพาะรายบุคคล อายุงาน ตำแหน่งงาน และจำนวนการทำงานใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละเดือน ในงานวิจัยฉบับนี้ศึกษารายได้ของพนักงานในช่วงเวลา 7 เดือน คือตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2561 ซึ่งกำหนดรายได้เป็นรายได้เฉลี่ย โดยคำนวณจากการนำรายได้ทุกเดือนที่มีการทำงานมารวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนเดือนที่มีการทำงาน และแบ่งรายได้เฉลี่ยเป็น 3 ระดับ คือ ระดับรายได้น้อย (5,000 – 15,000 บาท) ระดับรายได้ปานกลาง (15,001 – 25,000 บาท) และระดับรายได้มาก (> 25,000 บาท)

5) อายุของพนักงานในงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

5.1) อายุ (ปี) ของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททองทุกคน

5.2) อายุของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททองทุกคน โดยกำหนดช่วงวัยอายุเป็น 4 ช่วง คือ ช่วง 20 – 26 ปี ช่วง 27 – 33 ปี ช่วง 34 – 40 ปี และช่วง 41 – 47 ปี

6) อายุงานของพนักงาน ในงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

6.1) อายุงาน (ปี) ของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททองทุกคน

6.2) อายุงานของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททองทุกคน โดยกำหนดช่วงอายุงานเป็น 3 ช่วง คือ ช่วง 0 - 5 ปี ช่วง 6 - 10 ปี และช่วง 11 - 15 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูล กรณีศึกษา บริษัทคริสตี้เจมส์ จำกัด โดยผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามลำดับ ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีต่างๆ ดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์จากข้อมูลที่มีการรวบรวมไว้ โดยอาศัยทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1.1 การทดสอบการแจกแจงปรกติ

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติอิงพารามิเตอร์ จะมีข้อกำหนดของข้อมูลนั้นต้องถูกสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ ดังนั้นก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องใดๆ ควรมีการทดสอบก่อนว่าข้อมูลถูกสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ การทดสอบโดยใช้ตัวสถิติทดสอบ ได้แก่

1) การทดสอบลิลลิฟอรส์

เป็นตัวสถิติทดสอบการแจกแจงของประชากรว่าเป็นปรกติหรือไม่ เป็นวิธีทดสอบที่ให้กำลังของการทดสอบสูงกว่าวิธีการทดสอบแบบอื่นๆ ซึ่งการทดสอบจะเหมือนการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สไมร์นอฟ แต่การทดสอบลิลลิฟอรส์จะไม่กำหนดค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จึงต้องประมาณ μ ด้วย $\overline{X}$ และ ประมาณ σ ด้วย S การทดสอบนี้ควรใช้เมื่อมีขนาดตัวอย่างน้อยกว่า 50 หน่วย (สุจิตรา สุคนธมัต, 2560)

สมมติฐานของการทดสอบ คือ

H_0 : สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ

H_1 : สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ไม่ได้มีการแจกแจงปรกติ

ตัวสถิติทดสอบ คือ $D = \max\left|F(X) - S(X)\right|$ (2.1)

โดย $F(X) = \mathrm{P}(X \le x) = \mathrm{P}\left(Z < \dfrac{k - \overline{X}}{S}\right)$ (2.2)

ให้ $S(X) =$ ฟังชันก์การแจกแจงสะสมที่ได้จากค่าสังเกต

$$S(X) = \frac{k}{n} \quad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ k คือ จำนวน X_i ที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ x

จะปฏิเสธ H_0 ถ้าค่า p-value ของการทดสอบน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด

2) การทดสอบชาพิโร-วิลค์

เป็นตัวสถิติที่ใช้ทดสอบการแจกแจงของประชากรว่าเป็นปรกติหรือไม่ใช้ได้กับกรณีที่ทราบหรือไม่ทราบค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร และขนาดตัวอย่างไม่เกิน 50 หน่วย เป็นวิธีทดสอบที่ให้กำลังของการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบแบบอื่นๆ นิยมใช้ค่อนข้างแพร่หลาย การหาค่าตัวสถิติทดสอบไม่ยุ่งยาก (สุจิตรา สุคนธมัต, 2560)

สมมติฐานของการทดสอบ คือ

H_0 : สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ

H_1 : สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ไม่ได้มีการแจกแจงปรกติ

ตัวสถิติทดสอบ คือ $W = \dfrac{b^2}{SS(X)}$ (2.4)

เมื่อ $b = \sum_{i=1}^{k} a_{n-i+1}(X_{n-i+1} - X_i)$ (2.5)

โดย a_{n-i+1} คือ สัมประสิทธิ์ของ W-test ในการทดสอบการแจกแจงแบบปรกติ

$$k = \begin{cases} \dfrac{n}{2} & \text{เมื่อ } n \text{ เป็นเลขคู่} \\ \dfrac{n-1}{2} & \text{เมื่อ } n \text{ เป็นเลขคี่} \end{cases} \quad (2.6)$$

และ $SS(X) = \sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \dfrac{(\sum_{i=1}^{n} X_i)^2}{n}$ (2.7)

ทั้งนี้ W มีค่ามากกว่าศูนย์เสมอ และ W ที่มีค่ามากจะสนับสนุน H_0

จะปฏิเสธ H_0 ถ้าค่า p-value ของการทดสอบน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด

2.1.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม (Combination Arithematic Mean)

ถ้ามีข้อมูลหลายๆ ชุด และทราบค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุด จะสามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมได้ (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2560)

ให้ $\overline{X}_1, \overline{X}_2, ..., \overline{X}_k$ เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดที่ $1, 2, ..., k$ ตามลำดับ และให้ $n_1, n_2, ..., n_k$ เป็นจำนวนข้อมูลชุดที่ $1, 2, ..., k$ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม $\overline{X}_c = \dfrac{\sum_{i=1}^{k} n_i \overline{X}_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i}$ (2.8)

$$= \frac{n_1\overline{X_1} + n_2\overline{X_2} + \ldots + n_k\overline{X_k}}{n_1 + n_2 + \ldots + n_k} \quad (2.9)$$

2.1.3 การทดสอบลำดับที่ที่มีเครื่องหมายของวิลคอกซัน กรณีตัวอย่างเดียว (The Wilcoxon Signed Rank Test For One Sample)

การทดสอบลำดับที่ที่มีเครื่องหมายของวิลคอกซันกรณีตัวอย่างเดียว เป็นการทดสอบเกี่ยวกับมัธยฐานของประชากรเช่นเดียวกันกับการทดสอบโดยเครื่องหมาย แต่การทดสอบนี้คำนึงถึงขนาดของความแตกต่างด้วยจึงทำให้มีกำลังการทดสอบมากกว่า ในการทดสอบจะหาผลต่างของข้อมูลของตัวอย่างกับค่ากลางตามสมมติฐาน ถ้าข้อมูลไม่ต่างจากค่ากลางจะไม่นำมาพิจารณา จากนั้นให้นำขนาดของผลต่างมาเรียงลำดับและให้ลำดับที่กำกับไว้พร้อมทั้งแยกเป็นประเภทบวกหรือลบ การทดสอบนี้ใช้กับข้อมูลที่มีการวัดระดับช่วงขึ้นไปและประชากรต้องมีการแจกแจงที่สมมาตร (อมรรัตน์ แมกไม้รักษา, 2550)

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0 : M = M_0$

$H_1 : M \neq M_0$ หรือ $H_1 : M > M_0$ หรือ $H_1 : M < M_0$

โดย M_0 เป็นค่าของมัธยฐาน

T_+ เป็นผลบวกของลำดับที่มีประเภทบวก

T_- เป็นผลบวกของลำดับที่มีประเภทลบ

n เป็นขนาดของตัวอย่างของข้อมูลประเภทบวกและลบ

T_+ รวมกับ T_- มีค่าเท่ากับ $\dfrac{n(n+1)}{2}$

ในกรณีที่ $H_1 : M \neq M_0$ ค่าตัวสถิติทดสอบคือ $T = min(T_+, T_-)$ ในกรณีนี้หากว่าสมมติฐาน H_0 เป็นจริง แสดงว่า T_+, T_- ควรมีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน แต่ถ้า T_+, T_- มีค่าต่างกันมาก หรือค่าตัวสถิติทดสอบ T มีค่าน้อยเกินไป แสดงว่าสมมติฐาน H_0 ไม่น่าเป็นจริง ที่ระดับนัยสำคัญ α นั่นคือ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ ค่าตัวสถิติทดสอบ $T \leq$ ค่าวิกฤต $T(n, \frac{\alpha}{2})$ ซึ่งแสดงในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ $H_1 : M > M_0$ ค่าตัวสถิติทดสอบคือ $T = T_-$ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α เมื่อ ค่าตัวสถิติทดสอบ $T \leq$ ค่าวิกฤต $T_{(n,\alpha)}$

ในกรณีที่ $H_1 : M < M_0$ ค่าตัวสถิติทดสอบคือ $T = T_+$ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α เมื่อ ค่าตัวสถิติทดสอบ $T \leq$ ค่าวิกฤต $T_{(n,\alpha)}$

สำหรับตารางค่าวิกฤตของการทดสอบโดยเครื่องหมายลำดับที่ของวิลคอกซันจะให้บริเวณวิกฤตด้านน้อยกว่าเสมอ

2.1.4 แผนภาพกล่อง (Box Plot)

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงความถี่ ค่ากลาง และการกระจาย ของข้อมูล เส้นโค้งของความถี่แบ่งออกเป็น 3 แบบ ดังนี้

1) เส้นโค้งปรกติ (Normal Curve) เป็นเส้นโค้งของความถี่ของข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐานและ ฐานนิยมเท่ากัน

2) เส้นโค้งเบ้ขวา (เบ้ทางขวา) (Positively Skewed Curve) เป็นเส้นโค้งของความถี่ของข้อมูลที่มีค่ากลางเรียงจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ฐานนิยม มัธยฐาน และค่าเฉลี่ยเลขคณิต

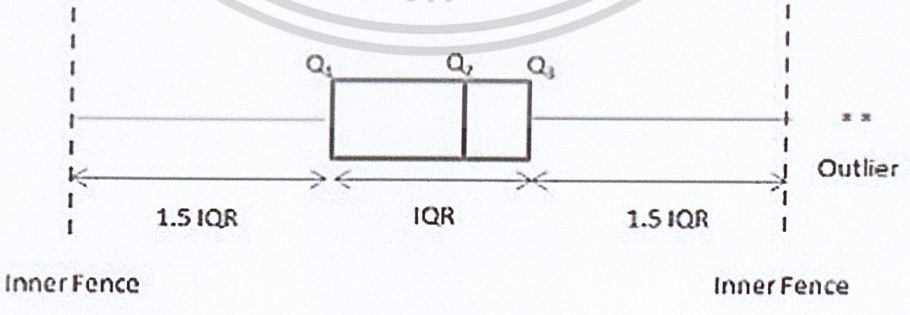
3) เส้นโค้งเบ้ซ้าย (เบ้ทางซ้าย) (Negatively Skewed Curve) เป็นเส้นโค้งของความถี่ของข้อมูลที่มีค่ากลางเรียงจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม

ส่วนประกอบของแผนภาพกล่อง

1. กล่องบรรจุ 50% ของข้อมูลที่อยู่กึ่งกลาง

2. ขอบล่าง (Lower End) ของกล่องเป็นค่าควอไทล์ (Quartile) ที่ 1 ขอบบน (Upper End) ของกล่องเป็นค่าควอไทล์ที่ 3 (Q3) มัธยฐานจะอยู่ระหว่างขอบล่าง และขอบบน

3. หนวดแมว (Whisker) คือ ความยาวจากขอบล่างไปยังค่าน้อยสุดหรือความยาวจากขอบบนไปยังค่ามากสุด



ที่มา : ปรัชญา พละพันธุ์ (2557)

รูปที่ 2.1 แผนภาพกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปลความหมายของแผนภาพกล่อง

แบ่งการแปลความหมายของข้อมูลจากแผนภาพกล่องเป็น 3 กรณี คือ

1. ถ้ามัธยฐานอยู่กลางกล่องแสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ

2. ถ้าข้อมูลอยู่ใกล้ขอบบน (Q3) ของกล่องแสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงเบ้ซ้าย หรือการแจกแจงเบ้ลบ

3. ถ้ามัธยฐานอยู่ใกล้ขอบล่าง (Q1) ของกล่องแสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงเบ้ขวา หรือการแจกแจงเบ้บวก

2.1.5 การทดสอบผลรวมลำดับที่ของแมนน์-วิทนีย์ (Mann And Whitney Rank Sum Test)

ในการพิจารณาจะใช้ตัวอย่างสุ่มที่เป็นอิสระกันจากแต่ละประชากรกล่าวคือ ให้ $X_1,...,X_n$ เป็นค่าสังเกตจากตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่ 1 และให้ $Y_1,...,Y_n$ เป็นค่าสังเกตจากตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่ 2 โดยที่ตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเป็นอิสระกัน และประชากรทั้งสองมีตัวแปรแบบต่อเนื่อง (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2552)

1. ข้อมูล (Data)

มีค่าสังเกตทั้งหมด $n = n_1 + n_2$ ค่า คือ $X_1,...,X_{n1}$ และ $Y_1,...,Y_{n2}$

2. ข้อสมมติ (Assumptions)

2.1) ให้ค่าสังเกต $X_1,...,X_{n1}$ เป็นตัวอย่างสุ่มจากประชากรที่ 1 นั่นคือ X แต่ละตัวมีการแจกแจงเหมือนกันและเป็นอิสระกันและให้ค่าสังเกต $Y_1,...,Y_{n2}$ เป็นตัวอย่างสุ่มจากประชากรที่ 2 นั่นคือ X แต่ละตัวมีการแจกแจงเหมือนกันและเป็นอิสระกัน

2.2) X_i และ Y_i เป็นอิสระกัน นั่นคือ ตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม เป็นอิสระกัน

2.3) ประชากรที่ 1 และประชากรที่ 2 เป็นประชากรแบบต่อเนื่อง

3. สมมติฐาน (Hypothesis)

ให้ F เป็นฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของประชากรที่ 1

และ G เป็นฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของประชากรที่ 2

สมมติฐานว่าง คือ

$$H_0 : F(\mathrm{t}) = G(\mathrm{t}) \text{ ทุกค่า t}$$

สมมติฐานว่างเป็นการประเมินว่าตัวแปร X และ Y เป็นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นเหมือนกัน แต่ไม่ได้กำหนดว่าฟังก์ชันการแจกแจงเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานทางเลือกในปัญหาตำแหน่งที่ตั้งของตัวอย่าง 2 กลุ่ม กำหนดว่า Y มีแนวโน้มมากกว่าหรือน้อยกว่า X ตัวแบบหนึ่งที่เป็นประโยชน์ในการอธิบายสมมติฐานทางเลือก คือ ตัวแบบการแปล (Translation Model) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าตัวแบบการเคลื่อนย้ายตำแหน่งที่ตั้ง (Location-Shift Model)

ตัวแบบการเคลื่อนย้ายตำแหน่งที่ตั้งคือ

$$G(\mathrm{t}) = \mathrm{F}(\mathrm{t}-M) \text{ ทุกค่า t} \tag{2.10}$$

หรือ $$Y = X + M \tag{2.11}$$

โดยที่ M แทน พารามิเตอร์การเคลื่อนย้ายตำแหน่งที่ตั้ง (Location-Shift Model) หรืออิทธิพลของตัวแปร

$$M = E(Y) - E(X) \tag{2.12}$$

ในเทอมของตัวแบบการเคลื่อนย้ายตำแหน่งที่ตั้ง สมมติฐานว่าง H_0 ลดรูปลงเป็น

$H_0 : M = 0$ สมมติฐานนี้ประชากรมีค่าเฉลี่ยเท่ากันหรือตัวแปรไม่มีอิทธิพล

4. วิธีการ (Procedure)

นำตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มารวมเข้าด้วยกันถือเสมือนเป็นตัวอย่างกลุ่มเดียวกัน และเรียงลำดับจากค่าน้อยที่สุดไปหาค่ามากที่สุดแล้วให้ค่าลำดับที่

ตัวสถิติทดสอบ คือ

W = ผลรวมของค่าลำดับที่ของ $Y_1, \ldots, Y_{n2}$ เมื่อ $n_2 \le n_1$

$$= \sum_{i=1}^{n_2} S_i \tag{2.13}$$

โดยที่ S_i แทน ค่าลำดับที่ของ Y_i

4.1) การทดสอบแบบหางเดียวด้านขวา (One-Sided Upper-Tail Test)

สมมติฐาน

$$H_0 : M \le 0$$
$$H_1 : M > 0$$

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $W \ge w_\alpha$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ W_α คือ ค่าคงที่ที่ทำให้ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 มีค่าเท่ากับ α ค่าของ W_α เปิดจากตาราง

4.2) การทดสอบแบบหางเดียวด้านซ้าย (One-Sided Lower-Tail Test)

สมมติฐาน

$$H_0 : M \geq 0$$

$$H_1 : M < 0$$

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $W \leq n_2(n_1+n_2+1)-W_\alpha$

4.3) การทดสอบแบบสองหาง (Two-Sided Test)

สมมติฐาน

$$H_0 : M = 0$$

$$H_1 : M \neq 0$$

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $W \geq W_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $W \leq n_2(n_1+n_2+1)-W_{\frac{\alpha}{2}}$

4.4) การประมาณค่าเมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ (Large-Sample Approximation)

เมื่อ H_0 เป็นจริง

$$E(W) = \frac{n_2(n_1+n_2+1)}{2} \tag{2.14}$$

$$V(W) = \frac{n_1 n_2(n_1+n_2+1)}{12} \tag{2.15}$$

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$W^* = \frac{W - \frac{n_2(n_1+n_2+1)}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2(n_1+n_2+1)}{12}}} \tag{2.16}$$

เมื่อ H_0 เป็นจริง และ $\min(n_1,...,n_2) \to \infty$ แล้ว $W_\alpha \sim N(0,1)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทดสอบแบบหางเดียวด้านขวา (One-Sided Upper-Tail Test)

สมมติฐาน

$$H_0 : M \leq 0$$

$$H_1 : M > 0$$

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $W^* \geq Z_\alpha$

-การทดสอบแบบหางเดียวด้านซ้าย (One-Sided Lower-Tail Test)

สมมติฐาน

$$H_0 : M \geq 0$$

$$H_1 : M < 0$$

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $W^* \leq -Z_\alpha$

-การทดสอบแบบสองหาง (Two-Sided Test)

สมมติฐาน

$$H_0 : M = 0$$

$$H_1 : M \neq 0$$

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $W^* \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $W^* \leq -Z_{\frac{\alpha}{2}}$

4.5) ค่าสังเกตเท่ากัน (Ties)

ถ้ามีค่าสังเกตเท่ากัน ให้คิด W โดยใช้ค่าเฉลี่ยของค่าลำดับที่

$$V(W) = \frac{n_1 n_2}{12}\left[n_1 + n_2 + 1 - \frac{\sum_{j=1}^{g} t_j \left(t_j - 1\right)\left(t_j + 1\right)}{(n_1 + n_2)n_1 + n_2 - 1} \right] \tag{2.17}$$

$$= \frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12} - \left[- \frac{n_1 n_2}{12(n_1 + n_2)n_1 + n_2 - 1} \sum_{j=1}^{g} t_j \left(t_j - 1\right)\left(t_j + 1\right) \right] \tag{2.18}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$W^* = \frac{W - \frac{n_2(n_1+n_2+1)}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2(n_1+n_2+1)}{12}\left[-\frac{n_1 n_2}{12(n_1+n_2)n_1+n_2-1}\sum_{j=1}^{g} t_j(t_j-1)(t_j+1)\right]}} \quad (2.19)$$

2.1.6 การทดสอบของครัสคาล-วอลลิส (The Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance by Rank Test)

ใช้ทดสอบว่า ประชากร k กลุ่มมีค่ามัธยฐานเท่ากันหรือไม่ โดยมีวิธีการที่สำคัญคือ ค่าคาดหมายของลำดับที่ของข้อมูลตัวอย่างแต่ละกลุ่มควรมีค่าพอๆ กัน ข้อมูลที่นำมาทดสอบประกอบด้วยข้อมูลจากตัวอย่างสุ่ม k ชุด แต่ละชุดอาจมีขนาดตัวอย่างแตกต่างกัน ข้อมูลที่จะใช้วิเคราะห์ต้องมีมาตราวัดอย่างน้อยเป็นแบบเรียงลำดับ (Ordinal Scale) และมีการแจกแจงแบบต่อเนื่อง การทดสอบนี้นิยมใช้แทนการทดสอบแบบเอฟ (F-test) ในสถิติที่ใช้พารามิเตอร์ในกรณีที่ข้อกำหนดเบื้องต้นของการทดสอบเอฟไม่เป็นจริง (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2552)

สมมติฐานการทดสอบ

ต้องการทดสอบสมมติฐานว่างที่ว่าไม่มีความแตกต่างของอิทธิพลกลุ่ม $|\tau|_1, |\tau|_2, ..., |\tau|_k$

$$H_0 : |\tau|_1 = |\tau|_2 = ... = |\tau|_k$$

$H_1 : |\tau|_1, |\tau|_2, ..., |\tau|_k$ แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

วิธีการทดสอบ

1. ขั้นตอนการทดสอบ

1.1 นำค่าสังเกตทั้งหมด n ค่า มาเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

1.2 หาค่าลำดับที่ r_{ij} ของ X_{ij}

1.3 หา R_i = ผลบวกของค่าลำดับที่ของค่าสังเกตในตัวอย่างที่ i

$$R_i = \sum_{j=1}^{n_i} r_{ij} \quad (2.20)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$H=\left[\frac{12}{n(n+1)}\sum_{i=1}^{k}\frac{R_i^2}{n_i}\right]-3(n-1) \qquad (2.21)$$

2. จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $H \geq h_\alpha$

โดยที่ h_α คือ ค่าคงที่ที่ทำให้ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 1 มีค่าเท่ากับ α ค่าของ h_α สามารถเปิดได้จากตาราง

3. การประมาณค่าเมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ (Large-Sample Approximation)

เมื่อ H_0 เป็นจริง ในขณะที่ $\min(n_1,...,n_k)\to\infty$ ตัวสถิติ H มีการแจกแจงไคกำลังสองโดยประมาณที่มีองศาเสรี $k-1$ นั่นคือ

จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $H_0 \geq \chi^2_{\alpha;k-1}$

โดยที่ $\chi^2_{\alpha;k-1}$ คือเปอร์เซ็นต์ไทล์บนที่ α ของการแจงแจงไคกำลังสองที่มีองศาเสรี $k-1$ ค่าของ $\chi^2_{\alpha;k-1}$ สามารถเปิดได้จากตาราง

4. ค่าสังเกตซ้ำ (Ties)

เมื่อมี X_i เท่ากันบ้าง ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของค่าลำดับที่ภายในกลุ่ม

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$H^*=\frac{H}{1-\sum_{j=1}^{g}\frac{t_j^3-t_j}{n^3-n}} \qquad (2.22)$$

โดยที่ t_j คือ จำนวน X_{ij} ที่เท่ากันในกลุ่ม j

g คือ จำนวนกลุ่ม

จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $H^* \geq \chi^2_{\alpha;k-1}$

2.1.7 การเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้าน ด้วยค่าลำดับที่

เมื่อปฏิเสธ $H_0:|\tau|_1=|\tau|_2=...=|\tau|_k$ หมายความว่า H_1 เป็นจริง แต่การทดสอบเพียงเท่านี้ยังไม่สามารถกล่าวได้ว่ามีกลุ่มคู่ใดบ้างที่มีความแตกต่างกันหรือเรียงลำดับกันอย่างไร

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องทำการเปรียบเทียบพหุคูณต่อไป โดยใช้เทคนิคเดอะวาส, สตีล, คริทช์โรฟ์-ฟลิกเนอร์ ซึ่งจะมีทั้งการเปรียบเทียบสองด้าน การเปรียบเทียบด้านเดียว และการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2552)

1. ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบทางเดียว เมื่อปฏิเสธ $H_0:|\tau|_1=|\tau|_2=...=|\tau|_k$ เทียบกับ เมื่อปฏิเสธ $H_1:|\tau|_i\neq|\tau|_j$ บางค่า $i\neq j=1,...,k$ จากการใช้การทดสอบของครัสคาล-วอลลิส พิจารณาเปรียบเทียบอิทธิพลของกลุ่ม $|\tau|_i,|\tau|_j, i<j$ แต่ละคู่รวม $\binom{k}{2}=\frac{k(k-1)}{2}$ คู่ว่าแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ค่าลำดับที่จาก 2 ตัวอย่าง

2. วิธีการทดสอบ

สำหรับแต่ละคู่ของกลุ่ม (i,j)

ให้ $W_{ij}=\sum_{b=1}^{n_j}R_{ib}$, $1\leq i<j\leq k$ (2.23)

โดยที่ $R_{i1},...,R_{in_j}$ เป็นค่าลำดับที่ของ $X_{j1},...,X_{jn_j}$ เมื่อนำค่าสังเกตของตัวอย่างที่ i และ j มาเรียงลำดับร่วมกัน

W_{ij} คือ ผลรวมค่าลำดับที่ของวิลคอกซันของค่าสังเกตในตัวอย่างที่ j ที่เรียงลำดับร่วมกับค่าสังเกตในตัวอย่างที่ i

$$W_{ij}^*=\sqrt{2}\left[\frac{W_{ij}-E(W_{ij})}{\sqrt{V(W_{ij})}}\right] \quad (2.24)$$

โดยที่ $E\left(W_{ij}\right)=\frac{n_j\left(n_i+n_j+1\right)}{2}$ (2.25)

$$V\left(W_{ij}\right)=\frac{n_in_j\left(n_i+n_j+1\right)}{24} \quad \text{ทุกค่า } 1\leq i<j\leq k \quad (2.26)$$

จะถือว่า $|\tau|_i\neq|\tau|_j$ ถ้า $\left|W_{ij}^*\right|\geq W_\alpha^*$ เมื่อ $k=3$

โดยที่ W_α^* เป็นค่าคงที่ที่ทำให้อัตราความคลาดเคลื่อนเท่ากับ α

3. การประมาณค่าเมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ (Large-Sample Approximation)

เมื่อ $H_0:|\tau|_1=|\tau|_2=...=|\tau|_k$ เป็นจริง เวกเตอร์ $\left(W_{12}^*,W_{13}^*,...,W_{k-1,k}^*\right)$ มีการแจกแจงโดยประมาณปรกติหลายตัวแปร (Multivariate Normal Distribution) ที่มีเวกเตอร์โดยเฉลี่ย $\underline{\theta}=(\theta,\theta,...,\theta)$ เมื่อ $\min(n_1,...,n_k)\to\infty$ แล้วอาจประมาณ W_α^* ด้วย q_α

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ q_α คือเปอร์เซ็นต์บนที่ α สำหรับการแจกแจงของพิสัยของตัวแปรที่มีการแจกแจง $N(0,1)$ ที่เป็นอิสระกัน k ตัว

จะถือว่า $|\tau|_u \neq |\tau|_v$ ถ้า $|W_{uv}^*| \geq q_\alpha$

4. ค่าสังเกตซ้ำ (Ties)

ถ้าค่าสังเกต มีค่าเท่ากันบ้าง ใช้ค่าเฉลี่ยของค่าลำดับที่ในการคำนวณ W_{ij} และแทน $\frac{V(W_{ij})}{2}$ ด้วย

$$\frac{V(W_{ij})}{2} = \frac{n_i n_j}{24}\left[n_i + n_j + 1 - \frac{\sum_{b=1}^{g_{ij}} (t_b - 1) t_b (t_b + 1)}{(n_i + n_j)(n_i + n_j - 1)} \right] \tag{2.27}$$

$1 \leq i < j \leq k$

โดยที่ g_{ij} คือ จำนวนกลุ่มที่มีค่าสังเกตเท่ากันในการหาลำดับที่ร่วมกันของค่าสังเกตในตัวอย่างที่ i และ j

t_b คือ จำนวนค่าสังเกตที่เท่ากันในกลุ่มที่ b

2.1.8 การจำแนก โดยวิธีนาอีฟเบส์ (Naïve Bayes)

เป็นเทคนิคที่จะนำโมเดลมาใช้ในการคัดแยกประเภทข้อมูลโดยใช้หลักการของความน่าจะเป็นที่ใช้ทฤษฎีของเบส์ (Bayes Theorem) กำหนดให้เหตุการณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการจัดกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน (Independence) เทคนิค Naïve Bayesian ได้ดังนี้

$$P(c \mid x) = \frac{P(x \mid c) P(c)}{P(x)} \tag{2.28}$$

โดย $P(c \mid x)$ คือค่าความน่าจะเป็นที่ข้อมูลที่มีคุณลักษณะเป็น x จะมีชั้น c

X คือ เซตของเหตุการณ์หนึ่งๆ จะได้ $X = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$

M คือ จำนวนคุณลักษณะ

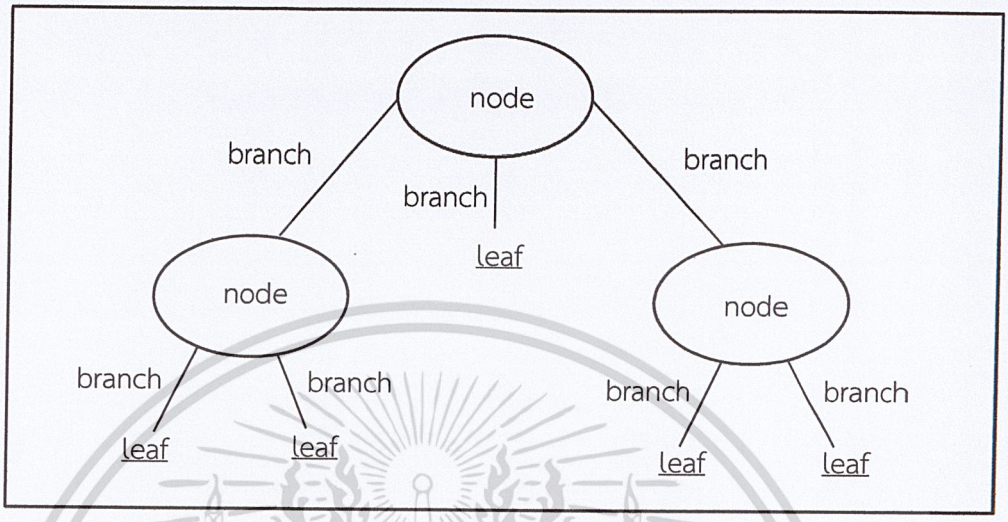
$P(c)$ คือ ค่าความน่าจะเป็นของชั้น c

$P(x)$ คือ ค่าความน่าจะเป็นของคุณลักษณะ x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 การจำแนก โดยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

ต้นไม้ตัดสินใจ คือ โมเดล (Model) ที่ใช้ในการจำแนกของข้อมูล (Classification) โดยใช้คุณลักษณะ (Attribute) ในการจำแนก



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของต้นไม้ตัดสินใจ

1) ส่วนประกอบของต้นไม้ตัดสินใจ มีดังนี้

โดยที่ โหนด (Node) คือ คุณลักษณะต่างๆ ของข้อมูล

กิ่ง (Branch) คือ ค่าของคุณลักษณะ

ใบ (Leaf) คือ ชั้น (Class) ของข้อมูล

2) การสร้างต้นไม้ตัดสินใจ

การสร้างต้นไม้ตัดสินใจ มีแนวคิดคือ เลือกคุณลักษณะที่ดีที่สุดมาสร้างโหนดเสมอ

Q : เราจะรู้ได้อย่างไรว่าคุณลักษณะไหนดีที่สุด

A : คุณลักษณะที่ดีที่สุด จะสามารถจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่มได้อย่างมีระเบียบที่สุด ซึ่งการวัดความมีระเบียบของข้อมูล สามารถทำได้โดยหาค่าเกณฑ์ (Gain)

3) การกำหนดเกณฑ์ (Gain Criterion)

ค่าเกณฑ์ (Gain) เป็นค่าที่ใช้บอกความมีระเบียบของข้อมูลหลังการจำแนก สามารถหาได้จากสูตร

$$Gain(S,A) = Entropy(S) - \sum_{V \in Value(A)} \frac{|S_v|}{|S|} Entropy(S_v) \qquad (2.29)$$

เอนโทรปี (Entropy) เป็นค่าที่ใช้บอกความไม่เป็นระเบียบของข้อมูลมีค่าอยู่ระหว่าง $0 \le Entropy \le 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการนำเอนโทรปีก่อนจำแนกข้อมูล - เอนโทรปีหลังจำแนกข้อมูล จะได้ค่าที่บ่งบอกความเป็นระเบียบ ซึ่งก็คือค่าเกณฑ์ยิ่งมีค่ามากเท่าไร ข้อมูลหลังการจำแนกยิ่งมีความเป็นระเบียบมากเท่านั้น เอนโทรปีสามารถหาได้จาก

$$Entropy(S) = -p_+ \log_2 p_+ - p_- \log_2 p_- \tag{2.30}$$

อธิบายตัวแปรต่างๆ ในสูตรเกณฑ์

S คือ กลุ่มของข้อมูลก่อนจำแนก

A คือ คุณลักษณะที่ใช้จำแนกข้อมูลใน S

$$S_v = \{s \in S | A_{(S)} = v\} \tag{2.31}$$

$|S_v|$ คือ จำนวนข้อมูลของ $|S_v|$

$|S|$ คือ จำนวนข้อมูลของ S

ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการคำนวณตัวอย่างการจำแนกกลุ่มพนักงานด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ แสดงไว้ดังภาคผนวก

2.1.10 ตัววัดประสิทธิภาพของโมเดล

เมทริกซ์ความสับสน (Confusion Matrix) คือการประเมินผลลัพธ์การทำนาย (หรือผลลัพธ์จากโปรแกรม) เปรียบเทียบกับผลลัพธ์จริงๆ ที่หาโดยคน

		Actual Values	
		Positive (1)	Negative (0)
Predicted Value	Positive (1)	TP	FP
	Negative (0)	FN	TN

รูปที่ 2.3 เมทริกซ์ความสับสน

True Positive (TP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าจริง และคนบอกว่าจริง

True Negative (TN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง และคนบอกว่าไม่จริง

False Positive (FP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าจริง แต่คนบอกว่าไม่จริง

False Negative (FN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง แต่คนบอกว่าไม่จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ค่าความถูกต้อง (Accuracy) คือ ค่าที่บอกว่าโปรแกรมสามารถทำนายได้แม่นยำขนาดไหน หาได้จาก

$$(TP+TN)/(TP+TN+FP+FN) \quad (2.32)$$

2) ค่าความระลึก (Recall True Positive Rate) คือ ค่าความแม่นยำที่บอกว่าโปรแกรมทำนายได้ว่าจริง เป็นอัตราส่วนเท่าไรของจริงทั้งหมด หาได้จาก

$$TP/(TP+FN) \quad (2.33)$$

3) True Negative Rate (TNR) คือ ค่าที่บอกว่าโปรแกรมทำนายได้ว่าไม่จริง เป็นอัตราส่วนเท่าไรของจริงทั้งหมด หาได้จาก

$$TN/(TN+FP) \quad (2.34)$$

4) False Positive Rate (FPR) คือ ค่าที่บอกว่าโปรแกรมทำนายว่าจริง เป็นอันตราส่วนเท่าไรของไม่จริงทั้งหมด หาได้จาก

$$FP/(TN+FP) \quad (2.35)$$

5) False Negative Rate (FNR) คือ ค่าที่บอกว่าโปรแกรมทำนายว่าไม่จริง เป็นอันตราส่วนเท่าไหร่ของจริงทั้งหมด หาได้จาก

$$FN/(TP+FN) \quad (2.36)$$

6) ค่าความแม่นยำ (Precision) คือ ค่าที่บอกว่าโปรแกรมทำนายว่าจริง ถูกต้องเท่าไร หาได้จาก

$$TP/(TP+FP) \quad (2.37)$$

7) ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error : MAE) เป็นค่าเฉลี่ยของความคาดเคลื่อนสัมบูรณ์ $e_i = |y_i - \hat{y}_i|$ โดยที่ y_i เป็นค่าที่แท้จริง และ $\hat{y}_i$ เป็นค่าที่ทำนายได้ ความคาดเคลื่อนเฉลี่ยใช้วัดว่าค่าที่พยากรณ์หรือค่าที่ทำนายได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงมากน้อยเพียงไร

$$MAE = \sum_{i=1}^{n} \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{|e_i|}{n} \quad (2.38)$$

8) ความคาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error : MSE) ของตัวประมาณ θ เทียบกับ

ค่าพารามิเตอร์ θ นิยามได้ดังนี้

$$MSE(\theta) = E\left[\left(\theta - \theta\right)^2\right] \quad (2.39)$$

ความคาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยมีค่าเท่ากับผลบวกของความแปรปรวนของตัวประมาณและความเอนเอียงของตัวประมาณยกกำลังสอง กล่าวคือความคาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยใช้วัดว่าตัวแบบมีความถูกต้องมากน้อยเพียงไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$MSE(\theta) = Var(\theta) + \left(Bias\left(\theta\right)\right)^2 \tag{2.40}$$

$$MSE = \sum_{i=1}^{n} \frac{\left(y_i - y_i\right)^2}{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{e_i^{\,2}}{n} \tag{2.41}$$

9) ค่าประสิทธิภาพ (F-Measure) หมายถึง การวัดประสิทธิภาพโดยรวมของทั้งสองค่า ระหว่างค่าความแม่นยำ และค่าความระลึก ซึ่งนำค่าทั้งสองมาคำนวณร่วมกัน

$$F - Measure = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \tag{2.42}$$

2.1.11 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ (I-MR)

แผนภูมิชนิดนี้จะใช้เมื่อไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลเป็นกลุ่มตัวอย่างได้ กล่าวคือ เก็บข้อมูลครั้งละ 1 ค่า เท่านั้น ดังนั้นจึงไม่สามารถคำนวณความแปรผันในกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากกระบวนการผลิตมีอัตราการผลิตช้ามาก หรือปริมาณที่ต้องการศึกษาแปรเปลี่ยนตลอดเวลา ซึ่งทำให้การจดบันทึกข้อมูลต้องบันทึกค่าที่ดีที่สุด วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวจึงต้องปลอมกลุ่มตัวอย่างจากข้อมูลที่บันทึกครั้งละ 1 ค่าลงในแผ่นบันทึกข้อมูล แล้วคำนวณพิสัยของแต่ละกลุ่มตัวอย่างด้วยพิสัยเคลื่อนไหว (นราธิป ภาวะรี, 2557)

ค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR) เป็นตัวประมาณค่าพิสัย (R) ที่ดี กล่าวคือ $\widehat{\sigma} = \overline{MR} / d_2$ ภายใต้ข้อสมมติว่า ข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ ขนาดตัวอย่าง (n) ที่ใช้ในการควบคุมเท่ากับ 1 หากกระบวนการควบคุมใช้พิสัยเคลื่อนที่ครั้งละ 2 ค่าสังเกตเพื่อประมาณความแปรผันของกระบวนการ กล่าวคือ $X_1, X_2, X_3, ..., X_n$ เป็นข้อมูลที่บันทึกได้ ดังนั้นค่า d_2 จะมีค่าคงที่เท่ากับ 1.128 D_3 จะมีค่าเท่ากับ 0 และ D_4 มีค่าเท่ากับ 3.267 ส่วนค่าพิสัยเคลื่อนที่สามารถคำนวณได้จาก $|X_2 - X_3|, |X_3 - X_2|, |X_4 - X_3|, ..., |X_n - X_{n-1}|$ ส่วนค่าเฉลี่ยของพิสัยเคลื่อนที่ได้จาก

$$\overline{MR} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} |X_{i+1} - X_i| \tag{2.43}$$

แผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ สำหรับข้อมูลที่สุ่มเพียงค่าเดียว (Individual Observation) ซึ่งแผนภูมินี้มีลักษณะคล้ายแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย โดยเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่างมีเพียง 1 ตัวอย่างเท่านั้น ขีดจำกัดควบคุมสามารถคำนวณได้ดังแสดง

แผนภูมิควบคุม $\overline{X}$

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) $: \overline{X} + 3\frac{\overline{MR}}{d_2} = \overline{X} + 2.66\overline{MR}$ (2.44)

เส้นกึ่งกลาง (CL) $: \overline{X}$ (2.45)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) : $\overline{X} - 3\frac{\overline{MR}}{d_2} = \overline{X} - 2.66\overline{MR}$ (2.46)

แผนภูมิควบคุม MR

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) : $3.267\overline{MR}$ (2.47)

เส้นกึ่งกลาง (CL) : $\overline{MR}$ (2.48)

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) : $(0)\overline{MR} = 0$ (2.49)

ค่า d_2, D_3, D_4 เปิดที่ค่า n เท่ากับจำนวนข้อมูลที่นำมาหาค่าพิสัยโดยปติใช้ $n = 2$

การตีความหมายแผนภูมิ MR

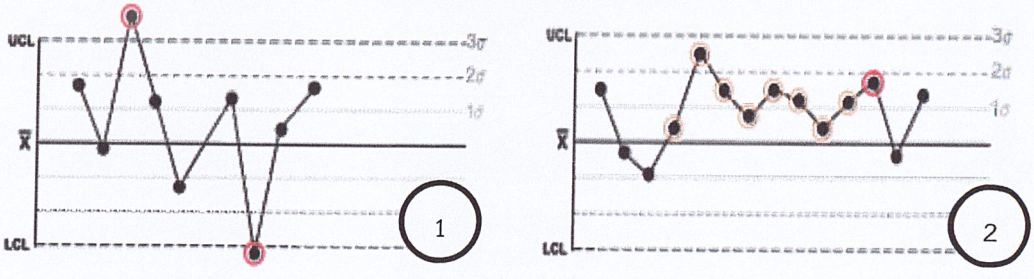
1. ถ้าค่าพิสัยเคลื่อนที่ มีค่าเพียง 1 ค่า 2 ค่า หรือ 3 ค่า แสดงว่าข้อมูลขาดสมบัติในการแยกแยะความแปรผัน (Resolution) ที่แสดงว่าข้อมูลที่พิจารณาไร้คุณภาพต้องกลับไปแก้ไขระบบการวัด

2. ถ้าค่าพิสัยเคลื่อนที่ไม่สุ่ม ให้พิจารณาคุณภาพของข้อมูลใหม่ เพราะข้อมูลขาดสมบัติด้านความสอดคล้อง (Consistency)

3. ถ้าค่าพิสัยเคลื่อนที่ออกนอกพิกัดควบคุม ให้ตัดข้อมูลชุดนั้นออกและพิจารณาคำนวณค่าใหม่

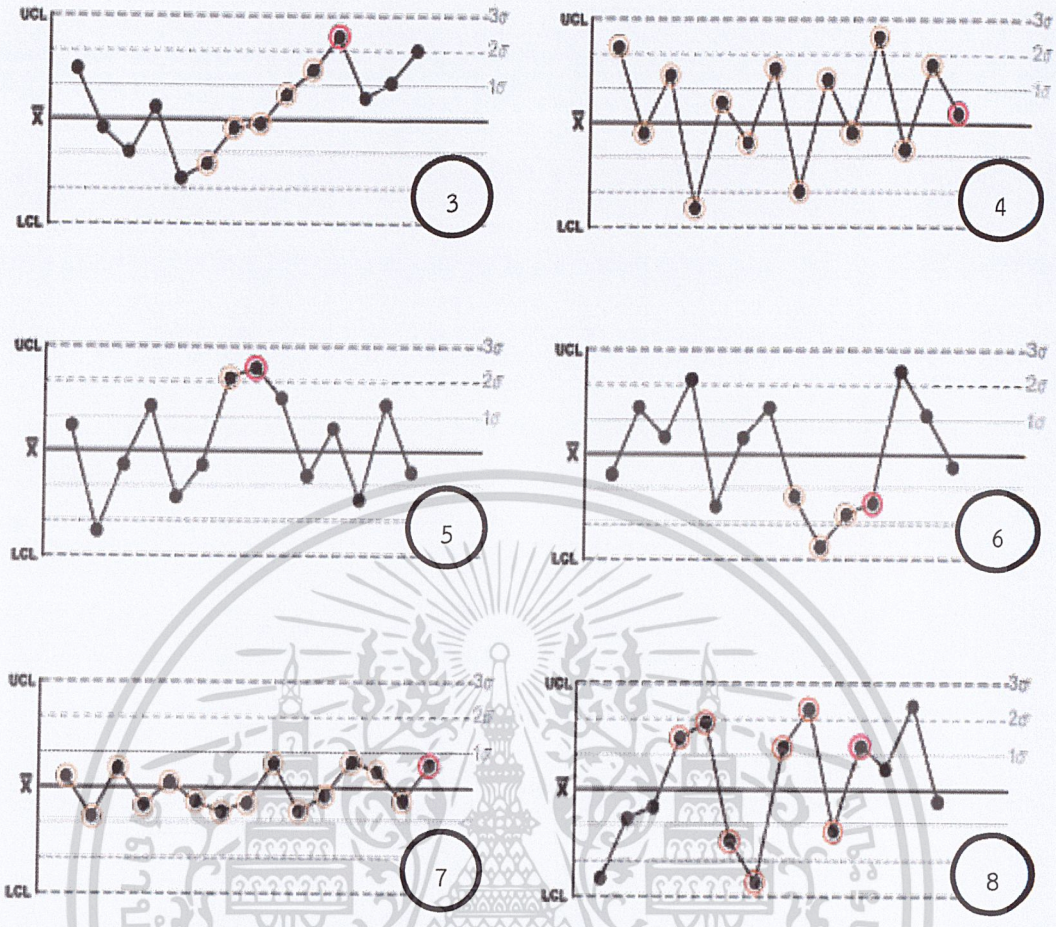
การเขียนจุดและวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม

เมื่อได้แผนภูมิควบคุมแล้วจากนั้นทำการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม การกระจายของจุดบนแผนภูมิจะแสดงถึงสภาพของกระบวนการผลิตว่าอยู่ภายใต้ควบคุมหรือไม่ และควรหยุดกระบวนการผลิตเพื่อตรวจสอบการปรับตั้งกระบวนการผลิตใหม่หรือยัง โดยปกติถ้าจุดบนแผนภูมิควบคุมแสดงลักษณะใดลักษณะหนึ่งดังต่อไปนี้ ผู้ควบคุมกระบวนการผลิตควรดำเนินการตรวจสอบกระบวนการผลิต เพราะกระบวนการผลิตอาจผิดปกติไปจากเดิม (พิชิต สุขเจริญพงษ์, 2541)



รูปที่ 2.4 การกระจายจุดบนแผนภูมิควบคุมที่แสดงความผิดปกติของกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 (ต่อ) การกระจายจุดบนแผนภูมิควบคุมที่แสดงความผิดปกติของกระบวนการผลิต

1. มีจุด 1 จุด ตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมซึ่งในที่นี้กำหนดที่ 3σ ของเส้นกึ่งกลาง
2. มีจุด 9 หรือ 7 จุด ติดต่อกันตกอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง
3. มีจุด 6 จุด ติดต่อกันค่อยๆ เพิ่มขึ้นหรือค่อยๆ ลดลง
4. มีจุด 14 จุด ติดต่อกันสลับกันขึ้นและลง
5. มีจุด 2 ใน 3 จุด ติดต่อกันตกอยู่เหนือและใต้เส้น 2σ บนด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง
6. มีจุด 4 ใน 5 จุด ติดต่อกันตกอยู่เหนือ และใต้เส้น 1σ บนด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง
7. มีจุด 15 จุด ติดต่อกันตกอยู่ภายในเส้น 1σ บนด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง
8. มีจุด 8 จุด ติดต่อกันตกอยู่เหนือและใต้เส้น 1σ บนด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.12 แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)

ในกระบวนการควบคุมคุณภาพ มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการศึกษาถึงสาเหตุและผลของปัญหาในกรณีนี้สามารถทำการระดมสมองเพื่อกำหนดสมมติฐานของสาเหตุในรูปของแผนผังสาเหตุและผล (Causes and Effect Diagram) และเนื่องจากแผนผังมีลักษณะคล้ายก้างปลา จึงเรียกว่า แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551)

แผนผังก้างปลานี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกโดยศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกะวะ แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว ในการอธิบายเพื่อคัดแยกปัจจัยต่าง ๆ ที่สนใจแก่วิศวกรของโรงงานเหล็กกล้าคาวาซากิ (Kawasaki Steel Works) และในปี ค.ศ. 1952 ทุกกระบวนการของ Kawasaki Iron Fukiai Works ได้ใช้แผนผังก้างปลานี้ในการจัดทำกระบวนการให้เป็นมาตรฐานและวางระบบควบคุม

แผนผังก้างปลา หมายถึง แผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์อย่างมีระบบระหว่างผลที่แน่นอนประการหนึ่ง (อาการของปัญหา) และสาเหตุที่เกี่ยวข้อง

การระดมสมอง คือ กติกาในการระดมความคิดเห็นภายใต้ข้อเท็จจริง เพื่อให้ได้ปริมาณความคิดให้มากที่สุด โดยจะขึ้นกับกฎเกณฑ์ 4 ประการคือ

(1) การกระตุ้นให้การเกิดความคิดในวงกว้าง

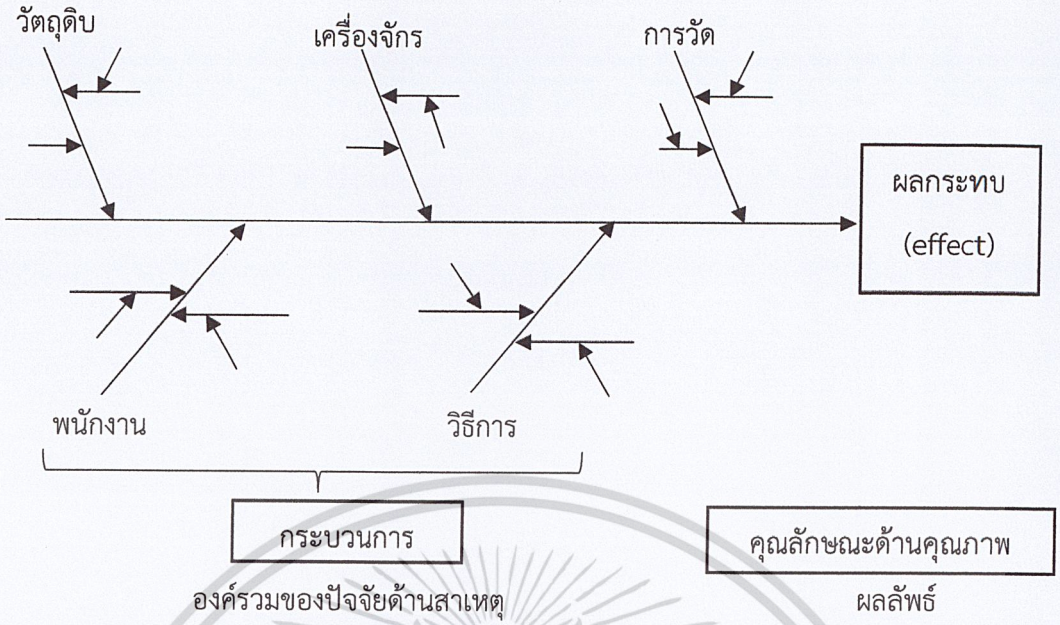
(2) ความสนใจต่อปริมาณความคิดมากกว่าคุณภาพความคิด

(3) ห้ามวิพากษ์วิจารณ์ความคิด

(4) อย่ารีรอในการประสานต่อความคิด

แผนผังก้างปลา จะมีลักษณะโครงสร้างดังรูปที่ 2.6 ซึ่งหมายถึง การรวบรวมถึงปัจจัยด้านสาเหตุ (A Collection of Cause Factors) ซึ่งต้องสามารถควบคุมได้และสามารถทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าได้ และผล (Effect) จะหมายถึงคุณลักษณะด้านคุณภาพที่เป็นผลลัพธ์ของกระบวนการหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 โครงสร้างแผนผังก้างปลา

1) การสร้างและการประยุกต์ใช้

ในการสร้างแผนผังก้างปลานั้น มีการแนะนำถึงการสร้างแผนผังว่าจะขึ้นอยู่กับว่าผู้วิเคราะห์ต้องการจะจัดองค์กร (Organize) และจัดหมวดหมู่ (Arrange) สาเหตุต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างไร และมีการระบุว่า ไม่มีกฎเกณฑ์ใดๆ ที่ตายตัวเกี่ยวกับการสร้างแผนผังก้างปลานี้ แต่มีสิ่งสำคัญคือความจำเป็นในการแตกสาเหตุให้จำแนกออกเป็นสาเหตุย่อยๆ เพื่อระบุถึงสาเหตุที่ต้องการจะบ่งชี้แล้วทำการแก้ไข ทั้งนี้การจำแนกสาเหตุดังกล่าวจะต้องคำนึงถึงความผันแปรให้มากที่สุดภายใต้หลักการ 3 จริงและความรู้จากเทคโนโลยีเฉพาะด้าน

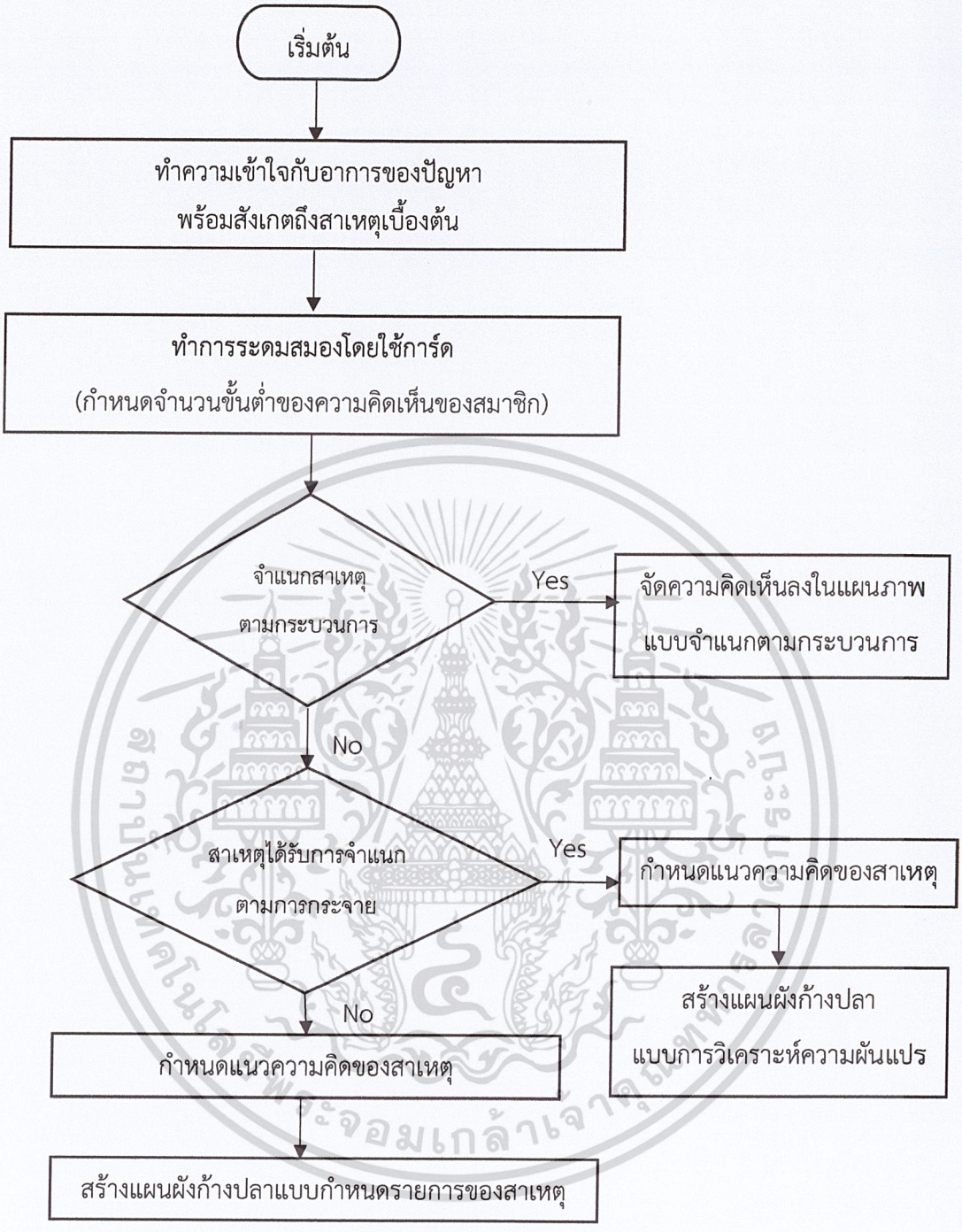
การจำแนกประเภทของแผนผังก้างปลาออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน คือ

(ก) แบบวิเคราะห์ความผันแปร (Dispersion Type)

(ข) แบบกำหนดรายการของสาเหตุ (Cause Enumeration Type)

(ค) แบบจำแนกตามกระบวนการผลิต (Production Process Classification Type)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แผนภูมิแสดงขั้นตอนทั่วไปของการสร้างแผนผังก้างปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แผนผังก้างปลาแบบวิเคราะห์ความผันแปร

แผนผังก้างปลาประเภทนี้จะมีความเหมาะสมกับปัญหาที่มีความผันแปร หรือกระจาย (Dispersion) การค้นหาสาเหตุสำหรับการสร้างแผนผังก้างปลาจะเกิดจากการตั้งคำถามพื้นฐานว่า “ทำไมการกระจาย (หรือความผันแปร) นี้จึงเกิดขึ้น” นอกจากนี้แล้ว แต่ละสาเหตุที่มีการพิจารณาความผันแปรนี้จะต้องได้รับการทบทวนถึงข้อเท็จจริงอย่างระมัดระวัง

แผนผังก้างปลาประเภทนี้จะมีข้อดีคือ สามารถสืบค้นสาเหตุเกี่ยวกับความผันแปรที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปัจจัยที่ทำการพิจารณา โดยการสืบค้นจากคำถาม ทำไม? อย่างต่อเนื่องจนพบสาเหตุรากเหง้า อย่างไรก็ตาม ในเวลาเดียวกันก็อาจทำให้ละเลยต่อสาเหตุบางประการที่เกี่ยวข้องได้ และในสถานการณ์นี้เสนอให้แก้ไขด้วยการใช้คณะทำงานที่มาจากหลากหลายตำแหน่ง และหลากหลายส่วนงานในการร่วมระดมสมอง เพื่อให้สาเหตุที่มีความเป็นไปได้ได้รับการเสนอให้มากที่สุด

3) แผนผังก้างปลาแบบกำหนดรายการของสาเหตุ

แผนผังก้างปลาประเภทนี้มีความเหมาะสมอย่างยิ่งกับปัญหาที่เป็นแบบเรื้อรัง โดยการวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากสาเหตุด้านระบบ โดยในการระดมสมองไม่ต้องคำนึงว่าสาเหตุดังกล่าวอยู่บนแนวความคิดใดหรือกลุ่มของสาเหตุใด

ข้อดีของแผนผังก้างปลาประเภทนี้คือ สามารถระดมสาเหตุที่เป็นไปได้ต่าง ๆ อย่างกว้างขวางและครบถ้วน แต่ก็มีข้อเสียที่สำคัญคือ การสร้างความสัมพันธ์ของสาเหตุแต่ละหมวดหมู่กับผล นอกจากนี้ขอให้สังเกตว่า แผนผังก้างปลาประเภทนี้จะแสดงสาเหตุในรูปของพารามิเตอร์ของกระบวนการที่สนใจ

4) แผนผังก้างปลาแบบจำแนกตามกระบวนการผลิต

แผนผังก้างปลาประเภทนี้มีความเหมาะสมกับสาเหตุของปัญหาที่จำแนกตั้งแต่กระบวนการต้นน้ำถึงกระบวนการท้ายน้ำ โดยเริ่มต้นจากการเขียนโครงของแผนผังตามกระบวนการเพิ่มมูลค่าตั้งแต่ต้นน้ำ แล้วจึงใส่สาเหตุที่เกี่ยวข้องลงไปทีละขั้นตอนของกระบวนการ และผลจากกระบวนการต้นน้ำจะเป็นสาเหตุของปัญหาในกระบวนการท้ายน้ำเสมอ

ข้อดีของแผนผังประเภทนี้คือ มีการสร้างตามลำดับก่อนหลังของกระบวนการทำให้สร้างได้ง่ายและสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย แต่มีข้อเสียที่สำคัญคือ สาเหตุบางประการอาจจะมีการกล่าวซ้ำแล้วซ้ำอีก (ในแต่ละกระบวนการ) และจะแสดงผลสำหรับสาเหตุที่เกิดจากองค์ประกอบของปัจจัยมากกว่า 1 ปัจจัยได้ค่อนข้างยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.13 WEKA

โปรแกรม WEKA เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล เทคนิคเหมืองข้อมูล คือกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลจำนวนมาก เพื่อหาความสัมพันธ์รูปแบบและแยกประเภทของข้อมูล และได้รวบรวมเทคนิคในการวิเคราะห์ข้อมูลหลายๆ เทคนิคเข้าไว้ด้วยกัน สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านี้ได้ง่ายๆ ผ่านทางหน้าจอ GUI (Graphic User Interface) ของ WEKA ทำให้ผู้ใช้สามารถทำงานได้อย่างสะดวกสบายมากขึ้น (ดนัย คายาร์, 2560)

2.1.14 การทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยประชากรกลุ่มเดียว

เป็นการทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยของประชากร μ ว่าเป็นไปตามที่คาดไว้หรือไม่ เช่น ต้องการทราบว่าค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือนของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งเท่ากับ 3,000 บาทหรือไม่ ความสูงโดยเฉลี่ยของคนไทยไม่มากกว่า 170 เซนติเมตร หรือไม่ หรือคะแนนสอบเฉลี่ยปลายภาควิชาสถิติเบื้องต้นของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มากกว่า 50 คะแนน หรือไม่ เป็นต้น (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2560)

กรณี ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร และตัวอย่างมีขนาดเล็ก

(ไม่ทราบค่า σ^2 และ $n<30$)

1. การทดสอบแบบข้างเดียวด้านขวา

สมมติฐาน $H_0:\mu\le\mu_0$ VS $H_1:\mu>\mu_0$

ตัวสถิติทดสอบ $t=\dfrac{\overline{X}-\mu_0}{S/\sqrt{n}}$ (2.50)

เขตปฏิเสธ H_0 $t>t_{\alpha;n-1}$

2. การทดสอบแบบข้างเดียวด้านซ้าย

สมมติฐาน $H_0:\mu\ge\mu_0$ VS $H_1:\mu<\mu_0$

ตัวสถิติทดสอบ $t=\dfrac{\overline{X}-\mu_0}{S/\sqrt{n}}$ (2.51)

เขตปฏิเสธ H_0 $t<-t_{\alpha;n-1}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดสอบแบบสองข้าง

สมมติฐาน $H_0 : \mu = \mu_0$ VS $H_1 : \mu \neq \mu_0$

ตัวสถิติทดสอบ $t = \dfrac{\overline{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$ (2.52)

เขตปฏิเสธ H_0 $t > t_{\frac{\alpha}{2};n-1}$ หรือ $t < -t_{\frac{\alpha}{2};n-1}$

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศุภวัชร์ และจรีวัฒน์ (2560) ทำการศึกษาแนวทางการลดของเสียในกระบวนการผลิตโพลิเมอร์โซลดิ คาปาซิเตอร์ โดยได้ศึกษาสาเหตุและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตที่มีเปอร์เซ็นต์ของเสียสูง ได้แก่ กระบวนการ Stitching & Winding ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าปัญหาของเสียที่เกิดจากหลายสาเหตุ เช่น คน เครื่องมืออุปกรณ์ วัสดุการผลิต วิธีการทำงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ไม่เหมาะสมต่างๆ ดังนั้นการแก้ปัญหาเพื่อลดของเสียในการครั้งนี้ได้ใช้วิธีการปรับเปลี่ยนวัสดุการผลิต การปรับปรุงวิธีการผลิต การปรับปรุงเครื่องมือ อุปกรณ์ สนับสนุนการผลิต และปรับปรุงสภาพแวดล้อมเพื่อให้การผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจากการ ดำเนินการดังกล่าวทำให้สามารถลดเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการ Stitching & Winding จาก ร้อยละ 1.53 เหลือร้อยละ 1.01 สามารถเพิ่มค่าดัชนีวัดศักยภาพของกระบวนการในระยะยาว (C_{pk} Bench) จาก 0.81 เป็น 0.87 และเพิ่มค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (C_{pk} Bench) จาก 0.72 เป็น 0.78

สุภาพันรัตน์ และคณะ (2558) การศึกษากึ่งทดลองนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิร่างกายผู้ป่วยโรคสมองขาดเลือดในระยะเฉียบพลัน ระหว่างกลุ่มผู้ใช้ยา Acetminophems ร่วมกับการเช็ดตัว กับกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยโรคสมองขาดเลือดในระยะเฉียบพลัน ที่เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองจำนวน 20 ราย เลือกตัวอย่างเฉพาะเจาะจงตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ แย่งเป็นกลุ่มควบคุม 10 ราย และกลุ่มทดลอง 10 ราย กลุ่มควบคุมได้รับการพยาบาลตามปรกติ กลุ่มทดลองได้รับการควบคุมอุณหภูมิร่างกายโดยการใช้ยา Acetminophems ร่วมกับการเช็ดตัว วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบวิลคอกซัน ไซน แรงค์เทส (Wilcoxon Signed Rank Test) และใช้สถิติทดสอบแมนวิทนีย์ ยูเทส (Mann-Whitney U-Test) ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิร่างกายในกลุ่มทดลองหลังได้รับโปรแกรมการควบคุมอุณหภูมิร่างกาย โดยการเช็คตัวร่วมกับการใช้ยา Acetminophems ต่ำกว่าก่อนได้รับโปรแกรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิร่างกายในกลุ่มทดลองหลังได้รับโปรแกรมการควบคุมอุณหภูมิร่างกาย โดยการเช็คตัวร่วมกับการใช้ยา Acetminophems ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05)

สุจิรา และคณะ (2559) การวัดผลการทำงานสหกิจของนักศึกษาจากสถานประกอบการ ประกอบไปด้วยการวัดผลสำเร็จของงาน ความรู้ความสามารถ ความรับผิดชอบต่อหน้าที่และลักษณะส่วนบุคคล จากการวิเคราะห์ผลการประเมินเพื่อสร้างโครงสร้างการตัดสินใจของสถานประกอบด้วยการนำต้นไม้ตัดสินใจสร้างรูปแบบการตัดสินใจในการให้โอกาสนักศึกษาเข้าทำงาน พบว่าปัจจัยที่สำคัญที่สุด คือความรับผิดชอบต่อหน้าที่ โดยถ้านักศึกษาได้รับผลการประเมินด้านความรับผิดชอบต่อหน้าที่อยู่ระดับสูงนักศึกษากลุ่มดังกล่าวมีโอกาสสูงที่จะได้รับการประเมินของสถานประกอบการให้อยู่ในกลุ่มที่จะรับนักศึกษาเข้าทำงานเมื่อมีโอกาส การสร้างต้นไม้ตัดสินใจด้วยข้อมูลจำนวน 87 ตัวอย่าง โดยเป้าหมายการตัดสินใจคือ ค่าหรือคำตอบของคุณสมบัติดังกล่าว “รับ” “ไม่แน่ใจ” และ “ไม่รับ” ซึ่งต้นไม้ตัดสินใจประกอบด้วย 8 โหนด ซึ่งมี 1 โหนดราก และมีเพียง 1 โหนดภายใน และที่เหลือเป็นโหนดใบ ซึ่งเป็นคุณสมบัติของข้อมูลในเรื่องของความรับผิดชอบต่อหน้าที่เป็นสิ่งที่พนักงานที่ปรึกษาให้ความสำคัญมากที่สุด ส่วนคุณสมบัติด้าน ความรู้ความสามารถ และลักษณะส่วนบุคคลนั้นไม่ปรากฏอยู่ส่วนประกอบของการตัดสินใจที่ของพนักงานที่ปรึกษา การประเมินความรับผิดชอบต่อหน้าที่อยู่ในระดับ A พนักงานที่ปรึกษาจะเลือกรับนักศึกษาเข้าทำงานถ้ามีโอกาส และพนักงานที่ปรึกษาจะเลือกที่จะไม่รับนักศึกษาเข้าทางานถ้ามีโอกาสอยู่ในระดับ C และถ้าผลอยู่ในระดับ B คำตอบของการรับนักศึกษาเข้าทำงานถ้ามีโอกาสเป็นไม่แน่ใจ สำหรับผู้ที่ได้คะแนนผลการประเมินด้านผลสำเร็จของงานตั้งแต่ร้อยละ 75.00 และจะพิจารณาไม่รับนักศึกษาเข้าทำงานถ้ามีโอกาสเมื่อคะแนนผลการประเมินด้านผลสำเร็จของงานต่ำกว่าร้อยละ 75.00 และจากการที่ต้นไม้ตัดสินใจที่สร้างขึ้นสามารถจำแนกถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 73.56 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ต้นไม้ตัดสินใจเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างในการตัดสินใจ เพื่อให้ได้ซึ่งรูปแบบกฎเกณฑ์การตัดสินใจจากข้อมูลที่มีอยู่นั้นเป็นวิธีการที่มีความเหมาะสม

คัชรินทร์ และคณะ (2559) ทำการศึกษาสภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการจำเป็นในการนิเทศ เชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมการประกันคุณภาพ ภายในสถานศึกษา โดยใช้สถิติ Mann-Whitney U-test และ Kruskal Wallis ผลการวิจัยพบว่า การนิเทศเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา 5 ด้าน สภาพปัจจุบันมีการดำเนินการอยู่ในระดับปานกลางทุกด้าน มีสภาพที่ต้องการอยู่ในระดับมากทุกด้าน และมีสภาพปัญหาในทุกๆ ด้าน เนื่องจากสภาพที่ต้องการมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าสภาพปัจจุบันในทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 และด้านที่มีความต้องการจำเป็นมากที่สุด คือ ด้านติดตามและวิเคราะห์ผลการนิเทศ รองลงมา คือ ด้านการออกแบบวางแผนการนิเทศ ด้านปฏิบัติการนิเทศตามลำดับ ผู้บริหารและครูมีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการจำเป็นในการนิเทศเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริม การประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ผู้บริหารและครูในโรงเรียนในโรงโรงเรียนขนาดเล็กและขนาดกลาง มีความต้องการจำเป็น แตกต่างจากโรงเรียนขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนโรงเรียนขนาดเล็กและขนาดกลาง โรงเรียนขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษมีความต้องการจำเป็นไม่แตกต่างกัน

นฤพนธ์ และจักรกฤษณ์ (2558) ทำการศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยระหว่างอัลกอริทึม LSI นาอีฟเบส์และนาอีฟเบส์ที่ปรับปรุงแล้ว การใช้วิธีนาอีฟเบส์ที่ปรับปรุงแล้วเพื่อปรับปรุงการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยตามออนโทโลจีท่องเที่ยวที่ได้ออกแบบไว้ เนื่องจากการใช้วิธีนาอีฟเบส์ในการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวมีผลให้ในแต่ละเว็บไซต์ถูกจัดให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวเท่านั้น แต่เนื้อหาบางเว็บไซต์มีการนำเสนอเนื้อหาที่ประกอบด้วยหลายส่วนและหลากหลาย ประกอบไปด้วย สถานที่ท่องเที่ยว ที่พักและร้านอาหาร รวมอยู่ในเว็บไซต์เดียวกัน อีกทั้งจากงานวิจัยก่อนหน้านี้มีการใช้วิธี นาอีฟเบส์ในการจัดหมวดหมู่พบว่ามีเว็บไซต์ประมาณ 130 เว็บไซต์ หรือคิดเป็นร้อยละ 27.40% จากจำนวนเว็บไซต์ทดสอบทั้งหมด 475 เว็บไซต์ จัดหมวดหมู่ไม่ถูกต้อง เช่น เว็บไซต์ร้านอาหาร ถูกจัดอยู่ในหมวดท่องเที่ยว เนื่องจากพบความถี่ของคำในหมวดสถานที่ท่องเที่ยวมากกว่าหมวดร้านอาหาร รวมถึงการใช้คำในการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ไม่ครอบคลุมคำบางคำที่สื่อความหมายไปในทางเดียวกันหรือคำที่มีความคล้ายคลึงกันมาในการจัดหมวดหมู่ทำให้การจัดหมวดหมู่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นวิธีนาอีฟเบส์ที่ปรับปรุงแล้วจึงได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์เว็บไซต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ รวมถึงเปรียบเทียบกับ Latent Semantic Indexing พร้อมวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึมด้วย F-Measure ซึ่งหลังจากปรับปรุงวิธีนาอีฟเบส์แล้วพบว่ามีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยมีค่าความแม่นยำเท่ากับ 100% ค่าความระลึกเท่ากับ 94.19% และค่า F-Measure เท่ากับ 96.58%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

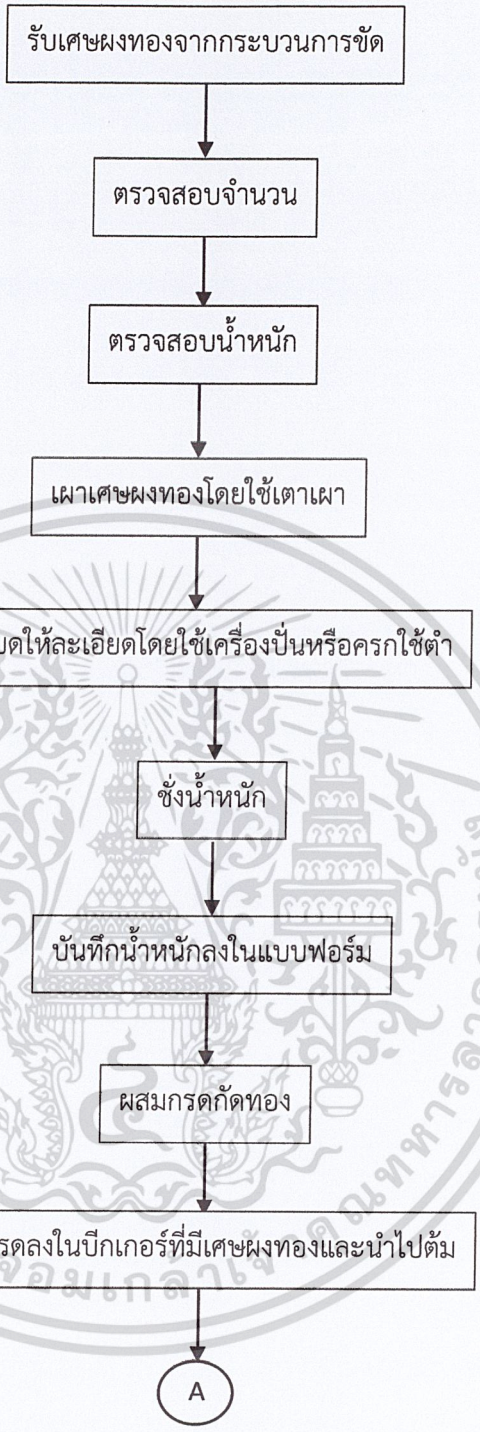
งานวิจัยนี้ผู้วิจัยมุ่งที่จะศึกษากลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดของพนักงานในกระบวนการขัดจิวเวลรี่ ประเภททอง หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ในแต่ละคุณลักษณะส่วนบุคคลของพนักงาน ได้แก่ เพศ สถานภาพสมรส ช่วงอายุ ช่วงอายุงาน และระดับรายได้ จำแนกคุณลักษณะของพนักงานแต่ละคนว่ามีคุณลักษณะใดบ้างที่เป็นตัวกำหนดกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ศึกษาความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) จากการสร้างแผนภูมิควบคุม ของพนักงานแผนกขัด และหาสาเหตุแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานในแผนกขัด ซึ่งในบทนี้จะได้กล่าวถึงสาระสำคัญเกี่ยวกับวิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย และการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

3.1 วิธีการและขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1.1 ศึกษาขั้นตอนการคืนกลับเศษทอง (Refine)

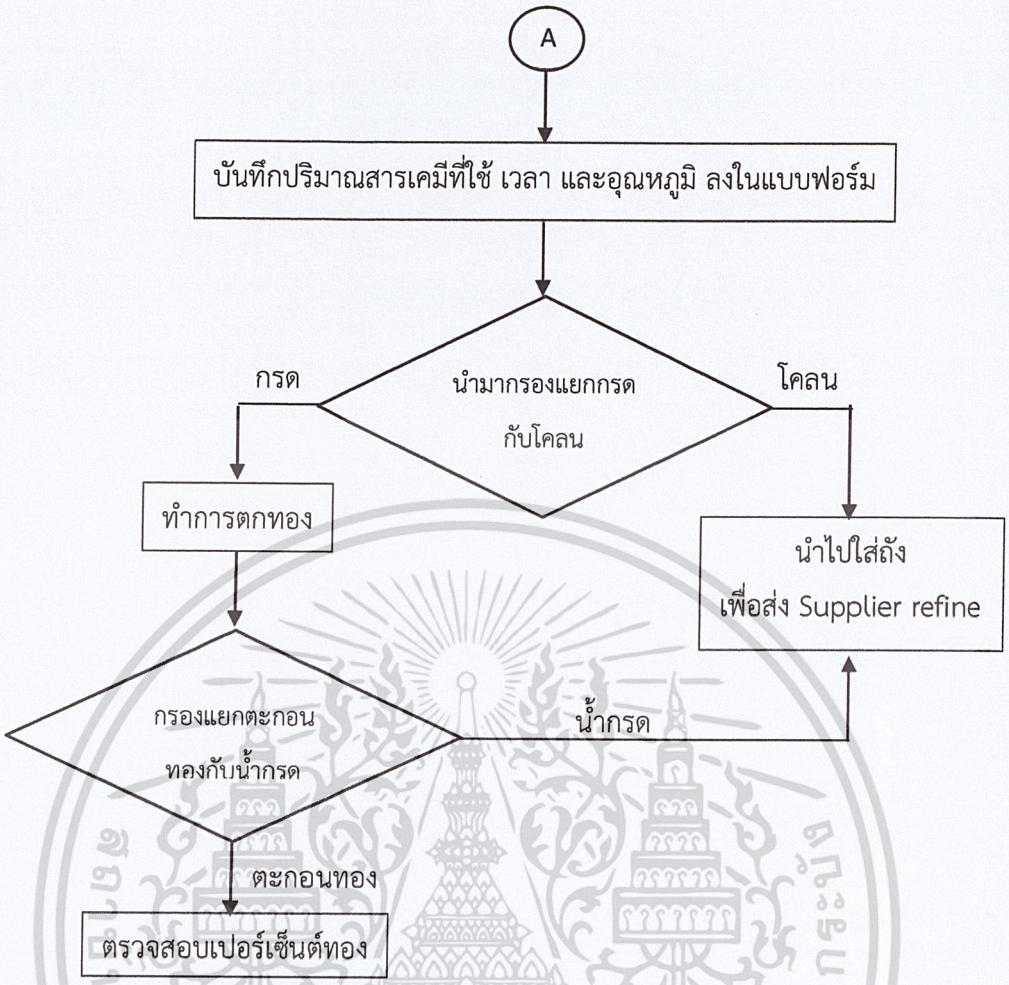
แผนผังขั้นตอนการคืนกลับเศษทอง แสดงดังรูปที่ 3.1 เริ่มต้นจากทำการรับเศษผงทองจากกระบวนการขัด โดยตรวจสอบน้ำหนักและจำนวน ทำการเผาเศษผงทองด้วยเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 500 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 2 ชั่วโมง นำเศษผงทองที่ได้มาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นหรือครกใช้ตำ ชั่งน้ำหนักผงขัดที่ได้และบันทึกลงในแบบฟอร์มกระบวนการเผาผงขัดจิวเวอรี่ ผสมกรดกัดทอง คือ กรดไนตริก 1 ส่วนและกรดไฮโดรคลอริก 3 ส่วน โดยปริมาณกรดทั้งสองชนิดต้องรวมกันมากกว่าเศษผงทอง 30-50% เทลงในบีกเกอร์ที่มีเศษผงทอง แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 30-40 นาที บันทึกปริมาณสารเคมีที่ใช้เวลา และอุณหภูมิที่ใช้ในการทำงานลงในแบบฟอร์มกระบวนการเคมี นำมากรองโดยการแยกกรดกับโคลน เพื่อเอาแต่กรด ส่วนโคลนจะนำไปใส่ถัง ส่งให้ Supplier Refine ในส่วนของกรดที่ได้จะนำมาทำการตกทอง โดยใช้โซเดียมเมต้าไบต์ซัลไฟต์ ทยอยใส่จนกว่ากรดจะไม่ทำปฏิกิริยา จะสังเกตเห็นตะกอนทอง แล้วนำมากรองแยกตะกอนทองกับน้ำกรด เพื่อนำตะกอนไปหลอมให้เป็นเม็ดโลหะและตรวจสอบเปอร์เซ็นทอง ส่วนน้ำกรดจะนำไปใส่ถัง ส่งให้ Supplier Refine ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการคืนกลับเศษทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 (ต่อ) แผนผังขั้นตอนการคืนกลับเศษทอง

3.1.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมไว้ของบริษัทในระยะเวลา 7 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2561 โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1) ศึกษาขั้นตอนการทำงานของพนักงานในแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททอง ว่ามีวิธีการทำงานอุปกรณ์การทำงาน และพฤติกรรมการปฏิบัติงานอย่างไร

2) ศึกษาการดำเนินงานของแผนกการปรับปรุงกระบวนการผลิตในบริษัทคริสตี้เจมส์ จำกัด พบว่าในแผนกนี้เก็บรวบรวมข้อมูลค่าน้ำหนัก คือ น้ำหนักออก (Output) ค่าคืนกลับเศษทอง (Refine)

3) ศึกษาข้อมูลคุณลักษณะของพนักงานในแผนกขัดจิวเวลรี่ พบว่ามีการเก็บรวบรวมข้อมูลคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ เพศ สถานภาพสมรส อายุ อายุงาน และรายได้เฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) กำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน โดยศึกษาพนักงานจากแผนกขัดจิวเวลรี่ ของบริษัทคริสตี้เจมส์ จำกัด

5) ศึกษาหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์กลุ่มพนักงานที่มีค่าฐานอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

6) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์กลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

7) วิเคราะห์ข้อมูลหากลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ด้วยการทดสอบโดยเครื่องหมายลำดับที่ของวิลคอกซัน กรณีตัวอย่างเดียว (The Wilcoxon Signed Rank Test for One Sample) ใช้เมื่อต้องการหาค่าเฉลี่ยของประชากร กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก และประชากรมีการแจกแจงไม่ปรกติ เพื่อศึกษาพนักงานจากกระบวนการขัดจิวเวลรี่ ที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

8) ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ในแต่ละคุณลักษณะส่วนบุคคลของพนักงาน และจำแนกคุณลักษณะของพนักงานแต่ละคนว่ามีคุณลักษณะใดบ้างที่เป็นตัวกำหนดกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้

8.1 การทดสอบผลรวมลำดับที่แมนน์-วิทนีย์ (Mann and Whitney Rank Sum Test) ใช้เมื่อต้องการทดสอบความแตกต่างของข้อมูล 2 กลุ่ม ที่ไม่เป็นอิสระกัน เพื่อศึกษาความแตกต่างค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ตามคุณลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง)

8.2 การทดสอบของครัสคาลวอลลิส (The Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance by Rank Test) ใช้เมื่อต้องการทดสอบความแตกต่างของข้อมูล 3 กลุ่มขึ้นไป ที่ไม่เป็นอิสระกัน เพื่อศึกษาความแตกต่างค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ตามคุณลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง)

8.3 การเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้าน ด้วยค่าลำดับที่ใช้เมื่อผลการทดสอบครัสคาลวอลลิส ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แต่ละคู่ ตามคุณลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง)

9) วิเคราะห์การจำแนกกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

9.1 การจำแนก โดยใช้วิธีนาอีฟเบส์ (Naïve Bayes) เพื่อสร้างโมเดลในการจำแนกกลุ่มพนักงานตามคุณลักษณะของพนักงานว่าคุณลักษณะใดเป็นตัวกำหนดกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และกลุ่มพนักงานที่มีอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2 การจำแนก โดยใช้วิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Method) เพื่อสร้างโมเดลในการจำแนกกลุ่มพนักงานตามคุณลักษณะของพนักงานว่าคุณลักษณะใดเป็นตัวกำหนดกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และกลุ่มพนักงานที่มีอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

10) วิเคราะห์ความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ โดยใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ (I-MR)

11) วิเคราะห์ปัญหาหลักคือ ปัญหาการคืนค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้แผนผังก้างปลาและเสนอแนวทางการแก้ไข โดยใช้แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)

12) สรุปผลการศึกษา

3.2 กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำการวิจัยครั้งนี้คือ จำนวนเดือนของพนักงานแต่ละคนในแผนกขัด จิวเวลรี่ประเภททอง ของบริษัทคริสตี้เจมส์ จำกัด ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2561

กลุ่มตัวอย่าง คือ จำนวนเดือนของพนักงานที่มีการทำงาน และข้อมูลค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานทั้ง 73 คน ซึ่งพนักงานแต่ละคนจะมีจำนวนเดือนการทำงานที่แตกต่างกัน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) การทดสอบโดยเครื่องหมายลำดับที่ของวิลคอกซัน กรณีตัวอย่างเดียว
2) การทดสอบของครัสคาลวอลลิส
3) การเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้าน ด้วยค่าลำดับที่
4) การทดสอบผลรวมลำดับที่แมนน์-วิทนีย์
5) การจำแนกกลุ่ม โดยใช้วิธีนาอีฟเบส์
6) การจำแนกกลุ่ม โดยใช้วิธีต้นไม้ตัดสินใจ
7) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่
8) แผนผังก้างปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) โปรแกรม Microsoft Excel ใช้ในการเตรียมข้อมูลโดยการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลของบริษัท

2) โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB ใช้ในการทดสอบการแจกแจงปรกติ โดยใช้การทดสอบลิลลิฟอรส์ และการทดสอบชาพิโร-วิลค์

3) โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB ใช้ในการทดสอบโดยเครื่องหมายลำดับที่ของวิลคอกซัน กรณีตัวอย่างเดียว

4) โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB ใช้ในการทดสอบของครัสคาลวอลลิส

5) โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ใช้ในการเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้านด้วยค่าลำดับที่

6) โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB ใช้ในการทดสอบผลรวมลำดับที่แมนน์-วิทนีย์

7) โปรแกรม WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) ใช้ในการจำแนก โดยใช้วิธีนาอีฟเบส์ และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ

8) โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB ใช้สร้างแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่

3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เก็บข้อมูลการคืนกลับเศษทอง จากแผนกการปรับปรุงกระบวนการผลิตของบริษัท ซึ่งเป็นข้อมูลที่ทางบริษัทจัดเก็บในรูปแบบของ Microsoft Excel ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง ธันวาคม พ.ศ.2561 ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

น้ำหนักออก (Output) หมายถึง น้ำหนักของจิวเวลรี่ ประเภททองหลังขัด / ต่อเดือน / ต่อคน

ค่าคืนกลับ (Refine) หมายถึง น้ำหนักของเศษผงจิวเวลรี่ ประเภททอง เก็บรวบรวมโดยแผนกปรับปรุงกระบวนการผลิต (Process Improvement) ที่พนักงานคืนกลับมาภายหลังจากการขัด / ต่อเดือน / ต่อคน

เพศของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททอง

อายุของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททอง

อายุงานของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททอง นับตั้งแต่วันที่ได้เข้ามาเป็นพนักงานจนถึงเดือนที่ทำการวิจัย

สถานภาพสมรสของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททอง

รายได้เฉลี่ยของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 ทดสอบโดยเครื่องหมายลำดับที่ของวิลคอกซัน กรณีตัวอย่างเดียว

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. คำนวณค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานทุกคนในทุกๆ เดือนที่มีการทำงาน โดยการนำค่าคืนกลับเศษทอง (Refine) หารด้วยค่าน้ำหนักออก (Output) จากนั้นนำค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่คำนวณได้ มาทดสอบการแจกแจงปรกติ โดยจะทำการทดสอบพนักงานทีละคน เนื่องจากพนักงานแต่ละคนมีจำนวนเดือนที่มีการทำงานแตกต่างกัน แสดงผลดังภาคผนวกตาราง ง

2. กำหนดเกณฑ์มาตรฐาน จะเห็นว่าจำนวนเดือนทั้งหมดรวมกันของพนักงานทั้ง 73 คนในแผนกขัดที่มีการทำงานในช่วงเดือนมิถุนายน ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2561 เท่ากับ 337 เดือน ดังนั้นเกณฑ์ที่กำหนดคำนวณมาจากการนำค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ทั้ง 337 เดือนมารวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนเดือนทั้งหมดที่พนักงานมีการทำงาน คือ 337 เดือน

3. เมื่อได้เกณฑ์ที่กำหนดแล้ว จะทำการทดสอบสมมติฐานพนักงานทีละคน โดยเครื่องหมายลำดับที่ของวิลคอกซัน กรณีตัวอย่างเดียว

4. สรุปผลการทดสอบ คือ พนักงานที่มีค่ามัธยฐานอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และพนักงานที่มีค่ามัธยฐานอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

3.5.2 ทดสอบผลรวมลำดับที่แมนน์-วิทนีย์

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดตัวแปรอิสระ ได้แก่
   1.1 เพศของพนักงาน ได้แก่ เพศหญิง และเพศชาย
   1.2 สถานภาพสมรสของพนักงาน ได้แก่ สถานภาพสมรส และสถานภาพโสด
2. กำหนดตัวแปรตาม คือ ค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง)
3. ทดสอบการแจกแจงปรกติค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานทั้ง 73 คน โดยจะทำการทดสอบทั้งเพศชาย และเพศหญิง แสดงผลดังภาคผนวกตาราง จ
4. ทดสอบการแจกแจงปรกติค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานทั้ง 73 คน โดยจะทำการทดสอบทั้งพนักงานสถานภาพสมรส และสถานภาพโสด แสดงผลดังภาคผนวกตาราง ฉ
5. นำค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานทั้งเพศชาย และเพศหญิง มาทดสอบว่า พนักงานเพศชายกับพนักงานเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบผลรวมลำดับที่แมนน์-วิทนีย์
6. นำค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานทั้งสถานภาพสมรส และสถานภาพโสด มาทดสอบว่า พนักงานสถานภาพสมรสกับพนักงานสถานภาพโสดมีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบผลรวมลำดับที่แมนน์-วิทนีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สรุปผลการทดสอบ

3.5.3 ทดสอบครัสคาลวอลลิส

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดตัวแปรอิสระ ได้แก่

1.1 นำข้อมูลรายได้เฉลี่ยของพนักงานมาแบ่งระดับรายได้ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับรายได้น้อย (5,000 – 15,000 บาท) ระดับรายได้ปานกลาง (15,001 – 25,000 บาท) และระดับรายได้มาก (มากกว่า 25,000 บาท)

1.2 นำข้อมูลอายุของพนักงานมาจัดเป็นช่วงอายุ สามารถแบ่งได้เป็น 4 ช่วง ได้แก่ ช่วง 20 – 26 ปี ช่วง 27 – 33 ปี ช่วง 34 – 40 ปี และ ช่วง 41 – 47 ปี

1.3 นำข้อมูลอายุงานของพนักงานมาจัดเป็นช่วงอายุงาน สามารถแบ่งได้เป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วง 0 – 5 ปี ช่วง 6 – 10 ปี และช่วง 11 – 15 ปี

2. กำหนดตัวแปรตาม คือ ค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง)

3. นำค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานในแต่ละระดับรายได้มาทดสอบการแจกแจงปรกติ แสดงผลดังภาคผนวกตาราง ช

4. นำค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานในแต่ละช่วงอายุ มาทดสอบการแจกแจงปรกติ แสดงผลดังภาคผนวกตาราง ช

5. นำค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานในแต่ละช่วงอายุงาน มาทดสอบการแจกแจงปรกติ แสดงดังภาคผนวกตาราง ฌ

6. นำค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ในแต่ละระดับรายได้ของพนักงานมาทดสอบว่าแต่ละระดับรายได้ มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบครัสคาลวอลลิส

7. นำค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ในแต่ละช่วงอายุของพนักงาน มาทดสอบว่าแต่ละช่วงอายุ มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบครัสคาลวอลลิส

8. นำค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ในแต่ละช่วงอายุงานของพนักงาน มาทดสอบว่าแต่ละช่วงอายุงาน มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบครัสคาลวอลลิส

9. สรุปผลการทดสอบ

3.5.4 การเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้าน ด้วยค่าลำดับที่

การเปรียบเทียบพหุคูณ จะทำภายหลังการทดสอบครัสคาลวอลลิส แล้วพบว่าระดับรายได้ของพนักงานทั้ง 3 ระดับ มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน ช่วงอายุของพนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้ง 4 ช่วง มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน หรือช่วงอายุงานของพนักงานทั้ง 3 ช่วง มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน เมื่อต้องการทราบว่าระดับรายได้คู่ใด ช่วงอายุคู่ใด หรือช่วงอายุงานคู่ใด มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ถ้าระดับรายได้ของพนักงานทั้ง 3 ระดับมีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน นำระดับรายได้แต่ละระดับมาจับคู่กัน และทดสอบว่าระดับรายได้คู่ใดบ้างที่มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน

2. ถ้าช่วงอายุของพนักงานทั้ง 4 ช่วงมีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน นำช่วงอายุแต่ละช่วงมาจับคู่กัน และทดสอบว่าช่วงอายุคู่ใดบ้างที่มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน

3. ถ้าช่วงอายุงานของพนักงานทั้ง 3 ช่วงมีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน นำช่วงอายุงานแต่ละช่วงมาจับคู่กัน และทดสอบว่าช่วงอายุงานคู่ใดบ้างที่มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน

4. สรุปผลการทดสอบ

3.5.5 การจำแนก โดยใช้วิธีนาอีฟเบส์ (Naïve Bayes)

วิธีนาอีฟเบส์เป็นวิธีจำแนกประเภทข้อมูลที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง โดยที่ใช้งานได้ดีและง่ายต่อการประมวลผล วิธีของการเรียนรู้แบบเบส์อย่างง่ายนี้ มีการทำงานที่ไม่ซับซ้อนเหมือนวิธีการอื่นๆ ซึ่งเป็นหลักการเดียวกับความน่าจะเป็น

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดคุณลักษณะของพนักงาน ได้แก่ เพศ สถานภาพสมรส อายุ อายุงาน และระดับรายได้

2. กำหนดคำตอบ (กลุ่มพนักงาน) ซึ่งเป็นตัวแปรเป้าหมาย มาจากผลการทดสอบวิลคอกซัน แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

3. จากข้อ 1. และข้อ 2. นำมาวิเคราะห์ว่ามีคุณลักษณะใดบ้างของพนักงานที่เป็นตัวกำหนดกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม WEKA ในการวิเคราะห์

4. สรุปผลการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.6 การจำแนก โดยใช้วิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Method)

วิธีต้นไม้ตัดสินใจเป็นวิธีที่สอดคล้องกับการตัดสินใจจริงของมนุษย์ และถูกแสดงเป็นภาพที่เข้าใจง่าย สามารถทำงานได้ดีกับข้อมูลที่มีความเกี่ยวพันของข้อมูลสูง ซึ่งให้ผลเร็วเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปใช้งานได้ และให้ความแม่นยำสูง

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดคุณลักษณะของพนักงาน ได้แก่ เพศ สถานภาพสมรส อายุ อายุงาน และระดับรายได้

2. กำหนดคำตอบ (กลุ่มพนักงาน) ซึ่งเป็นตัวแปรเป้าหมาย มาจากผลการทดสอบวิลคอกซัน แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

3. จากข้อ 1. และข้อ 2. นำมาวิเคราะห์ว่ามีคุณลักษณะใดบ้างที่เป็นตัวกำหนดกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยใช้อัลกอริทึมชนิด J48 ในโปรแกรม WEKA สำหรับการวิเคราะห์

4. สรุปผลการวิเคราะห์

3.5.7 วิเคราะห์ความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่แต่ละคน

ศึกษาความผันแปรอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงาน ว่ามีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) อยู่ภายใต้การควบคุมหรืออยู่ภายนอกการควบคุม โดยใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. คำนวณค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานทุกคนในทุกๆ เดือนที่มีการทำงาน โดยการนำค่าคืนกลับเศษทอง (Refine) หารด้วยค่าน้ำหนักออก (Output)

2. นำค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่คำนวณได้มาสร้างแผนภูมิควบคุม โดยใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ โดยจะทำการสร้างแผนภูมิควบคุมของพนักงานทีละคน เนื่องจากพนักงานแต่ละคนมีจำนวนเดือนที่มีการทำงานแตกต่างกัน

3. วิเคราะห์แผนภูมิควบคุมของพนักงานแต่ละคนอยู่ภายใต้การควบคุม หรืออยู่นอกการควบคุม แสดงถึงความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแต่ละคนว่าเป็นปกติ หรือผิดปกติ

4. สรุปผลการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.8 แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)

ทำการสำรวจสภาพการทำงานของบริษัทในกระบวนการขัดจิวเวลรี่ กระบวนการคืนกลับ (เศษทอง) และกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลในแผนกการปรับปรุงกระบวนการผลิต ที่ทำหน้าที่ปรับปรุงกระบวนการทำงานของบริษัทอย่างละเอียดทุกขั้นตอน ตั้งแต่การรับชิ้นงานจากแผนกก่อนหน้าจนถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลของแผนกการลดความสูญเสีย แล้วดำเนินการจัดทำแผนผังก้างปลา ดังนี้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดหัวข้อ คือ การคืนค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา โดยศึกษาจากสภาพการทำงานของบริษัท พบว่ามีหลายกลุ่มปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหา จึงใช้หลักการ 4M 1E คือ

M Man	พนักงานที่ปฏิบัติงานในกระบวนการขัด กระบวนการคืนกลับ (เศษทอง) และกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล
M Machine	เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการขัด และกระบวนการ คืนกลับ (เศษทอง)
M Material	วัตถุดิบหรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการขัด เช่น เปอร์เซ็นต์ทอง รูปแบบจิวเวลรี่ น้ำยาขัด
M Method	กระบวนการทำงานทั้งหมดตั้งแต่การขัด การคืนกลับ (เศษทอง) และการเก็บรวบรวมข้อมูล
E Environment	อากาศ สถานที่ สิ่งแวดล้อมและบรรยากาศการทำงานของบริษัท

3. หาสาเหตุของแต่ละปัจจัยที่อยู่ในกลุ่มของปัจจัยที่กำหนดไว้ โดยเป็นสาเหตุที่เกิดมาจากแต่ละกลุ่มปัจจัยที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งสาเหตุนั้นๆ เกิดจากการระดมสมองของผู้วิจัยและพนักงานหรือผู้เชี่ยวชาญในกระบวนการขัด กระบวนการคืนกลับ (เศษทอง) และกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลในแผนกการปรับปรุงกระบวนการผลิตของบริษัท ซึ่งอาจเป็นสาเหตุในด้านของทักษะความชำนาญงาน ความเหมาะสมหรือความชำรุดของเครื่องจักรอุปกรณ์ รูปแบบการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลของบริษัท
4. หาสาเหตุหลักของปัญหาและแนวทางการปรับปรุงการทำงานของสาเหตุหลักต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ ที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด พร้อมทั้งหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ในแต่ละคุณลักษณะส่วนบุคคลของพนักงาน จำแนกคุณลักษณะของพนักงานแต่ละคนว่าคุณลักษณะใดเป็นตัวกำหนดกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ศึกษาความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) จากการสร้างแผนภูมิควบคุม และหาสาเหตุแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานในแผนกขัดโลหะมีค่า ของบริษัทคริสตี้เจมส์ จำกัด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB, SPSS และ WEKA วิเคราะห์ตามสมมติฐานของการวิจัย โดยผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

4.1 ลักษณะข้อมูลทั่วไปของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่

ข้อมูลทั่วไปของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่ ซึ่งเป็นข้อมูลในอดีตตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2561 ของพนักงานจำนวน 73 คน ที่ตกเป็นตัวอย่าง แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลค่าคืนกลับเศษทอง (Refine) น้ำหนักหลังการขัด (Output) เพศ สถานภาพสมรส ระดับรายได้ ช่วงอายุงาน และช่วงอายุ ดังตารางที่ 4.1 - 4.7

ตารางที่ 4.1 อัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่

คนที่	ข้อมูลอัตราการคืน (Refine/Output)							ค่าเฉลี่ย
	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	อัตราการคืน
1	-	-	0.3253	-	0.1704	-	-	0.2479
2	0.0256	0.0286	-	0.0057	-	-	-	0.0199
3	-	-	0.1651	0.3580	-	-	-	0.2615
4	0.0160	0.0167	0.0159	0.0102	0.0383	0.0178	0.0388	0.0219
5	0.0031	0.5608	0.0232	0.0182	-	-	-	0.1513
6	0.0150	0.0152	0.1485	0.0123	0.0196	0.0061	0.0198	0.0338
7	0.0211	0.2568	0.0216	0.0056	0.0393	0.0188	0.0379	0.0573
8	0.0134	0.0170	0.0079	0.0547	0.0121	-	0.9809	0.1810
9	0.2128	0.0146	0.0133	0.3521	0.0298	-	-	0.1245
10	-	-	-	0.0185	0.9236	-	-	0.4710
11	0.0181	0.1293	0.0263	0.0213	0.0388	0.0219	0.0451	0.0430

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) อัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่

คนที่	ข้อมูลอัตราการคืน (Refine/Output)							ค่าเฉลี่ย
	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	อัตราการคืน
12	0.4819	0.0094	-	-	-	-	-	0.2456
13	0.0235	0.0159	0.1003	0.0140	0.0343	0.0207	0.0232	0.0331
14	0.0171	0.1395	-	0.0179	-	0.0253	0.0478	0.0495
15	0.1931	0.0142	-	-	-	-	-	0.1036
16	0.1780	0.0189	0.0262	0.0869	0.0129	0.0060	0.0138	0.0490
17	0.0175	0.0121	0.0144	0.1062	0.0118	-	-	0.0324
18	0.0838	0.0225	0.1504	0.0102	0.0260	-	-	0.0586
19	0.0157	0.0182	0.0942	0.0155	0.0370	0.0056	0.0823	0.0383
20	0.7418	0.0137	0.0147	0.0115	0.0484	0.0333	0.0232	0.1267
21	0.0139	0.0095	0.2606	0.0134	0.0267	0.0221	0.0129	0.0513
22	0.8172	-	-	-	0.0984	-	-	0.4578
23	0.0224	0.1090	0.0249	-	-	-	-	0.0521
24	0.1037	0.0049	-	0.5433	-	0.8325	0.6707	0.4310
25	0.0223	-	0.0197	0.0124	-	0.0118	0.0701	0.0273
26	0.4035	0.0244	0.0167	0.1344	-	-	-	0.1448
27	0.0097	0.0133	0.0127	0.0064	0.0064	0.0057	0.0189	0.0104
28	0.0092	0.1247	0.0111	0.0052	-	0.0249	0.0136	0.0315
29	0.0345	0.8573	0.0293	-	-	-	-	0.3071
30	0.0164	0.0150	0.2182	0.0111	0.0223	-	-	0.0566
31	0.0125	0.1056	0.0139	0.0118	-	-	0.8458	0.1979
32	0.2069	0.0640	-	-	-	-	-	0.1355
33	-	0.0142	0.0250	0.6383	-	-	-	0.2258
34	0.0202	0.0169	0.0959	0.0151	0.0379	0.0220	0.0777	0.0408
35	0.3540	0.0133	0.0131	0.0902	0.0197	0.0128	0.0206	0.0748
36	0.0123	0.0131	0.0299	0.1048	0.0516	-	-	0.0423
37	0.0109	0.0185	0.2435	0.0161	-	-	-	0.0723
38	0.0141	0.0221	0.2553	0.0146	0.0141	0.0195	0.0632	0.0576
39	0.0163	0.0191	0.0216	-	-	-	-	0.0190
40	0.0066	0.0138	0.0251	0.0152	0.0251	0.0124	0.0279	0.0180
41	0.3597	0.0197	-	-	-	-	-	0.1897
42	0.0504	0.0084	0.0115	0.0091	0.0246	-	0.8755	0.1632
43	0.0142	0.0140	0.0120	0.0122	0.3113	0.0172	0.0148	0.0565
44	0.0143	0.1802	0.0164	0.0133	-	-	0.8421	0.2133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) อัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่

คนที่	ข้อมูลอัตราการคืน (Refine/Output)							ค่าเฉลี่ย
	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	อัตราการคืน
45	0.0131	0.0765	0.0149	0.0089	0.0265	0.0040	0.0286	0.0246
46	0.0121	0.0163	0.0156	0.0096	0.0026	0.0174	0.0235	0.0139
47	0.0137	0.0109	0.1051	0.0078	0.0134	-	0.4932	0.1074
48	0.0138	0.0118	0.2475	0.0113	0.0428	0.0113	0.0277	0.0523
49	0.0121	0.0132	0.0639	-	0.0308	0.5667	-	0.1374
50	0.0087	0.0167	0.0202	0.0156	0.0435	0.0165	0.0372	0.0226
51	0.0142	0.0160	0.0204	0.0110	0.0387	0.0234	0.0491	0.0247
52	0.0157	0.0076	0.0070	0.0076	-	-	-	0.0095
53	0.0157	0.0060	0.0070	0.0055	0.0043	0.0061	0.0125	0.0082
54	0.0447	0.0288	-	-	-	-	-	0.0368
55	0.0182	0.0347	-	-	-	-	-	0.0265
56	0.0237	0.0441	-	-	-	-	-	0.0339
57	0.0241	0.0751	0.0217	0.0159	0.0139	0.0282	0.0462	0.0322
58	0.0120	0.0033	0.0189	0.0062	0.0098	0.0056	0.0176	0.0105
59	-	0.0111	0.0076	-	-	-	-	0.0094
60	-	-	0.0182	0.0057	0.0120	0.0166	0.0551	0.0215
61	-	-	0.0286	0.0105	-	-	-	0.0196
62	-	-	-	0.0112	0.0079	0.0204	0.0121	0.0129
63	-	-	-	-	0.0267	0.0060	0.0172	0.0166
64	-	-	-	-	0.0218	0.0054	0.0072	0.0115
65	-	-	-	-	0.0110	0.0060	0.0254	0.0141
66	-	-	-	-	0.0171	0.0116	0.0474	0.0254
67	-	-	-	-	0.0106	0.0092	0.0053	0.0084
68	-	-	-	-	0.0054	0.0145	0.0160	0.0120
69	-	-	-	-	0.0135	0.4729	-	0.2432
70	-	-	-	-	0.0190	0.0389	0.0104	0.0228
71	-	-	-	-	0.0150	0.3237	0.6055	0.3147
72	-	-	-	-	0.1143	0.0091	0.0082	0.0439
73	-	-	-	-	0.2746	0.0118	-	0.1432

จากตารางที่ 4.1 ค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่ หาได้จากการนำค่า ค่าคืนกลับเศษทอง (Refine) หารด้วยค่า น้ำหนักหลังการขัด (Output) จะเห็นว่าพนักงานแต่ละคนมีจำนวนเดือนการทำงาน ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2561 ที่แตกต่างกัน เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พนักงานคนที่ 4 มีข้อมูลค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ทุกเดือน แสดงว่าพนักงานคนที่ 4 มีการทำงานในแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททองทุกเดือน หรือพนักงานคนที่ 5 มีข้อมูลค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ในเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน แสดงว่าพนักงานคนที่ 5 มีการทำงานในแผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททองเพียง 4 เดือน ส่วนเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พนักงานคนที่ 5 จะไปทำงานในส่วนของแผนกอื่นๆ ตามการมอบหมายงานของหัวหน้างาน หรือเกิดจากทางผู้วิจัยได้มีการตัดข้อมูลค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ทิ้งไป เนื่องจากข้อมูลในบางเดือนของพนักงาน ยังไม่มีความสมบูรณ์มากพอที่จะนำมาวิเคราะห์

ค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแต่ละคน แผนกขัดจิวเวลรี่ หาได้จากการนำค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของทุกเดือนรวมกัน หารด้วยจำนวนเดือน เช่น ค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานคนที่ 4 หาได้จากการนำข้อมูลค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ทั้ง 7 เดือนรวมกัน แล้วหารด้วย 7 จะได้ค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) มีค่าเท่ากับ 0.0219 หรือค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานคนที่ 5 หาได้จากการนำข้อมูลค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ทั้ง 4 เดือนรวมกัน แล้วหารด้วย 4 จะได้ค่าค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) มีค่าเท่ากับ 0.1513

รูปที่ 4.1 แผนภาพกล่องค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง)

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าข้อมูลชุดนี้ มีพนักงาน 3 คน ที่มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) มากผิดปกติคือ พนักงานคนที่ 10, 22 และ 24 เมื่อเทียบกับคนอื่นๆ เส้นมัธยฐานอยู่ข้างล่างกล่อง ประมาณได้ว่า พนักงานส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) น้อย การกระจายของข้อมูลสามารถระบุได้ว่า การแจกแจงของข้อมูลมีลักษณะเบ้ขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลค่าเฉลี่ยอายุงาน และค่าเฉลี่ยอายุของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่

คุณลักษณะ	เพศ			
	ชาย		หญิง	
	สมรส	โสด	สมรส	โสด
อายุงาน (ปี)	3	1	6	0.3
อายุ (ปี)	24.7	26	32.8	24.5

จากตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลค่าเฉลี่ยอายุงาน และค่าเฉลี่ยอายุของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่ ในช่วงระยะเวลาเดือนมิถุนายน ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2561 จะเห็นว่าพนักงานเพศหญิงที่มีสถานภาพสมรส มีอายุงานเฉลี่ยมากที่สุด คือ 6 ปี และพนักงานเพศหญิงที่มีสถานภาพสมรส มีอายุเฉลี่ยมากที่สุด คือ 32.8 ปี

ตารางที่ 4.3 จำนวนของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ จำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	20	27.40
หญิง	53	72.60
รวม	73	100.00

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าจำนวนและร้อยละจำแนกตามเพศ พบว่า พนักงานเพศหญิงมีมากกว่าพนักงานเพศชาย

ตารางที่ 4.4 จำนวนของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ จำแนกตามสถานภาพสมรส

สถานภาพสมรส	จำนวน	ร้อยละ
โสด	20	27.40
สมรส	53	72.60
รวม	73	100.00

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นว่าจำนวนและร้อยละจำแนกตามสถานภาพสมรส พบว่า พนักงานสถานภาพสมรสมีมากกว่าพนักงานสถานภาพโสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 จำนวนของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ จำแนกตามระดับรายได้

ระดับรายได้	จำนวน	ร้อยละ
น้อย (5,000 – 15,000 บาท)	22	30.14
ปานกลาง (15,001 – 25,000 บาท)	42	57.53
มาก (> 25,000 บาท)	9	12.33
รวม	73	100.00

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นว่าจำนวนและร้อยละจำแนกตามระดับรายได้ พบว่า มีพนักงานระดับรายได้ปานกลางมากที่สุด รองลงมาคือ พนักงานระดับรายได้น้อย และพนักงานระดับรายได้มาก ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 จำนวนของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ จำแนกตามช่วงอายุงาน

ช่วงอายุงาน (ปี)	จำนวน	ร้อยละ
0 - 5	54	73.97
6 - 10	14	19.18
11 – 15	5	6.85
รวม	73	100.00

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นว่าจำนวนและร้อยละจำแนกตามช่วงอายุงาน พบว่า มีพนักงานช่วงอายุงาน 0 – 5 ปี มากที่สุด รองลงมาคือ พนักงานช่วงอายุงาน 6 – 10 ปี และพนักงานช่วงอายุงาน 11 – 15 ปี ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 จำนวนของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ จำแนกตามช่วงอายุ

ช่วงอายุ (ปี)	จำนวน	ร้อยละ
20 – 26	28	38.36
27 - 33	26	35.62
34 - 40	12	16.44
41 – 47	7	9.58
รวม	73	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 จะเห็นว่าจำนวนและร้อยละจำแนกตามช่วงอายุ พบว่า มีพนักงานช่วงอายุ 20 – 26 ปี มากที่สุด รองลงมาคือ พนักงานช่วงอายุ 27 – 33 ปี พนักงานช่วงอายุ 34 – 40 ปี และพนักงานงานช่วงอายุ 41 – 47 ปี ตามลำดับ

4.2 ผลการทดสอบสมมติฐาน

เนื่องจากบริษัทไม่มีเกณฑ์มาตรฐาน ทางผู้วิจัยจึงได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อใช้ในการทดสอบ โดยนำข้อมูลพนักงานทั้งหมด 73 คน ที่มีการบันทึกไว้ของบริษัทตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2561 ดังนั้นเกณฑ์ที่กำหนดคำนวณจากการนำค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ทั้ง 337 เดือนมารวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนเดือนทั้งหมด คือ 337 เดือน จะได้เกณฑ์ที่กำหนด คือ 0.08 เมื่อได้เกณฑ์ที่กำหนดเป็นเกณฑ์ตั้งต้นแล้ว จะทำการทดสอบสมมติฐานพนักงานทีละคน เนื่องจากพนักงานบางคนมีการผลัดเปลี่ยนย้ายไปทำงานที่แผนกอื่นๆ ที่ไม่ใช่แผนกขัด หรือพนักงานบางคนเพิ่งจะเข้ามาทำงาน จึงทำให้มีจำนวนเดือนการทำงานที่แตกต่างกัน และทางผู้วิจัยได้นำเกณฑ์ที่กำหนดไปปรึกษากับทางบริษัทเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทางบริษัทก็เห็นด้วยกับเกณฑ์ที่กำหนดดังกล่าว ทางผู้วิจัยจึงใช้ 0.08 เป็นเกณฑ์ แล้วทำการทดสอบพนักงานทีละคน เนื่องจากพนักงานแต่ละคนมีจำนวนเดือนการทำงานที่แตกต่างกัน ซึ่งจะใช้การทดสอบโดยเครื่องหมายลำดับที่ของวิลคอกซัน กรณีตัวอย่างเดียว

สมมติฐาน

H_0 : พนักงานคนที่ i มีค่ามัธยฐานอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่า 0.08

H_1 : พนักงานคนที่ i มีค่ามัธยฐานอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่า 0.08

โดยที่ i คือ พนักงานคนที่ 1,2,...,73

ตารางที่ 4.8 ค่ามัธยฐานอัตราการคืน (เศษทอง) และผลการทดสอบอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่

คนที่	ค่ามัธยฐาน	สถิติทดสอบ	p-value	กลุ่มพนักงาน
1	0.2479	$T_+ = 3$	0.963	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
2	0.0214	$T_+ = 0$	0.091	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
3	0.2615	$T_+ = 3$	0.963	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
4	0.0175	$T_+ = 0$	0.011*	ต่ำกว่าเกณฑ์
5	0.0220	$T_+ = 4$	0.428	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
6	0.0167	$T_+ = 6$	0.102	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
7	0.0293	$T_+ = 7$	0.136	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ค่ามัธยฐานอัตราการคืน (เศษทอง) และผลการทดสอบอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่

คนที่	ค่ามัธยฐาน	สถิติทดสอบ	p-value	กลุ่มพนักงาน
8	0.0313	$T_+ = 6$	0.201	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
9	0.1137	$T_+ = 9$	0.705	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
10	0.4710	$T_+ = 2$	0.814	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
11	0.0321	$T_+ = 3$	0.038*	ต่ำกว่าเกณฑ์
12	0.2456	$T_+ = 2$	0.814	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
13	0.0234	$T_+ = 1$	0.017*	ต่ำกว่าเกณฑ์
14	0.0329	$T_+ = 5$	0.295	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
15	0.1036	$T_+ = 2$	0.814	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
16	0.0244	$T_+ = 8$	0.176	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
17	0.0148	$T_+ = 1$	0.053	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
18	0.0531	$T_+ = 6$	0.394	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
19	0.0323	$T_+ = 3$	0.038*	ต่ำกว่าเกณฑ์
20	0.0291	$T_+ = 7$	0.136	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
21	0.0181	$T_+ = 7$	0.136	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
22	0.4578	$T_+ = 3$	0.963	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
23	0.0453	$T_+ = 1$	0.211	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
24	0.4187	$T_+ = 13$	0.947	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
25	0.0197	$T_+ = 0$	0.030*	ต่ำกว่าเกณฑ์
26	0.1069	$T_+ = 6$	0.708	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
27	0.0098	$T_+ = 0$	0.011*	ต่ำกว่าเกณฑ์
28	0.0151	$T_+ = 1$	0.030*	ต่ำกว่าเกณฑ์
29	0.2389	$T_+ = 3$	0.605	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
30	0.0187	$T_+ = 5$	0.295	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
31	0.0590	$T_+ = 6$	0.394	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
32	0.1355	$T_+ = 2$	0.814	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
33	0.1756	$T_+ = 3$	0.605	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
34	0.0340	$T_+ = 2$	0.026*	ต่ำกว่าเกณฑ์
35	0.0204	$T_+ = 8$	0.176	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ค่ามัธยฐานอัตราการคืน (เศษทอง) และผลการทดสอบอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่

คนที่	ค่ามัธยฐาน	สถิติทดสอบ	p-value	กลุ่มพนักงาน
36	0.0324	$T_+ = 2$	0.089	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
37	0.0179	$T_+ = 4$	0.428	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
38	0.0215	$T_+ = 7$	0.136	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
39	0.0191	$T_+ = 0$	0.091	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
40	0.0188	$T_+ = 0$	0.011*	ต่ำกว่าเกณฑ์
41	0.1897	$T_+ = 2$	0.814	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
42	0.0294	$T_+ = 6$	0.201	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
43	0.0145	$T_+ = 7$	0.136	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
44	0.0973	$T_+ = 9$	0.705	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
45	0.0193	$T_+ = 0$	0.011*	ต่ำกว่าเกณฑ์
46	0.0140	$T_+ = 0$	0.011*	ต่ำกว่าเกณฑ์
47	0.0565	$T_+ = 7$	0.265	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
48	0.0239	$T_+ = 7$	0.136	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
49	0.0386	$T_+ = 5$	0.295	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
50	0.0193	$T_+ = 0$	0.011*	ต่ำกว่าเกณฑ์
51	0.0227	$T_+ = 0$	0.011*	ต่ำกว่าเกณฑ์
52	0.0076	$T_+ = 0$	0.050	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
53	0.0068	$T_+ = 0$	0.011*	ต่ำกว่าเกณฑ์
54	0.0368	$T_+ = 0$	0.186	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
55	0.0265	$T_+ = 0$	0.186	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
56	0.0339	$T_+ = 0$	0.186	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
57	0.0271	$T_+ = 0$	0.011*	ต่ำกว่าเกณฑ์
58	0.0107	$T_+ = 0$	0.011*	ต่ำกว่าเกณฑ์
59	0.0094	$T_+ = 0$	0.186	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
60	0.0166	$T_+ = 0$	0.030*	ต่ำกว่าเกณฑ์
61	0.0196	$T_+ = 0$	0.186	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
62	0.0118	$T_+ = 0$	0.050	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
63	0.0168	$T_+ = 0$	0.091	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ค่ามัธยฐานอัตราการคืน (เศษทอง) และผลการทดสอบอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่

คนที่	ค่ามัธยฐาน	สถิติทดสอบ	p-value	กลุ่มพนักงาน
64	0.0104	$T_+ = 0$	0.091	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
65	0.0133	$T_+ = 0$	0.091	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
66	0.0233	$T_+ = 0$	0.091	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
67	0.0086	$T_+ = 0$	0.091	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
68	0.0126	$T_+ = 0$	0.091	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
69	0.2432	$T_+ = 2$	0.814	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
70	0.0218	$T_+ = 0$	0.091	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
71	0.3169	$T_+ = 5$	0.909	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
72	0.0352	$T_+ = 1$	0.211	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์
73	0.1432	$T_+ = 2$	0.814	ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์

หมายเหตุ : * หมายถึง ค่ามัธยฐานอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.8 ค่ามัธยฐานอัตราการคืน (เศษทอง) และผลการทดสอบอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ พบว่ามีพนักงานจำนวน 17 คน ที่มีค่ามัธยฐานอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ได้แก่ พนักงานคนที่ 4, 11, 13, 19, 25, 27, 28, 34, 40, 45, 46, 50, 51, 53, 57, 58 และ 60 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานผู้วิจัยได้ใช้การทดสอบโดยเครื่องหมายลำดับที่ของวิลคอกซันกรณีตัวอย่างเดียว โดยเกณฑ์ที่กำหนดมีค่าเท่ากับ 0.08 ซึ่งผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่ามีพนักงานจำนวน 17 คน ที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ได้แสดงผลดังตาราง

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบสมมติฐาน พนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

คนที่	ค่ามัธยฐาน	สถิติทดสอบ	p-value
4	0.0175	$T_+ = 0$	0.011*
11	0.0321	$T_+ = 3$	0.038*
13	0.0234	$T_+ = 1$	0.017*
19	0.0323	$T_+ = 3$	0.038*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 (ต่อ) ผลการทดสอบสมมติฐาน พนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

คนที่	ค่ามัธยฐาน	สถิติทดสอบ	p-value
25	0.0197	$T_+ = 0$	0.030*
27	0.0098	$T_+ = 0$	0.011*
28	0.0151	$T_+ = 1$	0.030*
34	0.0340	$T_+ = 2$	0.026*
40	0.0188	$T_+ = 0$	0.011*
45	0.0193	$T_+ = 0$	0.011*
46	0.0140	$T_+ = 0$	0.011*
50	0.0193	$T_+ = 0$	0.011*
51	0.0227	$T_+ = 0$	0.011*
53	0.0068	$T_+ = 0$	0.011*
57	0.0271	$T_+ = 0$	0.011*
58	0.0107	$T_+ = 0$	0.011*
60	0.0166	$T_+ = 0$	0.030*

หมายเหตุ : * หมายถึง พนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.3 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่าง

4.3.1 กรณีการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับเพศของพนักงาน

การทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับเพศของพนักงาน โดยใช้การทดสอบปัญหาตำแหน่งที่ตั้งของตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน (ผลรวมลำดับที่แมนน์วิทนีย์) ทางผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.3 มาทำการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานเพศหญิงและพนักงานเพศชายเท่ากัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานเพศหญิงมากกว่าพนักงานเพศชาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับเพศของพนักงาน

เพศ	จำนวน	ค่ามัธยฐาน	ค่าความแตกต่าง	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
หญิง	53	0.0513	0.01181	$W = 2057.00$	0.119
ชาย	20	0.0284			

เนื่องจาก p-value = 0.119 > α (0.05) จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น ค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานเพศหญิงและพนักงานเพศชายเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.3.2 กรณีการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับสถานภาพสมรสของพนักงาน

การทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับสถานภาพสมรสของพนักงาน โดยใช้การทดสอบปัญหาตำแหน่งที่ตั้งของตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน (ผลรวมลำดับที่แมนน์วิทนีย์) ทางวิจัยจะนำข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.4 มาทำการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานที่มีสถานภาพสมรสและพนักงานที่มีสถานภาพโสดเท่ากัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานที่มีสถานภาพสมรสมากกว่าพนักงานที่มีสถานภาพโสด

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับสถานภาพสมรสของพนักงาน

สถานภาพสมรส	จำนวน	ค่ามัธยฐาน	ค่าความแตกต่าง	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
สมรส	53	0.0566	0.030228	$W = 2226.00$	0.001*
โสด	20	0.0222			

หมายเหตุ : * หมายถึง พนักงานที่มีสถานภาพสมรส และพนักงานที่มีสถานภาพโสด มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เนื่องจาก p-value = 0.001 < α (0.05) จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น ค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานที่มีสถานภาพสมรสมากกว่าพนักงานที่มีสถานภาพโสด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 กรณีการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับระดับรายได้ของพนักงาน

การทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับระดับรายได้ของพนักงาน โดยใช้การทดสอบปัญหาตำแหน่งที่ตั้งของตัวอย่าง k กลุ่มที่เป็นอิสระกัน (ครัสคาล-วอลลิส) ทางผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.5 มาทำการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐาน

H_0 : พนักงานในแต่ละระดับรายได้เฉลี่ย มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : พนักงานในแต่ละระดับรายได้เฉลี่ย มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับระดับรายได้ของพนักงาน

ระดับรายได้	จำนวน	ค่ามัธยฐาน	ค่าเฉลี่ยลำดับที่	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
น้อย (5,000 – 15,000 บาท)	22	0.0206	22.0	$H = 16.58$	0.000*
ปานกลาง (15,001 – 25,000 บาท)	42	0.0566	42.1		
มาก (> 25,000 บาท)	9	0.1979	49.7		

หมายเหตุ : * หมายถึง พนักงานในแต่ละระดับรายได้ มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เนื่องจาก p-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่า α (0.05) จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นพนักงานในแต่ละระดับรายได้ มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เมื่อปฏิเสธ H_0 หมายความว่า H_1 เป็นจริง แต่การทดสอบเพียงเท่านี้ยังไม่สามารถกล่าวได้ว่ามีระดับรายได้ของพนักงานคู่ใดบ้างที่มีความแตกต่างกันหรือเรียงลำดับกันอย่างไร จะต้องทำการเปรียบเทียบพหุคูณต่อไป โดยใช้การเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้าน ด้วยค่าลำดับที่

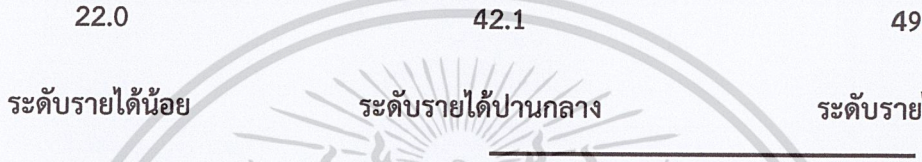
พิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับระดับรายได้ของพนักงานแต่ละคู่รวม 3 คู่ ว่าแตกต่างกันหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับระดับรายได้ของพนักงาน

รายได้ (บาท)	ผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
น้อยกับปานกลาง	-20.074	W = -20.074	0.001*
น้อยกับมาก	-27.621	W = -27.621	0.003*
ปานกลางกับมาก	-7.548	W = -7.548	0.998

หมายเหตุ : * หมายถึง พนักงานทั้งสองระดับรายได้ มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับระดับรายได้

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับพนักงานที่มีระดับรายได้น้อยแตกต่างกับพนักงานที่มีระดับรายได้ปานกลาง และพนักงานที่มีระดับรายได้น้อยแตกต่างกับพนักงานที่มีระดับรายได้มาก

4.3.4 กรณีการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุงานของพนักงาน

การทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุงานของพนักงาน โดยใช้การทดสอบปัญหาตำแหน่งที่ตั้งของตัวอย่าง k กลุ่มที่เป็นอิสระกัน (ครัสคาล-วอลลิส) ทางผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.6 มาทำการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐาน

H_0 : พนักงานในแต่ละช่วงอายุงาน มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : พนักงานในแต่ละช่วงอายุงาน มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุงานของพนักงาน

ช่วงอายุงาน (ปี)	จำนวน	ค่ามัธยฐาน	ค่าเฉลี่ยลำดับที่	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
0 – 5	54	0.0388	34.2	$H = 3.56$	0.169
6 – 10	14	0.0534	44.7		
11 – 15	5	0.1513	45.4		

เนื่องจาก p-value = 0.169 มีค่ามากกว่า α (0.05) จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นพนักงานในแต่ละช่วงอายุงาน มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.3.5 กรณีการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุของพนักงาน

การทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุของพนักงาน โดยใช้การทดสอบปัญหาตำแหน่งที่ตั้งของตัวอย่าง k กลุ่มที่เป็นอิสระกัน (ครัสคาล-วอลลิส) ทางผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.7 มาทำการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐาน

H_0 : พนักงานในแต่ละช่วงอายุ มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : พนักงานในแต่ละช่วงอายุ มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุของพนักงาน

ช่วงอายุ (ปี)	จำนวน	ค่ามัธยฐาน	ค่าเฉลี่ยลำดับที่	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
27 – 33	26	0.0357	32.7	$H = 8.7$	0.034*
20 – 26	28	0.0353	33.0		
34 – 40	12	0.0735	45.3		
41 – 47	7	0.1979	54.6		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก p-value = 0.034 มีค่าน้อยกว่า α (0.05) จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นพนักงานในแต่ละช่วงอายุ มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

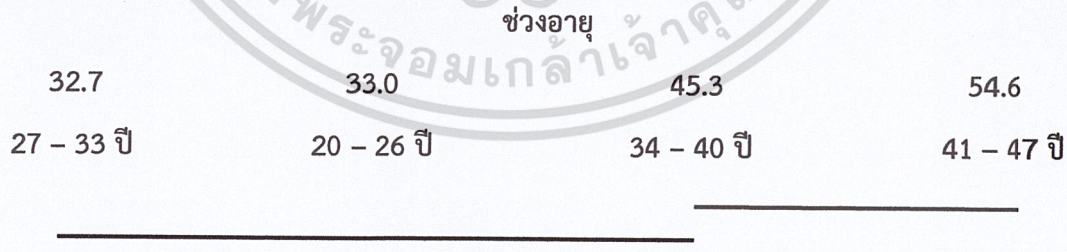
เมื่อปฏิเสธ H_0 หมายความว่า H_1 เป็นจริง แต่การทดสอบเพียงเท่านี้ยังไม่สามารถกล่าวได้ว่ามีช่วงอายุงานของพนักงานคู่ใดบ้างที่มีความแตกต่างกันหรือเรียงลำดับกันอย่างไร จะต้องทำการเปรียบเทียบพหุคูณต่อไป โดยใช้การเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้าน ด้วยค่าลำดับที่

พิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุของพนักงาน แต่ละคู่ รวม 6 คู่ ว่าแตกต่างกันหรือไม่

ตารางที่ 4.16 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุของพนักงาน

ช่วงอายุ (ปี)	ผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
27 - 33 กับ 20 – 26	0.343	W = 0.343	0.953
27 - 33 กับ 34 – 40	-12.641	W = -12.641	0.088
27 - 33 กับ 41 – 47	-21.879	W = -21.879	0.015*
20 - 26 กับ 34 – 40	-12.298	W = -12.298	0.093
20 – 26 กับ 41 – 47	-21.536	W = -21.536	0.016*
34 - 40 กับ 41 – 47	-9.238	W = -9.238	0.360

หมายเหตุ : * หมายถึง พนักงานทั้ง 2 ช่วงอายุ มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุของพนักงาน

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับพนักงานที่มีช่วงอายุ 27 - 33 ปี แตกต่างกับ พนักงานที่มีช่วงอายุ 41 - 47 ปี และพนักงานที่มีช่วงอายุ 20 -26 ปี แตกต่างกับพนักงานที่มีช่วงอายุ 41 - 47 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การจำแนก

การจำแนกข้อมูลต่างๆ ซึ่งจะนำไปใช้คาดการณ์หรือทำนายข้อมูลใหม่ โดยอาศัยการเรียนรู้จากข้อมูลที่มีอยู่เดิม วิธีการจำแนกมีหลายวิธี ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีนาอีฟเบส์ และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อจำแนกพนักงานตามคุณลักษณะของพนักงานว่าคุณลักษณะใดเป็นตัวกำหนดกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และคุณลักษณะใดเป็นตัวกำหนดกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.9 โดยคุณลักษณะของพนักงานที่ใช้ในการจำแนก ได้แก่ เพศ สถานภาพสมรส อายุ อายุงาน และระดับรายได้ของพนักงาน

4.4.1 การจำแนก โดยใช้วิธีนาอีฟเบส์ (Naïve Bayes)

วิธีนาอีฟเบส์เป็นวิธีจำแนกประเภทข้อมูลที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง โดยที่ใช้งานได้ดีและง่ายต่อการประมวลผล วิธีของการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายนี้ มีการทำงานที่ไม่ซับซ้อนเหมือนวิธีการอื่นๆ ซึ่งเป็นหลักการเดียวกับความน่าจะเป็น การจำแนกโดยกำหนดกลุ่มที่ใช้ในการจำแนก คือ กลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวน 17 คน และกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวน 56 คน ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.8 มีจำนวนทั้งหมด 73 คน โดยแบ่งข้อมูลเรียนรู้เป็น 10 ส่วนเท่าๆกัน ด้วยวิธีการตรวจสอบไขว้ (Cross-Validation) โดยใช้ข้อมูล 9 ส่วน เพื่อทำการสร้างตัวแบบ และใช้ข้อมูลที่เหลือ 1 ส่วน เพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบ

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนก ด้วยวิธีนาอีฟเบส์

คุณลักษณะของพนักงาน	กลุ่มพนักงาน	
	ที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด	ที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
อายุ		
ค่าเฉลี่ย	27.6022	29.6037
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5.0618	6.8985
ค่าทำนาย	1.2381	1.2381
อายุงาน		
ค่าเฉลี่ย	3.4824	3.6119
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.1223	3.8271
ค่าทำนาย	0.9867	0.9867

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 (ต่อ) ผลการจำแนก ด้วยวิธีนาอีฟเบส์

คุณลักษณะของพนักงาน	กลุ่มพนักงาน	
	ที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด	ที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
เพศ		
ชาย	9	11
หญิง	8	45
รวม	17 คน	56 คน
สถานภาพสมรส		
สมรส	14	39
โสด	3	17
รวม	17 คน	56 คน
ระดับรายได้		
มาก	1	8
ปานกลาง	13	29
น้อย	3	19
รวม	17 คน	56 คน

จากตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกของพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

กลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด มีอายุเฉลี่ย คือ 27.6022 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 5.0918

กลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด มีอายุงานเฉลี่ย คือ 3.4824 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 3.1223

กลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด พบว่ามีเพศหญิง 8 คน และมีเพศชาย 9 คน

กลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด มีพนักงานที่มีสถานภาพสมรส 14 คน และพนักงานที่มีสถานภาพโสด 3 คน

กลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด พบว่ามีพนักงานที่มีระดับรายได้มาก 1 คน มีระดับรายได้ปานกลาง 13 คน และมีระดับรายได้น้อย 3 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 ผลการทดลองของตัวแบบ ด้วยวิธีนาอีฟเบส์

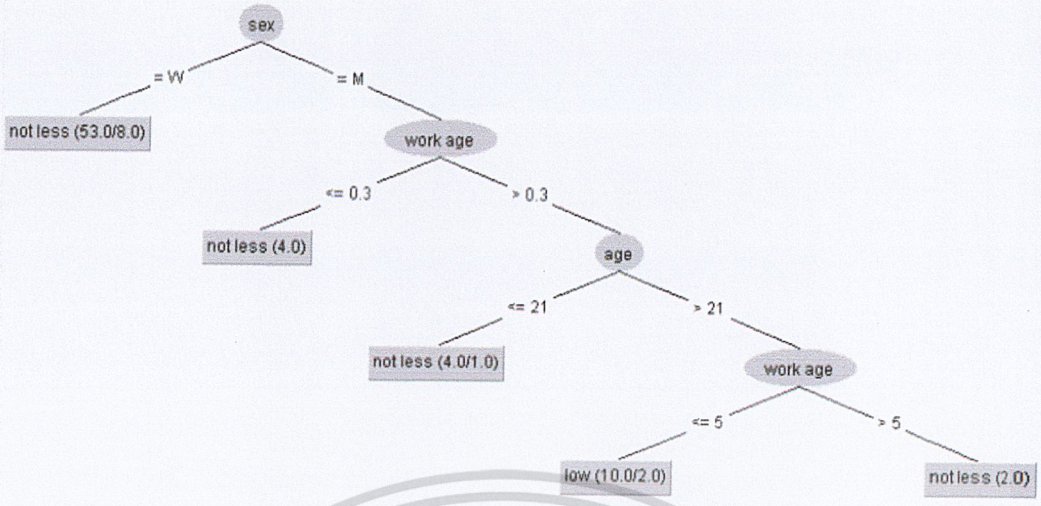
ค่าความถูกต้อง (Accuracy) (%)	ค่าความแม่นยำ (Recall) (%)	ค่าความระลึก (Precision) (%)	ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) (%)	ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) (%)	ค่าประสิทธิภาพ (F-Measure) (%)
73.97	74.00	71.30	33.38	18.28	72.30

จากตารางที่ 4.18 ผลการทดลองของตัวแบบด้วยวิธีนาอีฟเบส์ ใช้ข้อมูลอายุ อายุงาน เพศ สถานภาพสมรส ระดับรายได้ของพนักงาน และกลุ่มพนักงาน รวมจำนวน 6 ตัวแปร จะเห็นว่าผลของการทดลองมีค่าความถูกต้องที่ 73.97% ค่าความแม่นยำ 74.00% ค่าความระลึก 71.30% ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย 33.38% ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย 18.28% และค่าประสิทธิภาพ 78.70%

4.4.2 การจำแนก โดยใช้วิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Method)

วิธีต้นไม้ตัดสินใจเป็นวิธีที่สอดคล้องกับการตัดสินใจจริงของมนุษย์ และถูกแสดงเป็นภาพที่เข้าใจง่าย สามารถทำงานได้ดีกับข้อมูลที่มีความเกี่ยวพันของข้อมูลสูง ซึ่งให้ผลเร็วเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปใช้งานได้ และให้ความแม่นยำสูง วิธีต้นไม้ตัดสินใจเป็นตัวแบบ โดยการนำข้อมูลมาสร้างตัวแบบการพยากรณ์ ในรูปแบบของโครงสร้างต้นไม้ จะทำการจำแนกกลุ่มโดยกำหนดให้กลุ่มพนักงานคือ พนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (low) มีจำนวน 17 คน และพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (not less) มีจำนวน 56 คน ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.7 โดยพนักงานทั้งสองกลุ่ม มีจำนวนทั้งหมด 73 คน โดยแบ่งข้อมูลเรียนรู้เป็น 10 ส่วนเท่าๆกัน ด้วยวิธีการตรวจสอบไขว้ โดยใช้ข้อมูล 9 ส่วน เพื่อทำการสร้างตัวแบบ และใช้ข้อมูลที่เหลือ 1 ส่วน เพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แผนภาพการจำแนก โดยใช้วิธีต้นไม้ตัดสินใจ

จากรูปที่ 4.4 จะเห็นว่าพนักงานเพศชาย ที่มีช่วงอายุงานมากกว่า 3 เดือน แต่ไม่เกิน 5 ปี และมีอายุมากกว่า 21 ปีเป็นตัวกำหนดกลุ่มของพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 4.19 ผลที่ได้จากแผนภาพการจำแนก โดยใช้วิธีต้นไม้ตัดสินใจ

คุณลักษณะของพนักงาน	กลุ่มพนักงาน		รวม
	ที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด	ที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด	
เพศหญิง	8	45	53
เพศชาย ที่มีอายุงานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 เดือน	0	4	4
เพศชาย ที่มีอายุงานมากกว่า 3 เดือน และมีอายุน้อยกว่า หรือเท่ากับ 21 ปี	1	3	4
เพศชายที่มีอายุมากกว่า 21 ปี และมีช่วงอายุงานมากกว่า 3 เดือน แต่ไม่เกิน 5 ปี	8	2	10
เพศชายที่มีอายุมากกว่า 21 ปี และมีช่วงอายุงานมากกว่า 5 ปี	0	2	2
รวม	17	56	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.19 จะเห็นว่ากลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจัดอยู่ในคุณลักษณะของพนักงาน คือ พนักงานเพศชายที่มีอายุมากกว่า 21 ปี และมีช่วงอายุงานมากกว่า 3 เดือน แต่ไม่เกิน 5 ปี มีพนักงานจำนวน 8 คน จากพนักงาน 10 คน

ตารางที่ 4.20 ผลการทดลองของตัวแบบ ด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ

ค่าความถูกต้อง (Accuracy) (%)	ค่าความแม่นยำ (Recall) (%)	ค่าความระลึก (Precision) (%)	ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) (%)	ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) (%)	ค่าประสิทธิภาพ (F-Measure) (%)
76.71	76.70	73.70	31.44	20.22	74.40

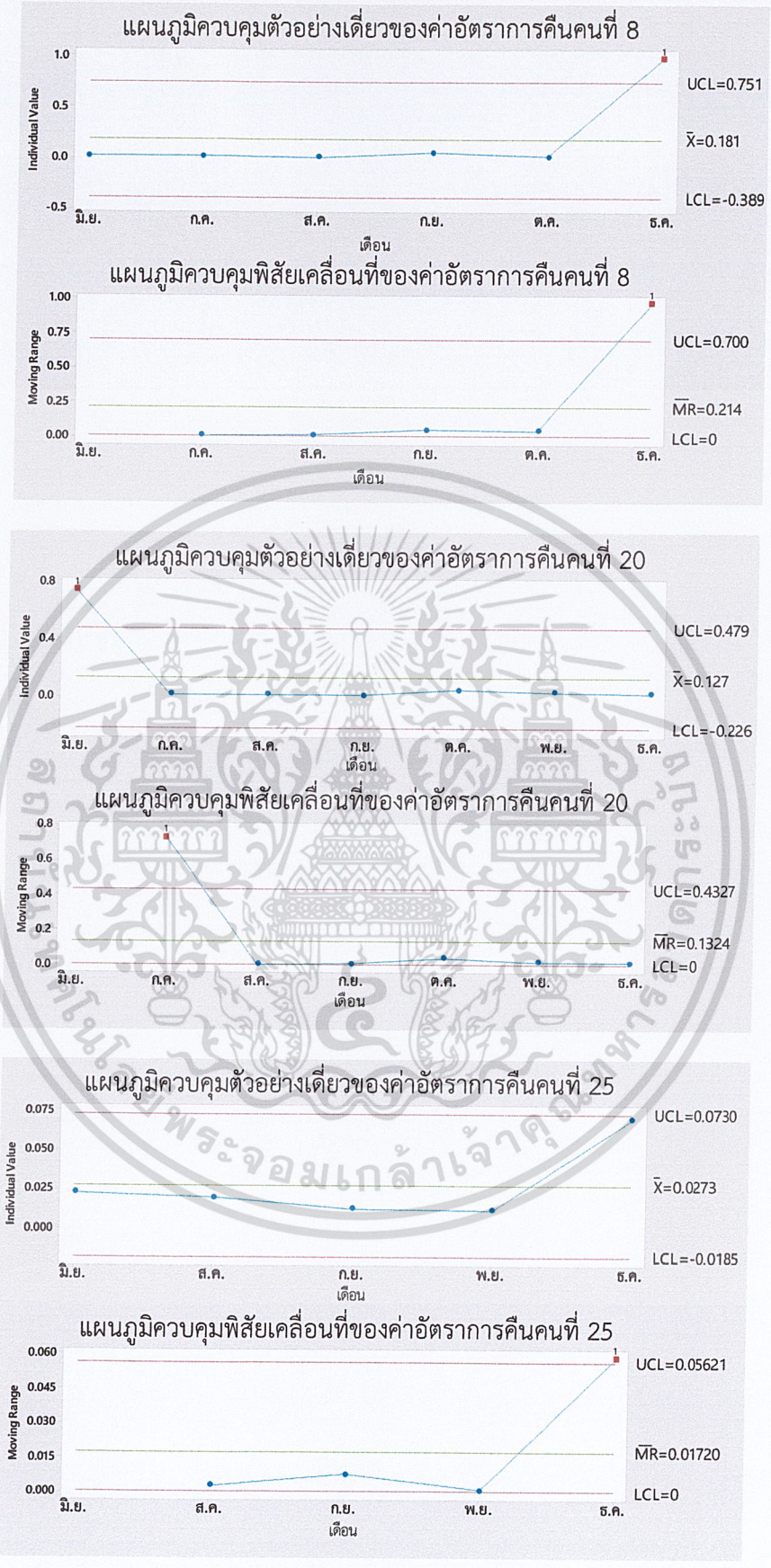
จากตารางที่ 4.20 ผลการทดลองของตัวแบบด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ ใช้ข้อมูลอายุ อายุงาน เพศ สถานภาพสมรส ระดับรายได้ของพนักงาน และกลุ่มพนักงาน รวมจำนวน 6 ตัวแปร จะเห็นว่าผลของการทดลองมีค่าความถูกต้องที่ 76.71% ค่าความแม่นยำ 76.70% ค่าความระลึก 73.70% ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย 31.44% ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย 20.22% และค่าประสิทธิภาพ 74.40%

4.5 วิเคราะห์ความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่

จากข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 นำมาสร้างแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่เพื่อศึกษาความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแผนกขัดจิวเวลรี่ ว่ามีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) อยู่ภายใต้การควบคุมหรืออยู่นอกการควบคุม แสดงถึงความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแต่ละคนว่าเป็นปกติหรือผิดปกติ โดยผู้วิจัยใช้ทางเลือก Test ในโปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB เพื่อวิเคราะห์ความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแต่ละคนว่าเป็นปกติหรือผิดปกติ เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ ได้ผลดังนี้

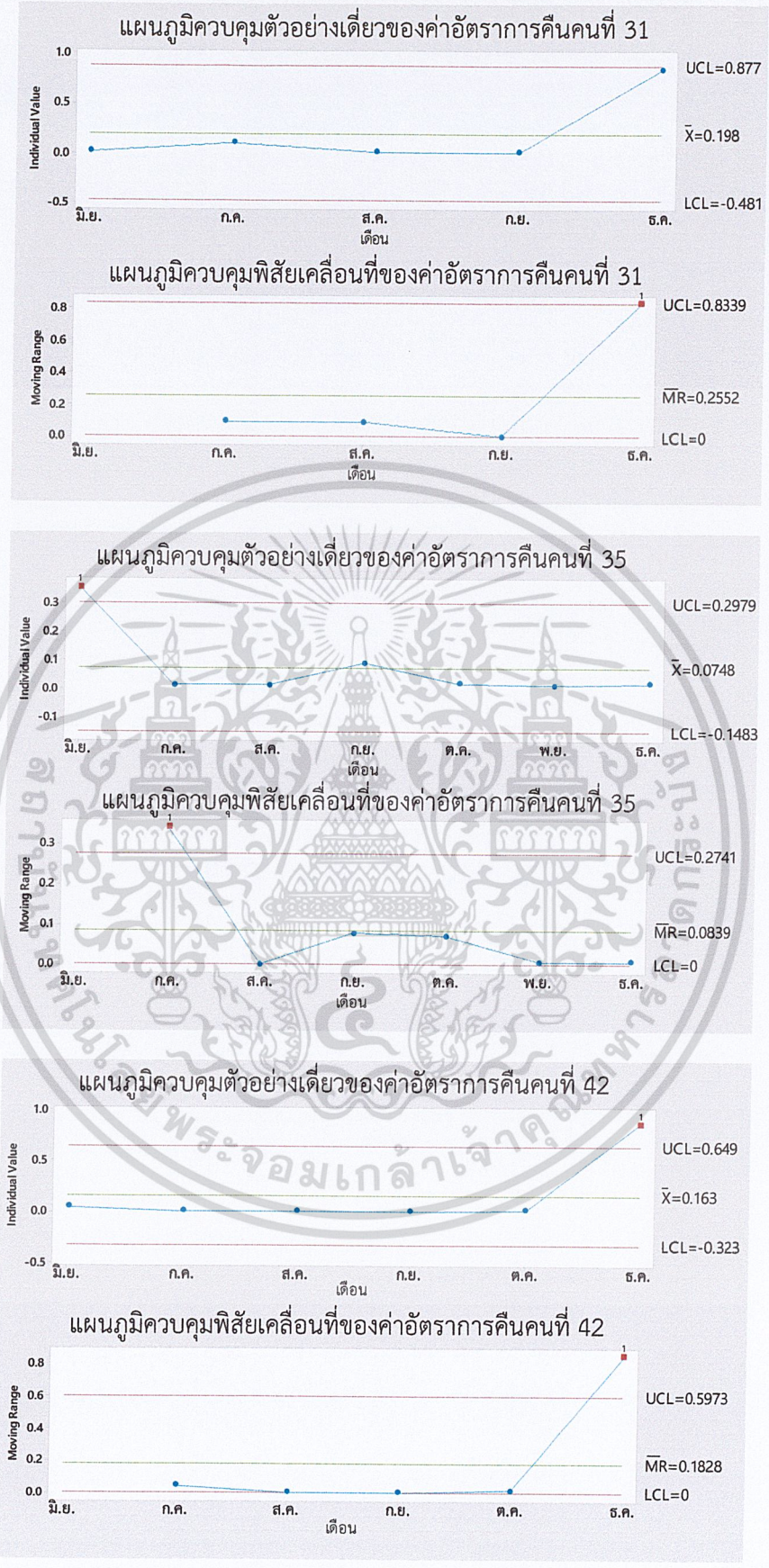
กรณีที่ 1 มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่สูงผิดปกติ แสดงถึงพนักงานมีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) สูงกว่าเส้น UCL จำนวน 8 คน ได้แก่ พนักงานคนที่ 8, 20, 25, 31, 35, 42, 47 และ 49 แสดงดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



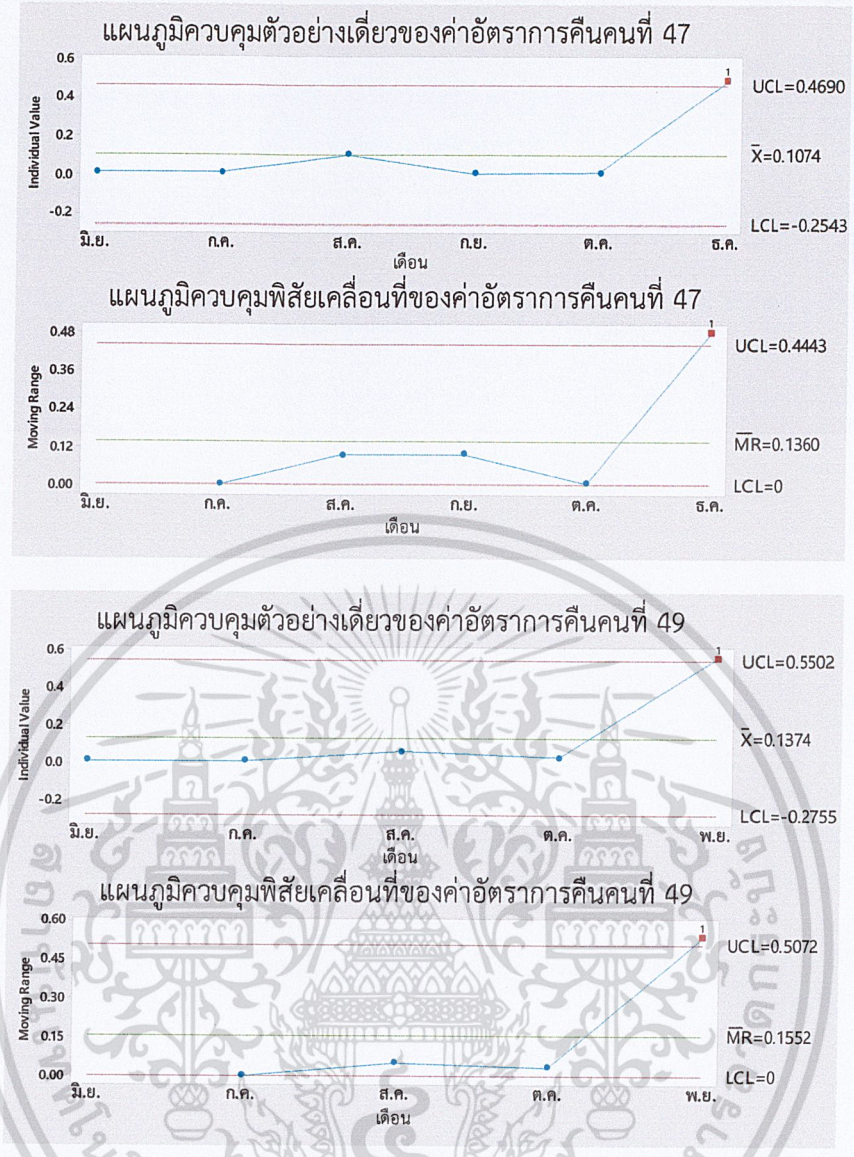
รูปที่ 4.5 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่สูงผิดปกติ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่สูงผิดปกติ

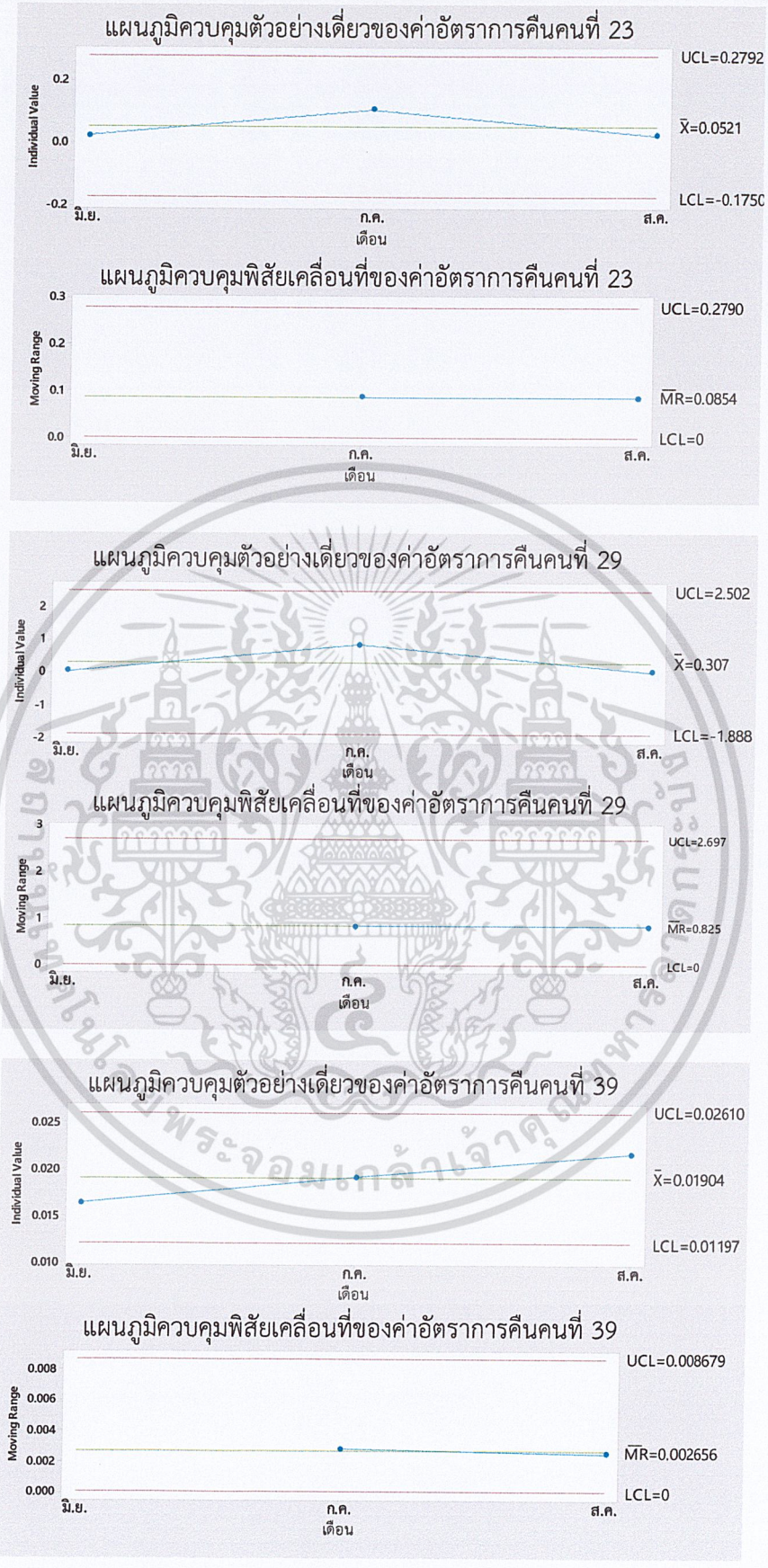
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่สูงผิดปกติ

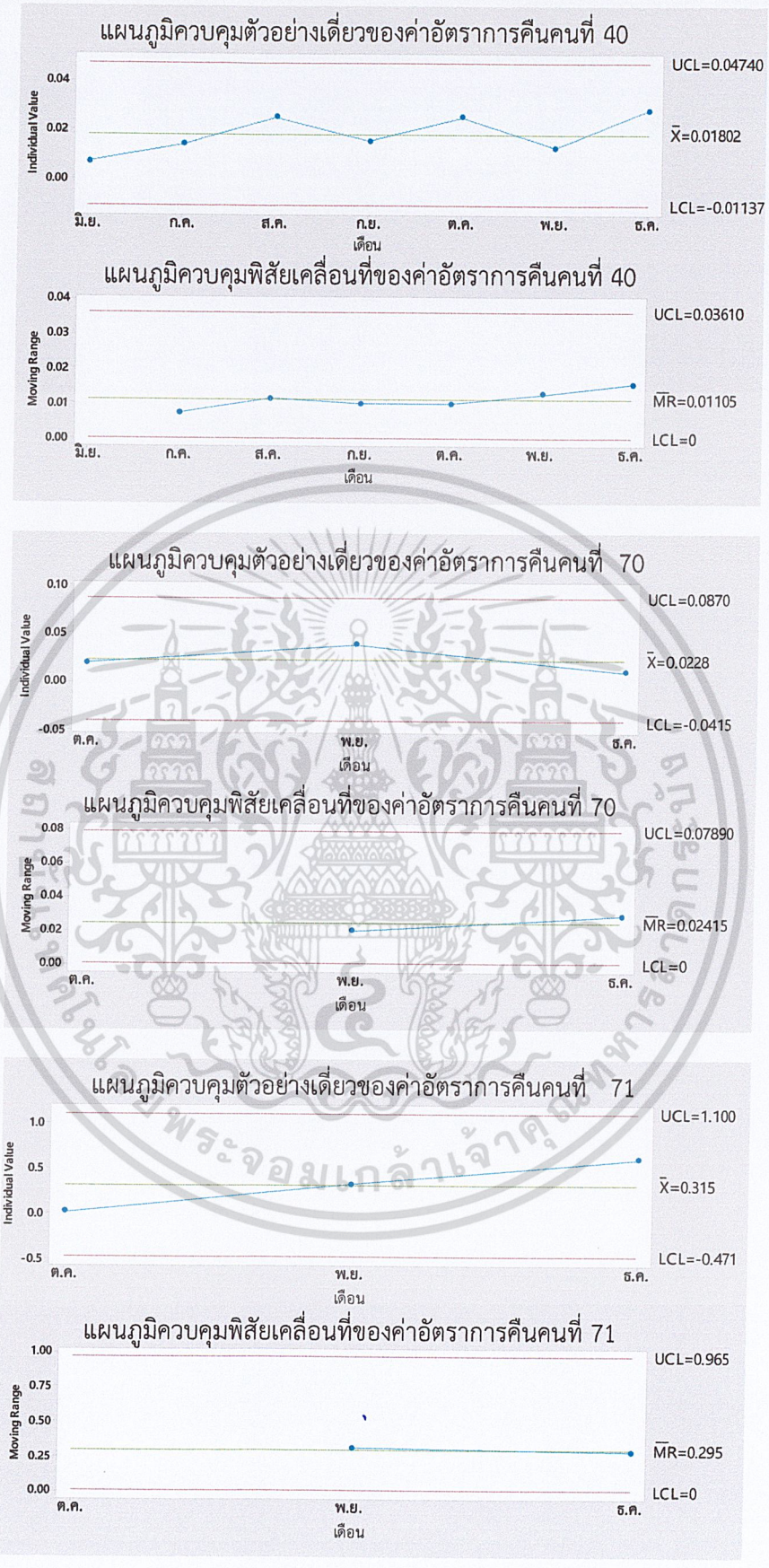
กรณีที่ 2 มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่คงที่ แสดงถึงพนักงานมีการทำงานที่สม่ำเสมอ จำนวน 6 คน ได้แก่ พนักงานคนที่ 23, 29, 39, 40, 70 และ 71 แสดงดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่คงที่

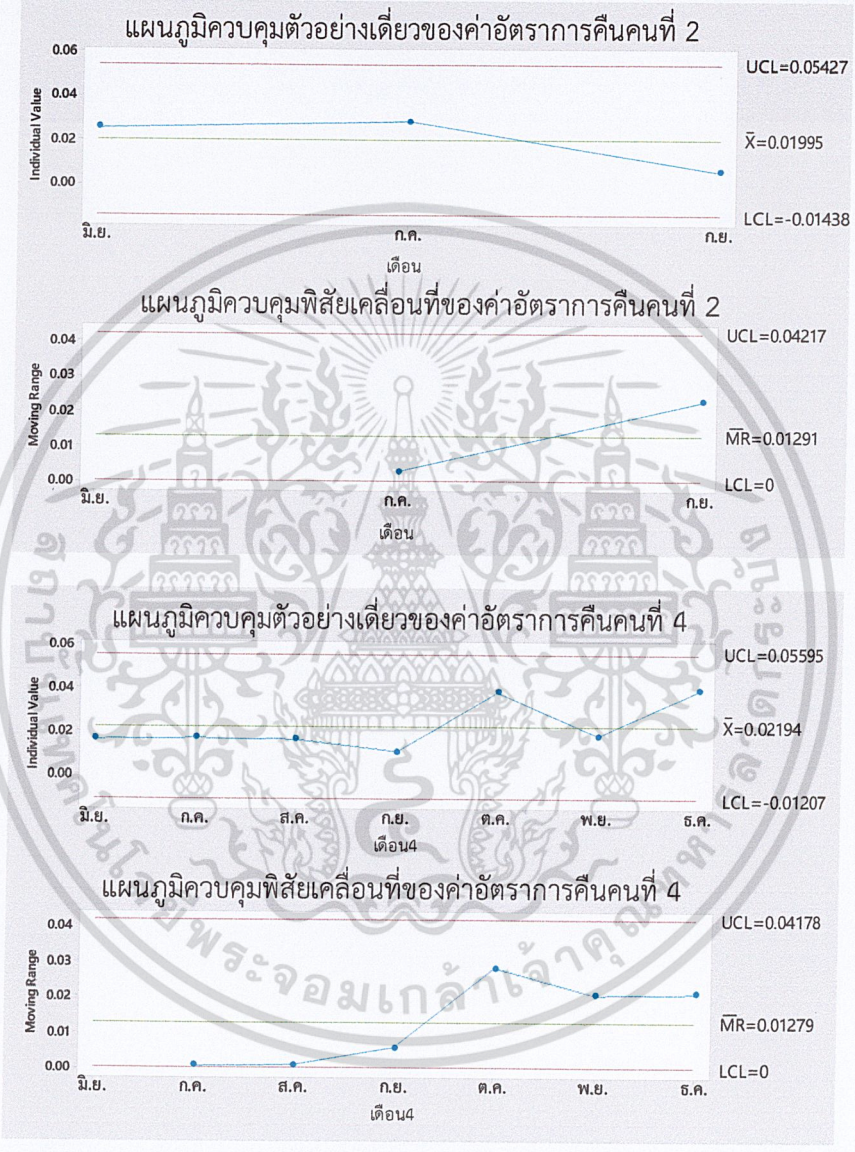
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่คงที่

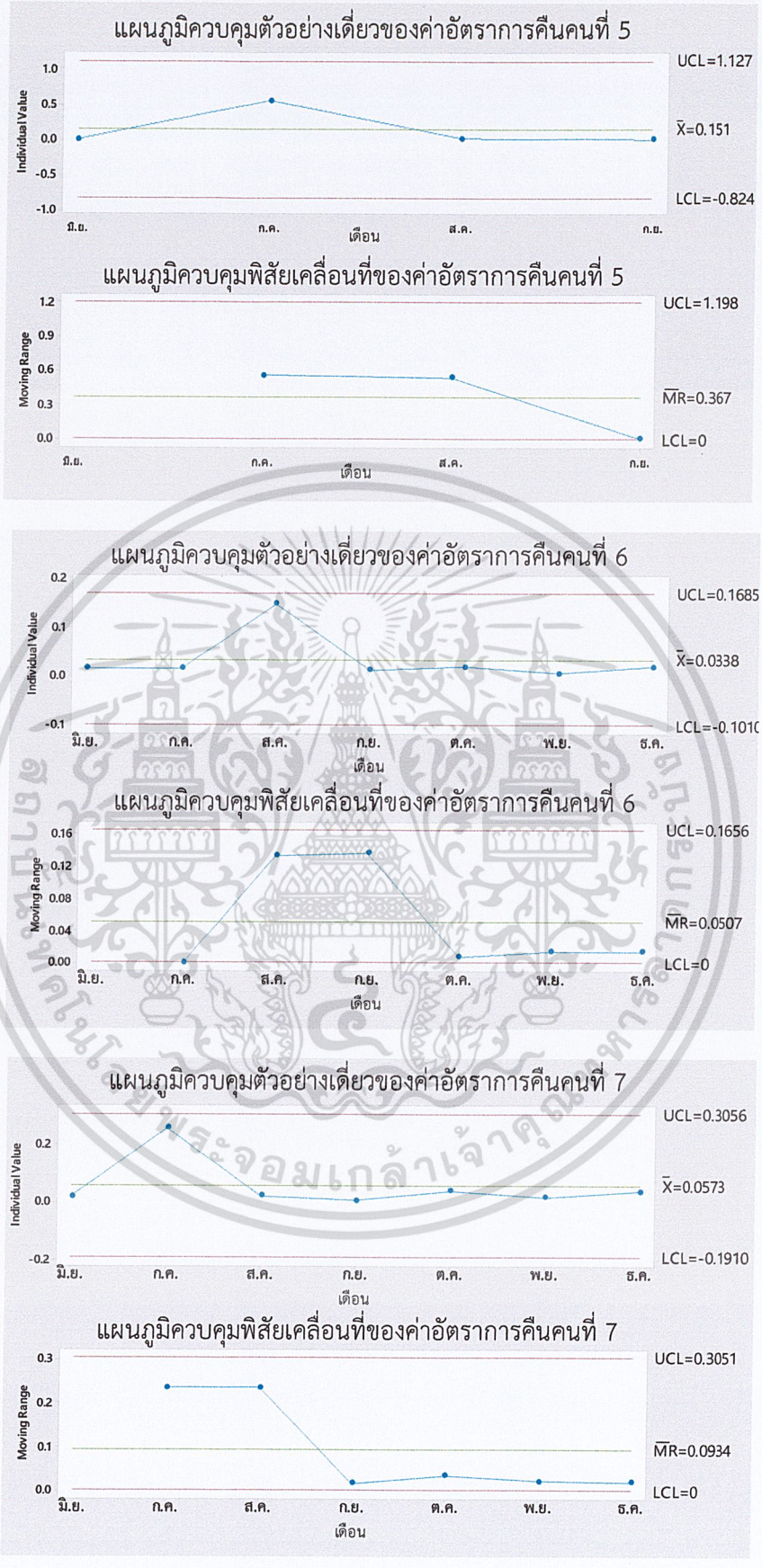
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 3 มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่ หรือเดือนที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำมาก แสดงถึงค่าอัตราการคืน (เศษทอง) อยู่ใกล้เส้นควบคุม LCL จำนวน 44 คน ได้แก่ พนักงานคนที่ 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 26, 27, 28, 30, 33, 34, 36, 37, 38, 43, 44, 45, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 57, 58, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68 และ 72 แสดงดังรูปที่ 4.7



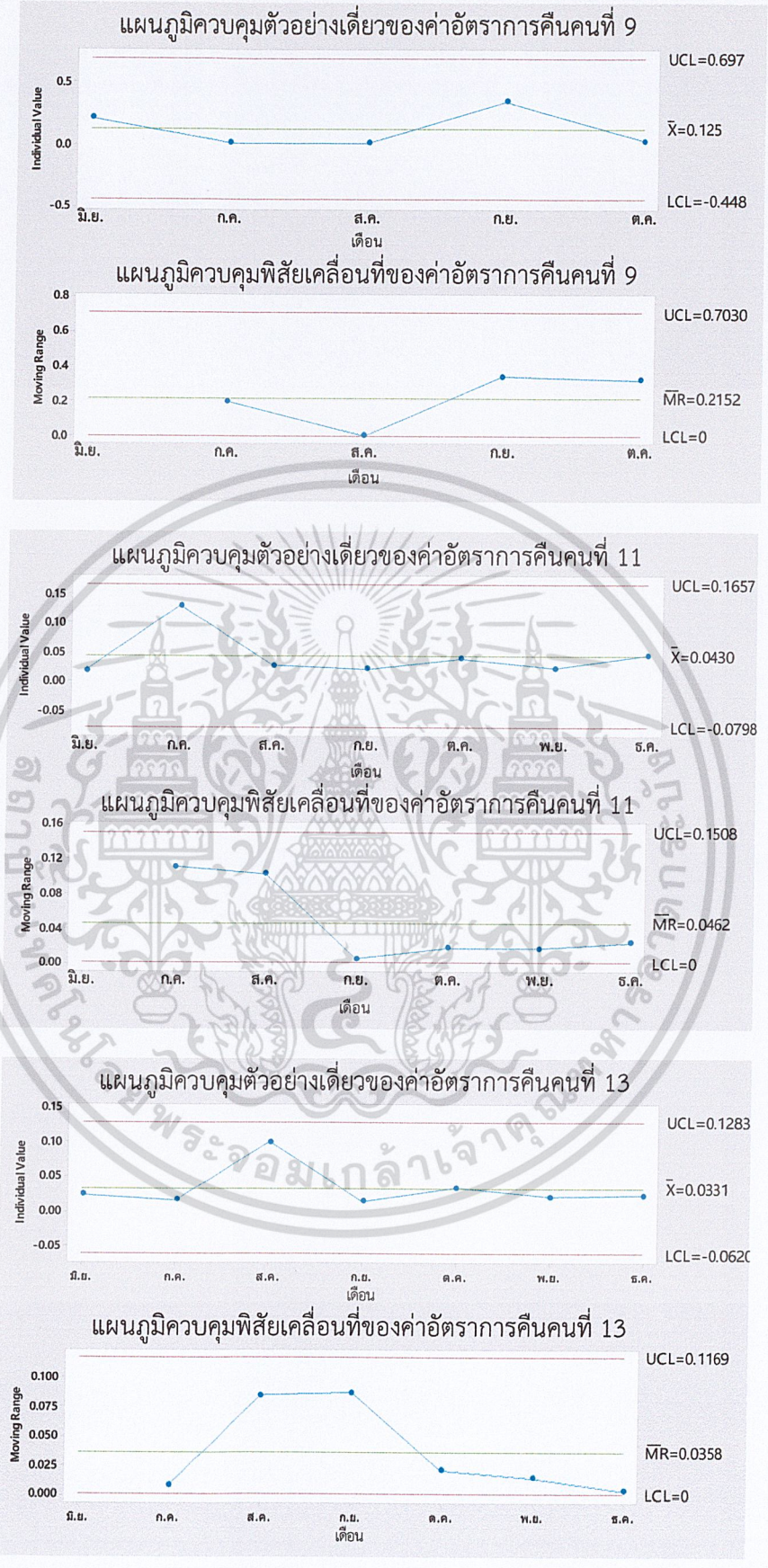
รูปที่ 4.7 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



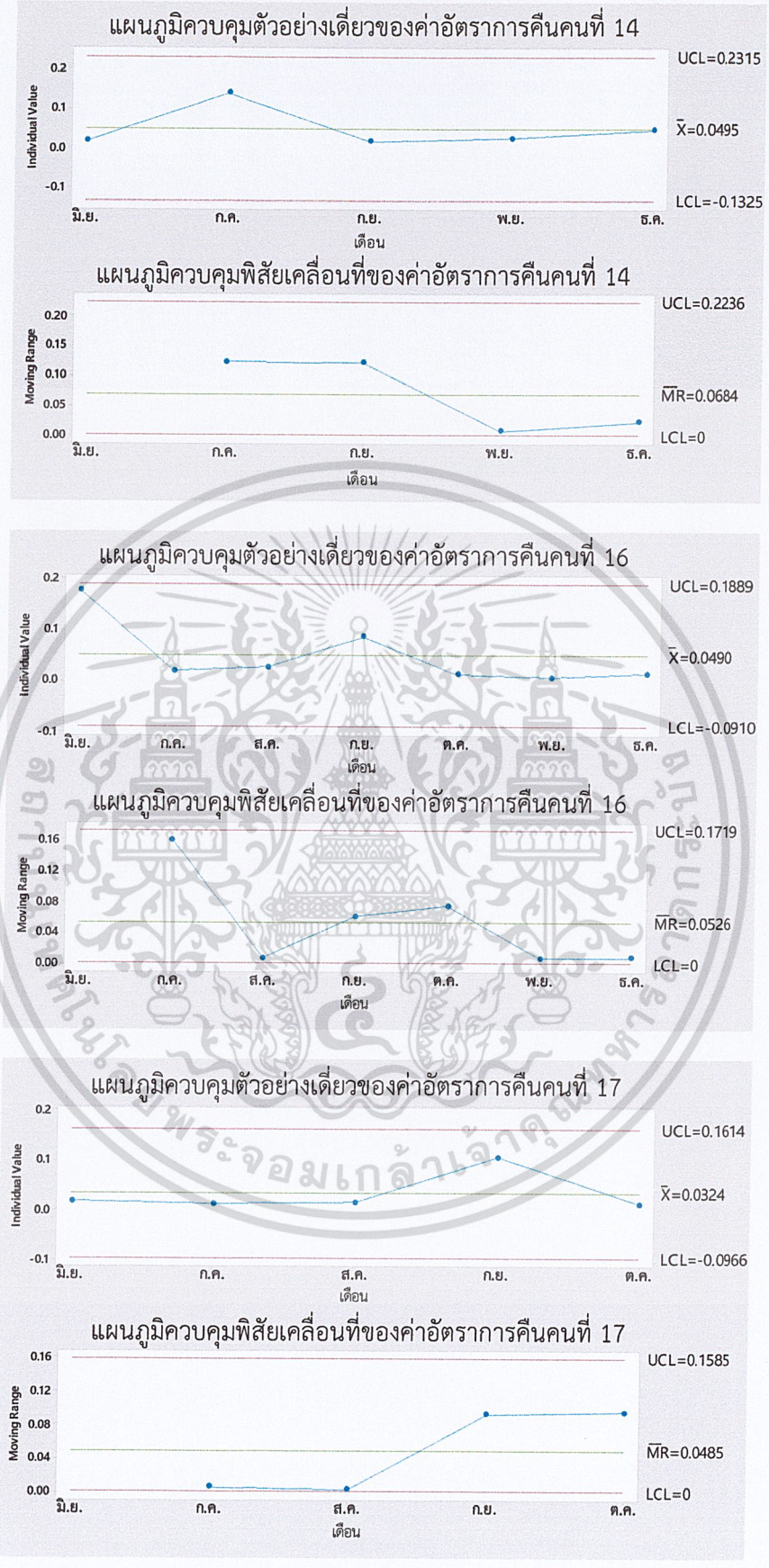
รูปที่ 4.7 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



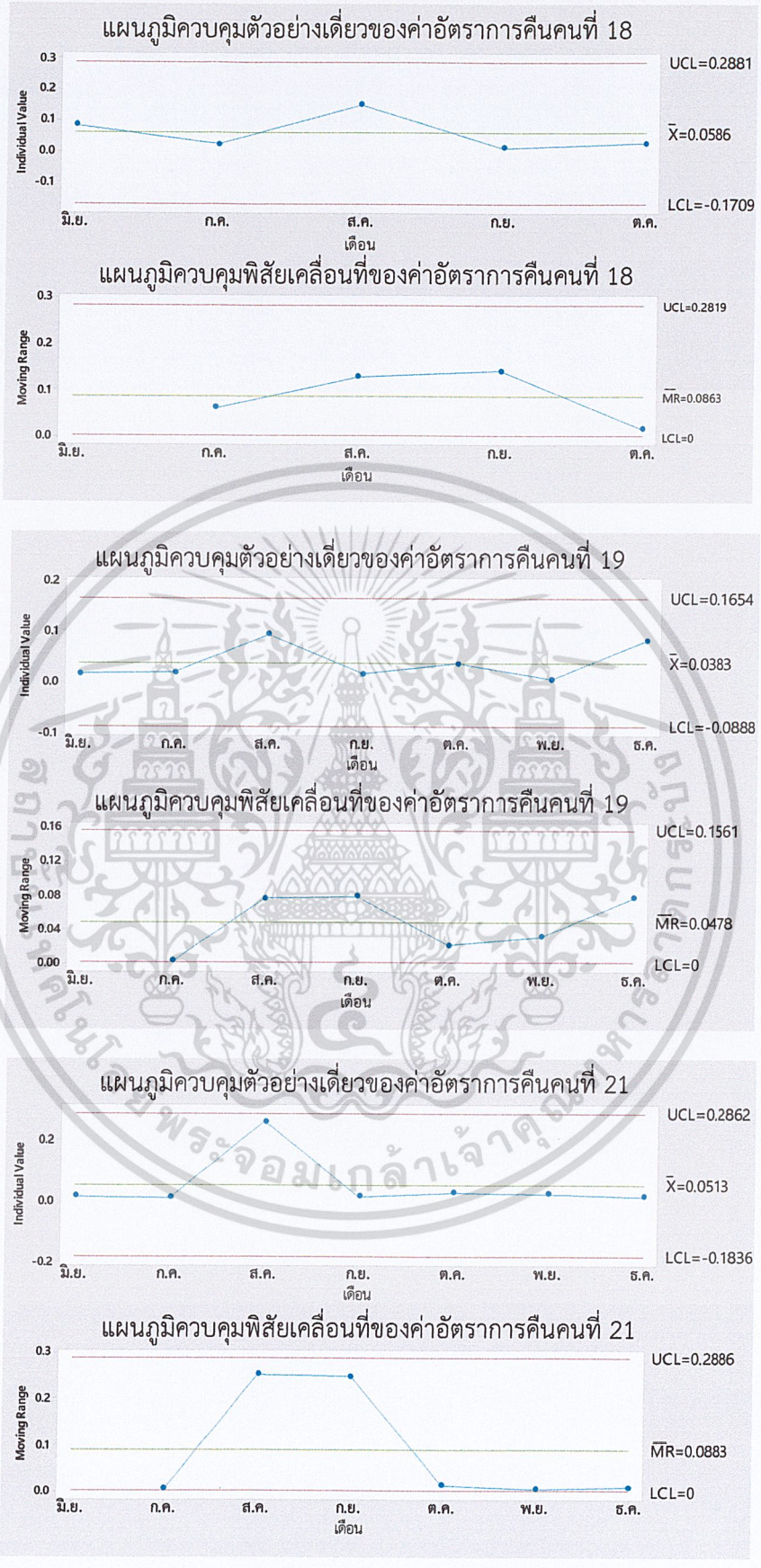
รูปที่ 4.7 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



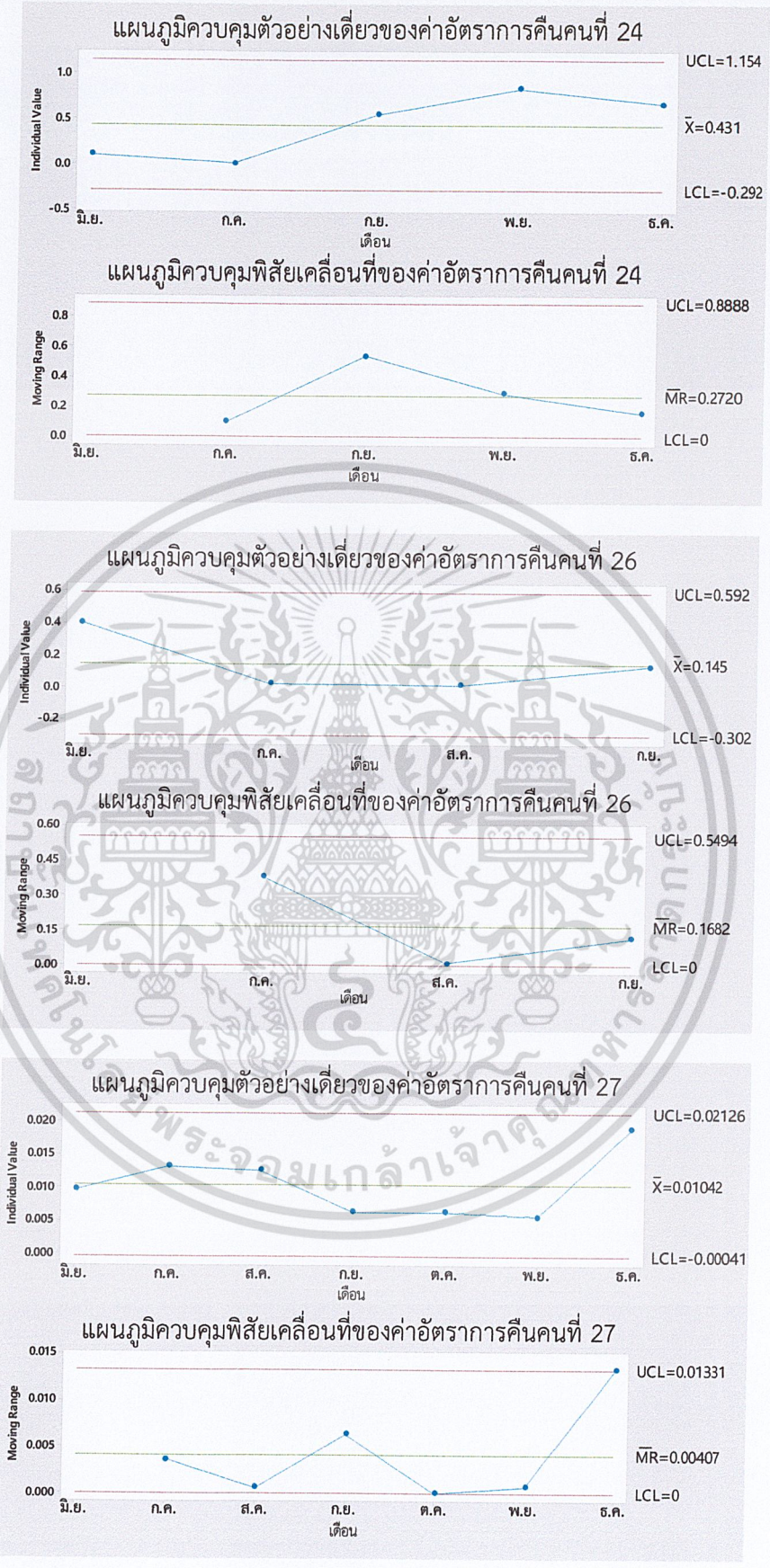
รูปที่ 4.7 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรคัดลอก ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



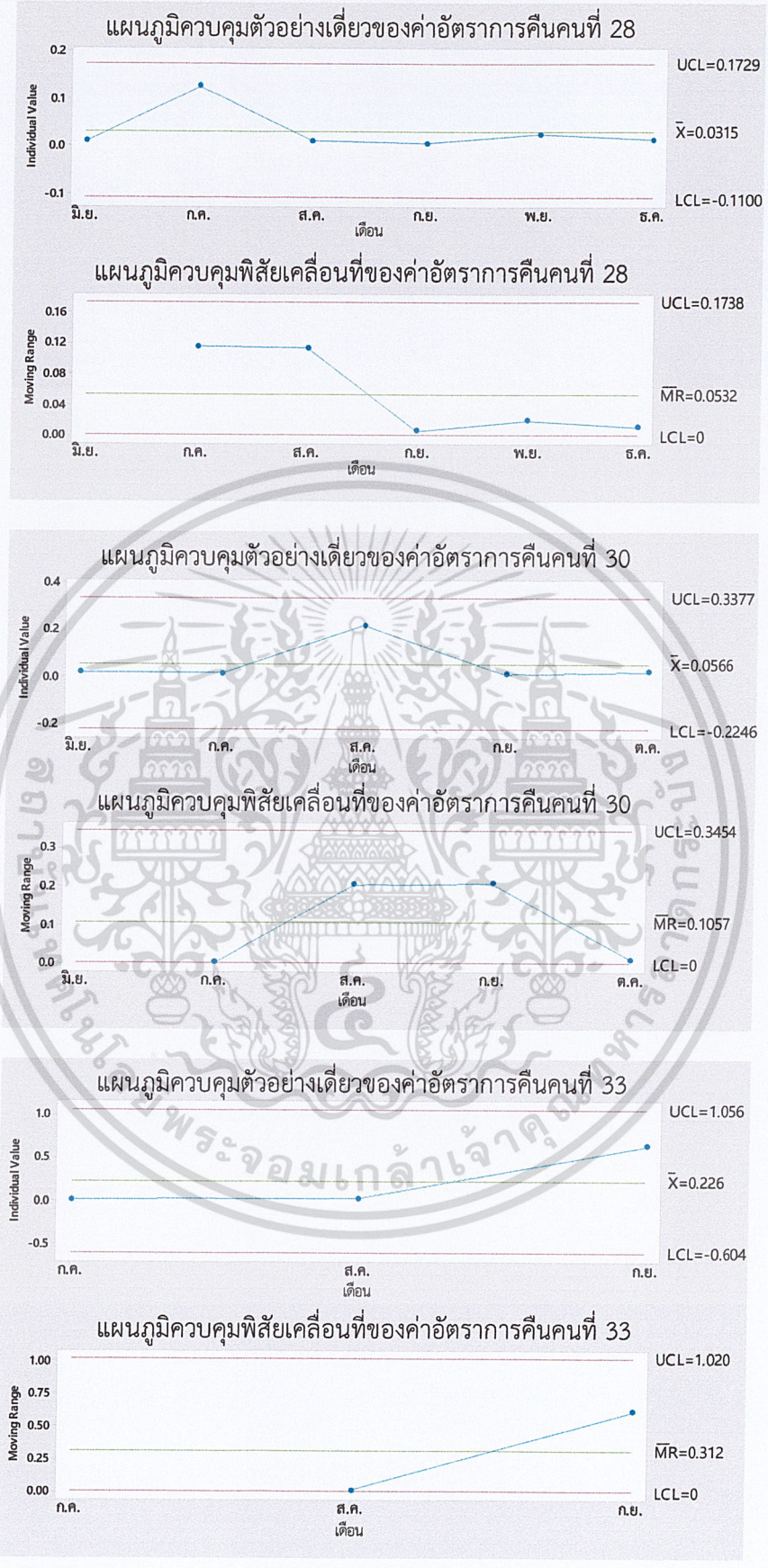
รูปที่ 4.7 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



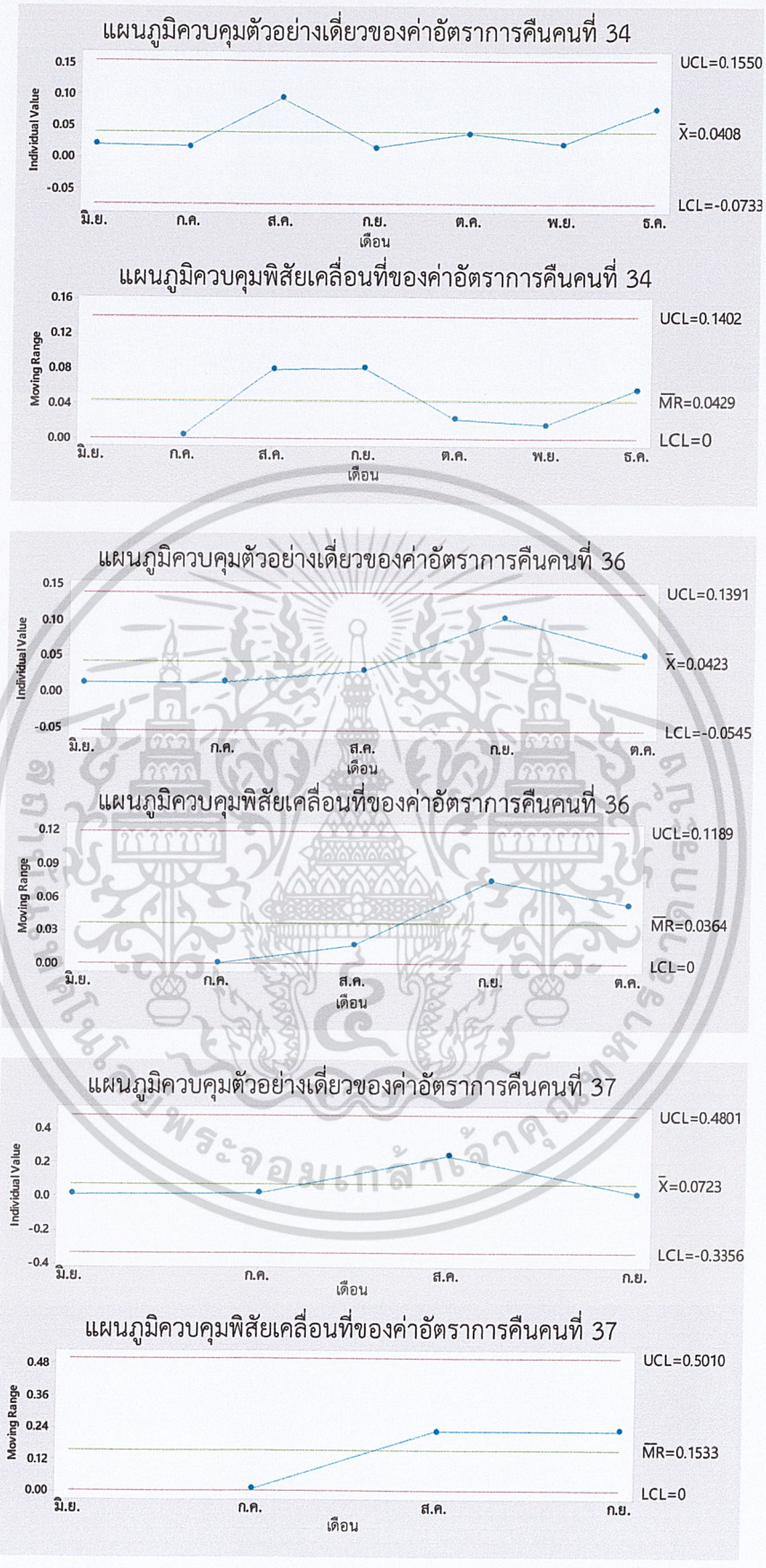
รูปที่ 4.7 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



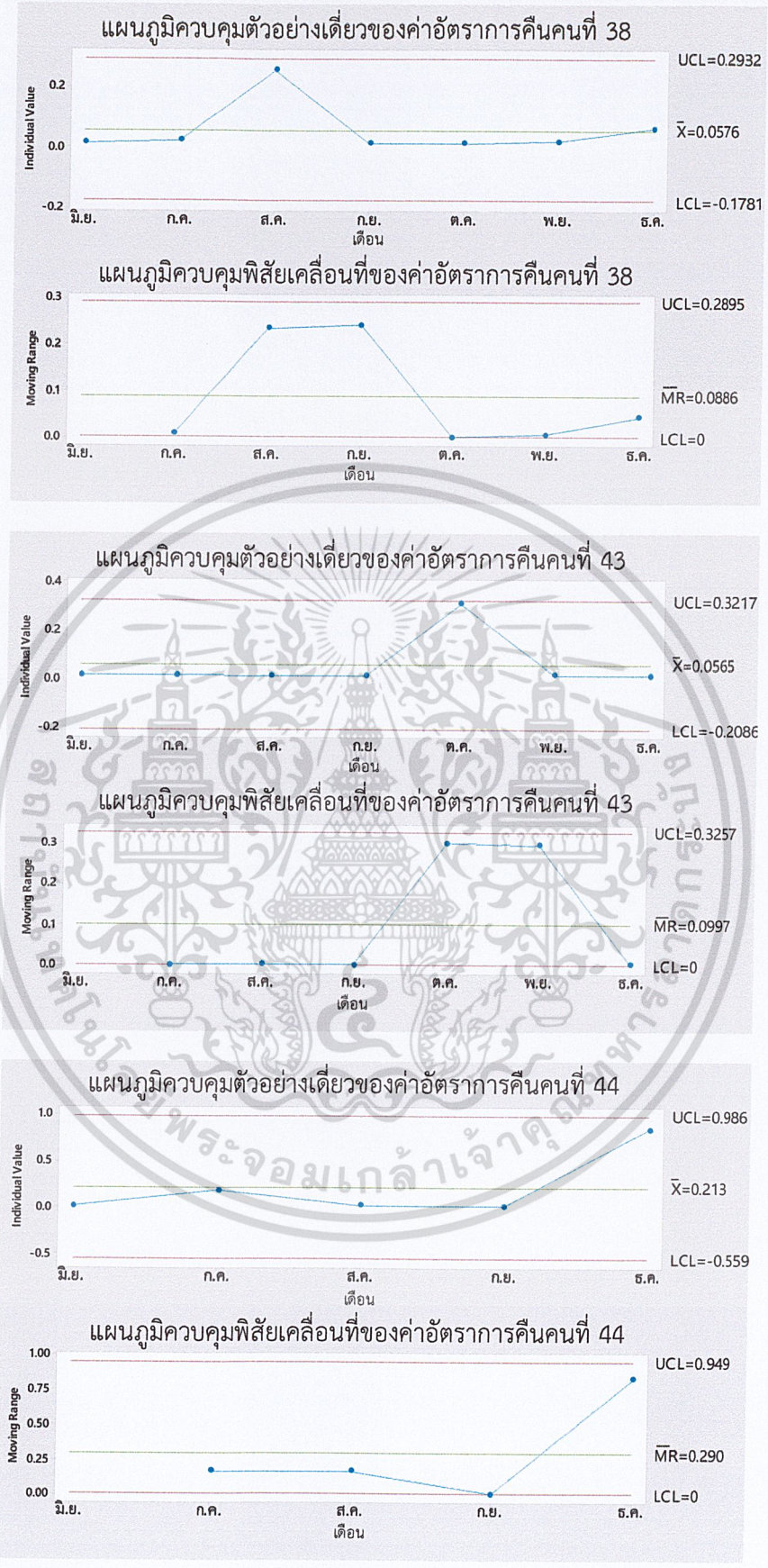
รูปที่ 4.7 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



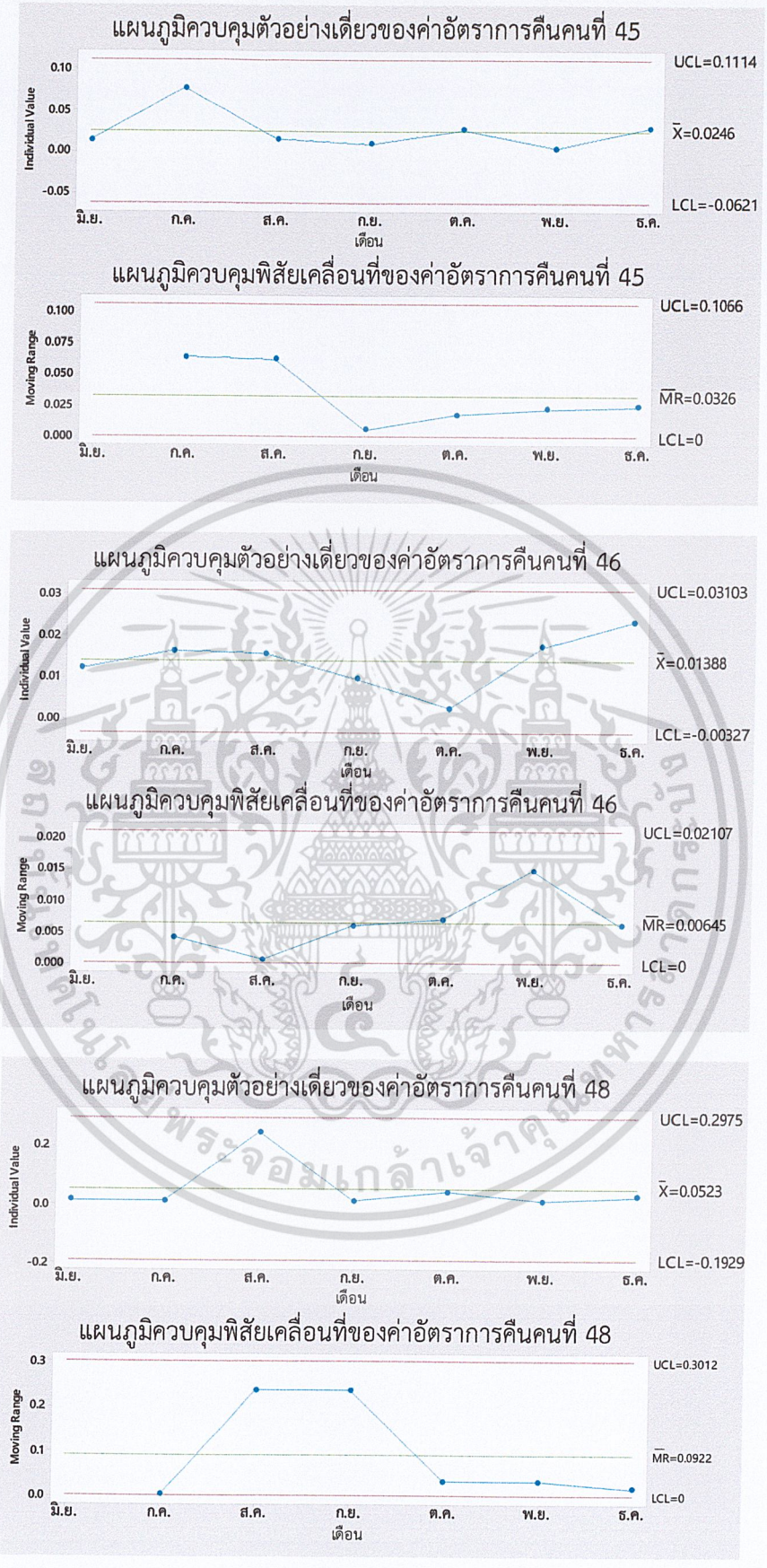
รูปที่ 4.7 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



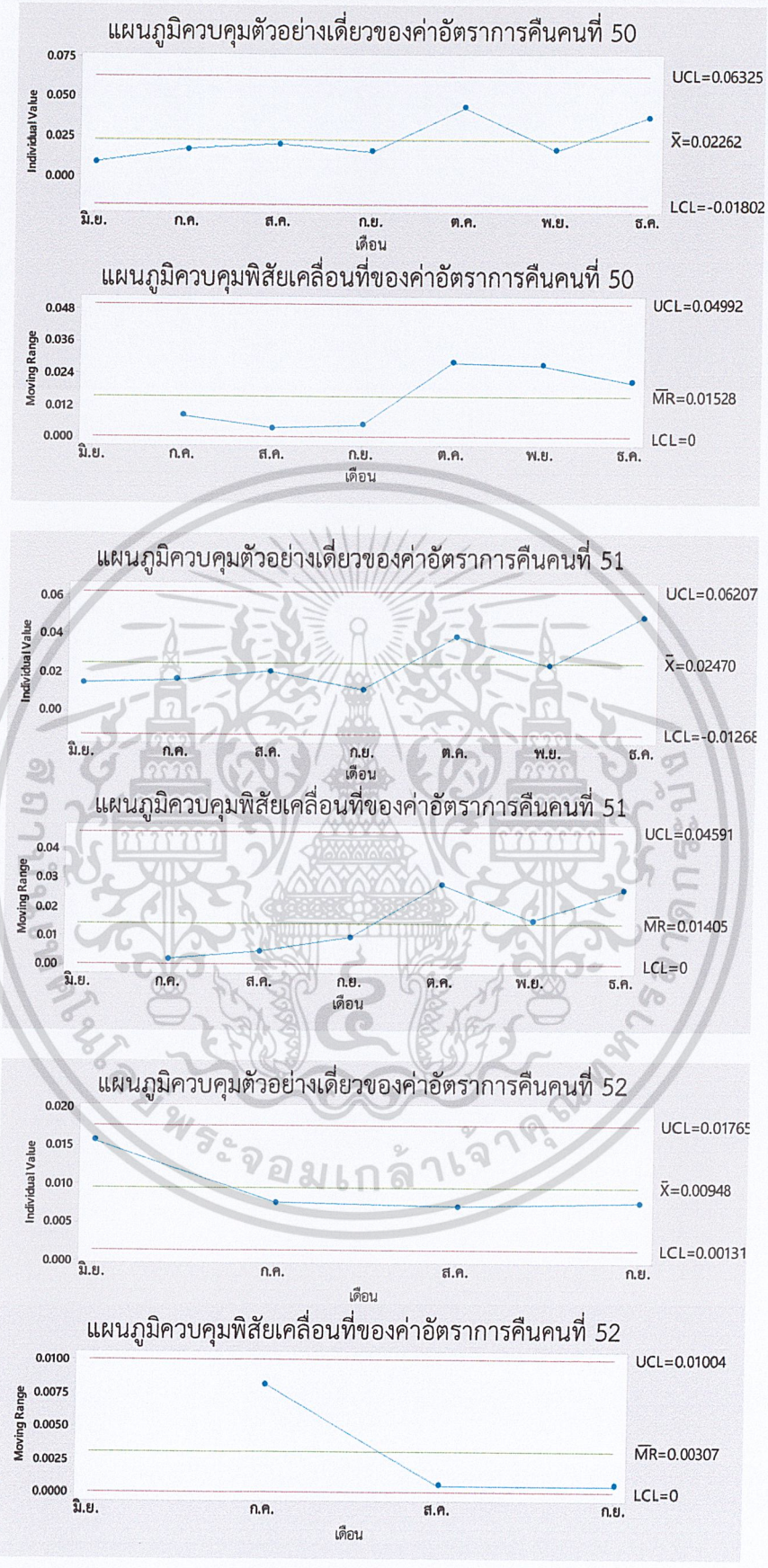
รูปที่ 4.7 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



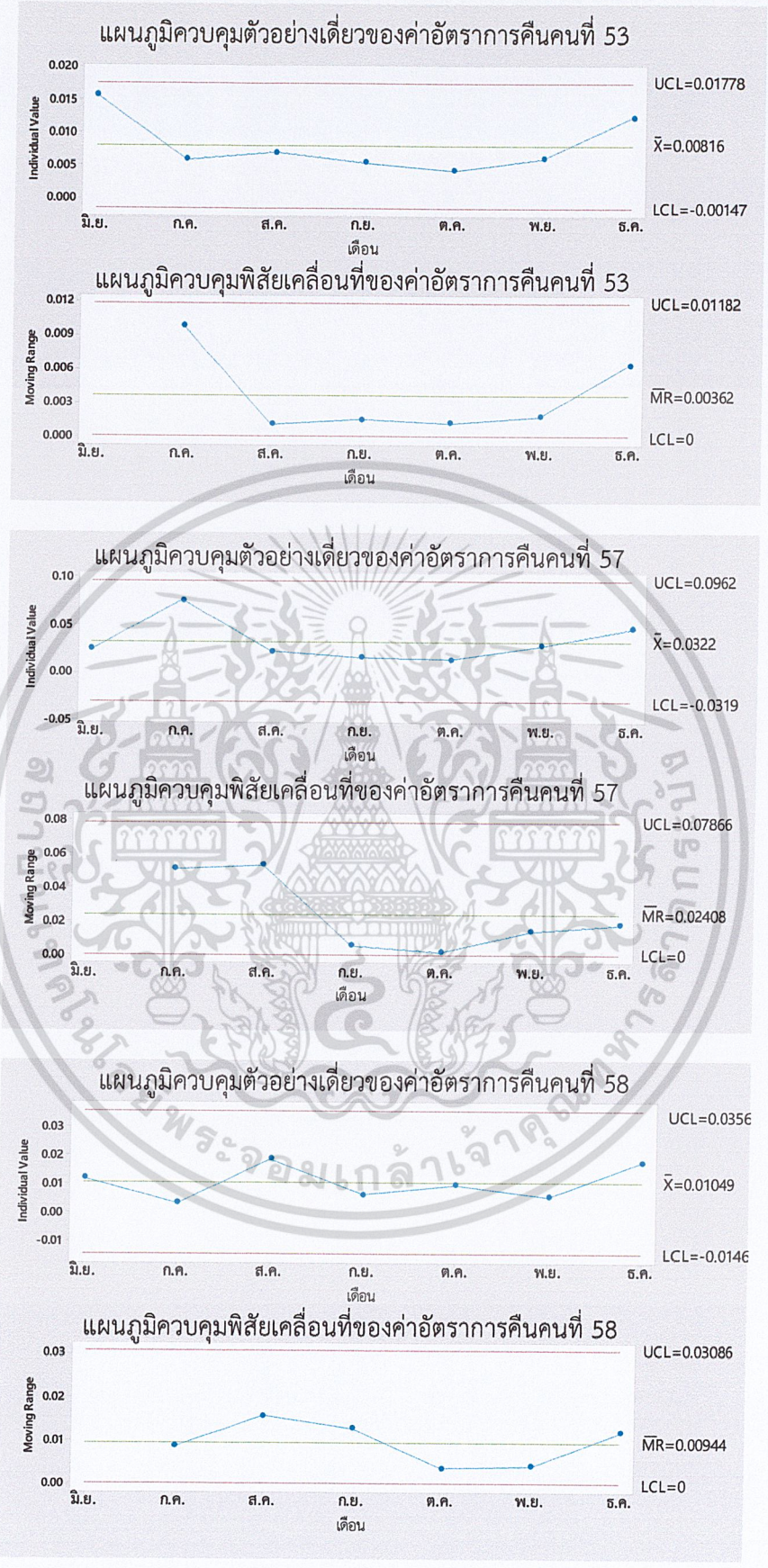
รูปที่ 4.7 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



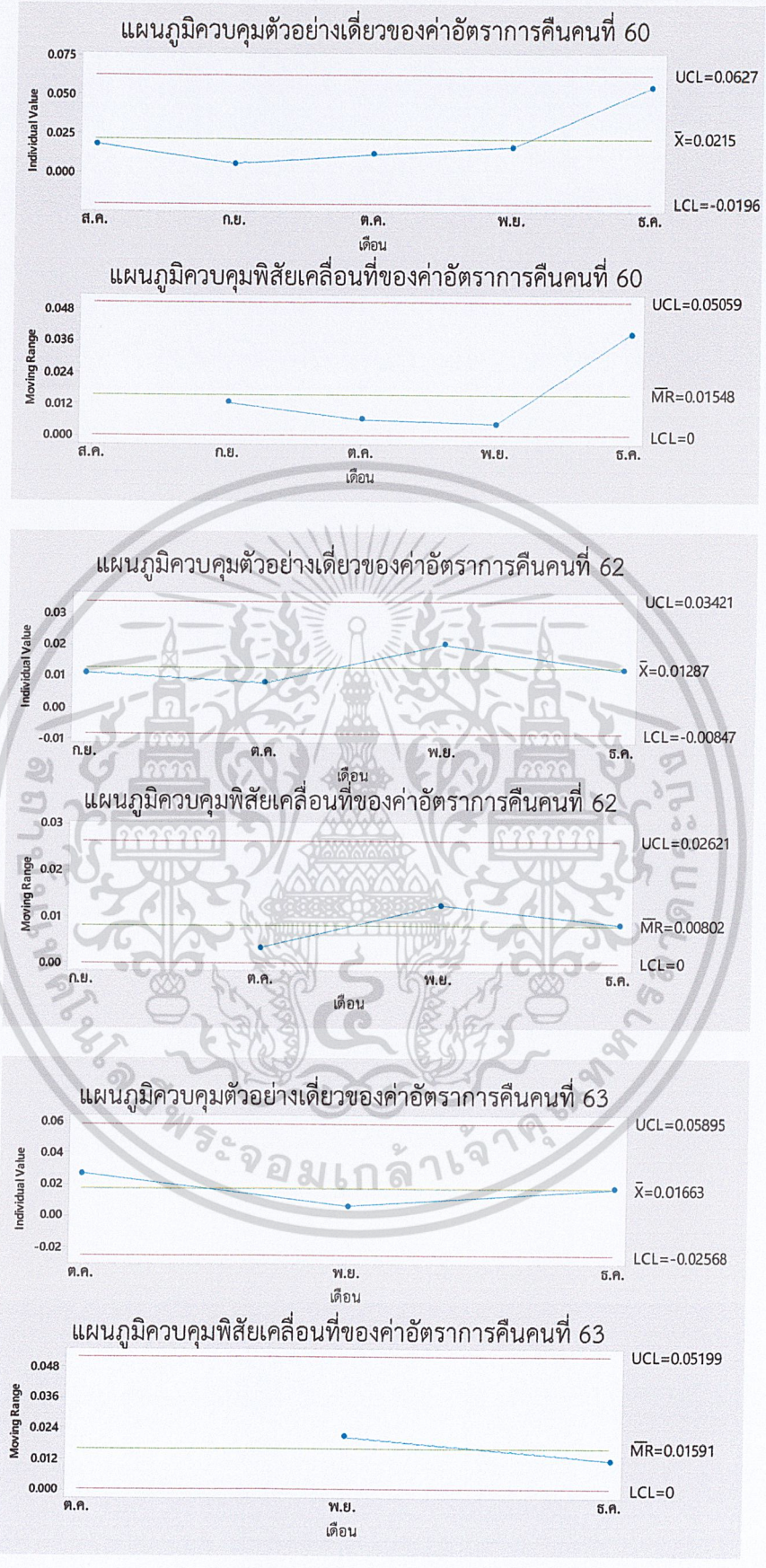
รูปที่ 4.7 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



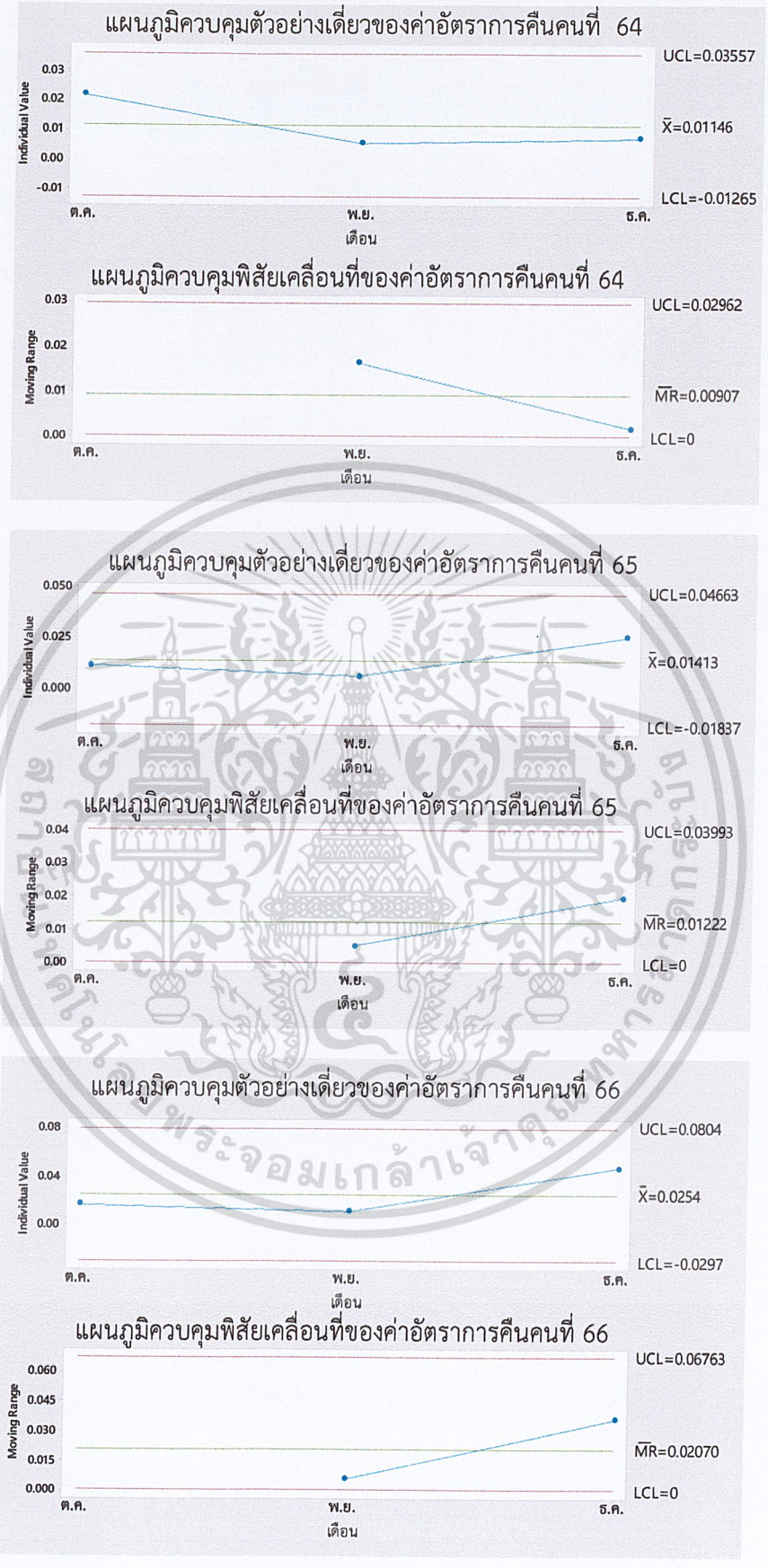
รูปที่ 4.7 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



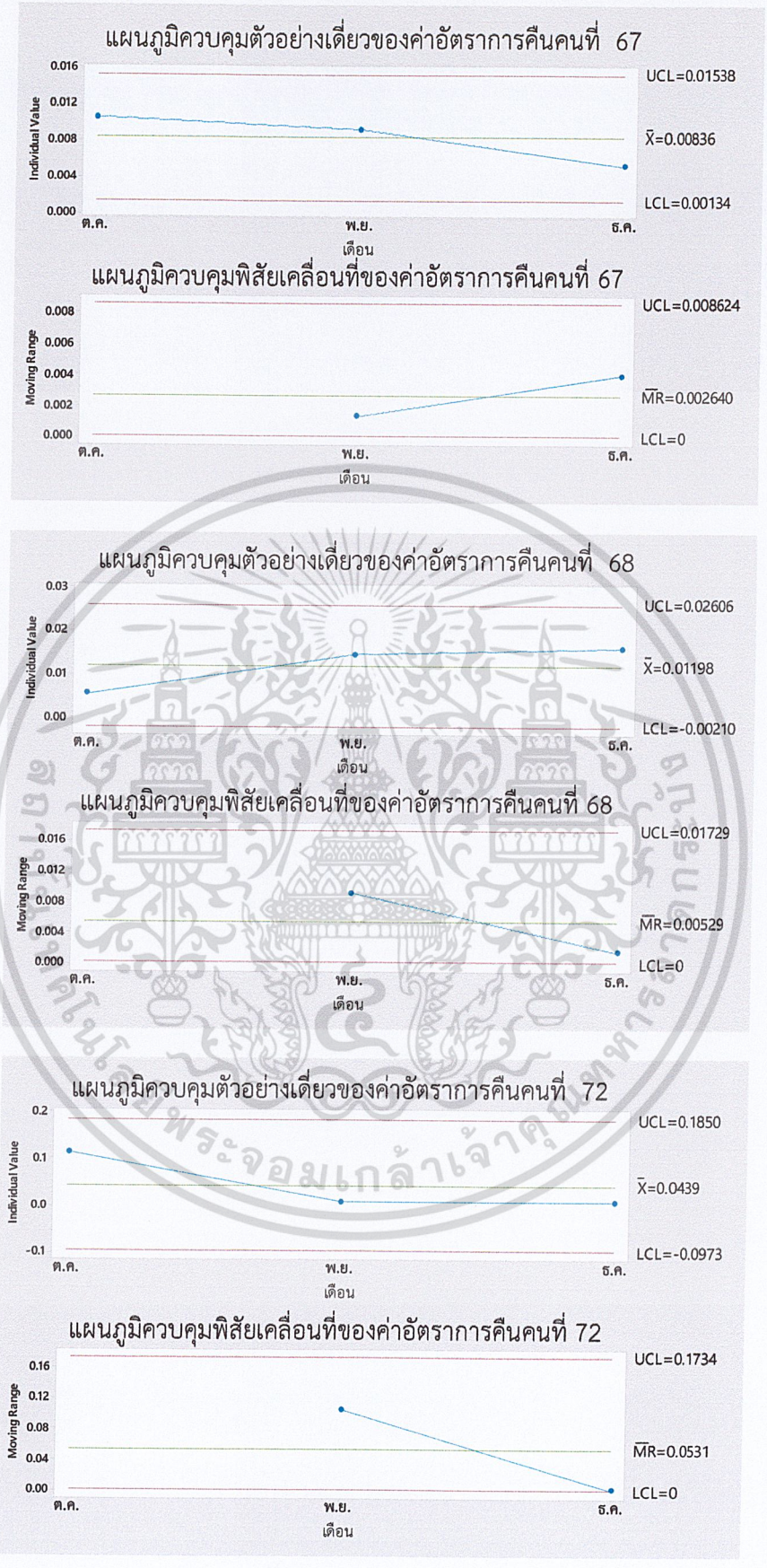
รูปที่ 4.7 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ กรณี มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับพนักงานคนที่ 1, 3, 10, 12, 15, 22, 32, 41, 54, 55, 56, 59, 61, 69 และ 73 ไม่ได้นำไปสร้างแผนภูมิควบคุม เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านข้อมูลที่น้อยมาก จึงไม่สามารถวิเคราะห์ความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ได้

ในการสร้างแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และพิสัยเคลื่อนที่ ข้อมูลค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแต่ละคน ควรมีขนาดตัวอย่าง 20-30 แต่ทางผู้วิจัยมีข้อจำกัดด้านข้อมูลที่น้อย ซึ่งสำหรับผลการวิเคราะห์จากการสร้างแผนภูมิควบคุมดังกล่าวนี้ เป็นเพียงแนวทางให้แก่บริษัทเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

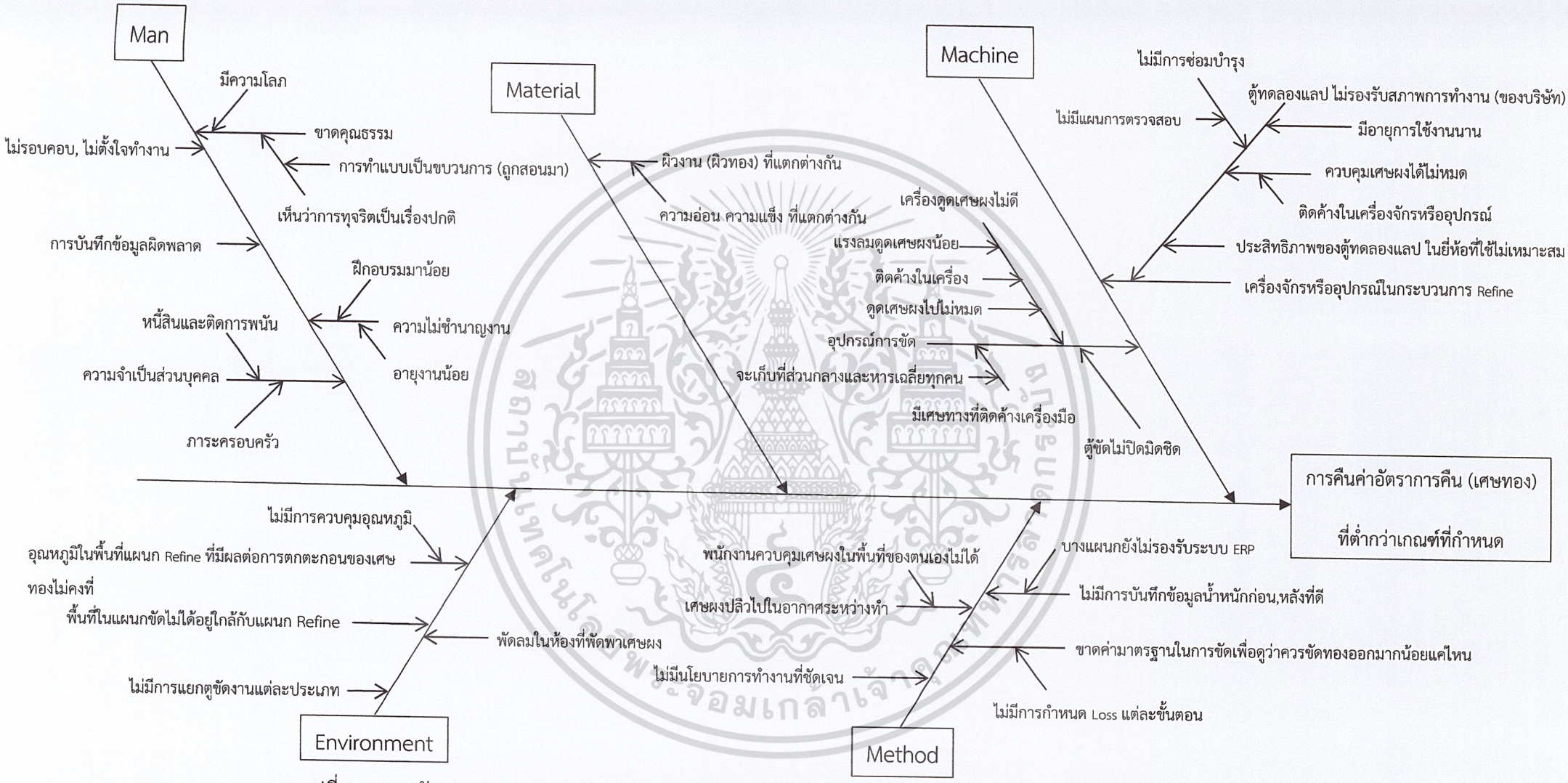
4.6 แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)

จากผลการศึกษาปัญหาการสูญเสียโลหะมีค่าในกระบวนการขัด พบว่าสาเหตุของการสูญเสีย คือ การคืนค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสามารถนำมาสร้างแผนผังแสดงเหตุและผลของสาเหตุการสูญเสีย การคืนค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ได้ดังต่อไปนี้

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-Depth Interview) แบบตัวต่อตัวกับระดับพนักงานชำนาญงานขัด 2 คน และพนักงานในแผนกขัด 5 คน เพื่อเปิดเผยทัศนคติ สิ่งจูงใจ ความเชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ เตรียมคำถามกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Interview) ลักษณะการสัมภาษณ์แบบ ไม่เป็นทางการ โดยการกำหนดคำถามออกเป็นประเด็นให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับเรื่องที่ทำวิจัย

ก่อนเริ่มทำการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้แสดงถึงวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ ขออนุญาตในการขอจดบันทึกลงสมุดระหว่างการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้มีปฏิสัมพันธ์แบบต่อหน้ากับผู้ให้สัมภาษณ์ เพื่อเกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลรวมถึงการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระต่อกัน และมีการทดสอบคำถามและคำตอบ เพื่อเป็นแนวทางในการถามคำถามต่อไป โดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณ 30-60 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แผนผังเหตุและผลของสาเหตุการสูญเสียโลหะมีค่าจากการคืนค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่ต่ำในกระบวนการขัด

จากรูปที่ 4.8 แผนผังแสดงเหตุและผลที่ทำให้การคืนค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จะพบได้ว่าปัจจัยที่เป็น สาเหตุของปัญหา มี 5 ปัจจัยหลักดังนี้

1. พนักงาน เนื่องมาจากพนักงานแต่ละคนไม่มีความชำนาญเพราะผ่านการฝึกอบรมมาน้อยหรือด้วยอายุงานที่น้อย ขาดคุณธรรมในตัวเองเพราะเห็นว่าเรื่องของการทุจริตเป็นเรื่องปกติที่เกิดจากการถูกสอนมาตั้งแต่เริ่มเข้ามาปฏิบัติงาน พนักงานบางรายมีความจำเป็นส่วนบุคคลที่เป็นภาระของครอบครัว หรือจากหนี้สินต่างๆ การบันทึกข้อมูลผิดพลาดของพนักงานเพราะไม่มีความรอบคอบ

2. เครื่องจักรและอุปกรณ์ แบ่งเป็น 2 กระบวนการ คือ

เครื่องจักรและอุปกรณ์ในกระบวนการ Refine เนื่องจากตู้ทดลองแลปที่ใช้นั้นควบคุมเศษผงทองได้ไม่หมด เพราะมีการติดค้าง มีอายุการใช้งานที่นาน และไม่มีแผนการตรวจสอบเครื่องจักร

อุปกรณ์ในการขัด เนื่องจากไม่มีการปิดของตู้ขัดที่มิดชิด ทำให้เกิดการกระจายของเศษผงออกนอกบริเวณการจัดเก็บเศษผง เครื่องที่ใช้สำหรับดูดเศษผงทองบนโต๊ะทำงานมีแรงลมที่ดูดน้อย ทำให้ดูดเศษผงทองได้ไม่หมด เกิดการติดค้างในเครื่องก่อนนำไปยังกระบวนการ Refine และในส่วนของเครื่องมือการทำงานที่มีเศษผงทองติดค้างอยู่ส่วนใหญ่มักจะติดค้างในถุงมือ และลูกผ้าที่ใช้ขัด

3. วัตถุดิบ เนื่องจากในกระบวนการขัดนั้น เครื่องประดับประเภททองแต่ละชนิดมีผิวที่แตกต่างกัน ทำให้ขัดได้เศษผงทองในปริมาณที่ไม่เท่ากันแม้ว่าจะใช้น้ำหนักมือขัดเท่ากัน

4. กระบวนการทำงาน เนื่องจากไม่มีค่ามาตรฐานในการขัดเพื่อกำหนดว่าพนักงานที่ปฏิบัติงานขัดในงานแต่ละงานนั้นควรขัดเศษผงทองออกมากน้อยเพียงใด ทำให้พนักงานไม่สามารถกำหนดขอบเขตการทำงานของตัวเองได้ ไม่มีการกำหนดค่าความสูญเสียของแต่ละขั้นตอนว่าต้องสูญเสียได้มากน้อยอย่างไร เศษผงทองที่ปลิวขณะขัดอาจปลิวไปยังพื้น เพราะกระบวนการทำงานเป็นแบบระบบเปิด การควบคุมเศษผงทองจากการขัดควบคุมได้ยากหรือไม่สามารถควบคุมได้เลย และเนื่องจากค่าอัตราการคืนกลับ (เศษทอง) ต้องคำนวณจากน้ำหนักก่อนการขัดและน้ำหนักหลังการขัดของชิ้นงาน แต่บริษัทไม่มีกระบวนการบันทึกข้อมูลน้ำหนักที่ดีพอ เพราะขาดนโยบายการทำงานที่ชัดเจน

5. สิ่งแวดล้อม เนื่องจากระบบปรับอากาศภายในห้องใช้พัดลม ทำให้เศษผงที่ตกลงสู่โต๊ะทำงานถูกลมจากพัดลมพัดพาไปยังพื้น เครื่องมืออื่นๆ หรือปลิวไปที่อื่นก่อนการตกลงมาในอุปกรณ์เก็บเพื่อนำไป Refine พื้นที่ในกระบวนการขัดไปจนถึงกระบวนการ Refine ไม่ได้อยู่ใกล้กันทำให้การขนส่งเศษทองที่บรรจุลงถุงคาดเคลื่อนได้ ไม่มีการแยกตู้ขัดงานของโลหะมีค่าแต่ละประเภททำให้เศษผงที่เกิดจากการขัดรวมกัน และเนื่องจากในกระบวนการ Refine นั้นต้องมีการตกตะกอนและการเผาไหม้ของสารเคมี แต่ในกระบวนการ Refine เป็นระบบเปิดที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปัญหาพิเศษในครั้งนี้เป็นการจัดกลุ่มพนักงานจากอัตราการคืนกลับโลหะมีค่าที่ได้จากกระบวนการขัด ในกรณีศึกษาบริษัทคริสตี้เจมส์ จำกัด ซึ่งมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาพนักงานจากกระบวนการขัดที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ศึกษาความแตกต่างค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ตามคุณลักษณะส่วนบุคคลของพนักงาน จำแนกพนักงานตามคุณลักษณะของพนักงานว่าคุณลักษณะใดเป็นตัวกำหนดกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และกลุ่มพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่าเกณที่กำหนด ศึกษาความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง) จากการสร้างแผนภูมิควบคุม และหาสาเหตุ แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานในแผนกขัดจิวเวลรี่ และแผนกการปรับปรุงกระบวนการผลิตของบริษัท

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การทดสอบสมมติฐาน

จากการทดสอบสมมติฐานผู้วิจัยได้ใช้การทดสอบโดยเครื่องหมายลำดับที่ของวิลคอกซันกรณีตัวอย่างเดียว โดยเกณฑ์ที่กำหนดมีค่าเท่ากับ 0.08 ซึ่งผลการทดสอบสมมติฐานพบว่ามีพนักงานจำนวน 17 คน ที่มีค่ามัธยฐานอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

5.1.2 การทดสอบสมมติฐานความแตกต่าง

ส่วนที่ 1 การทดสอบสมมติฐาน ทางผู้วิจัยได้กำหนดการทดสอบแยกเป็นกรณีตามคุณลักษณะของพนักงาน โดยใช้การทดสอบปัญหาตำแหน่งที่ตั้งของตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน (ผลรวมลำดับชั้นแมนน์วิทนีย์) สรุปผลการทดสอบดังนี้

กรณีที่ 1 การทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับเพศของพนักงาน พบว่าพนักงานเพศชาย และพนักงานเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่แตกต่างกัน

กรณีที่ 2 การทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับสถานภาพสมรสของพนักงาน พบว่าพนักงานที่มีสถานภาพสมรส และพนักงานที่มีสถานภาพโสดมีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 การทดสอบสมมติฐาน ทางผู้วิจัยได้กำหนดการทดสอบแยกเป็นกรณีตามคุณลักษณะของพนักงาน โดยใช้การทดสอบปัญหาตำแหน่งที่ตั้งของตัวอย่าง k กลุ่มที่เป็นอิสระกัน (ครัสคาล-วอลลิส) สรุปผลการทดสอบดังนี้

กรณีที่ 1 การทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับระดับรายได้ของพนักงาน พบว่าพนักงานในแต่ละระดับรายได้มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้าน ด้วยค่าลำดับชั้นต่อ เพื่อวิเคราะห์ว่าระดับรายได้ของพนักงานคู่ใดบ้างที่มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน สรุปผลดังนี้ พนักงานที่มีระดับรายได้น้อยมีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกับพนักงานที่มีระดับรายได้ปานกลาง พนักงานที่มีระดับรายได้น้อยมีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกับพนักงานที่มีระดับรายได้มาก

กรณีที่ 2 การทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับอายุงานของพนักงาน พบว่าพนักงานในแต่ละช่วงอายุงาน มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่แตกต่างกัน

กรณีที่ 3 การทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ขึ้นอยู่กับช่วงอายุของพนักงาน พบว่าพนักงานในแต่ละช่วงอายุ มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบพหุคูณ 2 ด้าน ด้วยค่าลำดับชั้นต่อ เพื่อวิเคราะห์ว่าช่วงอายุของพนักงานคู่ใดบ้างที่มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกัน สรุปผลดังนี้ พนักงานที่มีช่วงอายุ 20 - 26 ปี มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกับพนักงานที่มีช่วงอายุ 41 - 47 ปี และพนักงานที่มีช่วงอายุ 27 - 33 ปี มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกับพนักงานที่มีช่วงอายุงาน 41 - 47 ปี

5.1.3 การจำแนก

จากการทดสอบการจำแนก ทางผู้วิจัยได้ใช้วิธีการจำแนก 2 วิธี คือ วิธีนาอีฟเบส์ และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อหาค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ ค่าความระลึก ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพ จากผลการทดสอบ พบว่า วิธีนาอีฟเบส์ และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ ให้ค่าความถูกต้องเป็น 73.97 และ 76.71ตามลำดับ ซึ่งวิธีต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความถูกต้องมากกว่าวิธีนาอีฟเบส์ ค่าความแม่นยำเป็น 74.00 และ 76.70 ตามลำดับ ซึ่งวิธีต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความแม่นยำมากกว่าวิธีนาอีฟเบส์ ค่าความระลึกเป็น 71.30 และ 73.70 ตามลำดับ ซึ่งวิธีต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความระลึกมากกว่าวิธีนาอีฟเบส์ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเป็น 33.38 และ 31.44 ตามลำดับ ซึ่งวิธีต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยกว่าวิธีนาอีฟเบส์ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเป็น 18.28 และ 20.22 ตามลำดับ ซึ่งวิธีนาอีฟเบส์ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยกว่าวิธีต้นไม้ตัดสินใจ และค่าประสิทธิภาพเป็น 72.30 และ 74.40 ตามลำดับ ซึ่งวิธีต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าประสิทธิภาพมากกว่าวิธีนาอีฟเบส์

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเลือกวิธีต้นไม้ตัดสินใจสร้างโมเดลการพยากรณ์ และพัฒนาต้นแบบการพยากรณ์คุณลักษณะของพนักงาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจรับพนักงานเข้าทำงานต่อไป

5.1.4 การวิเคราะห์ความผันแปรค่าอัตราการคืน (เศษทอง)

ทางผู้วิจัยได้ใช้แผนภูมิควบคุมค่าตัวอย่างเดี่ยวและพิสัยเคลื่อนที่ ในการวิเคราะห์ค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ในเดือนที่พนักงานแต่ละคนมีการทำงาน จะเห็นว่ามีพนักงาน 8 คน มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) มากผิดปกติ แสดงถึงค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่ออกนอกเส้นควบคุมบน แสดงถึงการมีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่สูงกว่าปรกติ พนักงาน 6 คน มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) คงที่ แสดงถึงพนักงานมีการทำงานที่สม่ำเสมอ และพนักงาน 44 คน ที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) บางเดือนต่ำมาก

5.1.5 แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)

จากผลการศึกษาปัญหาการสูญเสียโลหะมีค่าในกระบวนการขัด ผู้วิจัยได้พบว่าสาเหตุหลักของการสูญเสีย คือ การคืนค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จึงนำมาสร้างแผนผังแสดงเหตุและผลของสาเหตุการสูญเสีย พบว่าสาเหตุของปัญหา มี 5 ปัจจัยหลักดังนี้

1. พนักงาน เนื่องจากพนักงานแต่ละคนไม่มีความชำนาญ ผ่านการฝึกอบรมมาน้อยหรือด้วยอายุงานที่น้อย ขาดคุณธรรมในตัวเอง และเห็นว่าเรื่องของการทุจริตเป็นเรื่องปกติธรรมดา บางรายมีความจำเป็นส่วนบุคคลที่เป็นภาระของครอบครัว หรือจากหนี้สินต่างๆ และการบันทึกข้อมูลผิดพลาดของพนักงานเพราะไม่มีความรอบคอบ

2. เครื่องจักรและอุปกรณ์ แบ่งเป็น 2 กระบวนการ คือ

เครื่องจักรและอุปกรณ์ในกระบวนการ Refine (การคืนเศษโลหะมีค่า) เนื่องจากตู้ทดลองแลปนั้น ใช้ควบคุมเศษผงทองได้ไม่หมด ทำให้มีการติดค้าง และไม่มีแผนการตรวจสอบเครื่องจักร

อุปกรณ์ในการขัด เนื่องจากไม่มีการปิดของตู้ขัดที่มิดชิด ทำให้เกิดการกระจายของเศษผงออกนอกบริเวณการจัดเก็บเศษผง เครื่องที่ใช้สำหรับดูดเศษผงทองบนโต๊ะทำงานมีแรงลมที่ดูดน้อย ทำให้ดูดเศษผงทองได้ไม่หมด และในส่วนของเครื่องมือการทำงานที่มีเศษผงทองติดค้างอยู่ส่วนใหญ่มักจะติดค้างในถุงมือ และลูกผ้าที่ใช้ขัด

3. วัตถุดิบ เนื่องจากในกระบวนการขัดนั้น เครื่องประดับประเภททองแต่ละชนิดมีผิวที่แตกต่างกัน ทำให้ขัดได้เศษผงทองในปริมาณที่ไม่เท่ากันแม้ว่าจะใช้น้ำหนักมือขัดเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กระบวนการทำงาน เนื่องจากบริษัทไม่มีค่ามาตรฐานในการขัดเพื่อกำหนดว่าพนักงานที่ปฏิบัติงานขัดในงานแต่ละงานนั้นควรขัดเศษผงทองออกมากน้อยเพียงใด ทำให้พนักงานไม่สามารถกำหนดขอบเขตการทำงานของตัวเองได้ ไม่มีการกำหนดค่าความสูญเสียของแต่ละขั้นตอนว่าต้องสูญเสียได้มากน้อยอย่างไร เศษผงทองที่ปลิวขณะขัดอาจปลิวไปยังพื้น เพราะกระบวนการทำงานเป็นแบบระบบเปิด การควบคุมเศษผงทองจากการขัดควบคุมได้ยากหรือไม่สามารถควบคุมได้เลย และเนื่องจากค่าอัตราการคืนกลับ (เศษทอง) ต้องคำนวณจากน้ำหนักก่อนการขัดและน้ำหนักหลังการขัดของชิ้นงาน แต่บริษัทไม่มีกระบวนการบันทึกข้อมูลน้ำหนักที่ดีพอ เพราะขาดนโยบายการทำงานที่ชัดเจน

5. สิ่งแวดล้อม เนื่องจากระบบปรับอากาศภายในห้องใช้พัดลม ทำให้เศษผงที่ตกลงสู่โต๊ะทำงานถูกลมจากพัดลมพัดพาไปยังพื้น เครื่องมืออื่นๆ หรือปลิวไปที่อื่นก่อนการตกลงมาในอุปกรณ์เก็บเพื่อนำไป Refine พื้นที่ในกระบวนการขัดไปจนถึงกระบวนการ Refine ไม่ได้อยู่ใกล้กันทำให้การขนส่งเศษทองที่บรรจุลงถุงคาดเคลื่อนได้ ไม่มีการแยกตู้ขัดงานของโลหะมีค่าแต่ละประเภททำให้เศษผงที่เกิดจากการขัดรวมกัน และเนื่องจากในกระบวนการ Refine นั้นต้องมีการตกตะกอนและการเผาไหม้ของสารเคมี แต่ในกระบวนการ Refine เป็นระบบเปิดที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ

ซึ่งจากการวิเคราะห์สาเหตุปัญหาโดยใช้แผนผังก้างปลานั้น พบว่าปัญหาในเรื่องของกระบวนการที่ทางบริษัทไม่มีการกำหนดนโยบายการปฏิบัติงานด้านการบันทึกข้อมูลของพนักงานที่ชัดเจน และไม่มีค่าเกณฑ์มาตรฐานของชิ้นงานแต่ละชิ้น ส่งผลให้พนักงานไม่มีแนวทางหรือเป้าหมายในการปฏิบัติงาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการกำหนดนโยบายการบันทึกข้อมูล น้ำหนักเข้า (Input) น้ำหนักออก (Output) ค่าความสูญเสีย (Loss) และค่าคืนกลับเศษทอง (Refine) ที่สามารถตรวจสอบได้จริงในทุกแผนก และมีค่าที่ถูกต้องแน่นอน เพื่อให้นำมาวิเคราะห์ที่ได้ผลที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

2. หากมีการบันทึกข้อมูลค่าคืนกลับเศษทอง (Refine) ที่มีจำนวนเดือนที่มากขึ้น สามารถนำข้อมูลมาจัดกลุ่ม มาทำการทดสอบการแจกแจง หากผ่านเงื่อนไขสามารถใช้สถิติแบบพารามิเตอร์จะมีความน่าเชื่อถือมากกว่าสถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ ในที่นี้ทางผู้วิจัยจะยกตัวอย่างพนักงานคนที่ 19 ที่มีข้อมูลถูกต้องสมบูรณ์ จำนวน 7 เดือน และมีการแจกแจงค่าอัตราการคืนกลับ (เศษทอง) ปรกติมาทำการทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยประชากรกลุ่มเดียว (t-test) เพื่อหาว่าพนักงานคนที่ 19 นี้ มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ โดยเกณฑ์ที่กำหนดมีค่าเท่ากับ 0.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่ ประเภททอง จะเห็นว่าพนักงานคนที่ 19 มีข้อมูล 7 เดือน และจากตาราง ค แสดงผลการทดสอบการแจกแจงปรกติ จะเห็นว่าพนักงานคนที่ 19 มีการแจกแจงค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ปรกติ

ตัวอย่างการทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยประชากรกลุ่มเดียว (t-test) ของพนักงานคนที่ 19

สมมติฐาน

H_0 : พนักงานคนที่ 19 มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ต่ำกว่า 0.08

H_1 : พนักงานคนที่ 19 มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่า 0.08

ตารางที่ 5.1 ตัวอย่างผลการทดสอบอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานคนที่ 19

คนที่	ค่าเฉลี่ย	สถิติทดสอบ	p-value
19	0.0383	$t = 3.10$	0.01*

หมายเหตุ : * หมายถึง พนักงานที่มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น พนักงานคนที่ 19 มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. สร้างเกณฑ์มาตรฐานให้แก่พนักงานในแผนกขัด ว่าต้องขัดเศษผงทองออกจากตัวเรือนเท่าไร เพื่อเป็นการกำหนดค่าที่แน่นอนในการปฏิบัติงานของพนักงานขัด

4. ควรตรวจสอบตู้ทดลองแลปรวมทั้งขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการ Refine ว่ามีความผิดพลาด หรือมีความชำรุดในส่วนใดที่ทำให้เก็บเศษผงได้ไม่ครบถ้วน

5. ในกระบวนการขัดมีการทำงานแบบระบบเปิด ทำให้ไม่สามารถควบคุมเศษผงได้ จึงควรหาอุปกรณ์เพื่อปิดบริเวณพื้นที่ขัดบนโต๊ะทำงาน

6. ควรกำหนดแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลชิ้นงาน เนื่องจากอัตราการคืน (เศษทอง) แต่ละชิ้นอาจแปรผันไปตามรูปแบบและลักษณะของชิ้นงาน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีข้อมูลมาตรฐาน จึงตั้งข้อสมมติว่าค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของชิ้นงานทุกรูปแบบเหมือนกัน โดยเป็นรูปแบบที่ทุกแผนกภายในบริษัทยอมรับได้ในแนวทางเดียวกันเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลของทุกแผนก และเพื่อให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้

7. จากผลการจำแนกด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ สามารถใช้เป็นแนวทางให้กับบริษัท ในการจำแนกกลุ่มพนักงานในแผนกขัดจิวเวลรี่ โดยกลุ่มพนักงานมีคุณลักษณะที่ควรระวัง (พนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด) คือ พนักงานเพศชาย ที่มีอายุมากกว่า 21 ปี ซึ่งต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาไตร่ตรองให้ดีว่าควรรับเข้ามาทำงานหรือไม่ และทางบริษัทควรระมัดระวังกลุ่มพนักงานเพศชาย ที่มีอายุมากกว่า 21 ปี และมีช่วงอายุงานมากกว่า 3 เดือน แต่ไม่เกิน 5 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมศุลกากร. 2560. **สินค้าส่งออกสำคัญ 10 รายการของไทย ประจำปี 2560(เดือนมิถุนายน).** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www2.ops3.moc.go.th/.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2554. **สถิติสำหรับงานวิจัย.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถิติ, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2550. **หลักการการควบคุมคุณภาพ.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

คัชริมทร์ มหาวงศ์, สุนีย์ เงินยวง, สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธน์, และเกียรติสุดา ศรีสุข. 2559. เรื่อง**สภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการจำเป็นในการนิเทศเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา.** สาขาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ดนัย คายาร์. 2560. **การใช้งานโปรแกรม Weka ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.glurgeek.com/education.

นราธิป ภาวะรี. 2557. **การควบคุมคุณภาพ.** อุดรธานี: คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

นฤพนธ์ พนาวงศ์ และจักรกฤษณ์ เสน่ห์ นมะหุต. 2558. เรื่อง**การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจัดหมวดหมู่เว็บไซตทองเที่ยวประเทศไทยระหวางอัลกอริทึม LSI นาอีฟเบส์และนาอีฟเบส์ที่ปรับปรุงแล้ว.** สาขาวิชาคอมพิวเตอร, คณะวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

ปรัชญา พละพันธุ์. 2557. สถิติสำหรับงานอุตสาหกรรม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://oknation.nationtv.tv.

พิชิต สุขเจริญพงษ์. 2541. **การควบคุมคุณภาพ.** อุดรธานี: คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

ศุภวัชร์ เมฆบรูณ์ และจรีวัฒน์ ปล้องใหม่. 2560. เรื่อง**การลดของเสียในกระบวนการผลิตโพลิเมอร์โซลิด คาปาซิเตอร์.** สาขาวิชาเทคโนโลยวิศิวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2552. **สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ = Nonparametric Statistice.** กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2560. **สถิติเบื้องต้น = Elementary Statistice.** กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.

สุจิตรา สุคนธมัต, 2560. **โปรแกรมสำเร็จรูปเชิงสถิติ 1.** กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุจิรา ไชยกุสินธุ์, สัจจธรรม สุภาจันทร์, รัตนาวลี ไม้สัก, พรคิด อั้นขาว, และเกียรติศักดิ์ ลาภพาณิชยกุล. 2559. เรื่อง**การประยุกต์ใช้ต้นไม้ตัดสินใจสำหรับการรับนักศึกษาเข้าทำงานในสถานประกอบการ.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

สุพล ดุรงค์วัฒนา. 2537. **การวิเคราะห์เชิงสถิติ: การวิเคราะห์ความถดถอย.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภาพันรัตน์ คำหอม, ปรารถนา จับมณี, ดุษณี วินิจฉัย, ภาสิกา กิมหงษ์, และจรวยพร วงศ์ขจิต. 2558. เรื่อง**ผลของการใช้ยาacetaminophens ร่วมกับการเช็ดตัวต่ออุณหภูมิร่างกายของผู้ป่วยโรคสมองขาดเลือดในระยะเฉียบพลัน.** โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.

อมรรัตน์ แมกไม้รักษา. 2550. **สถิติไม่อิงพารามิเตอร์.** สงขลา: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก ข้อมูล (Refine) การคืนกลับ (เศษทอง) ของพนักงานทั้ง 73 คน ในระยะเวลาเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

คนที่	เดือน						
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	-	-	4.57	-	4.17	-	-
2	5.50	4.88	-	5.38	-	-	-
3	-	-	4.42	3.39	-	-	-
4	9.44	12.20	8.27	10.18	15.72	10.35	6.39
5	2.17	8.74	10.18	11.56	-	-	-
6	7.49	12.36	4.94	10.39	9.46	7.19	6.24
7	8.21	7.53	8.04	2.93	11.38	7.07	4.68
8	11.03	15.07	4.83	2.93	6.31	-	2.31
9	6.63	9.79	8.10	10.69	14.87	-	-
10	-	-	-	3.70	4.35	-	-
11	10.08	9.23	7.89	10.47	8.20	5.99	4.01
12	7.11	9.35	-	-	-	-	-
13	12.14	8.66	4.92	8.02	9.95	5.69	4.24
14	9.55	5.99	-	12.67	-	11.65	8.54
15	6.73	11.89	-	-	-	-	-
16	5.94	14.42	8.15	3.77	5.51	3.69	7.88
17	12.77	10.53	9.86	9.00	5.82	-	-
18	7.00	14.72	7.47	9.87	10.21	-	-
19	8.17	11.75	6.16	14.31	18.04	5.61	11.08
20	11.21	9.12	6.50	11.24	14.86	19.06	9.32
21	10.36	6.39	9.44	11.24	12.55	12.42	6.04
22	5.51	-	-	-	2.73	-	-
23	12.10	7.73	11.97	-	-	-	-
24	3.45	4.32	-	4.58	-	3.59	1.68
25	11.55	-	8.59	10.84	-	5.08	7.75
26	7.44	10.82	5.10	5.24	-	-	-
27	7.20	9.43	8.09	5.60	2.93	7.62	8.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก (ต่อ) ข้อมูล (Refine) การคืนกลับ (เศษทอง) ของพนักงานทั้ง 73 คน ในระยะเวลาเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

คนที่	เดือน						
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
28	7.91	8.23	7.07	4.90	-	15.93	7.76
29	11.66	6.26	14.15	-	-	-	-
30	11.51	11.78	6.88	9.99	7.80	-	-
31	10.20	6.89	6.72	11.32	-	-	2.03
32	8.33	8.22	-	-	-	-	-
33	-	11.28	10.42	5.17	-	-	-
34	10.97	13.16	5.55	14.40	16.05	11.47	9.80
35	6.00	10.34	6.95	5.56	9.25	5.20	3.14
36	11.70	10.64	11.44	4.38	22.28	-	-
37	7.31	11.39	6.48	11.76	-	-	-
38	9.39	13.83	7.18	10.43	5.77	6.24	6.37
39	7.88	7.78	5.40	-	-	-	-
40	4.36	8.59	8.82	8.33	9.99	12.17	7.17
41	4.92	12.64	-	-	-	-	-
42	3.54	5.11	5.27	6.03	9.34	-	5.89
43	8.02	7.74	6.76	9.51	2.98	8.21	7.46
44	11.40	8.11	7.66	9.70	-	-	1.92
45	11.51	5.84	9.15	9.01	13.65	4.24	8.25
46	9.76	12.41	7.45	8.18	1.33	5.85	4.27
47	10.14	8.02	5.09	7.43	4.95	-	1.82
48	10.71	9.38	6.16	13.72	16.73	5.95	6.91
49	8.18	10.69	4.57	-	10.15	5.73	-
50	6.21	8.10	6.95	9.20	12.62	9.87	5.99
51	8.38	10.03	7.92	7.50	13.42	6.81	6.49
52	7.01	4.12	4.50	5.49	-	-	-
53	5.59	3.96	3.92	5.28	1.82	5.11	3.10
54	10.71	12.98	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก (ต่อ) ข้อมูล (Refine) การคืนกลับ (เศษทอง) ของพนักงานทั้ง 73 คน ในระยะเวลาเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

คนที่	เดือน						
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
55	5.17	3.71	-	-	-	-	-
56	5.78	4.51	-	-	-	-	-
57	14.27	5.42	8.37	11.68	5.90	9.52	5.95
58	3.20	1.99	9.91	4.07	7.68	7.31	4.61
59	-	5.08	4.63	-	-	-	-
60	-	-	4.40	4.59	5.60	5.91	10.21
61	-	-	5.99	5.65	-	-	-
62	-	-	-	4.82	2.85	7.48	2.37
63	-	-	-	-	11.01	5.65	3.42
64	-	-	-	-	7.43	5.95	3.66
65	-	-	-	-	4.71	5.32	9.23
66	-	-	-	-	6.37	4.79	2.50
67	-	-	-	-	2.83	4.62	2.18
68	-	-	-	-	1.89	4.82	2.38
69	-	-	-	-	4.62	4.01	-
70	-	-	-	-	5.19	12.56	3.54
71	-	-	-	-	5.88	4.65	2.31
72	-	-	-	-	6.61	4.23	2.92
73	-	-	-	-	1.86	4.02	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข ข้อมูล (Output) น้ำหนักหลังการขัดจิวเวลรี่ ของพนักงานทั้ง 73 คน ในระยะเวลาเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

คนที่	เดือน						
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	-	-	14.0483	-	24.4650	-	-
2	214.8083	170.9292	-	946.4810	-	-	-
3	-	-	26.7764	9.4700	-	-	-
4	590.3995	731.7386	521.2694	998.1600	410.7330	581.9548	164.7000
5	694.3203	15.5850	438.2960	635.0750	-	-	-
6	498.1530	814.3491	33.2673	843.1700	483.8443	1178.6020	314.9540
7	388.9001	29.3202	372.5633	522.6400	289.3514	375.3965	123.4923
8	821.2424	888.8445	612.6307	53.5700	522.6925	-	2.3550
9	31.1537	672.3962	609.9872	30.3600	498.4722	-	-
10	-	-	-	200.0600	4.7100	-	-
11	557.3241	71.3590	299.7380	491.1200	211.4524	274.0305	88.8739
12	14.7556	996.3896	-	-	-	-	-
13	516.4302	545.9276	49.0725	573.4700	290.2613	274.8273	183.0093
14	558.6575	42.9520	-	706.1500	-	461.2631	178.7202
15	34.8508	839.0471	-	-	-	-	-
16	33.3745	761.1499	311.2325	43.3800	426.6339	612.9671	569.9121
17	730.2850	872.1180	686.6588	84.7200	493.9303	-	-
18	83.5665	654.0720	49.6642	968.3773	393.3903	-	-
19	520.6461	646.2628	65.4100	923.3700	487.7164	1006.6450	134.7100
20	15.1111	665.9676	440.7388	973.3600	306.8686	572.7807	402.2920
21	743.5316	673.3540	36.2272	841.5632	469.7317	561.5176	468.3736
22	6.7425	-	-	-	27.7500	-	-
23	540.2070	70.8926	481.4375	-	-	-	-
24	33.2815	880.5826	-	8.4300	-	4.3125	2.5050
25	517.0047	-	435.2517	876.9300	-	429.4603	110.5076
26	18.4377	444.0884	304.6865	38.9800	-	-	-
27	742.2793	711.2649	637.6455	878.1400	461.0718	1347.8000	440.5921

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข (ต่อ) ข้อมูล (Output) น้ำหนักหลังการขัดจิวเวลรี่ ของพนักงานทั้ง 73 คน ในระยะเวลาเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

คนที่	เดือน						
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
28	860.1341	66.0123	636.4818	935.4500	-	638.6444	571.3379
29	338.1011	7.3017	482.1305	-	-	-	-
30	703.0376	784.6276	31.5337	901.5200	349.8437	-	-
31	817.3839	65.2508	484.7207	959.7905	-	-	2.4000
32	40.2557	128.4822	-	-	-	-	-
33	-	796.9320	417.0903	8.1000	-	-	-
34	542.3828	778.1735	57.8925	952.6700	422.9652	522.0892	126.1413
35	16.9493	777.0811	531.9691	61.6200	469.7335	406.3019	152.2394
36	950.8898	811.0798	383.2235	41.8100	431.5844	-	-
37	670.9422	614.3396	26.6128	731.1625	-	-	-
38	667.6275	624.5301	28.1250	715.5700	409.5176	319.5118	100.7698
39	482.6108	406.4971	249.5340	-	-	-	-
40	663.8096	622.0782	351.7961	546.8900	398.5944	978.2687	256.6738
41	13.6781	641.8247	-	-	-	-	-
42	70.2997	608.0090	456.7936	666.0200	380.3089	-	6.7275
43	564.5263	550.9422	564.6253	780.5550	9.5715	477.5368	503.4331
44	795.0262	45.0064	466.9884	727.0300	-	-	2.2800
45	879.4992	76.3481	615.1665	1013.100	514.5295	1059.2500	288.2408
46	804.6013	762.5743	477.1433	850.3000	508.9868	335.5241	181.7139
47	738.7099	736.8197	48.4094	957.8400	368.7867	-	3.6900
48	777.7201	792.6764	24.8850	1210.108	391.0908	525.7472	249.5323
49	674.2417	807.6017	71.4675	-	330.0854	10.1108	-
50	716.6587	484.1801	344.4810	588.4800	290.0218	599.5681	161.2375
51	590.6232	625.9273	387.5874	679.8600	346.5304	290.9150	132.2940
52	446.4948	543.1632	638.7982	721.8600	-	-	-
53	356.2908	664.9441	556.5611	951.7100	422.9795	837.8116	248.8987
54	239.4056	450.6302	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข (ต่อ) ข้อมูล (Output) น้ำหนักหลังการขัดจิวเวลรี่ ของพนักงานทั้ง 73 คน ใน ระยะเวลาเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

คนที่	เดือน						
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
55	283.4765	106.9417	-	-	-	-	-
56	244.2889	102.2060	-	-	-	-	-
57	592.0951	72.1820	385.1322	734.3900	423.9629	338.1720	128.7647
58	267.2857	596.6885	523.5602	661.2730	787.0534	1293.9550	261.9539
59	-	458.0583	606.4340	-	-	-	-
60	-	-	241.2162	802.3900	465.5356	356.1874	185.1813
61	-	-	209.6579	535.6300	-	-	-
62	-	-	-	431.5000	361.2578	367.2189	196.5102
63	-	-	-	-	412.6969	937.6027	198.8703
64	-	-	-	-	341.5663	1098.4260	507.4339
65	-	-	-	-	428.0032	889.4078	363.4078
66	-	-	-	-	372.6629	414.6109	52.7274
67	-	-	-	-	267.8729	500.1050	412.4528
68	-	-	-	-	349.3986	331.5630	148.7987
69	-	-	-	-	342.0086	8.4797	-
70	-	-	-	-	272.8409	323.2407	340.6158
71	-	-	-	-	393.1692	14.3659	3.8153
72	-	-	-	-	57.8108	465.4167	356.2470
73	-	-	-	-	6.7725	340.3889	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลเพศ สถานภาพสมรส ระดับรายได้ อายุงาน และอายุของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่

คนที่	อายุ (ปี)	อายุงาน (ปี)	เพศ	สถานภาพสมรส	ระดับรายได้
1	42	14	หญิง	สมรส	Much
2	40	15	หญิง	สมรส	Much
3	35	13	หญิง	สมรส	Medium
4	36	12	หญิง	สมรส	Much
5	46	12	หญิง	สมรส	Medium
6	34	9	หญิง	สมรส	Medium
7	29	8	หญิง	สมรส	Medium
8	35	8	หญิง	สมรส	Medium
9	34	8	หญิง	สมรส	Medium
10	34	8	หญิง	สมรส	Medium
11	30	8	หญิง	สมรส	Medium
12	27	7	ชาย	สมรส	Much
13	29	6	หญิง	สมรส	Medium
14	38	6	หญิง	สมรส	Medium
15	40	6	หญิง	สมรส	Medium
16	25	6	หญิง	สมรส	Medium
17	32	6	หญิง	สมรส	Much
18	25	6	ชาย	สมรส	Medium
19	30	6	หญิง	สมรส	Medium
20	28	5	หญิง	สมรส	Medium
21	27	5	หญิง	สมรส	Medium
22	41	5	หญิง	สมรส	Much
23	35	5	หญิง	สมรส	Medium
24	30	5	หญิง	สมรส	Medium
25	29	5	หญิง	สมรส	Medium
26	32	5	หญิง	สมรส	Medium
27	41	5	หญิง	สมรส	Medium
28	30	5	หญิง	สมรส	Medium
29	25	4	หญิง	สมรส	Medium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค (ต่อ) รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลเพศ สถานภาพสมรส ระดับรายได้ อายุงาน และอายุของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่

คนที่	อายุ (ปี)	อายุงาน (ปี)	เพศ	สถานภาพสมรส	ระดับรายได้
30	28	5	หญิง	สมรส	Medium
31	44	4	หญิง	สมรส	Much
32	42	4	หญิง	สมรส	Much
33	42	4	หญิง	สมรส	Much
34	28	4	ชาย	สมรส	Medium
35	40	4	หญิง	สมรส	Medium
36	31	3	ชาย	สมรส	Medium
37	34	3	หญิง	สมรส	Medium
38	21	3	ชาย	สมรส	Medium
39	22	1	หญิง	สมรส	Little
40	26	2	ชาย	สมรส	Medium
41	21	1	ชาย	สมรส	Medium
42	20	2	ชาย	สมรส	Medium
43	26	1	หญิง	สมรส	Medium
44	22	1	หญิง	สมรส	Medium
45	27	1	ชาย	สมรส	Medium
46	27	1	ชาย	สมรส	Medium
47	24	1	หญิง	สมรส	Medium
48	29	1	หญิง	สมรส	Medium
49	24	1	ชาย	สมรส	Medium
50	22	1	ชาย	สมรส	Little
51	22	1	ชาย	สมรส	Medium
52	32	0.4	หญิง	สมรส	Little
53	20	1	หญิง	สมรส	Medium
54	23	0.2	หญิง	สมรส	Little
55	28	0.2	หญิง	สมรส	Little

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค (ต่อ) รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลเพศ สถานภาพสมรส ระดับรายได้ อายุงาน และอายุของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่

คนที่	อายุ (ปี)	อายุงาน (ปี)	เพศ	สถานภาพสมรส	ระดับรายได้
56	21	0.2	หญิง	สมรส	Little
57	29	1	ชาย	โสด	Medium
58	23	1	ชาย	โสด	Little
59	25	0.2	หญิง	โสด	Little
60	21	0.4	ชาย	โสด	Little
61	27	0.2	ชาย	โสด	Little
62	29	0.3	ชาย	โสด	Little
63	29	0.3	ชาย	โสด	Little
64	22	0.3	หญิง	โสด	Little
65	21	0.3	หญิง	โสด	Little
66	23	0.3	หญิง	โสด	Little
67	24	0.3	หญิง	โสด	Little
68	31	0.3	หญิง	โสด	Little
69	25	0.3	หญิง	โสด	Little
70	20	0.3	หญิง	โสด	Little
71	24	0.3	ชาย	โสด	Little
72	25	0.2	หญิง	โสด	Little
73	30	0.2	หญิง	โสด	Little

จากตาราง ค รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลเพศ สถานภาพสมรส ระดับรายได้ อายุงาน และอายุของพนักงาน แผนกขัดจิวเวลรี่ ทั้ง 73 คน ในช่วงระยะเวลาเดือนมิถุนายน ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2561 เช่น พนักงานคนที่ 4 มีอายุ 36 ปี อายุการทำงาน 12 ปี เป็นเพศหญิง สถานภาพสมรส และมีระดับรายได้มาก หรือพนักงานคนที่ 5 มีอายุ 46 ปี อายุการทำงาน 12 ปี เป็นเพศหญิง สถานภาพสมรส และมีระดับรายได้ปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง ตารางผลการทดสอบการแจกแจงปรกติค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานทั้ง 73 คน ในระยะเวลาเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

คนที่	N	Mean	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
1	2	0.2479	$W = 1.000$	>0.100
2	3	0.0199	$W = 0.919$	>0.100
3	2	0.2615	$W = 1.000$	>0.100
4	7	0.0219	$W = 0.882$	0.036*
5	4	0.1513	$W = 0.804$	<0.010*
6	7	0.0338	$W = 0.716$	<0.010*
7	7	0.0573	$W = 0.740$	<0.010*
8	6	0.1810	$W = 0.710$	<0.010*
9	5	0.1245	$W = 0.902$	0.098
10	2	0.4710	$W = 1.000$	>0.100
11	7	0.0430	$W = 0.806$	<0.010*
12	2	0.2456	$W = 1.000$	>0.100
13	7	0.0331	$W = 0.789$	<0.010*
14	5	0.0495	$W = 0.849$	0.024*
15	2	0.1036	$W = 1.000$	>0.100
16	7	0.0490	$W = 0.844$	<0.010*
17	5	0.0324	$W = 0.762$	<0.010*
18	5	0.0586	$W = 0.922$	>0.100
19	7	0.0383	$W = 0.910$	0.078
20	7	0.1267	$W = 0.684$	<0.010*
21	7	0.0513	$W = 0.695$	<0.010*
22	2	0.4578	$W = 1.000$	>0.100
23	3	0.0521	$W = 0.878$	0.051
24	5	0.4310	$W = 0.964$	>0.100
25	5	0.0273	$W = 0.835$	0.013*
26	4	0.1448	$W = 0.909$	>0.100
27	7	0.0104	$W = 0.949$	>0.100
28	6	0.0315	$W = 0.775$	<0.010*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง (ต่อ) ตารางผลการทดสอบการแจกแจงปรกติค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานทั้ง 73 คน ในระยะเวลาเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

คนที่	N	Mean	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
29	3	0.3071	$W = 0.869$	0.016*
30	5	0.0566	$W = 0.757$	<0.010*
31	5	0.1979	$W = 0.781$	<0.010*
32	2	0.1355	$W = 1.000$	>0.100
33	3	0.2258	$W = 0.874$	0.030*
34	7	0.0408	$W = 0.897$	0.049*
35	7	0.0748	$W = 0.753$	<0.010*
36	5	0.0423	$W = 0.922$	>0.100
37	4	0.0723	$W = 0.802$	<0.010*
38	7	0.0576	$W = 0.749$	<0.010*
39	3	0.0190	$W = 0.999$	>0.100
40	7	0.0180	$W = 0.961$	>0.100
41	2	0.1897	$W = 1.000$	>0.100
42	6	0.1632	$W = 0.713$	<0.010*
43	7	0.0565	$W = 0.662$	<0.010*
44	5	0.2133	$W = 0.816$	<0.010*
45	7	0.0246	$W = 0.872$	0.028*
46	7	0.0139	$W = 0.979$	>0.100
47	6	0.1074	$W = 0.774$	<0.010*
48	7	0.0523	$W = 0.730$	<0.010*
49	5	0.1374	$W = 0.779$	<0.010*
50	7	0.0226	$W = 0.925$	>0.100
51	7	0.0247	$W = 0.939$	>0.100
52	4	0.0095	$W = 0.819$	<0.010*
53	7	0.0082	$W = 0.903$	0.062
54	2	0.0368	$W = 1.000$	>0.100
55	2	0.0265	$W = 1.000$	>0.100
56	2	0.0339	$W = 1.000$	>0.100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง (ต่อ) ตารางผลการทดสอบการแจกแจงปรกติค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานทั้ง 73 คน ในระยะเวลาเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

คนที่	N	Mean	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
57	7	0.0322	$W = 0.903$	0.063
58	7	0.0105	$W = 0.970$	>0.100
59	2	0.0094	$W = 1.000$	>0.100
60	5	0.0215	$W = 0.874$	0.045*
61	2	0.0196	$W = 1.000$	>0.100
62	4	0.0129	$W = 0.941$	>0.100
63	3	0.0166	$W = 0.999$	>0.100
64	3	0.0115	$W = 0.912$	>0.100
65	3	0.0141	$W = 0.963$	>0.100
66	3	0.0254	$W = 0.929$	>0.100
67	3	0.0084	$W = 0.961$	>0.100
68	3	0.0120	$W = 0.923$	>0.100
69	2	0.2432	$W = 1.000$	>0.100
70	3	0.0228	$W = 0.975$	>0.100
71	3	0.3147	$W = 1.000$	>0.100
72	3	0.0439	$W = 0.870$	0.019*
73	2	0.1432	$W = 1.000$	>0.100

หมายเหตุ : * หมายถึง พนักงานที่มีการแจกแจงค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ปรกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตาราง ง ทดสอบการแจกแจงปรกติ โดยนำค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานทั้ง 73 คนในทุกๆ เดือนที่มีการทำงาน โดยจะทำการทดสอบพนักงานทีละคน ในระยะเวลาเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 พบว่ามีพนักงานที่มีการแจกแจงค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ปรกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำนวน 32 คน และมีพนักงานที่มีการแจกแจงค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ปรกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำนวน 41 คน

เนื่องจากมีพนักงานที่มีการแจกแจงค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ปรกติ จึงไม่สามารถนำสถิติแบบพารามิเตอร์มาใช้ในการหาพนักงานที่มีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางผู้วิจัยจึงต้องเลือกใช้สถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์มาใช้เพื่อให้เป็นเกณฑ์ที่กำหนดเดียวกัน โดยเลือกใช้การทดสอบโดยเครื่องหมายลำดับที่ของวิลคอกซัน กรณีตัวอย่างเดียว

ตาราง จ ตารางผลการทดสอบการแจกแจงปรกติค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานเพศชาย และเพศหญิง

เพศ	N	Mean	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
ชาย	20	0.0734	$W = 0.845$	<0.010*
หญิง	53	0.1022	$D = 0.254$	<0.010*

หมายเหตุ : * หมายถึง พนักงานทั้งเพศชาย และเพศหญิงมีการแจกแจงค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ปรกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เนื่องจากมีพนักงานทั้งเพศชาย และเพศหญิงมีการแจกแจงค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ปรกติ จึงไม่สามารถนำสถิติแบบพารามิเตอร์มาใช้เพื่อหาว่าพนักงานเพศชาย และเพศหญิงมีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกันหรือไม่ ทางผู้วิจัยจึงต้องเลือกใช้สถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์มาใช้โดยเลือกใช้การทดสอบผลรวมลำดับชั้นแมนน์-วิทนีย์

ตาราง ฉ ตารางผลการทดสอบการแจกแจงปรกติค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานสถานภาพสมรส และสถานภาพโสด

สถานภาพสมรส	N	Mean	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
สมรส	53	0.1099	$D = 0.239$	<0.010*
โสด	20	0.0529	$W = 0.736$	<0.010*

หมายเหตุ : * หมายถึง พนักงานทั้งสถานภาพสมรส และสถานภาพโสด มีการแจกแจงค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ปรกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เนื่องจากมีพนักงานทั้งสถานภาพสมรส และสถานภาพโสด มีการแจกแจงค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ปรกติ จึงไม่สามารถนำสถิติแบบพารามิเตอร์มาใช้เพื่อหาว่าพนักงานที่มีสถานภาพสมรส และสถานภาพโสดมีค่าอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกันหรือไม่ ทางผู้วิจัยจึงต้องเลือกใช้สถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์มาใช้ โดยเลือกใช้การทดสอบผลรวมลำดับชั้นแมนน์-วิทนีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ช ตารางผลการทดสอบการแจกแจงปรกติค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงาน แต่ละระดับรายได้

ระดับรายได้	N	Mean	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
น้อย	22	0.0490	$W = 0.716$	<0.010*
ปานกลาง	42	0.1006	$W = 0.860$	<0.010*
มาก	9	0.1761	$W = 0.947$	>0.100

หมายเหตุ : * หมายถึง ระดับรายได้น้อย และระดับรายได้ปานกลางของพนักงาน มีการแจกแจงค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ปรกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เนื่องจากระดับรายได้น้อย และระดับรายได้ปานกลางของพนักงาน มีการแจกแจงค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ปรกติ จึงไม่สามารถนำสถิติแบบพารามิเตอร์มาใช้เพื่อหาว่าระดับรายได้ของพนักงานทั้ง 3 ระดับมีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกันหรือไม่ ทางผู้วิจัยจึงต้องเลือกใช้สถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์มาใช้ โดยเลือกใช้การทดสอบครัสคาลวอลลิส

ตาราง ซ ตารางผลการทดสอบการแจกแจงปรกติค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแต่ละช่วงอายุ

ช่วงอายุ (ปี)	N	Mean	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
20 - 26	28	0.0796	$W = 0.867$	<0.010*
27 - 33	26	0.0679	$W = 0.761$	<0.010*
34 - 40	12	0.1222	$W = 0.864$	<0.010*
41 - 47	7	0.2038	$W = 0.954$	>0.100

หมายเหตุ : * หมายถึง ช่วงอายุ 20 – 26 ปี, ช่วงอายุ 27 - 33 ปี และช่วงอายุ 34 – 40 ปี มีการแจกแจงค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ปรกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เนื่องจากช่วงอายุ 20 – 26 ปี, ช่วงอายุ 27 - 33 ปี และช่วงอายุ 34 – 40 ปี มีการแจกแจงค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ปรกติ จึงไม่สามารถนำสถิติแบบพารามิเตอร์มาใช้เพื่อหาว่าช่วงอายุของพนักงานทั้ง 4 ช่วง มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกันหรือไม่ ทางผู้วิจัยจึงต้องเลือกใช้สถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์มาใช้ โดยเลือกใช้การทดสอบครัสคาลวอลลิส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ฌ ตารางผลการทดสอบการแจกแจงปรกติค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ของพนักงานแต่ละช่วงอายุงาน

ช่วงอายุงาน (ปี)	N	Mean	ตัวสถิติทดสอบ	p-value
0 - 5	54	0.0863	$D = 0.274$	<0.010*
6 - 10	14	0.1086	$W = 0.809$	<0.010*
11 - 15	5	0.1405	$W = 0.937$	>0.100

หมายเหตุ : * หมายถึง ช่วงอายุงาน 0 - 5 ปี และช่วงอายุงาน 6 - 10 ปี มีการแจกแจงค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ปรกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เนื่องจากช่วงอายุงาน 0 - 5 ปี และช่วงอายุงาน 6 - 10 ปี มีการแจกแจงค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) ไม่ปรกติ จึงไม่สามารถนำสถิติแบบพารามิเตอร์มาใช้เพื่อหาว่าช่วงอายุงานของพนักงานทั้ง 3 ช่วง มีค่าเฉลี่ยอัตราการคืน (เศษทอง) แตกต่างกันหรือไม่ ทางผู้วิจัยจึงต้องเลือกใช้สถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์มาใช้ โดยเลือกใช้การทดสอบครัสคาลวอลลิส

ตัวอย่างการคำนวณการจำแนกกลุ่มด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ

$$Entropy([3+,7-]) = -\frac{3}{10}log_2\frac{3}{10} - \frac{7}{10}log_2\frac{7}{10}$$

$$= 0.8813$$

Sex	Status	Age	Work Age	Class
W	marry	>21	>5	not less
W	marry	<=21	>5	not less
W	marry	>21	>5	low
W	marry	>21	>5	low
W	marry	>21	<=5	low
W	marry	>21	<=5	not less
M	marry	>21	<=5	not less
W	marry	>21	<=0.3	not less
W	marry	<=21	<=0.3	not less
W	single	<=21	<=0.3	not less

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> สร้างโหนดราก

จากการพิจารณาข้อมูลในตารางจะเห็นว่ามีคุณลักษณะ จำนวน 4 คุณลักษณะ คือ Sex, Status, Age, Work Age และมีคุณลักษณะเป้าหมาย คือ Class

ในการเลือกโหนดนั้น เราจะเลือกจากคุณลักษณะที่มีความสามารถในการจำแนกข้อมูลมากที่สุด นั้นคือ พิจารณาค่า Gain(S,A)

ในที่นี้เราต้องพิจารณาค่า Gain ของ 4 ตัว

คือ $Gain(S, Sex)$

$Gain(S, Status)$

$Gain(S, Age)$

$Gain(S, Work\ Age)$

<u>พิจารณา</u> $Gain(S, Sex)$

จากข้อมูลในตาราง เราได้

$$S = [3+, 7-]$$

Value (Sex) = W ,M

$$S_W = [3+, 6-]$$

$$S_M = [0+, 1-]$$

$$Gain(S, Sex) = \text{Entropy}(S) - \sum_{V \in Value(Sex)} \frac{|S_v|}{|S|} Entropy(S_v)$$

$$= 0.8813 - \left[\frac{9}{10}\left(\frac{-3}{9} log_2 \frac{3}{9} - \frac{6}{9} log_2 \frac{6}{9} \right) + \frac{1}{10}\left(\frac{-0}{1} log_2 \frac{0}{1} - \frac{1}{1} log_2 \frac{1}{1} \right) \right.$$

$$= 0.8813 - 0.8265$$

$$= 0.0548$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณา $Gain(S, Status)$

จากข้อมูลในตาราง เราได้

$$S = [3+, 7-]$$

Value (Status) = marry, single

$$S_{marry} = [3+, 6-]$$

$$S_{single} = [0+, 1-]$$

$$Gain(S, Sex) = 0.8813 - \left[\frac{9}{10}\left(\frac{-3}{9}log_2\frac{3}{9} - \frac{6}{9}log_2\frac{6}{9}\right) + \frac{1}{10}\left(\frac{-0}{1}log_2\frac{0}{1} - \frac{1}{1}log_2\frac{1}{1}\right)\right.$$

$$= 0.8813 - 0.8265$$

$$= 0.0548$$

พิจารณา $Gain(S, Age)$

จากข้อมูลในตาราง เราได้

$$S = [3+, 7-]$$

Value (Age) = <=21, >21

$$S_{<=21} = [0+, 3-]$$

$$S_{>21} = [3+, 4-]$$

$$Gain(S, Age) = 0.8813 - \left[\frac{3}{10}\left(\frac{-0}{3}log_2\frac{0}{3} - \frac{3}{3}log_2\frac{3}{3}\right) + \frac{7}{10}\left(\frac{-3}{7}log_2\frac{3}{7} - \frac{4}{7}log_2\frac{4}{7}\right)\right.$$

$$= 0.8813 - 0.6897$$

$$= 0.1916$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณา $Gain(S, \text{Work } Age)$

จากข้อมูลในตาราง เราได้

$$S = [3+, 7-]$$

Value (Work Age) = >5, <=5, <=0.3

$$S_{>5} = [2+, 2-]$$

$$S_{<=5} = [1+, 2-]$$

$$S_{<=0.3} = [0+, 3-]$$

$$Gain(S, Work\ Age) = 0.8813 - \left[\frac{4}{10}\left(\frac{-2}{4}log_2\frac{2}{4} - \frac{2}{4}log_2\frac{2}{4}\right) + \frac{3}{10}\left(\frac{-1}{3}log_2\frac{1}{3} - \frac{2}{3}log_2\frac{2}{3}\right) + \frac{3}{10}\left(\frac{-0}{3}log_2\frac{0}{3} - \frac{3}{3}log_2\frac{3}{3}\right)\right]$$

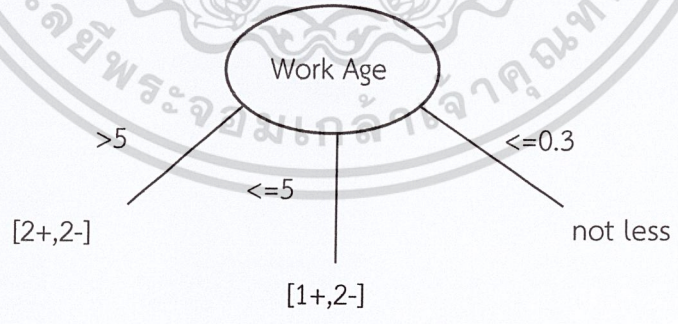
$$= 0.8813 - [0.4 + 0.2755]$$

$$= 0.2058$$

จากค่า Gain(S,A) ทั้ง 4 ค่า จะเห็นว่า $Gain(S, Work\ Age)$ มีค่ามากที่สุด

ดังนั้น เลือกคุณลักษณะ Work Age เป็นโหนดราก

จะได้แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ ตามนี้



จะเห็นว่า เรายังไม่สามารถจำแนกประเภทได้อย่างสมบูรณ์ที่ $S_{Work\ Age>5}$ และ $S_{Work\ Age<=5}$ ดังนั้นเราต้องพิจารณาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> เลือกโหนดที่ใช้จำแนกข้อมูล $S_{Work\ Age>5}$

ในขั้นตอนนี้เราจะพิจารณาเฉพาะข้อมูลที่คุณลักษณะ Work Age>5 เท่านั้น

จะได้ข้อมูล ตามตารางต่อไปนี้

Sex	Status	Age	Work Age	Class
W	marry	>21	>5	not less
W	marry	<=21	>5	not less
W	marry	>21	>5	low
W	marry	>21	>5	low

ในการเลือกโหนดนั้น เราจะเลือกจากคุณลักษณะที่มีความสามารถในการจำแนกมากที่สุด

ขั้นตอนนี้เราจะพิจารณาค่า Gain ของ 3 ตัว

คือ $Gain\left(S_{Work\ Age>5,sex}\right)$

$Gain\left(S_{Work\ Age>5,Status}\right)$

$Gain\left(S_{Work\ Age>5,Age}\right)$

<u>พิจารณา</u> $Gain\left(S_{\text{Work } Age>5,Sex}\right)$

จากข้อมูลในตาราง เราได้

$$S_{\text{Work } Age>5}=[2+,2-]$$

Value (Sex) = W

$$S_{W}=[2+,2-]$$

$$Gain\left(S_{Work\ Age>5,Sex}\right)=\left(\frac{-2}{4}log_2\frac{2}{4}-\frac{2}{4}log_2\frac{2}{4}\right)-\left[\frac{4}{4}\left(\frac{-2}{4}log_2\frac{2}{4}-\frac{2}{4}log_2\frac{2}{4}\right)\right]$$

$$=1-1$$

$$=0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณา $Gain\left(S_{Work\ Age>5,Status}\right)$

จากข้อมูลในตาราง เราได้

$$S_{Work\ Age>5}=[2+,2-]$$

Value (Status) = single

$$S_{single}=[2+,2-]$$

$$Gain\left(S_{Work\ Age>5,Status}\right)=1-1$$

$$=0$$

พิจารณา $Gain\left(S_{Work\ Age>5,Age}\right)$

จากข้อมูลในตาราง เราได้

$$S_{Work\ Age>5}=[2+,2-]$$

Value (Age) = >21, <=21

$$S_{>21}=[2+,1-]$$

$$S_{<=21}=[0+,1-]$$

$$Gain\left(S_{Work\ Age<=5,Age}\right)=1-\left[\frac{3}{4}\left(\frac{-2}{3}log_2\frac{2}{3}-\frac{1}{3}log_2\frac{1}{3}\right)+\frac{1}{4}\left(\frac{-0}{1}log_2\frac{0}{1}-\frac{1}{1}log_2\frac{1}{1}\right)\right]$$

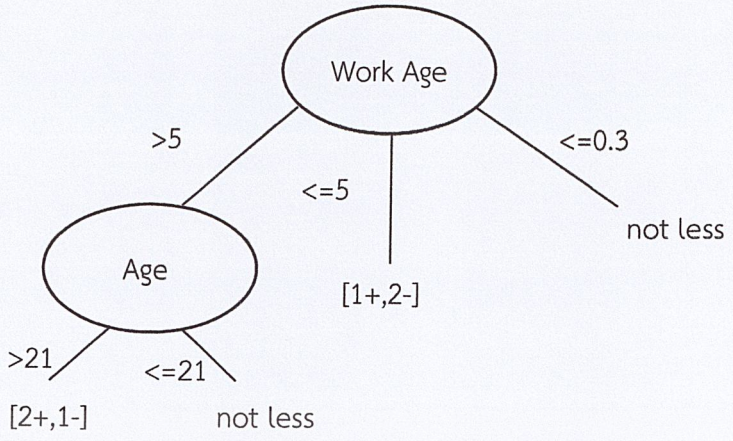
$$=1-0.6887$$

$$=0.3113$$

จากค่า Gain(S,A) ทั้ง 3 ค่า จะเห็นว่า $Gain\left(S_{Work\ Age>5,Age}\right)$ มีค่ามากที่สุด ดังนั้น เลือกคุณลักษณะ Age เป็นโหนด

จะได้แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ ตามนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จะเห็นว่า เรายังไม่สามารถจำแนกประเภทได้อย่างสมบูรณ์ที่ $S_{Work\ Age<=5}$ ดังนั้นเราต้องพิจารณาต่อไป

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> เลือกโหนดที่ใช้จำแนกข้อมูล $S_{Work\ Age<=5}$

ในขั้นตอนนี้เราจะพิจารณาเฉพาะข้อมูลที่คุณลักษณะ Work Age<=5 เท่านั้น

จะได้ข้อมูล ตามตารางต่อไปนี้

Sex	Status	Age	Work Age	Class
W	marry	>21	<=5	low
W	marry	>21	<=5	not less
W	marry	>21	<=5	not less

จากข้อมูลในตารางเราจะใช้คุณลักษณะที่มีความสามารถในการจำแนกข้อมูลมากที่สุด

ขั้นตอนนี้เราจะพิจารณาค่า Gain ของ 2 ตัว

คือ $Gain\left(S_{Work\ Age<=5,Sex}\right)$

$Gain\left(S_{Work\ Age<=,Status}\right)$

<u>พิจารณา</u> $Gain\left(S_{Work\ Age<=5,Sex}\right)$

จากข้อมูลในตาราง เราได้

$$S_{Work\ Age<=5} = [1+,2-]$$

Value (Sex) = W, M

$$S_W = [1+,1-]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_M = [0+, 1-]$$

$$Gain\left(S_{Work\ Age>5,Sex}\right) = \left(\frac{-1}{3}log_2\frac{1}{3} - \frac{2}{3}log_2\frac{2}{3}\right) - \left[\frac{2}{3}\left(\frac{-1}{2}log_2\frac{1}{2} - \frac{1}{2}log_2\frac{1}{2}\right) + \frac{1}{3}\left(\frac{-0}{1}\log_2\frac{0}{1} - \frac{1}{1}\log_2\frac{1}{1}\right)\right]$$

$$= 0.9183 - 0.6667$$

$$= 0.2516$$

<u>พิจารณา</u> $Gain\left(S_{Work\ Age<=5,Status}\right)$

จากข้อมูลในตาราง เราได้

$$S_{Work\ Age<=5} = [1+, 2-]$$

Value (Status) = single

$$S_{single} = [1+, 2-]$$

$$Gain\left(S_{Work\ Age<=5,Status}\right) = 0.9183 - \left[\frac{3}{3}\left(\frac{-1}{3}log_2\frac{1}{3} - \frac{2}{3}log_2\frac{2}{3}\right)\right]$$

$$= 0.9183 - 0.9183$$

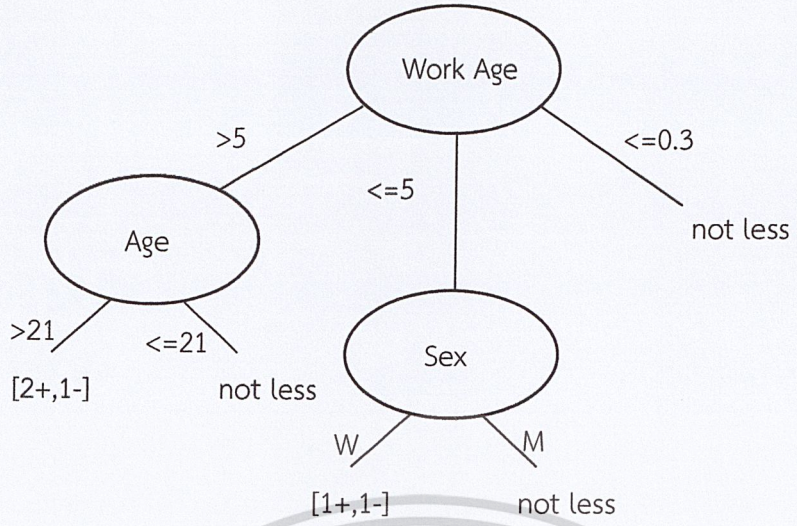
$$= 0$$

จากค่า Gain(S,A) ทั้ง 2 ค่า จะเห็นว่า $Gain\left(S_{Work\ Age<=5,Sex}\right)$ มีค่ามากที่สุด

ดังนั้น เลือกคุณลักษณะ Sex เป็นโหนด

จะได้แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ ตามนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากรูปที่ 4.4 ไม่ปรากฏคุณลักษณะระดับรายได้ในแผนภาพต้นไม้ ทางผู้วิจัยจึงไม่ได้นำคุณลักษณะระดับรายได้มาทำการคำนวณการจำแนกกลุ่มด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ

จะเห็นว่า การคำนวณการจำแนกกลุ่มด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจดังกล่าวนั้นแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจไม่ตรงกับรูปที่ 4.4 เนื่องจากเป็นตัวอย่างการคำนวณมือ ซึ่งทางผู้วิจัยไม่ได้ทำการคำนวณครบทั้ง 73 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้