

การใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยเพื่อควบคุมกระบวนการ
ผลิตในอุตสาหกรรม

THE USE OF XBAR AND RANGE CONTROL CHART TO
CONTROL MANUFACTURING PROCESSES IN INDUSTRY



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา สถิติ คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเพื่อการศึกษาค้นคว้า 2566

THE USE OF XBAR AND RANGE CONTROL CHART TO CONTROL MANUFACTURING PROCESSES IN INDUSTRY



A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED STATISTICS)
DEPARTMENT OF STATISTICS, SCHOOL OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบให้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมได้เห็นว่าเอกสารฉบับนี้มีความสำคัญ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเอกสารฉบับนี้เพื่อใช้ในการอื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACADEMIC YEAR 2023

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม The Use of Xbar and Range Control Chart to Control Manufacturing Processes in Industry	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวนนทกร ฐานวิเศษ	รหัสนักศึกษา 63050633
	นางสาวปริณัท ปะไสรัก	รหัสนักศึกษา 63050642
	นางสาวระพีพร พงษ์อารีย์	รหัสนักศึกษา 63050656
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)	
ภาควิชา	สถิติ	
ปีการศึกษา	2566	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.อัศวิน วงศ์วิวัฒน์	

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้
ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ประจำปีการศึกษา 2566

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.กนกวรรณ ลิ้มโรจนาประภา ประธานกรรมการ	
ดร.อริศา จิรธรรมประดับ กรรมการ	
ดร.อัศวิน วงศ์วิวัฒน์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์ อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้ง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง งดการนำใบใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวนทกร ฐานวิเศษ	รหัสนักศึกษา 63050633
	นางสาวปริณิษา ปะไสรัก	รหัสนักศึกษา 63050642
	นางสาวระพีพร พงษ์อารีย์	รหัสนักศึกษา 63050656
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)	
ภาควิชา	สถิติ	
คณะ	วิทยาศาสตร์	
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)	
ปีการศึกษา	2566	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.อัศวิน วงศ์วิวัฒน์	

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจหาแนวโน้มความผิดปกติที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตสินค้า โดยทำการใช้แผนภูมิควบคุมซึ่งเป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่มีความสำคัญในการควบคุมคุณภาพเป็นแผนภูมิควบคุมที่ทำให้ทราบว่าในการผลิตมีความผิดปกติหรือไม่ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (\bar{X} -R Chart) เป็นแผนภูมิควบคุมที่ความเหมาะสมในการนำข้อมูลมาทดสอบ หากข้อมูลมีจำนวนไม่มาก ก็สามารถพิจารณาได้ด้วยตาเปล่าได้ แต่หากข้อมูลมีจำนวนมาก เช่น สุ่มตัวอย่างข้อมูลที่นำมาพิจารณา 4 ถึง 5 ตัวอย่าง ทุกๆ 10 นาที และนำมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และพิสัย (R) ซึ่งอาจไม่สามารถพิจารณาด้วยตาเปล่าได้ว่าอาจจะมีแนวโน้มที่จะเกิดความผิดปกติในการผลิตหรือไม่ จึงมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยวิเคราะห์ นั่นคือโปรแกรมที่สามารถตรวจจบบรรยากาศของแผนภูมิที่มีความผิดปกติและแจ้งเตือนความผิดปกติได้ เพื่อที่จะสามารถตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และให้ผู้ผลิตที่ตรวจสอบวิเคราะห์สาเหตุและปรับแก้กระบวนการผลิตได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะเป็นการป้องกันการเกิดของเสียทางอ้อมได้อีกด้วย

จากผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมพบว่า ข้อมูลที่นำมาทดสอบ แผนภูมิควบคุมที่เกิดขึ้นมีความปกติและผิดปกติ โดยจะเห็นได้ว่า รูปแบบของแผนภูมินั้นมีรูปแบบตรงกับแผนภูมิที่มีความปกติและผิดปกติ ทั้งหมดอยู่ 4 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบแผนภูมิแบบปกติ (NR), รูปแบบแผนภูมิแบบวัฏจักร (CYC), รูปแบบแผนภูมิแบบแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (IT) และ รูปแบบแผนภูมิแบบแนวโน้มที่ลดลง (DT) ซึ่งข้อมูลแผนภูมิควบคุมที่ได้นำมาทำการวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม ออกมาเป็น รูปแบบปกติ (NR) จะสรุปได้ว่าเป็นแผนภูมิควบคุมที่มีความปกติ ทำให้ไม่ต้องมีการแจ้งเตือนและสามารถดำเนินกระบวนการผลิตต่อไปได้ และข้อมูลแผนภูมิควบคุมที่ได้นำมาทำการวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม ออกมาเป็นรูปแบบแผนภูมิแบบวัฏจักร (CYC), รูปแบบแผนภูมิแบบแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (IT) และรูปแบบแผนภูมิแบบแนวโน้มที่ลดลง (DT) จะสรุปได้ว่าเป็นแผนภูมิควบคุมที่มีความผิดปกติ จึงทำการแจ้งเตือน เพื่อให้กระบวนการผลิตนั้นหยุด และนำสิ่งของชิ้นนั้นออกมาตรวจสอบและปรับแก้กระบวนการผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสำคัญ : กระบวนการผลิต, แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย, รูปแบบแผนภูมิแบบปกติ (NR), รูปแบบแผนภูมิแบบวัฏจักร (CYC), รูปแบบแผนภูมิแบบแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (IT), รูปแบบแผนภูมิแบบแนวโน้มที่ลดลง (DT)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	The Use of Xbar and Range Control Chart to Control Manufacturing Processes in Industry	
Students	Miss Nontakorn Tanviset	Student ID 63050633
	Miss Parina Pasorak	Student ID 63050642
	Miss Rapeeporn Pongaree	Student ID 63050656
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)	
Department	Statistics	
School	Science	
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)	
Academic Year	2023	
Advisor	Dr. Asawin Wongwiwat	

Abstract

This special issue aims to detect trends of abnormalities that may occur in the manufacturing process of products. It utilizes a control chart, which is an important tool in quality control, to indicate whether there are abnormalities during production. Specifically, this research employs an X-bar and R chart, which is a suitable control chart for testing data. If the data sample size is small, abnormalities can be observed visually. However, with a larger amount of data, such as sampling data every 10 minutes with 4 to 5 samples, calculating the average (X-bar) and range (R) may require technological assistance. Therefore, software is used to analyze and detect abnormal patterns in the control chart, notifying potential anomalies in the manufacturing process promptly. This allows manufacturers to quickly identify, analyze causes, and rectify process issues, thus preventing potential quality deviations.

The program analysis results revealed that the tested data exhibited both normal and abnormal control chart patterns. Specifically, four distinct patterns were identified: Normal Run (NR), Cyclic (CYC), Increasing Trend (IT), and Decreasing Trend (DT). When the program analysis indicated a Normal Run (NR) pattern, it was concluded that the control chart was normal, negating the need for alerts, and allowing the production process to continue. Conversely, when the program analysis identified Cyclic (CYC), Increasing Trend (IT), or Decreasing Trend (DT) patterns, it was concluded that the control chart exhibited abnormalities. Consequently, alerts were issued, prompting the cessation of the production process for inspection and adjustment.

Keywords : Production Process, \bar{X} -R Control Chart, Normal Run (NR), Cyclic (CYC), Increasing Trend (IT), Decreasing Trend (DT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ หรือการขงนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี อันเนื่องมาจากความอนุเคราะห์และความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ดร.อัศวิน วงศ์วิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่คอยให้คำปรึกษาดูแลอย่างใกล้ชิด ให้นำแนวคิดในการทำปัญหาพิเศษ แนวทางในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ ตลอดจนกระทั่งการตรวจทานในงานปัญหาพิเศษ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน และติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินงาน จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.กนกกรรณ ลีโรจนาประภา และ ดร.อรिता จิรธรรมประดับ คณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และแนวทาง ข้อคิดต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ รวมถึงตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพิ่มเติม ที่ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์สาขาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้และให้คำแนะนำต่าง ๆ จนกระทั่งสำเร็จการศึกษา รวมถึงเจ้าหน้าที่สาขาสถิติทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือประสานงาน และอำนวยความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้และให้คำแนะนำต่าง ๆ จนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สาขาสถิติทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ บิดาและมารดา ที่ให้ความหวังใยช่วยส่งเสริมและสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน ตลอดจนเป็นแรงจูงใจที่สำคัญ จนทำให้การศึกษาปัญหาพิเศษครั้งนี้ประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี รวมถึงเพื่อน ๆ และบุคคลอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวมาในข้างต้น จึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นนทกร ฐานวิเศษ

ปริณาทิ ปะโสรัถ

ระพีพร พงษ์อารีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 แผนภูมิควบคุม.....	4
2.1.1 หลักการของแผนภูมิควบคุม.....	4
2.1.2 ประเภทของแผนภูมิควบคุม.....	4
2.1.3 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม.....	5
2.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย.....	5
2.2.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} Chart).....	5
2.2.2 แผนภูมิควบคุมของพิสัย (R Chart).....	6
2.2.3 การสร้างแผนภูมิควบคุม \bar{X} - R Chart.....	6
2.2.4 การคำนวณ UCL และ LCL.....	6
2.3 ทฤษฎีการวางแผนคุณภาพ.....	7
2.3.1 การวางแผนคุณภาพ (Quality planning).....	7
2.3.2 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control).....	7
2.3.3 การปรับปรุงคุณภาพ (Quality Improvement).....	7
2.4 ทางเลือกของการกำหนดเขตควบคุม.....	8
2.5 ขนาดตัวอย่างสุ่มและความถี่ในการสุ่มตัวอย่าง.....	8
2.6 การวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม.....	9
2.6.1 กฎเนลสันข้อที่ 1.....	10
2.6.2 กฎเนลสันข้อที่ 2.....	10
2.6.3 กฎเนลสันข้อที่ 3.....	11
2.6.4 กฎเนลสันข้อที่ 4.....	11
2.6.5 กฎเนลสันข้อที่ 5.....	12
2.6.6 กฎเนลสันข้อที่ 6.....	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6.7 กฎเนลสันข้อที่ 7.....	13
2.6.8 กฎเนลสันข้อที่ 8.....	13
2.6.9 รูปแบบปกติ (normal: NR).....	14
2.6.10 รูปแบบวัฏจักร (cyclic: CC).....	15
2.6.11 รูปแบบแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (increasing trend: IT).....	15
2.6.12 รูปแบบแนวโน้มที่ลดลง (decreasing trend: DT).....	15
2.7 โปรแกรมคอมพิวเตอร์.....	15
2.7.1 Python.....	15
2.7.2 Jupyter Notebook.....	16
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	19
3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล.....	19
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ.....	19
3.2.1 ขั้นตอนดำเนินงานฟังก์ชันหลักของโปรแกรม.....	19
3.2.2 ขั้นตอนดำเนินงานฟังก์ชันตรวจจ็บบรูปแบบแผนภูมิควบคุม.....	24
3.3 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรม.....	27
3.3.1 นำชุดคำสั่งเข้าโปรแกรมเพื่อใช้งานโปรแกรม.....	27
3.3.2 สร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย.....	28
3.3.3 สร้างฟังก์ชันตรวจจ็บบรูปแบบของแผนภูมิควบคุม.....	29
3.4 ขั้นตอนกำหนดข้อมูลสำหรับทดสอบโปรแกรม.....	36
3.4.1 นำชุดคำสั่งเข้าโปรแกรมเพื่อใช้งานโปรแกรม.....	36
3.4.2 สร้างข้อมูลสำหรับรูปแบบแผนภูมิควบคุม.....	36
3.5 ขั้นตอนการสร้าง User Interface.....	42
3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
3.6.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware).....	48
3.6.2 ซอฟต์แวร์ (Software).....	48
3.6.3 คำสั่งที่ใช้ในงานวิจัย (Library).....	48
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	50
4.1 การทำระบบในการตรวจจ็บบรูปแบบแผนภูมิ.....	50
4.1.1 การใช้งาน User Interface.....	50
4.2 แนวทางและวิธีแก้ไขเมื่อออกนอกเส้นควบคุม.....	56
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	57
5.1 สรุปผลงานวิจัย.....	57
5.2 ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ.....	57
5.2.1 ปัญหาที่พบ.....	57

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2.2 ข้อเสนอแนะ	57
เอกสารอ้างอิง	58
ภาคผนวก.....	61
ภาคผนวก ก	62
ภาคผนวก ข	63
ภาคผนวก ค	64
ภาคผนวก ง	67



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ข้อมูลค่า \bar{X} , R, A2, D3 และ D4 เพื่อนำมาใช้ในการหาแนวโน้มการเกิดของเสีย	21
3.2 แสดงไลบรารีที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม	48
1 ก ตารางแสดงค่าแฟกเตอร์หรือค่าควบคุมสถิติสำหรับการคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุม.....	62
1 ข ข้อมูลการผลิตสินค้าจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง.....	63
1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง	67



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	แผนภูมิควบคุม (Control Chart).....4
2.2	แสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่ใช้ในกระบวนการผลิต.....8
2.3	แสดงภาพการพล็อตกราฟลักษณะการดำเนินงานสำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย.....9
2.4	แสดงรูปแบบการรันของแผนภูมิ.....9
2.5	รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 1..... 10
2.6	รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 2..... 10
2.7	รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 3..... 11
2.8	รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 4..... 11
2.9	รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 5..... 12
2.10	รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 6..... 12
2.11	รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 7..... 13
2.12	รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 8..... 13
2.13	รูปแบบของแผนภูมิควบคุม 4 รูปแบบ..... 17
2.14	รูปแบบของแผนภูมิควบคุม 4 รูปแบบและการผสม 1 รูปแบบ..... 18
3.1	ขั้นตอนการดำเนินงานฟังก์ชันหลักของโปรแกรม..... 20
3.2	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย..... 23
3.3	แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย..... 24
3.4	ขั้นตอนการดำเนินงานฟังก์ชันตรวจจับรูปแบบแผนภูมิควบคุม..... 25
3.5	ตัวอย่างชุดคำสั่งในการนำเข้าโมดูลมาใช้งานในภาษา Python..... 27
3.6	ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันสำหรับค่าคงที่ A2, D3 และ D4..... 28
3.7	ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันสำหรับค่าคงที่ A2, D3 และ D4 (ต่อ)..... 29
3.8	ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชัน detect control chart pattern..... 29
3.9	ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบปกติ..... 30
3.10	ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบปกติ (ต่อ)..... 31
3.11	ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบวัฏจักร..... 31
3.12	ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบวัฏจักร (ต่อ)..... 32
3.13	ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบแนวโน้มเพิ่มขึ้น..... 33
3.14	ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบแนวโน้มลดลง..... 34
3.15	ตัวอย่างการกำหนดการระบุรูปแบบแพทเทิร์นของแผนภูมิควบคุม..... 35
3.16	ตัวอย่างกำหนดเส้นขีดจำกัดควบคุม..... 36
3.17	ตัวอย่างชุดคำสั่งในการนำเข้าโมดูลมาใช้งานในภาษา Python..... 36
3.18	ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดตัวแปร..... 37
3.19	ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดข้อมูลวัฏจักร..... 38
3.20	ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดข้อมูลวัฏจักร (ต่อ)..... 39
3.21	ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดข้อมูลวัฏจักร (ต่อ)..... 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อวัตถุประสงค์เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการพิมพ์ซ้ำหรือการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.22 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดพารามิเตอร์ข้อมูลสำหรับรูปแบบมีแนวโน้ม	40
3.23 ตัวอย่างชุดคำสั่งในสร้างข้อมูลสำหรับรูปแบบมีแนวโน้ม	41
3.24 ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันสำหรับโหลดข้อมูลจากไฟล์ Excel.....	42
3.25 ตัวอย่างการสร้างปุ่ม submit ข้อมูล	43
3.26 ตัวอย่างการสร้างข้อมูลและตรวจจับแพทเทิร์นของแผนภูมิ.....	44
3.27 ตัวอย่างการคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุม	44
3.28 ตัวอย่างการสร้างแผนภูมิ $\bar{X} - R$ Chart	45
3.29 ตัวอย่างการสร้างแผนภูมิด้วย Matplotlib.....	46
3.30 ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันแสดงหน้าต่างหลัก	46
3.31 ตัวอย่างการสร้างปุ่มและช่องกรอกข้อมูล	47
4.1 ตัวอย่างหน้า User Interface.....	50
4.2 การใส่จำนวนกลุ่มย่อย (n) และกดปุ่ม Load Data from excel ในข้อมูลชุดแรก	51
4.3 หลังจากกดเลือกไฟล์ชุดข้อมูลที่เป็น Normal.....	51
4.4 หน้าต่างผลลัพธ์การตรวจจับแนวโน้มแผนภูมิ Normal.....	51
4.5 หน้าต่างแสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยแผนภูมิ Normal.....	52
4.6 การใส่จำนวนกลุ่มย่อย (n) และกดปุ่ม Load Data from excel ในข้อมูลชุดสอง	52
4.7 หน้าต่างผลลัพธ์การตรวจจับแนวโน้มแผนภูมิ Cyclic	53
4.8 หน้าต่างแสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยแผนภูมิ Cyclic.....	53
4.9 การใส่จำนวนกลุ่มย่อย (n) และกดปุ่ม Load Data from excel ในข้อมูลชุดสาม	53
4.10 หน้าต่างผลลัพธ์การตรวจจับแนวโน้มแผนภูมิ Increasing Trend.....	54
4.11 หน้าต่างแสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยแผนภูมิ Increasing Trend.....	54
4.12 การใส่จำนวนกลุ่มย่อย (n) และกดปุ่ม Load Data from excel ในข้อมูลชุดสี่	55
4.13 หน้าต่างผลลัพธ์การตรวจจับแนวโน้มแผนภูมิ Decreasing Trend.....	55
4.14 หน้าต่างแสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยแผนภูมิ Decreasing Trend	55
1 ง แผนภูมิควบคุมการผลิตที่แสดงรูปแบบวัฏจักร รูปแบบแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและลดลงอย่างรวดเร็ว	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมทั้งในระดับโลกและระดับประเทศได้ก้าวเข้าสู่การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 หรืออุตสาหกรรม 4.0 เป็นที่เรียบร้อยแล้ว พัฒนาจากโรงงานที่ผลิตโดยแรงงานคน เป็นอุตสาหกรรมการผลิตกึ่งอัตโนมัติ และอุตสาหกรรมการผลิตอัตโนมัติเต็มรูปแบบ (อรนุช ก่อเกื้อสืบสาย, 2561) และเนื่องด้วยภาคอุตสาหกรรมเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยในการขับเคลื่อนและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยสัดส่วนมูลค่าผลผลิตภาคอุตสาหกรรมต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ และมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมต่อมูลค่าการส่งออกรวม มีอัตราการขยายตัวอย่างรวดเร็ว (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2554) ผู้ผลิตจึงต้องปรับปรุง เปลี่ยนแปลง พัฒนา และควบคุมคุณภาพของสินค้าให้ได้มาตรฐานอยู่เสมอ

ซึ่งการควบคุมคุณภาพผลผลิตภาคอุตสาหกรรมดังกล่าวนี้ ไม่ได้จำกัดอยู่แค่สินค้าที่ผลิตเสร็จแล้วเท่านั้น ยังรวมไปถึงการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ผู้ผลิตมีกระบวนการต่างๆมากมายในการใช้ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพสินค้า ไม่ว่าจะเป็นด้วยการใช้แรงงานมนุษย์ หรือการนำเครื่องมือเทคโนโลยีเข้ามาช่วย เช่น เซนเซอร์ กล้องตรวจจับ เป็นต้น และเมื่อตรวจพบสินค้าที่ไม่ได้ตามมาตรฐานแล้ว หากเป็นสินค้าที่สามารถนำกลับมาแก้ไขได้ ก็สามารถนำกลับไปแก้ไขใหม่ เพื่อให้ได้สินค้าตรงตามมาตรฐาน แต่หากเป็นสินค้าที่ไม่สามารถนำกลับมาแก้ไขได้อีกครั้ง ก็สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น หรือนำไปทำลายทิ้งต่อไป การที่ผู้ผลิตนำระบบการควบคุมคุณภาพมาใช้ ไม่เพียงแต่ต้องการสร้างผลกำไรให้แก่องค์กรจากสินค้าและบริการที่มีคุณภาพเพียงเท่านั้น การควบคุมคุณภาพยังให้ผลประโยชน์อื่นๆ เช่น การควบคุมคุณภาพจะให้ผลการดำเนินงานของโรงงานสูงขึ้น เนื่องจากสินค้าหรือบริการมีคุณภาพ ผลผลิตไม่บกพร่อง สามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียลงได้ มีการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เกิดความหลากหลายและน่าสนใจยิ่งขึ้น โดยที่ต้นทุนในการผลิตลดลง จึงกล่าวได้ว่าการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง และถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการก้าวไปสู่การเป็นผู้นำในวงอุตสาหกรรม

แผนภูมิควบคุม (Control Chart) เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่มีความสำคัญในการควบคุมคุณภาพ เป็นแผนภูมิ ที่ทำให้ทราบว่าในการผลิตมีความผิดปกติหรือไม่ โดยการพิจารณาแผนภูมิควบคุมหากข้อมูลมีจำนวนไม่มาก ก็สามารถพิจารณาได้ด้วยตาเปล่า แต่หากข้อมูลมีจำนวนมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น ข้อมูลในโรงงานที่ตรวจสอบ 100% มีข้อมูลเข้ามาทุกนาที อาจไม่สามารถพิจารณาด้วยตาเปล่าได้ว่าจะมีแนวโน้มที่จะเกิดความผิดปกติในการผลิตหรือไม่ จึงมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยวิเคราะห์ และแม้ปัจจุบันจะมีโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุของปัญหาได้ แต่โปรแกรมสำเร็จรูปมีราคาสูงมาก จึงอาจเป็นทางเลือกที่ไม่เหมาะสมกับบางโรงงาน เช่น โรงงานขนาดเล็ก หรือโรงงานที่มีความจำเป็นในการใช้งบประมาณที่ค่อนข้างน้อย ฯลฯ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างโปรแกรมที่สามารถตรวจจับรูปแบบของแผนภูมิที่มีความผิดปกติและแจ้งเตือนความผิดปกติได้ เพื่อที่จะสามารถตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และให้ผู้ผลิตที่ตรวจสอบวิเคราะห์สาเหตุและปรับแก้กระบวนการผลิตได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะเป็นการป้องกันการเกิดของเสียทางอ้อมได้อีกด้วย

ไม่ว่าการค้นคว้า ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุที่เปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อตรวจหาแนวโน้มความผิดปกติที่จะเกิดในกระบวนการผลิต

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการศึกษาโดยสร้างโปรแกรมในการวิเคราะห์แผนภูมิ โดยนำข้อมูลจากกระบวนการผลิต มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดเส้นขีดจำกัดควบคุมโดยการ ใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (\bar{X} -R Chart) และใช้การเขียนโค้ดควบคุมโปรแกรมประยุกต์ ภาษาโปรแกรม Python ในโปรแกรม Jupyter Notebook ในการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพทั้ง 4 รูปแบบ เพื่อใช้ในการตรวจจับข้อมูลจากกระบวนการผลิตว่ากระบวนการผลิตนั้นมีความปกติหรือ ผิดปกติ ที่มีเกิดของเสีย หรือ ควรนำไปตรวจสอบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถตรวจหาแนวโน้มความผิดปกติที่จะเกิดในกระบวนการผลิต

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ของเสียจากการผลิต (Waste from production processes) คือ ของเสียจากการผลิตคือวัสดุ หรือผลพลอยได้ใดๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตที่ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ซึ่งอาจ รวมถึงวัสดุที่ชำรุด ใช้ไม่ได้ หรือมีคุณภาพต่ำ นอกจากนี้ยังรวมถึงวัสดุที่ใช้ ในระหว่างกระบวนการผลิตแต่ ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เช่น ผุ่น ควัน และเศษวัสดุ ต่างๆ ของเสียจากการผลิตยังสามารถเกิดขึ้นได้จากแหล่งพลังงาน เช่น ไฟฟ้าและเชื้อเพลิง รวมทั้ง จากน้ำและของเหลวอื่นๆ ที่ใช้ใน กระบวนการผลิต

1.5.2 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control ; QC) คือ การควบคุมคุณภาพสินค้าให้ เป็นไปตาม คุณสมบัติที่กำหนดไว้ และสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าสูงสุด ด้วยกระบวนการ INSPECTION คือ กระบวนการตรวจสอบตำหนิและจุดบกพร่องของผลิตภัณฑ์ เพื่อที่จะทำการ ส่งกลับไปแก้ไขหรือคัดทิ้ง จากนั้นจึงทำการบันทึกและเก็บสถิติของลักษณะรวมทั้งจำนวนผลิตภัณฑ์ ต่างๆที่เกิดการบกพร่อง สำหรับ นำไปวิเคราะห์สาเหตุปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น แล้วจึงทำการแก้ไข ปรับปรุงเพื่อให้ผู้ผลิตสามารถทำการผลิต สินค้าที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับคุณสมบัติที่ตั้งไว้มากที่สุด ต่อไป

1.5.3 การประกันคุณภาพสินค้า (Quality Assurance; QA) คือ การประกันคุณภาพจะ สามารถสร้างความไว้วางใจและสร้างความภักดีต่อลูกค้าได้ ทำให้องค์กรสร้างผลิตภัณฑ์และบริการได้ ตรงตามความต้องการอย่างมีคุณภาพ เป็นที่พึงพอใจ สร้างความน่าเชื่อถือ และที่สำคัญคือเป็น กระบวนการที่ช่วยลดข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะเกิดขึ้นได้อย่างเป็นระบบ

1.5.4 ภาษาไพธอน คือ ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม ไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม จึง สามารถใช้ได้ทั้งระบบ Unix, Linux, Window NT, Window 2000, Window XP ภาษาไพธอนเป็น Open Source เหมือนอย่าง PHP ทำให้ทุกคนสามารถที่จะนำมาพัฒนาโปรแกรมได้อย่างฟรี ๆ โดย ไม่มีการเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น จึงทำให้ภาษาไพธอนมีความสามารถสูงขึ้น และใช้งานได้ครอบคลุม กับทุกลักษณะงาน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.5 Jupyter Notebook คือ เครื่องมือที่ใช้เขียน code ในการที่เราจะสร้าง machine learning model เป็นเครื่องมือที่นิยมมากในกลุ่มคนที่ทำงานด้าน Data Science เหมาะกับการทำงานที่เกี่ยวกับการจัดการข้อมูลเป็นจำนวนมากแล้วยังต้องรายงานงานวิจัยที่ตนเองได้ทำขึ้นมา ซึ่งตัว Jupyter Notebook ก็ได้ออกแบบมาตรงตามจุดประสงค์การใช้งานไม่ว่าจะเป็น การเรียกใช้งาน library พร้อมทั้งเขียน code editor รวมไปถึงยังสามารถที่จะพิมพ์ตัวหนังสือภาษาไทยลงไปได้เลย เหมือนพิมพ์รายงานปกติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้กำหนดแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 แผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุม (Control Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการต่างๆ และมีจุดประสงค์เพื่อป้องกันให้ทราบถึงข้อผิดพลาดในกระบวนการผลิตหรือจุดเฝ้าระวัง เพื่อลดต้นทุนต่างๆในกระบวนการผลิตได้อีกด้วย โดยแผนภูมิควบคุมประกอบไปด้วย ค่ากำกับค่ามากที่สุดที่ได้รับ (Upper Control Limit ; UCL) ค่ากำกับค่าต่ำสุดที่ได้รับ (Lower Control Limit ; LCL) และ \bar{X} หรือ เส้นกึ่งกลาง (CL) โดยแต่ละชั้นตอนถูกแบ่งด้วย Sigma (σ) หรือ ค่าเบี่ยงเบน และแต่ละจุดที่นำไปจุดคือค่าที่ได้จากการวัดโดยวิธีการต่างๆ



รูปที่ 2.1 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

ที่มา: <https://ikki-group.com/reading-control-chart/>

หลักการของแผนภูมิควบคุม คือ ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการผลิตมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) จะมีพารามิเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้อง มีการกระจายรอบ ๆ ค่าเฉลี่ยช่วง $+3s$ และ $-3s$

2.1.1 หลักการของแผนภูมิควบคุม

1. ชีตจำกัดควบคุมบนและล่าง คำนวณจากตัวอย่างที่สุ่มไว้
2. จุดที่กระจายอยู่ในชีตจำกัดควบคุมบนและล่างแสดงถึงสภาพกระบวนการผลิต

2.1.2 ประเภทของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวแปร ประกอบด้วย
 - 1.1 แผนภูมิ \bar{x} เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ย
 - 1.2 แผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย
 - 1.3 แผนภูมิ s เพื่อควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. แผนภูมิควบคุมสำหรับลักษณะ ประกอบด้วย
 - 2.1 แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย
 - 2.2 แผนภูมิ np เพื่อควบคุมจำนวนของเสีย
 - 2.3 แผนภูมิ c เพื่อควบคุมจำนวนสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย
 - 2.4 แผนภูมิ u เพื่อควบคุมจำนวนสาเหตุต่อหน่วยที่ทำให้เกิดของเสีย

2.1.3 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

1. สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ทันเวลาต่อเหตุการณ์นั้น ๆ เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ทำให้สามารถทราบถึงความผิดปกติในกระบวนการผลิตได้อย่างทันที
2. ตรวจสอบค่ามาตรฐานที่กำหนด ว่าอยู่ในมาตรฐานหรือไม่
3. ช่วยเพิ่มผลผลิต ลดจำนวนของเสียและการทำซ้ำ
4. ให้ข้อมูลเพื่อแก้ไขกระบวนการผลิต เช่นการเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ การเปลี่ยนรูปแบบการทำงานต่างๆ

ในที่นี้ผู้วิจัยเลือกแผนภูมิควบคุมมาแค่แผนภูมิเดียว นั่นคือแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ($\bar{X} - R$ Chart) เพื่อลดระยะเวลาในการทำงานให้มากขึ้น ซึ่งจริงๆแล้วสามารถทำได้ทุกแผนภูมิแล้วแต่ว่าต้องการจะทำแผนภูมิไหนตามความถนัด ความต้องการและปัญหาที่เราใช้ในการศึกษา

2.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย

แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ($\bar{X} - R$ Chart) เป็นเครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการควบคุมและปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือการทำงานต่าง ๆ เพื่อให้ค่าเฉลี่ยของกระบวนการอยู่ในระดับที่ต้องการ และปรับค่าพิสัยเพื่อให้กระบวนการมีความเสถียรและเป็นไปตามเป้าหมาย การใช้งานแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยช่วยให้ผู้ดูแลกระบวนการสามารถตรวจสอบและปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้โดยทันที เพื่อให้ผลผลิตหรือการทำงานมีคุณภาพและประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในทุก ๆ ขั้นตอนของกระบวนการ

2.2.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} Chart)

1. แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจริงของตัวอย่างของสินค้าหรือกระบวนการผลิตกับค่าเฉลี่ยที่คาดหวัง
2. บ่งบอกถึงความเสถียรของกระบวนการผลิต ว่ามีค่าเฉลี่ยที่คงที่หรือไม่
3. ถ้าค่าเฉลี่ยของตัวอย่างอยู่ในเส้นควบคุม (Control Limits) แสดงว่ากระบวนการผลิตมีความคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 แผนภูมิควบคุมของพิสัย (R Chart)

1. แสดงการควบคุมของการแปรผันของข้อมูลภายในตัวอย่าง เช่น การแปรผันของค่าของสินค้าหรือกระบวนการผลิต
2. ช่วยในการตรวจสอบความสม่ำเสมอของกระบวนการผลิต ว่ามีการแปรผันอย่างไร และมีความคงเส้นคงวาหรือไม่

2.2.3 การสร้างแผนภูมิควบคุม $\bar{X} - R$ Chart

มักจะใช้ข้อมูลตัวอย่างจากกระบวนการผลิตหรือสินค้า โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เก็บข้อมูล รวบรวมข้อมูลค่าเฉลี่ยและค่าแปรผันของตัวอย่างสินค้าหรือกระบวนการผลิตในช่วงเวลาหนึ่ง
2. คำนวณค่าเฉลี่ยและค่าแปรผัน คำนวณค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง (\bar{X}) และค่าแปรผัน (R)
3. สร้างแผนภูมิ วาดแผนภูมิ $\bar{X} - R$ Chart โดยแสดงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างและค่าแปรผันของข้อมูล
4. กำหนดเส้นควบคุม กำหนดเส้นควบคุม (Control Limit) ในแผนภูมิเพื่อบ่งบอกถึงขอบเขตที่ยอมรับได้ของค่าเฉลี่ยและค่าแปรผัน
5. วิเคราะห์ผล ตรวจสอบว่าค่าเฉลี่ยและค่าแปรผันของข้อมูลอยู่ภายในเส้นควบคุมหรือไม่ โดยใช้กฎวิธีการวิเคราะห์เชิงสถิติ เช่น การตรวจสอบสัดส่วนของข้อมูลที่อยู่นอกเส้นควบคุมด้วยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ($\bar{X} - R$ Chart) นี้ ผู้บริหารหรือผู้ดูแลกระบวนการผลิตสามารถตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นตามความจำเป็น

2.2.4 การคำนวณ UCL และ LCL

แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยสามารถทำได้ดังนี้

1. Upper Control Limit (UCL) และ Lower Control Limit (LCL) สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} Chart)

1.1 UCL สำหรับ \bar{X} Chart คำนวณโดยใช้สูตร

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

1.2 LCL สำหรับ \bar{X} Chart คำนวณโดยใช้สูตร

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

โดยที่:

\bar{X} คือค่าเฉลี่ยของข้อมูล

A_2 คือค่าจากตารางค่า A_2 สำหรับขนาดการสุ่มที่กำหนดไว้

R คือค่าช่วงระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดในแต่ละกลุ่มของข้อมูล (Range)

\bar{R} คือค่าเฉลี่ยของพิสัย

2. Upper Control Limit (UCL) และ Lower Control Limit (LCL) สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R Chart)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะที่ออกให้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

2.1 UCL สำหรับ R Chart คำนวณโดยใช้สูตร

$$UCL_R = D_4 \bar{R}$$

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 LCL สำหรับ R Chart คำนวณโดยใช้สูตร

$$LCL_R = D_3 \bar{R}$$

โดยที่

D_4 และ D_3	คือค่าจากตารางค่า D_3 และ D_4 สำหรับขนาดการสุ่มที่กำหนดไว้
R	เป็นค่าช่วงระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดในแต่ละกลุ่มของข้อมูล (Range)
\bar{R}	คือค่าเฉลี่ยของพิสัย

สำหรับค่า A_2, D_3 , และ D_4 สามารถหาได้จากตารางค่าควบคุมสถิติตั้งตารางภาคผนวก ก.1 ที่มักถูกใช้ในกรณีวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย หรือจะใช้ซอฟต์แวร์สถิติในการคำนวณก็ได้ตามความสะดวกความง่ายของผู้ใช้

2.3 ทฤษฎีการวางแผนคุณภาพ

กระบวนการในการบริหารด้านคุณภาพ ประกอบด้วยกระบวนการ 3 กระบวนการ (Juran Trilogy) อันได้แก่

2.3.1 การวางแผนคุณภาพ (Quality planning)

การตั้งเป้าหมายตามคุณภาพระบุลูกค้าขององค์กรซึ่งได้รับผลกระทบจากเป้าหมายทางคุณภาพที่สร้างไว้ค้นหาความต้องการของลูกค้าพัฒนาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เพื่อสนองความต้องการของลูกค้าพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อให้สามารถทำการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ จัดตั้งระบบควบคุมกระบวนการและนำ แผนที่ได้วางไว้ไปบังคับใช้กับกระบวนการ

2.3.2 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

การประเมินประสิทธิภาพทางคุณภาพของสภาวะกระบวนการปัจจุบันเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพทางคุณภาพ ที่เป็นจริงในสภาพปัจจุบันกับเป้าหมายทางคุณภาพที่ตั้งไว้แล้ว ดำเนินการเพื่อให้สภาวะการทำงานจริงมีสภาพตรงกับเป้าหมายที่วางไว้

2.3.3 การปรับปรุงคุณภาพ (Quality Improvement)

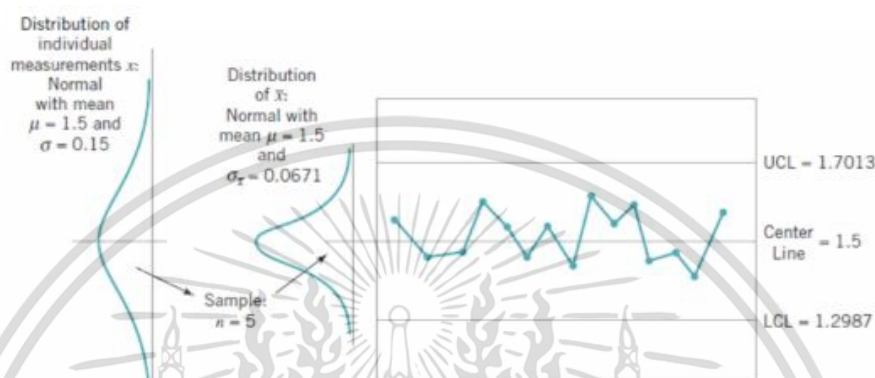
เป็นกระบวนการในการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพทางคุณภาพไปสู่ระดับที่ดีกว่าและแตกต่างจากเดิม ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. จัดตั้งโครงสร้างสำหรับการปรับปรุงคุณภาพระบุลักษณะเฉพาะที่ต้องการปรับปรุงโดยพิจารณาปรับปรุงเป็นลักษณะโครงการแต่ละโครงการไป
2. สำหรับแต่ละโครงการมีการจัดตั้ง Project team ทำหน้าที่ในการรับผิดชอบดำเนินการ ให้โครงการสำเร็จลุล่วง
3. มีการจัดสรรทรัพยากร การฝึกอบรม และการกระตุ้นขวัญและกำลังใจให้กับทีมเพื่อดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ดำเนินการแก้ไข และการควบคุมให้เป็นไปตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทางเลือกของการกำหนดเขตควบคุม

ขอบเขตควบคุม เป็นตัวตัดสินใจที่สำคัญในการออกแบบแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ถ้าเส้นขอบเขตควบคุมใกล้เส้นกึ่งกลาง (center line) จะเสี่ยงว่าค่าเฉลี่ยตัวอย่างสุ่มจะตกออกนอกเขตควบคุมได้มากขึ้น ในขณะที่แผนภูมิแสดงการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิต การกำหนดขอบเขตควบคุมทำให้มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อแผนภูมิควบคุมมีขอบเขตควบคุมที่กว้างมาก ๆ ก็จะทำให้เกิดความเสี่ยงที่กระบวนการผลิตนั้น อาจเกิดความผิดปกติเกิดขึ้นภายใต้การควบคุมได้เช่นกัน



รูปที่ 2.2 แสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยที่ใช้ในกระบวนการผลิต
ที่มา: <https://eng.sut.ac.th/mae/maeweb/sites/default/files/Chapter%202%20Quality%20Control%20Tools.pdf>

สำหรับ \bar{X} ที่แสดงดังรูปที่ 2.2 ซึ่งใช้ 3σ เป็นขอบเขตควบคุม เมื่อคำนวณความน่าจะเป็นของความผิดพลาด จากตารางปกติมาตรฐานเป็น 0.0027 คือจะมีการแจ้งเตือนการออกนอกเส้นควบคุมเมื่อ 27 จุดที่ออกนอกจากการควบคุม 10,000 จุด

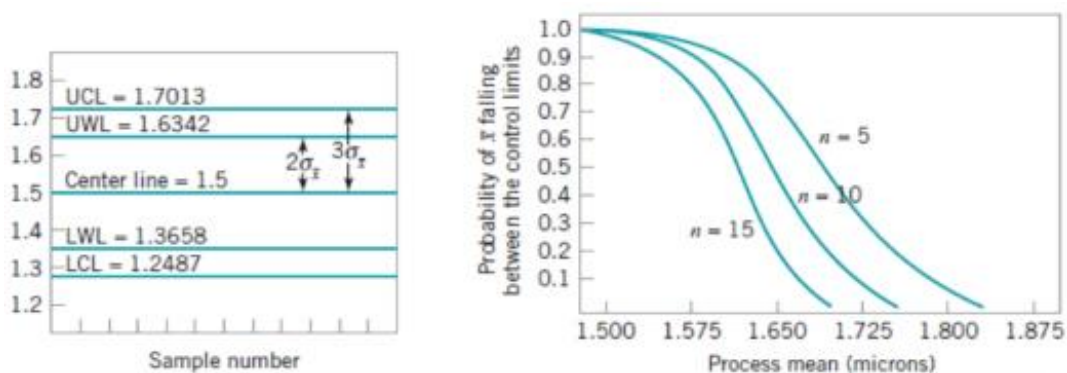
ขอบเขตควบคุมโดยปกติจะเรียกว่า 0.001 ขอบเขตความน่าจะเป็น ซึ่งในสหราชอาณาจักรและยุโรปตะวันตกจะใช้ระดับขอบเขตควบคุม ที่ 0.001 ของเขตความน่าจะเป็น หรือ 3.09σ

2.5 ขนาดตัวอย่างสุ่มและความถี่ในการสุ่มตัวอย่าง

ในการออกแบบแผนภูมิควบคุม จะต้องมีการกำหนดทั้งตัวอย่างสุ่มและความถี่ในการสุ่มตัวอย่าง โดยทั่วไปแล้ว ถ้าขนาดตัวอย่างสุ่ม มีขนาดใหญ่ จะทำให้ง่ายต่อการตรวจจับ แสดงดังรูปที่ 2.3

การกำหนดความถี่ในการสุ่มตัวอย่าง ควรจะมีการกำหนดขนาดตัวอย่างสุ่มและความถี่ในการสุ่มบ่อยครั้งยิ่งขึ้น หรือ มีความถี่การสุ่มมาก ๆ การสุ่มตัวอย่างมีอยู่ 2 แบบ คือ การสุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ความถี่ในการสุ่มช่วงสั้น ๆ และ การสุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ความถี่ในการสุ่มช่วงยาว ๆ ดังนั้น จึงมีการคำนวณเพื่อใช้ในการตัดสินใจประมาณค่า ขนาดตัวอย่างสุ่มและความถี่ในการสุ่มตัวอย่างจากกราฟความยาวเฉลี่ยรัน (Average run length: ARL) สำหรับใช้กับแผนภูมิควบคุม โดยที่ค่า ARL คือ จำนวนครั้งในการสุ่มตัวอย่างก่อนที่จะเกิดค่าเฉลี่ยตัวอย่างสุ่มออกนอกเขตควบคุม

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงภาพการพล็อตกราฟลักษณะการดำเนินงานสำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย
ที่มา: <https://eng.sut.ac.th/mae/maeweb/sites/default/files/Chapter%202%20Quality%20Control%20Tools.pdf>

2.6 การวิเคราะห์รูปแบบแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมอาจชี้ให้เห็นถึงกระบวนการผลิตออกนอกเหนือเส้นควบคุม ทั้งกรณีที่มี 1 จุดหรือมากกว่า 1 จุดตกออกนอกเหนือเส้นเขตควบคุม แผนภูมิค่าเฉลี่ยดังรูปที่ 2.4 จะพบว่า 19 จุดจาก 25 จุด ต่ำกว่าเส้นกึ่งกลางแผนภูมิควบคุม และมี 6 จุดที่อยู่เหนือเส้นกึ่งกลาง จากรูปจะพบว่ากลุ่มของจุดที่ตามหลัง 4 จุดแรก มี 5 จุดที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงเรียกว่า รัน (Run) หากลำดับจุดมีการเพิ่มขึ้น จะเรียกว่า รันเพิ่มขึ้น (Run up) แต่หากลำดับจุดมีการลดลง จะเรียกว่า รันลดลง (Run down)



รูปที่ 2.4 แสดงรูปแบบการรันของแผนภูมิ

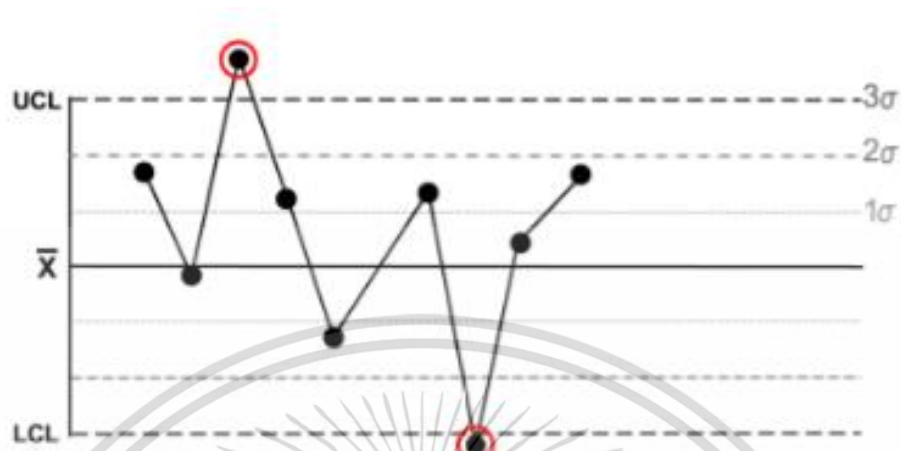
ที่มา: <https://eng.sut.ac.th/mae/maeweb/sites/default/files/Chapter%202%20Quality%20Control%20Tools.pdf>

รูปแบบของจุดในแผนภูมิควบคุมที่ส่งสัญญาณบ่งบอกว่าเกิดความผิดปกติในกระบวนการผลิตตามกฎ 8 ข้อของเนลสัน มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 กฎเนลสันข้อที่ 1

มี 1 จุดหรือมากกว่า 1 จุดออกนอกขอบเขตควบคุม 3σ

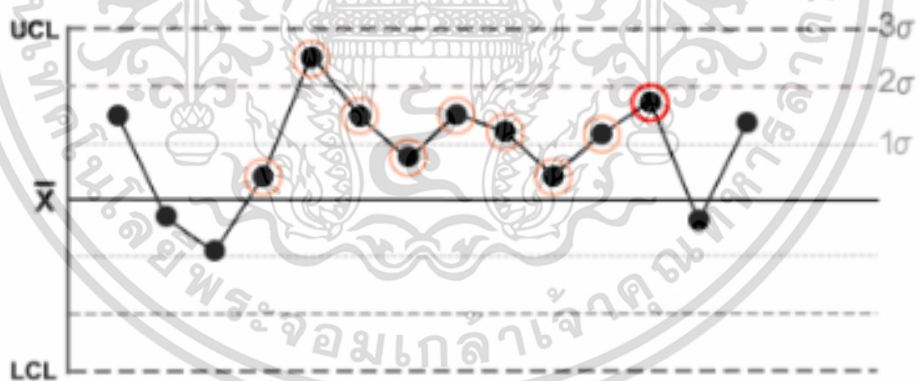


รูปที่ 2.5 รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 1

ที่มา: <https://ikki-group.com/reading-control-chart/>

2.6.2 กฎเนลสันข้อที่ 2

มี 9 จุดที่ต่อเนื่องกันที่มากกว่า หรือ น้อยกว่าค่ากึ่งกลางแผนภูมิควบคุม



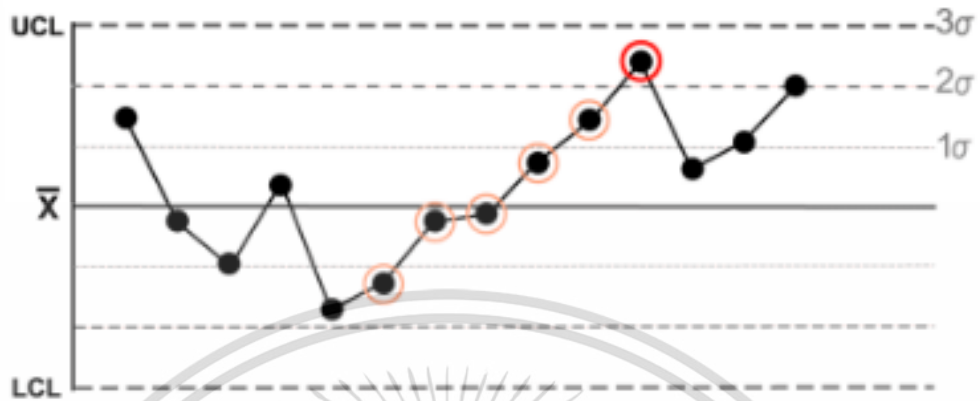
รูปที่ 2.6 รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 2

ที่มา: <https://ikki-group.com/reading-control-chart/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 กฎเนลสันข้อที่ 3

มี 6 จุดต่อเนื่องกันที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างต่อเนื่อง

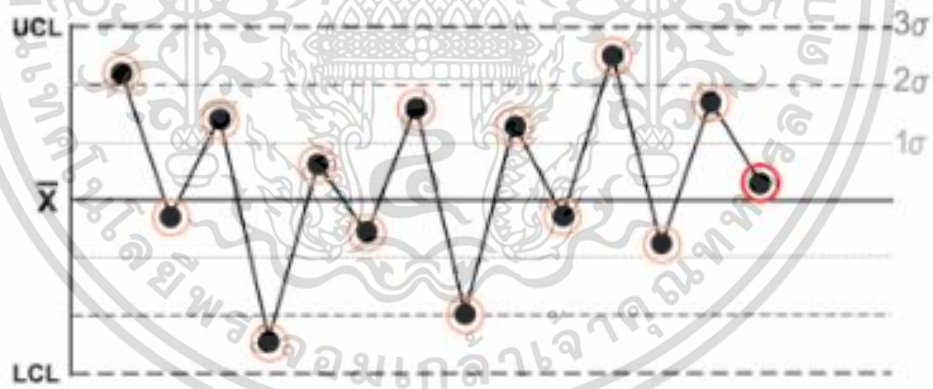


รูปที่ 2.7 รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 3

ที่มา: <https://ikki-group.com/reading-control-chart/>

2.6.4 กฎเนลสันข้อที่ 4

มี 14 จุด ติดกันสลับกันขึ้นลงเป็นฟันปลา



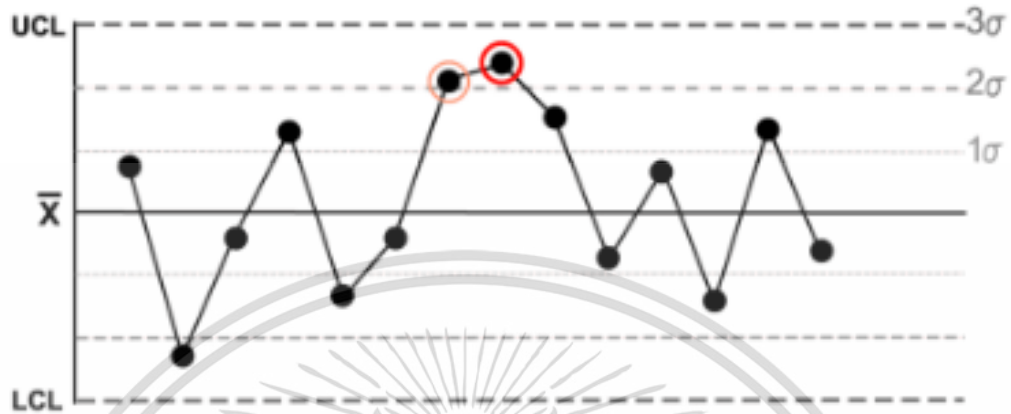
รูปที่ 2.8 รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 4

ที่มา: <https://ikki-group.com/reading-control-chart/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 กฎเนลสันข้อที่ 5

มี 2 จุดใน 3 จุด ที่ต่อเนื่องกันอยู่ในระยะเหนือและใต้ของเส้น 2σ บนด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลางแผนภูมิควบคุม

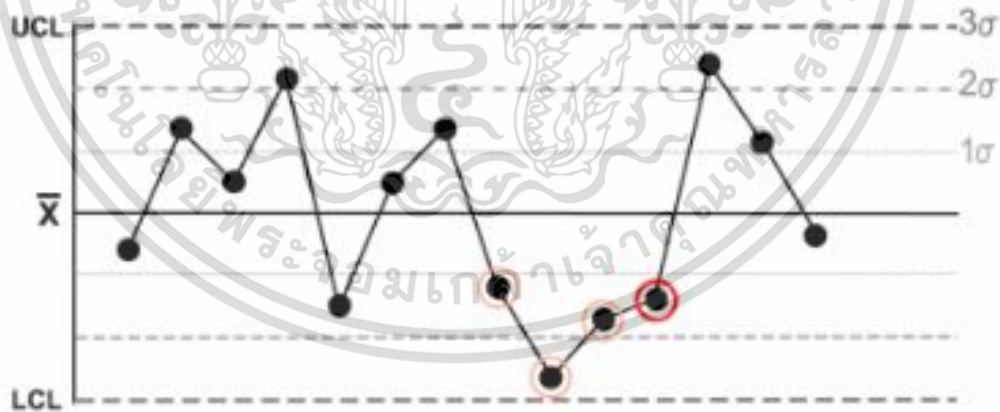


รูปที่ 2.9 รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 5

ที่มา: <https://ikki-group.com/reading-control-chart/>

2.6.6 กฎเนลสันข้อที่ 6

มี 4 จุดใน 5 จุด ที่ติดกันตกอยู่เหนือและใต้เส้น 1σ บนด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลางแผนภูมิควบคุม



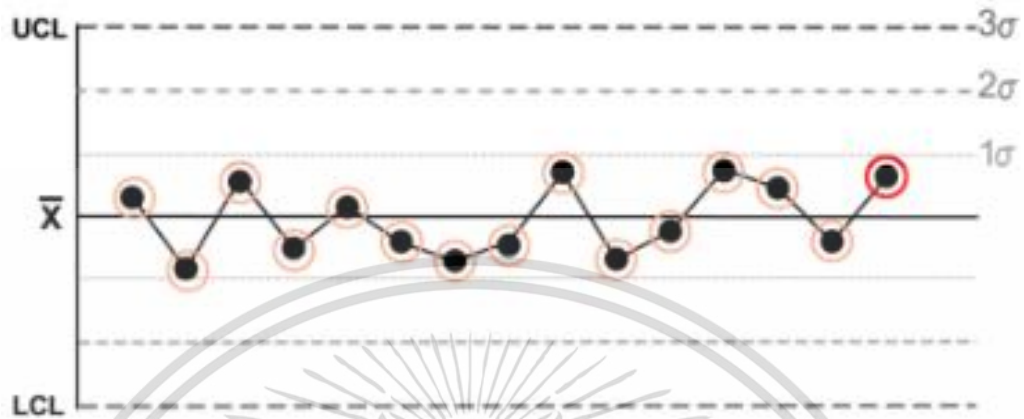
รูปที่ 2.10 รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 6

ที่มา: <https://ikki-group.com/reading-control-chart/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7 กฎเนลสันข้อที่ 7

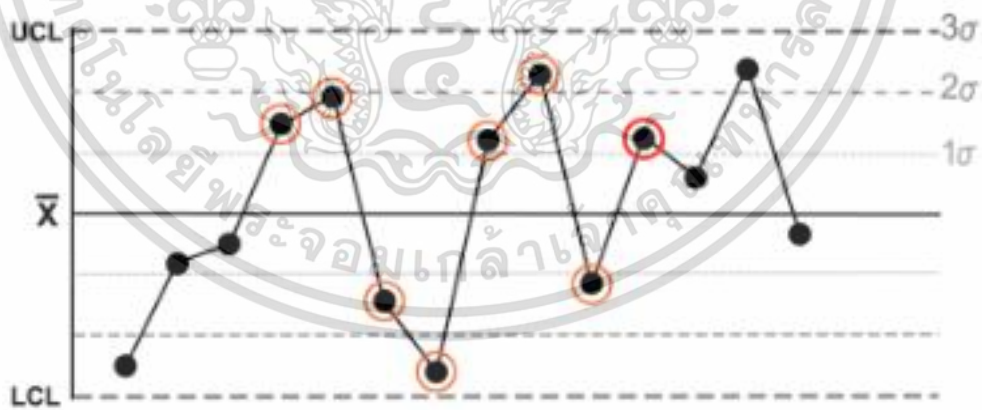
มี 15 จุด ติดต่อกันตกอยู่ภายในเส้น 1σ บนด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลางแผนภูมิควบคุม



รูปที่ 2.11 รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 7
ที่มา: <https://ikki-group.com/reading-control-chart/>

2.6.8 กฎเนลสันข้อที่ 8

มี 8 จุด ติดต่อกันตกอยู่เหนือและใต้เส้น 1σ บนด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลางแผนภูมิควบคุม



รูปที่ 2.12 รูปแบบแผนภูมิตามกฎของเนลสันข้อที่ 8
ที่มา: <https://ikki-group.com/reading-control-chart/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาบทความโปรแกรมสำเร็จรูป Metrology Gate Press (2024) พบว่ากฎทั้ง 8 ข้อของเนลสันที่ปรากฏในแผนภูมิควบคุมสามารถบ่งบอกได้ตามนี้

กฎข้อที่ 1 มี 1 จุดออกนอกขอบเขตควบคุม 3σ หมายถึง การมี 1 จุดที่ออกนอกการควบคุม

กฎข้อที่ 2 มี 9 จุดที่ต่อเนื่องกันที่มากกว่า หรือ น้อยกว่าค่ากึ่งกลางแผนภูมิควบคุม หมายถึง ข้อมูลมีอคติ (bias) ทำให้มีการคลาดเคลื่อน

กฎข้อที่ 3 มี 6 จุดต่อเนื่องกันที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องหรือลดลงอย่างต่อเนื่อง หมายถึง มีการเกิดแนวโน้ม

กฎข้อที่ 4 มี 14 จุด ติดกันสลับกันขึ้นลงเป็นฟันปลา หมายถึง มีการเกิดวัฏจักร เกิดการแกว่งของข้อมูลมากซึ่งมากกว่ามีการรบกวน (noise)

กฎข้อที่ 5 มี 2 จุดใน 3 จุด ที่ต่อเนื่องกันอยู่ในระยะเหนือและใต้ของเส้น 2σ บนด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลางแผนภูมิควบคุม หมายถึง มีการเกิดแนวโน้มนอกการควบคุมของข้อมูล

กฎข้อที่ 6 มี 4 จุดใน 5 จุด ที่ติดกันตกอยู่เหนือและใต้เส้น 1σ บนด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลางแผนภูมิควบคุม หมายถึง มีการเกิดแนวโน้มอย่างมากที่ข้อมูลจะนอกการควบคุมของข้อมูล

กฎข้อที่ 7 มี 15 จุด ติดต่อกันตกอยู่ภายในเส้น 1σ บนด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลางแผนภูมิควบคุม หมายถึง เป็นแพทเทิร์นที่มักถูกเข้าใจผิดว่าอยู่ในการควบคุมดี หากตรวจพบข้อมูลที่ตรงกับกฎข้อนี้ข้อมูลเกิดความแปรผันและมักเกิดจากการกำหนดเส้นควบคุมที่กว้างเกินไป

กฎข้อที่ 8 มี 8 จุด ติดต่อกันตกอยู่เหนือและใต้เส้น 1σ บนด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลางแผนภูมิควบคุม หมายถึง การเกิดรูปแบบแพทเทิร์นแบบผสม ข้อมูลมีการกระโดดขึ้นลง โดยไม่ตกอยู่ในช่วงของเส้น 1σ

ในการทดสอบแผนภูมิควบคุมสำหรับตัวแปร ตามบทความ Minitab Support (2024) ได้กล่าวว่า “การทดสอบแผนภูมิควบคุมสำหรับตัวแปรเบื้องต้นว่าแผนภูมิควบคุมปกติหรือไม่ สามารถทดสอบว่า ได้ด้วยการทดสอบกฎข้อ 1, 2 และ ข้อที่ 7” (Minitab support, 2024) การวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษานำแผนภูมิควบคุม 4 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบปกติ (normal: NR), รูปแบบวัฏจักร (cyclic: CC), รูปแบบแนวโน้มเพิ่มขึ้น (increasing trend: IT) และรูปแบบแนวโน้มลดลง (decreasing trend: DT) เนื่องจากพบได้บ่อยจากข้อมูลในอดีต (แสดงดังตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ภาคผนวก ง)) เพื่อนำมาตรวจจับความผิดปกติของกระบวนการผลิต ก่อนการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต

การพิจารณารูปแบบแผนภูมิควบคุม 4 รูปแบบจากกฎเนลสัน ได้ดังนี้

2.6.9 รูปแบบปกติ (normal: NR)

พิจารณากฎเนลสันทั้ง 3 ข้อต่อไปนี หากไม่เข้าเกณฑ์ทั้ง 3 ข้อจะถือว่าแผนภูมิควบคุมนั้นมีรูปแบบแผนภูมิควบคุมที่ปกติ

1. กฎของเนลสันข้อที่ 1 แผนภูมิมิ 1 จุดหรือมากกว่า 1 จุดออกนอกขอบเขต

ควบคุม 3σ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กฎของเนลสันข้อที่ 2 แผนภูมิมี 9 จุดที่ต่อเนื่องกันที่มากกว่า หรือ น้อยกว่าค่ากึ่งกลางแผนภูมิควบคุม

3. กฎของกฎเนลสันข้อที่ 7 แผนภูมิมี 15 จุด ติดต่อกันตกอยู่ภายในเส้น 1σ บนด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลางแผนภูมิควบคุม

2.6.10 รูปแบบวัฏจักร (cyclic: CC)

จะมีลักษณะของแผนภูมิตามกฎของเนลสัน ดังนี้

กฎของเนลสันข้อที่ 4 แผนภูมิมี 14 จุด ติดกันสลับกันขึ้นลงเป็นฟันปลา

2.6.11 รูปแบบแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (increasing trend: IT)

จะมีลักษณะของแผนภูมิตามกฎของเนลสัน ดังนี้

กฎของเนลสันข้อที่ 3 แผนภูมิมี 6 จุดต่อเนื่องกันที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2.6.12 รูปแบบแนวโน้มลดลง (decreasing trend: DT)

จะมีลักษณะของแผนภูมิตามกฎของเนลสัน ดังนี้

กฎของเนลสันข้อที่ 3 แผนภูมิมี 6 จุดต่อเนื่องกันที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง

2.7 โปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นโปรแกรมที่มีการเขียนโค้ดเพื่อใช้ในการทดสอบและดูแลซอร์สโค้ดต่างๆของตัวโปรแกรม ซึ่งซอร์สโค้ดนั้นจะได้อมาจากการเขียนภาษาโปรแกรม ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมจะต้องมีความรู้ในหลากหลายด้านเกี่ยวกับตัวโปรแกรมที่ต้องการจะเขียน การเขียนโปรแกรมเป็นส่วนหนึ่งในวงจรชีวิตของการพัฒนาซอฟต์แวร์ การได้มาของซอร์สโค้ดของโปรแกรมนั้นโดยปกติแล้วจะอยู่ในรูปของข้อความธรรมดา ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้งานได้ จะต้องผ่านกระบวนการคอมไพล์ให้เป็น Machine Language ก่อนจึงจะพร้อมใช้งานโปรแกรม ถือว่าเป็นการผสมผสานกันระหว่างศิลปะ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมเข้าด้วยกัน (วีระพันธ์, 2563)

2.7.1 Python

ไพธอน (Python) เป็นโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูง สามารถประยุกต์ใช้ได้กับงานต่าง ๆ ไม่จำกัดเฉพาะกับงานด้านวิทยาศาสตร์หรือวิศวกรรม การใช้งานไพธอนครอบคลุมงานด้านการจัดการฐานข้อมูล การสร้างเว็บไซต์ การประยุกต์ใช้งานปัญญาประดิษฐ์ เครื่องจักรเรียนรู้ รวมถึงมีโปรแกรมเชื่อมต่อกับผู้ใช้ที่มีประสิทธิภาพ โครงสร้างพื้นฐานของภาษามีความยืดหยุ่น จึงสามารถเลือกที่จะพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของฟังก์ชันจากชุดคำสั่ง ลักษณะคล้ายกับโปรแกรมภาษา C หรือจะเขียนในรูปแบบออบเจกต์เหมือนโปรแกรม Java การเขียนโปรแกรมเหล่านี้สามารถพัฒนาได้อย่างมากมายในปัจจุบัน มีองค์กร หน่วยงาน หรือบริษัทขนาดใหญ่ของโลก ภาษาไพธอนได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Guido Van Rossum ประเทศเนเธอร์แลนด์ ในช่วงปลายทศวรรษ 1980 โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญ คือ ให้เป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สะดวกในการเขียน อ่านเข้าใจง่าย ใช้งานง่ายไม่มีค่าใช้จ่าย จึงเป็นประโยชน์ต่อมนุษยชาติ ชุดคำสั่งในไฟล์มีการเปิดเผย จึงทำให้เกิดการพัฒนาต่อยอดโปรแกรมต่าง ๆ อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.1 จุดเด่นภาษาไพธอน

1. ไวยากรณ์ (Syntax) ของภาษานั้นอ่านและทำความเข้าใจได้ง่าย มีความตรงไปตรงมาคล้ายคลึงกันกับภาษาอังกฤษ
2. สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็น Web Development, Data Science, AI & Machine Learning, GUI, Automation, Network Systems, Games, Web Scraping ฯลฯ
3. มี community ขนาดใหญ่ มีแหล่งเรียนรู้มากมาย อันเนื่องมาจากความนิยมของภาษา
4. Python เป็น Open Source Software เราสามารถโหลดใช้งานได้ฟรี ๆ ไม่มีค่าใช้จ่าย license ต่าง ๆ
5. มีไลบรารีต่าง ๆ เยอะแยะมากมายให้เลือกใช้งานได้ฟรี ๆ

2.7.1.2 จุดด้อยภาษาไพธอน

1. ในด้านความเร็ว ถือว่าเป็นภาษาที่มีความรวดเร็วในการประมวลผลช้ากว่าภาษาแนว Compiled Languages อย่างเช่น C, C++
2. ไม่ใช่ภาษา Native สำหรับนักพัฒนา Mobile Application

2.7.2 Jupyter Notebook

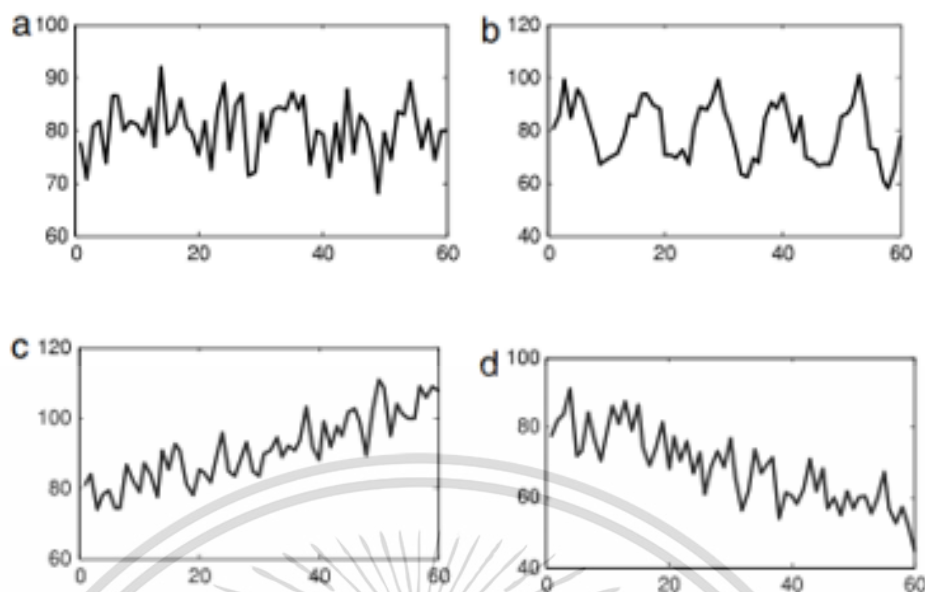
คือ เครื่องมือที่ใช้ในการเขียน code ที่เราต้องการจะสร้าง machine learning model เป็นเครื่องมือที่นิยมมากที่สุดในกลุ่ม Data Science เหมาะสำหรับการทำงานเกี่ยวกับการจัดการข้อมูลเป็นจำนวนมาก ซึ่งตัว Jupyter Notebook ได้ออกแบบมาตรงตามจุดประสงค์การใช้งานไม่ว่าจะเป็น การเรียนรู้ library พร้อมทั้งเขียน code และดูผลได้ใน Jupyter Notebook ทำให้ทำงานและอ่านได้ง่ายกว่าการ text editor รวมไปถึงยังสามารถที่จะพิมพ์ตัวหนังสือภาษาไทยได้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ata Ebrahimzadeh และคณะ (2010) ได้ศึกษาการควบคุมการจดจำรูปแบบแผนภูมิ โดยได้ศึกษารูปแบบแผนภูมิควบคุม (CCPs) ซึ่งมีอยู่ 4 รูปแบบดังนี้

1. ปกติ (normal: NR)
2. วัฏจักร (cyclic: CC)
3. แนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (increasing trend: IT)
4. แนวโน้มลดลง (decreasing trend: DT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 รูปแบบของแผนภูมิควมคุม 4 รูปแบบ
ที่มา: Ata Ebrahimzadeh และคณะ, 2010

CCPs 4 รูปแบบ ประเภท : ปกติ (normal: NR) วัฏจักร (cyclic: CC) แนวโน้มเพิ่มขึ้น (increasing trend: IT) และแนวโน้มลดลง (decreasing trend: DT)

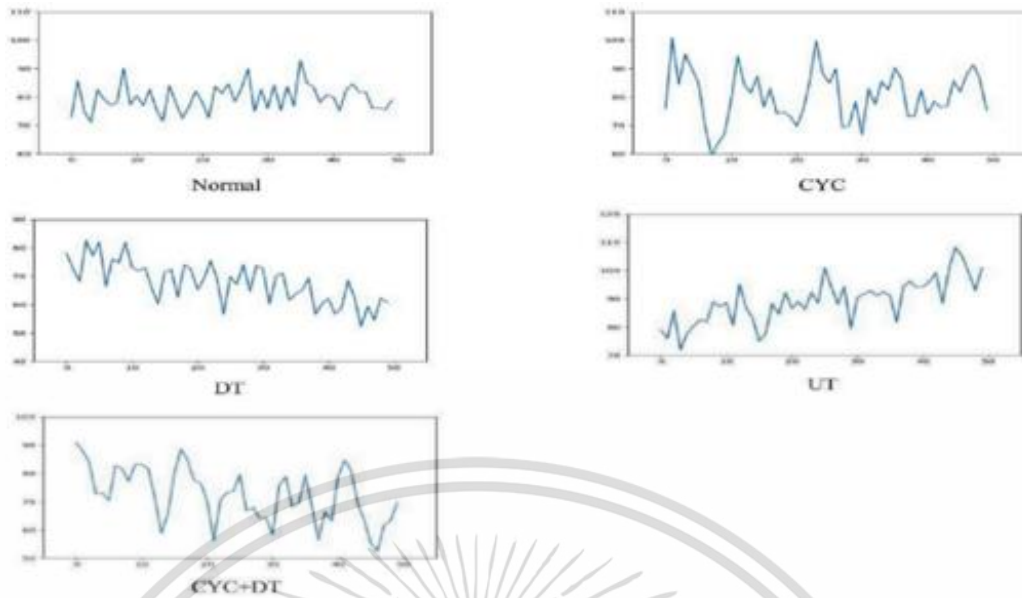
ในรูปเหล่านี้แกน X จะแสดงเวลา และ แกน Y จะแสดงจำนวนสินค้าที่ผลิตพบว่าตรวจเจอแพทเทิร์นที่มีรูปแบบผิดปกติตามที่ได้นำมาทดสอบ นั่นคือเกิดความผิดปกติในกระบวนการผลิต ให้รีบหยุดกระบวนการผลิตและตรวจสอบหาสาเหตุ

Li Xue และคณะ (2023) ได้ศึกษาการควบคุมเพื่อจัดจํารูปแบบแผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลที่ไม่สมดุล พบว่าแผนภูมิควบคุมถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบกระบวนการผลิตสมัยใหม่ที่หลากหลายของอุตสาหกรรมการผลิตและบริการที่ซับซ้อน การนำแผนภูมิควบคุมมาใช้จะช่วยพิจารณาว่าเกิดความผันผวนที่ผิดปกติในการผลิตหรือไม่ ซึ่งแผนภูมิควบคุมมี 4 รูปแบบดังนี้

1. ปกติ (normal: NR)
2. วัฏจักร (cyclic: CC)
3. แนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (increasing trend: IT)
4. แนวโน้มลดลง (decreasing trend: DT)

ซึ่งรูปแบบความผิดปกติไม่ได้ปรากฏในกราฟเพียงรูปแบบเดียว แต่จะเป็นการผสมของสองรูปแบบในเวลาเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 รูปแบบของแผนภูมิควบคุม 4 รูปแบบและการผสม 1 รูปแบบ
ที่มา: Li Xue และคณะ, 2023

จากนั้นได้ผลการทดสอบจากการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมพบว่า แผนภูมิควบคุมมีรูปแบบที่ตรงกับแผนภูมิควบคุมที่มีความผิดปกติและสามารถตรวจจับได้ว่าเริ่มมีแนวโน้มที่จะเกิดความผิดปกติแล้ว ดังนั้น จึงทำการแจ้งเตือนและทำการหยุดกระบวนการผลิต และหาสาเหตุต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้ จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานวิจัย การใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม การศึกษาปัญหาพิเศษครั้งนี้ ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเขียนโปรแกรมด้วย code คำสั่งภาษา Python ใน Jupyter Notebook เพื่อให้โปรแกรมได้ทำการตรวจจ็บบรูปแบบแผนภูมิควบคุมทั้ง 4 รูปแบบ ในการตรวจจ็บบกระบวนการผลิตว่าเริ่มมีแนวโน้มในการเกิดของเสียขึ้นหรือไม่ เพื่อไม่ให้กระบวนการผลิตนั้น ๆ เกิดของเสียขึ้นมาในกระบวนการผลิตโดยมีการกำหนดรูปแบบและขั้นตอนในงานวิจัย ดังนี้

- 3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล
- 3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ
- 3.3 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรม
- 3.4 ขั้นตอนกำหนดข้อมูลสำหรับทดสอบโปรแกรม
- 3.5 ขั้นตอนการสร้าง User Interface
- 3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

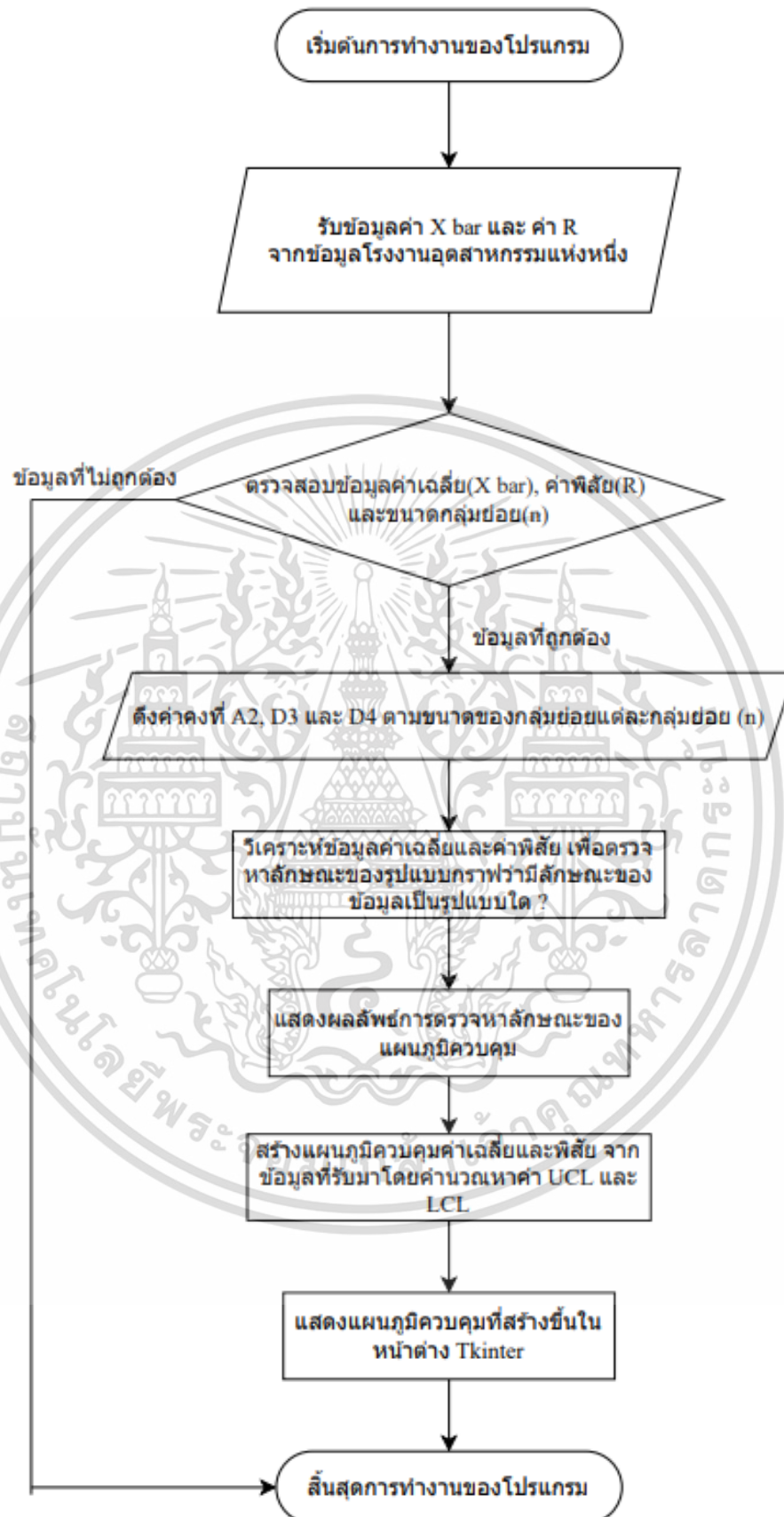
ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่นำมาจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง โดยใช้ข้อมูลจากการสุ่มเก็บตัวอย่างทุก ๆ ราย 10 นาที เป็นจำนวน 25 ค่า (แสดงดังตารางที่ 1 ข ภาคผนวก ข) และข้อมูลที่กำหนดขึ้นมาเพื่อทดสอบโปรแกรม (แสดงดังภาคผนวก ค)

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งขั้นตอนในการทำออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.2.1 ขั้นตอนการดำเนินงานฟังก์ชันหลักของโปรแกรม

มีขั้นตอนการทำงาน ดังต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังใช้ข้อมูลนี้ในการดำเนินงานฟังก์ชันหลักของโปรแกรมครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานฟังก์ชันหลักของโปรแกรม

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลตัวอย่างค่า \bar{X} และ ค่า R จากข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง แสดงดังตารางที่ 3.1 (ข้อมูลทั้งหมดแสดง ดังตารางที่ 1 ข (ภาคผนวก ข))

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบค่าเฉลี่ย ค่าพิสัย และจำนวนกลุ่มตัวอย่างว่ามีค่าครบทุกตัวหรือไม่

ขั้นตอนที่ 3 ดึงค่าคงที่ ที่สำคัญในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ได้แก่ค่า A2, D3 และ D4 ตามขนาดของกลุ่มย่อย แสดงดังตารางที่ 3.1 (ตารางค่าแฟกเตอร์หรือค่าควบคุมสถิติสำหรับการคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุมแสดง ดังตารางที่ 1 ก (ภาคผนวก ก))

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลค่า \bar{X} , R, A2, D3 และ D4 เพื่อนำมาใช้ในการหาแนวโน้มความผิดปกติที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

กลุ่มย่อย (n)	\bar{X}	R	A2	D3	D4
1	0.8324	0.014	0	0	0
2	0.8306	0.008	1.880	0	3.267
3	0.8262	0.020	1.023	0	2.574
4	0.8326	0.004	0.729	0	2.282
5	0.8290	0.013	0.577	0	2.114
6	0.8316	0.013	0.483	0	2.004
7	0.8336	0.012	0.419	0.076	1.924
8	0.8310	0.020	0.373	0.136	1.864
9	0.8336	0.010	0.337	0.184	1.816
10	0.8306	0.011	0.308	0.223	1.777
11	0.8332	0.018	0.285	0.256	1.744
12	0.8288	0.006	0.266	0.283	1.717
13	0.8310	0.016	0.249	0.307	1.693
14	0.8294	0.023	0.235	0.328	1.672
15	0.8322	0.003	0.223	0.347	1.653
16	0.8288	0.025	0.212	0.363	1.637
17	0.8344	0.016	0.203	0.378	1.662
18	0.8270	0.023	0.194	0.391	1.607
19	0.8338	0.025	0.187	0.403	1.597
20	0.8332	0.007	0.180	0.415	1.585
21	0.8310	0.012	0.173	0.425	1.575
22	0.8304	0.009	0.167	0.434	1.566
23	0.8328	0.005	0.162	0.443	1.557

*ข้อมูล \bar{X} และ R เป็นข้อมูลที่นำมาจากตารางที่ 1 ข แสดงดังภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับภายในงาน เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

**ข้อมูล A2, D3 และ D4 เป็นข้อมูลที่นำมาจากตารางที่ 1 ก แสดงดังภาคผนวก ก

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแบบส่งเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลค่า \bar{X} , R, A2, D3 และ D4 เพื่อนำมาใช้ในการหาแนวโน้มความผิดปกติที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต (ต่อ)

กลุ่มย่อย (n)	X bar	R	A2	D3	D4
24	0.8332	0.016	0.157	0.451	1.548
25	0.8282	0.022	0.153	0.459	1.541

*ข้อมูล \bar{X} และ R เป็นข้อมูลที่นำมาจากตารางที่ 1 ข แสดงดังภาคผนวก ข

**ข้อมูล A2, D3 และ D4 เป็นข้อมูลที่นำมาจากตารางที่ 1 ก แสดงดังภาคผนวก ก

ขั้นตอนที่ 4 สร้างฟังก์ชันในการตรวจจบบรรยากาศของแผนภูมิควบคุม โดยกำหนดฟังก์ชัน detect control chart pattern และกำหนดตัวแปร X bar เพื่อเก็บค่าเฉลี่ย และ R เพื่อเก็บค่า range จากนั้นทำการกำหนดเงื่อนไขในการตรวจจบบรรยากาศของแผนภูมิควบคุมในรูปแบบทั้ง 4 รูปแบบ

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณ Control Limits (ขีดจำกัดควบคุม) จากข้อมูลที่คำนวณค่า A2, D3, และ D4 เพื่อคำนวณหาเส้นขีดจำกัดบนและล่าง

จากตารางที่ 1 ข สามารถคำนวณหาเส้นขีดจำกัดควบคุม ดังนี้

5.1 คำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม \bar{X}

$$\begin{aligned}\bar{\bar{X}} &= \frac{\sum \bar{X}}{K} \\ &= \frac{20.779}{25} \\ &= 0.8312 \\ UCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \\ &= 0.8312 + (0.577 \times 0.01404) \\ &= 0.8393 \\ CL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} \\ &= 0.8312 \\ LCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \\ &= 0.8312 - (0.577 \times 0.01404) \\ &= 0.8231\end{aligned}$$

จากตารางแสดงค่าแฟกเตอร์ในตารางที่ 1 ก แสดงดังภาคผนวก ก จะเห็นว่า เมื่อ $n = 5$, $A_2 = 0.577$

5.2 คำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม R

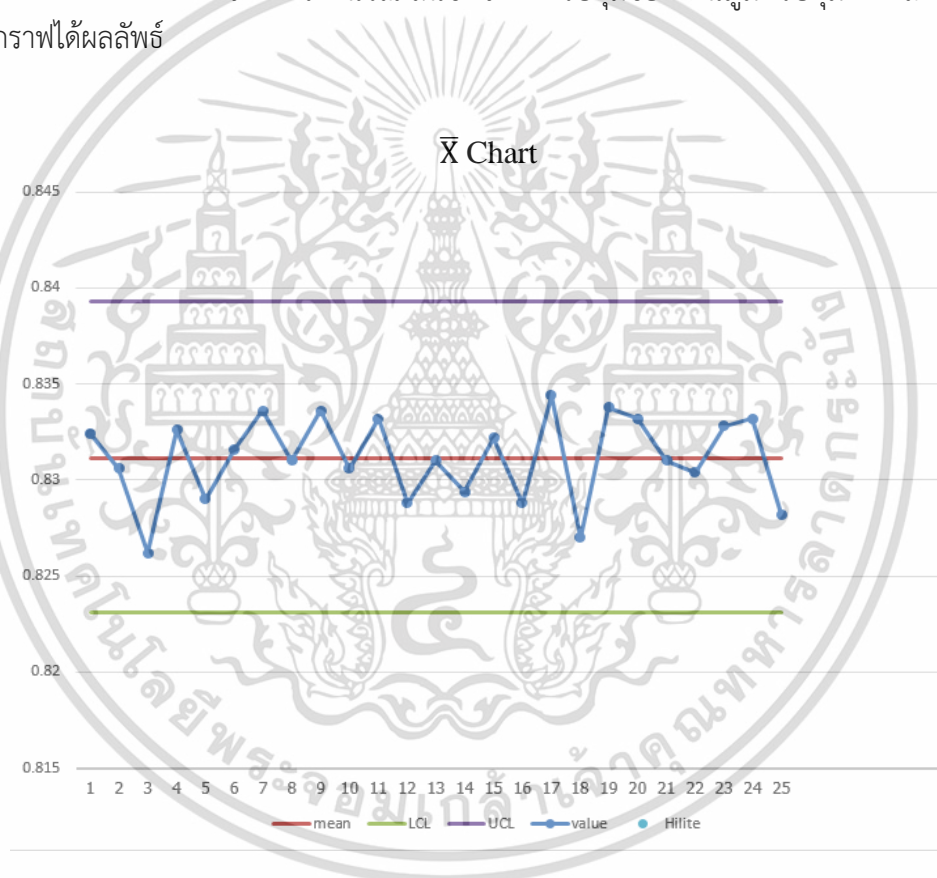
$$\begin{aligned}\bar{R} &= \frac{\sum R}{K} \\ &= \frac{0.351}{25} \\ &= 0.01404\end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 UCL_R &= D_4 \bar{R} \\
 &= 2.115 \times 0.01404 \\
 &= 0.0297 \\
 CL_R &= \bar{R} \\
 &= 0.01404 \\
 LCL_R &= D_3 \bar{R} \\
 &= 0 \times 0.01404 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

จากตารางแสดงค่าแฟกเตอร์ในตารางที่ 1 ก แสดงดังภาคผนวก ก จะเห็นว่า เมื่อ $n = 5$, $D_3 = 0$, $D_4 = 2.115$

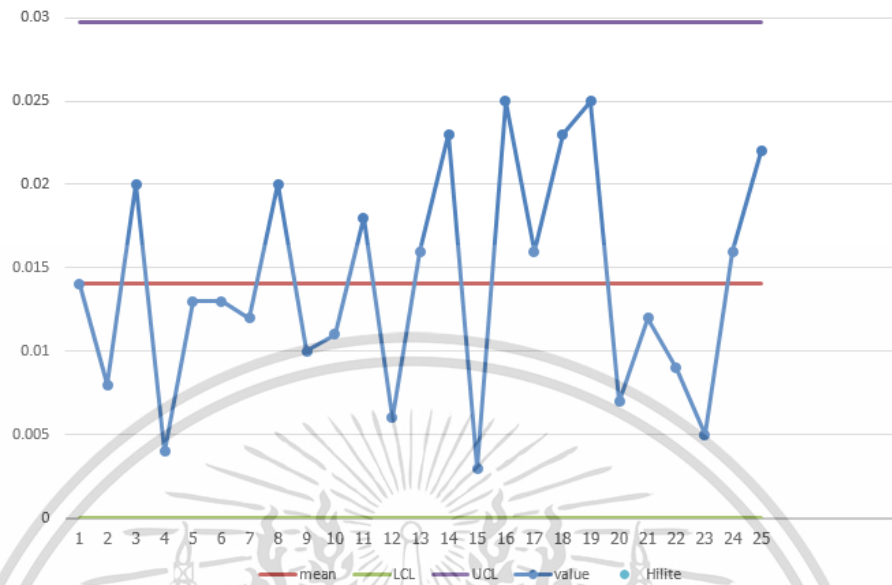
จากการคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม \bar{X} และ R นำมาสร้างกราฟได้ผลลัพธ์



รูปที่ 3.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R Chart



รูปที่ 3.3 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย

ขั้นตอนที่ 6 สร้างฟังก์ชันการแสดงผลออกมาในหน้าต่าง Tkinter
 3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินงานฟังก์ชันตรวจจ็บบรูปแบบแผนภูมิควบคุม
 มีขั้นตอนการทำงาน ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการดำเนินงานฟังก์ชันตรวจจ็บบรูปแบบแผนภูมิควบคุม
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่ ไม่มีเหตุที่เบี่ยงเบนใด และต้องอยู่ ینگเงาของเอกสารที่ทุกฟังก์ชันมีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลตัวอย่างค่า \bar{X} และ ค่า R จากข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง แสดงดังตารางที่ 3.1 (ข้อมูลทั้งหมดแสดง ดังตารางที่ 1 ข (ภาคผนวก ข)) และข้อมูลที่กำหนดขึ้นมาเพื่อทดสอบโปรแกรม (แสดงดังภาคผนวก ค)

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบค่าเฉลี่ย ค่าพิสัย และจำนวนกลุ่มตัวอย่างว่ามีค่าครบทุกตัวหรือไม่

ขั้นตอนที่ 3 ตั้งค่าคงที่ ที่สำคัญในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ได้แก่ค่า A2, D3 และ D4 ตามขนาดของกลุ่มย่อย แสดงดังตารางที่ 3.1 (ตารางค่าแฟกเตอร์หรือค่าควบคุมสถิติสำหรับการคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุมแสดง ดังตารางที่ 1 ก (ภาคผนวก ก))

ขั้นตอนที่ 4 สร้างฟังก์ชันในการตรวจจ็บบรูปแบบของแผนภูมิควบคุม โดยกำหนดฟังก์ชัน detect control chart pattern และกำหนดตัวแปร \bar{X} เพื่อเก็บค่าเฉลี่ย และ R เพื่อเก็บค่า range จากนั้นทำการกำหนดเงื่อนไขในการตรวจจ็บบรูปแบบของแผนภูมิควบคุมในรูปแบบทั้ง 4 รูปแบบ ซึ่งมีเงื่อนไข ดังนี้

4.1 กำหนดฟังก์ชัน โดยใช้คำสั่ง def ซึ่งเป็นคำสั่ง python ในการกำหนดฟังก์ชัน ตั้ง detect_normal เป็นชื่อฟังก์ชันตรวจจ็บบแผนภูมิควบคุมรูปแบบปกติและตรวจสอบ 3 เงื่อนไข ได้แก่

1. มีจุดออกนอกเส้นควบคุม Upper Control Limit (UCL)หรือ Lower Control Limit (LCL) หรือไม่ โดยคำนวณค่าขีดจำกัด จากสูตรดังต่อไปนี้

$$UCL = \text{mean_x_bar} + A2 * \text{mean_r}$$

$$LCL = \text{mean_x_bar} - A2 * \text{mean_r}$$

โดยทดสอบว่ามีค่า \bar{x} ค่าใดมีค่ามากกว่า UCL หรือ น้อยกว่า LCL

หรือไม่

2. ตรวจสอบว่ามีจุด 9 จุดหรือมากกว่าติดต่อกันในฝั่งใดฝั่งหนึ่งของ Center Line (CL) หรือไม่ โดยวนลูปตรวจสอบตั้งแต่ข้อมูลแรกจนถึง 8 ข้อมูลก่อนจุดสุดท้าย ซึ่งตรวจสอบทุกค่าในช่วง i ถึง i+9 ของ \bar{x} มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า mean_x_bar หรือไม่ หากมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าทั้งหมด 9 ค่าหรือมากกว่าจะคืนค่า False

3. ตรวจสอบว่ามีจุด 15 จุดติดต่อกันที่อยู่ภายใน 1 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, σ) ของค่าเฉลี่ย (mean) ทั้งด้านบนและด้านล่างของค่าเฉลี่ยหรือไม่ โดยกำหนดให้ ตัวแปร sigma คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ \bar{x} และตรวจสอบวนลูปตั้งแต่ข้อมูลแรก จนถึง 14 ข้อมูลก่อนจุดสุดท้าย ซึ่งตรวจสอบว่าทุกค่านั้นมีค่าห่างจาก mean_x_bar เกินค่า sigma หรือไม่ หากเกิน จะคืนค่า False

4.2 กำหนดฟังก์ชัน โดยใช้คำสั่ง def ซึ่งเป็นคำสั่ง python ในการกำหนดฟังก์ชันตั้ง detect_cyclic เป็นชื่อฟังก์ชันตรวจจ็บบแผนภูมิควบคุมรูปแบบวัฏจักรและตรวจสอบตรวจสอบจำนวนข้อมูลว่ามีน้อยกว่า 14 จุดหรือไม่ และนับจำนวนการขึ้นและลงของข้อมูล โดยการ for ลูปเพื่อตรวจสอบค่าของข้อมูลถัดไปมากกว่าหรือน้อยกว่าจุดข้อมูลปัจจุบัน จำนวนเท่าไร ซึ่งจะต้องมีการสลับขึ้นลงของจุดข้อมูลอย่างน้อย 14 จุด จึงจะคืนค่าเงื่อนไขให้เป็นจริง

4.3 กำหนดฟังก์ชัน โดยใช้คำสั่ง def ซึ่งเป็นคำสั่ง python ในการกำหนดฟังก์ชันตั้ง detect_increasing_trend เป็นชื่อฟังก์ชันตรวจจ็บบแผนภูมิควบคุมรูปแบบแนวโน้มเพิ่มขึ้นและตรวจสอบจำนวนข้อมูลว่ามีน้อยกว่า 6 จุดหรือไม่ และกำหนดเงื่อนไขให้ตรวจสอบว่าข้อมูลใน

ตำแหน่งถัดไปมากกว่าข้อมูลในตำแหน่งปัจจุบันหรือไม่ ซึ่งต้องมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 6 จุด จึงจะคืนค่าเงื่อนไขให้เป็นจริง

4.4 กำหนดฟังก์ชัน โดยใช้คำสั่ง def ซึ่งเป็นคำสั่ง python ในการกำหนดฟังก์ชันตั้ง def detect_decreasing_trend เป็นชื่อฟังก์ชันตรวจสอบแผนภูมิควบคุมรูปแบบแนวโน้มลดลงและตรวจสอบจำนวนข้อมูลว่ามีน้อยกว่า 6 จุดหรือไม่ และกำหนดเงื่อนไขให้ตรวจสอบว่าข้อมูลในตำแหน่งถัดไปน้อยกว่าข้อมูลในตำแหน่งปัจจุบันหรือไม่ ซึ่งต้องมีการลดลงอย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 6 จุด จึงจะคืนค่าเงื่อนไขให้เป็นจริง

ขั้นตอนที่ 5 สร้างฟังก์ชันการแสดงผลออกมาในหน้าต่าง Tkinter

3.3 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรม

ขั้นตอนการสร้างตัวแบบแผนภูมิแบ่งขั้นตอนในการสร้างได้ ดังนี้

3.3.1 นำชุดคำสั่งเข้าโปรแกรมเพื่อใช้งานโปรแกรม

ทำการนำเข้าโมดูลมาใช้งานในภาษา Python โดยจะต้องใช้คำสั่ง import เพื่อนำเข้าโมดูลมาใช้งานในโปรแกรม ในการใช้งานคำสั่ง import นั้นจะเป็นการนำเข้าฟังก์ชันทั้งหมดในโมดูลเข้ามายังโปรแกรม และการใช้งานฟังก์ชันภายในโมดูลจะต้องนำหน้าด้วยชื่อโมดูลเสมอ ในภาษา Python นั้นมีคำสั่ง from import สำหรับนำเข้าข้อมูลบางส่วนภายในโมดูล และสามารถใช้งานฟังก์ชันได้โดยตรง

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการนำเข้าโมดูลมาใช้งานในภาษา Python

```
#นำชุดคำสั่งเข้าโปรแกรม
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import tkinter as tk
#เรียกใช้ไลบรารี
from tkinter import filedialog, messagebox
from matplotlib.backends.backend_tkagg
import FigureCanvasTkAgg
```

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการนำเข้าโมดูลมาใช้งานในภาษา Python

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 สร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย

กำหนดฟังก์ชันสำหรับค่าคงที่ A2 , D3 และ D4 ซึ่งเป็นค่าคงที่สำหรับการคำนวณหา Upper Control Limit (UCL) และ Lower Control Limit (LCL) ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย โดยในที่นี้กำหนดค่าคงที่ A2 , D3 และ D4 สำหรับ n = 2 ถึง 25

ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันสำหรับค่าคงที่ A2, D3 และ D4

```
#ค่าคงที่ A2 , D3 และ D4
def get_control_chart_constants(n):
    A2_table = {
        2: 1.88, 3: 1.023, 4: 0.729, 5: 0.577, 6: 0.483, 7: 0.419, 8: 0.373, 9: 0.337,
        10: 0.308, 11: 0.285, 12: 0.266, 13: 0.249, 14: 0.235, 15: 0.223, 16: 0.212,
        17: 0.203, 18: 0.194, 19: 0.187, 20: 0.18, 21: 0.173, 22: 0.167, 23: 0.162,
        24: 0.157, 25: 0.153
    }

    D3_table = {
        2: 0, 3: 0, 4: 0, 5: 0, 6: 0.076, 7: 0.136, 8: 0.184, 9: 0.223,
        10: 0.256, 11: 0.283, 12: 0.307, 13: 0.328, 14: 0.347, 15: 0.363,
        16: 0.378, 17: 0.391, 18: 0.403, 19: 0.415, 20: 0.425, 21: 0.433,
        22: 0.441, 23: 0.448, 24: 0.455, 25: 0.462
    }

    D4_table = {
        2: 3.267, 3: 2.575, 4: 2.282, 5: 2.114, 6: 2.004, 7: 1.924, 8: 1.864,
        9: 1.816, 10: 1.777, 11: 1.744, 12: 1.717, 13: 1.693, 14: 1.672,
        15: 1.653, 16: 1.637, 17: 1.622, 18: 1.608, 19: 1.596, 20: 1.585,
        21: 1.575, 22: 1.566, 23: 1.557, 24: 1.548, 25: 1.541
    }

    #คำสั่งให้นำค่ามาจาก A2_table D3_table และ D4_table
    A2 = A2_table.get(n, None)
    D3 = D3_table.get(n, None)
    D4 = D4_table.get(n, None)
```

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันสำหรับค่าคงที่ A2, D3 และ D4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันสำหรับค่าคงที่ A2, D3 และ D4 (ต่อ)

```
#หากพบขนาด n ไม่ถูกต้อง ให้ขึ้นError
if A2 is None or D3 is None or D4 is None:
    raise ValueError("Invalid subgroup size or constants not defined for this size.")
return A2, D3, D4
```

รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันสำหรับค่าคงที่ A2, D3 และ D4 (ต่อ)

3.3.3 สร้างฟังก์ชันตรวจจ็บบรูปแบบของแผนภูมิควบคุม

1. กำหนดฟังก์ชันสำหรับตรวจจ็บบรูปแบบของแผนภูมิควบคุม

1.1 กำหนดฟังก์ชัน detect control chart pattern

กำหนดฟังก์ชัน โดยใช้คำสั่ง def ซึ่งเป็นคำสั่ง python ในการกำหนดฟังก์ชัน ตั้ง detect_control_chart_pattern เป็นชื่อฟังก์ชันตรวจจ็บบแพทเทิร์นของแผนภูมิควบคุมและกำหนดตัวแปร x_bar คือค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ตัวแปร r คือ ค่า range ตัวแปร n คือขนาดของกลุ่มย่อย ให้ A2 D3 และ D4 คือ ค่าคงที่สำหรับการคำนวณหา UCL และ LCLของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย โดยใช้ฟังก์ชัน get สำหรับการดึงค่าคงที่ A2 D3 และ D4 ตามขนาดของกลุ่มย่อย (n) กำหนดให้ ตัวแปร mean_x_bar คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง และ ตัวแปร mean_r คือ ค่าเฉลี่ยของค่า range

ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชัน detect control chart pattern

```
#กำหนดฟังก์ชัน
def detect_control_chart_pattern(data):
    #กำหนดตัวแปร x_bar และ r
    x_bar = data["X_bar"]
    r = data["R"]
    n = len(x_bar)

    A2, D3, D4 = get_control_chart_constants(n)
    mean_x_bar = np.mean(x_bar)
    mean_r = np.mean(r)
```

รูปที่ 3.8 ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชัน detect control chart pattern

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2. กำหนดฟังก์ชันและเงื่อนไขในการตรวจจับแพทเทิร์น

1.2.1 กำหนดฟังก์ชัน โดยใช้คำสั่ง def ซึ่งเป็นคำสั่ง python ในการกำหนดฟังก์ชัน ตั้ง detect_normal เป็นชื่อฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบปกติและตรวจสอบ 3 เงื่อนไข ได้แก่

1. มีจุดออกนอกเส้นควบคุม Upper Control Limit (UCL) หรือ Lower Control Limit (LCL) หรือไม่ โดยคำนวณค่าขีดจำกัด จากสูตรดังต่อไปนี้

$$UCL = \text{mean_x_bar} + A2 * \text{mean_r}$$

$$LCL = \text{mean_x_bar} - A2 * \text{mean_r}$$

โดยทดสอบว่ามีค่า \bar{x} ค่าใดมีค่ามากกว่า UCL หรือ น้อยกว่า LCL หรือไม่

2. ตรวจสอบว่ามีจุด 9 จุดหรือมากกว่าติดต่อกันในฝั่งใดฝั่งหนึ่งของ Center Line (CL) หรือไม่ โดยวนลูปตรวจสอบตั้งแต่ข้อมูลแรกจนถึง 8 ข้อมูลก่อนจุดสุดท้าย ซึ่งตรวจสอบทุกค่าในช่วง i ถึง $i+9$ ของ \bar{x} มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า mean_x_bar หรือไม่ หากมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าทั้งหมด 9 ค่าหรือมากกว่าจะคืนค่า False

3. ตรวจสอบว่ามีจุด 15 จุดติดต่อกันที่อยู่ภายใน 1 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, σ) ของค่าเฉลี่ย (mean) ทั้งด้านบนและด้านล่างของค่าเฉลี่ยหรือไม่ โดยกำหนดให้ ตัวแปร sigma คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ \bar{x} และตรวจสอบวนลูปตั้งแต่ข้อมูลแรก จนถึง 14 ข้อมูลก่อนจุดสุดท้าย ซึ่งตรวจสอบว่าทุกค่านั้นมีค่าห่างจาก mean_x_bar เกินค่า sigma หรือไม่ หากเกิน จะคืนค่า False

ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบปกติ

```
def detect_normal(x_bar, r):
    #ตรวจสอบว่าออกนอกเส้นควบคุมหรือไม่
    UCL = mean_x_bar + A2 * mean_r
    LCL = mean_x_bar - A2 * mean_r
    if any((x > UCL) or (x < LCL) for x in x_bar):
        return False
```

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบปกติ

ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบปกติ (ต่อ)

```
#ตรวจสอบว่ามี 9 จุดหรือมากกว่าต่อเนื่องกันในฝั่งใดฝั่งหนึ่งจากเส้นกลาง (CL)หรือไม่
for i in range(n - 8):
    if all(x > mean_x_bar for x in x_bar[i:i+9]) or all(x < mean_x_bar for x in
x_bar[i:i+9]):
        return False

#ตรวจสอบว่า 15 จุดต่อเนื่องกัน และอยู่ในโซนของ  $\pm 1 \sigma$  จากเส้นกลางหรือไม่
sigma = np.std(x_bar)
for i in range(n - 14):
    if all(abs(x - mean_x_bar) < sigma for x in x_bar[i:i+15]):
        return False

return True
```

รูปที่ 3.10 ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบปกติ (ต่อ)

1.2.2 กำหนดฟังก์ชัน โดยใช้คำสั่ง def ซึ่งเป็นคำสั่ง python ในการกำหนดฟังก์ชัน ตั้ง detect_cyclic เป็นชื่อฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบวัฏจักรและตรวจสอบตรวจสอบจำนวนข้อมูลว่ามีน้อยกว่า 14 จุดหรือไม่ และนับจำนวนการขึ้นและลงของข้อมูล โดยการ for ลูป เพื่อตรวจสอบค่าของข้อมูลถัดไปมากกว่าหรือน้อยกว่าจุดข้อมูลปัจจุบัน จำนวนเท่าไร ซึ่งจะต้องมีการสลับขึ้นลงของจุดข้อมูลอย่างน้อย 14 จุด จึงจะคืนค่าเงื่อนไขให้เป็นจริง

ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบวัฏจักร

```
#กำหนดฟังก์ชัน
def detect_cyclic(x_bar):
#ตรวจสอบจำนวนข้อมูล
    if n < 14:
        return False
```

รูปที่ 3.11 ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบวัฏจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบวัฏจักร (ต่อ)

```

#นับจำนวนครั้งการขึ้น-ลงของข้อมูล
increasing_count = 0
decreasing_count = 0
for i in range(n - 1):
    if x_bar[i + 1] > x_bar[i]:
        increasing_count += 1
        decreasing_count = 0
    elif x_bar[i + 1] < x_bar[i]:
        decreasing_count += 1
        increasing_count = 0

#ตรวจสอบการสลับค่าขึ้นลงอย่างน้อย 14 จุด
if increasing_count >= 14 or decreasing_count >= 14:
    return True
return False

```

รูปที่ 3.12 ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบวัฏจักร (ต่อ)

1.2.3 กำหนดฟังก์ชัน โดยใช้คำสั่ง def ซึ่งเป็นคำสั่ง python ในการกำหนดฟังก์ชัน ตั้ง detect_increasing_trend เป็นชื่อฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบแนวโน้มเพิ่มขึ้นและตรวจสอบจำนวนข้อมูลว่ามีน้อยกว่า 6 จุดหรือไม่ และกำหนดเงื่อนไขให้ตรวจสอบว่าข้อมูลในตำแหน่งถัดไปมากกว่าข้อมูลในตำแหน่งปัจจุบันหรือไม่ ซึ่งต้องมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 6 จุด จึงจะคืนค่าเงื่อนไขให้เป็นจริง

ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบแนวโน้มเพิ่มขึ้น

```
#กำหนดฟังก์ชัน
def detect_increasing_trend(x_bar):
#ตรวจสอบจำนวนข้อมูล
    if n < 6:
        return False

#ตรวจสอบการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 6 จุด
    increasing_count = 0
    for i in range(n - 1):
        if x_bar[i + 1] > x_bar[i]:
            increasing_count += 1
            if increasing_count >= 5:
                return True
        else:
            increasing_count = 0
    return False
```

รูปที่ 3.13 ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบแนวโน้มเพิ่มขึ้น

1.2.4 กำหนดฟังก์ชัน โดยใช้คำสั่ง def ซึ่งเป็นคำสั่ง python ในการกำหนดฟังก์ชัน ตั้ง def detect_decreasing_trend เป็นชื่อฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบแนวโน้มลดลงและตรวจสอบจำนวนข้อมูลว่ามีน้อยกว่า 6 จุดหรือไม่ และกำหนดเงื่อนไขให้ตรวจสอบว่าข้อมูลในตำแหน่งถัดไปน้อยกว่าข้อมูลในตำแหน่งปัจจุบันหรือไม่ ซึ่งต้องมีการลดลงอย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 6 จุด จึงจะคืนค่าเงื่อนไขให้เป็นจริง

ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบแนวโน้มลดลง

```
#กำหนดฟังก์ชัน
def detect_decreasing_trend(x_bar):

#ตรวจสอบจำนวนข้อมูล
    if n < 6:
        return False

#ตรวจสอบว่ามีการลดลงอย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 6 จุด
    decreasing_count = 0
    for i in range(n - 1):
        if x_bar[i + 1] < x_bar[i]:
            decreasing_count += 1
            if decreasing_count >= 5:
                return True
        else:
            decreasing_count = 0
    return False
```

รูปที่ 3.14 ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันตรวจจับแผนภูมิควบคุมรูปแบบแนวโน้มลดลง

1.2.5 กำหนดการระบุรูปแบบแพทเทิร์นของแผนภูมิควบคุม เมื่อตรวจสอบแต่ละรูปแบบให้เก็บผลไว้ที่ตัวแปร patterns_detected และคืนค่าเมื่อมีรูปแบบแพทเทิร์นที่ตรงกับเงื่อนไข หากไม่พบที่ตรงกับเงื่อนไขทั้งหมด จะคืนค่า Unknown

ตัวอย่างการกำหนดการระบุรูปแบบแพทเทิร์นของแผนภูมิควบคุม

```
#กำหนดเงื่อนไขการระบุแพทเทิร์น
patterns_detected = []
if detect_normal(x_bar):
    patterns_detected.append("Normal")
if detect_cyclic(x_bar):
    patterns_detected.append("Cyclic")
if detect_increasing_trend(x_bar):
    patterns_detected.append("Increasing Trend")
if detect_decreasing_trend(x_bar):
    patterns_detected.append("Decreasing Trend")

#กำหนดเงื่อนไขถ้าพบแพทเทิร์นอื่น ๆ จะต้องไม่ขึ้น normal
if len(patterns_detected) == 0 and detect_normal(x_bar, r):
    patterns_detected.append("Normal")

#กำหนดเงื่อนไขถ้าไม่พบแพทเทิร์นใด ให้ขึ้นว่า unknown
if len(patterns_detected) == 0:
    return "Unknown"
else:
    return patterns_detected
```

รูปที่ 3.15 ตัวอย่างการกำหนดการระบุรูปแบบแพทเทิร์นของแผนภูมิควบคุม

2. กำหนดเส้นขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย จากการคำนวณค่า $\bar{\bar{X}}$, R จากค่า \bar{x} และ R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างกำหนดเส้นขีดจำกัดควบคุม

```
# คำนวณค่า CL, UCL, และ LCL สำหรับ X-bar Chart
```

```
CL_x = x_bar_bar
UCL_x = x_bar_bar + A2 * r_bar
LCL_x = x_bar_bar - A2 * r_bar
```

```
# คำนวณค่า CL, UCL, และ LCL สำหรับ R Chart
```

```
CL_r = r_bar
UCL_r = D4 * r_bar
LCL_r = D3 * r_bar
```

รูปที่ 3.16 ตัวอย่างกำหนดเส้นขีดจำกัดควบคุม

3.4 ขั้นตอนกำหนดข้อมูลสำหรับทดสอบโปรแกรม

ขั้นตอนการสร้างตัวแบบแผนภูมิแบ่งขั้นตอนในการสร้างได้ ดังนี้

3.4.1 นำชุดคำสั่งเข้าโปรแกรมเพื่อใช้งานโปรแกรม

ทำการนำเข้าโมดูลมาใช้งานในภาษา Python โดยจะต้องใช้คำสั่ง import เพื่อนำเข้าโมดูลมาใช้งานในโปรแกรม ในการใช้งานคำสั่ง import นั้นจะเป็นการนำเข้าฟังก์ชันทั้งหมดในโมดูลเข้ามายังโปรแกรม

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการนำเข้าโมดูลมาใช้งานในภาษา Python

```
# นำชุดคำสั่งเข้าโปรแกรม
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
```

รูปที่ 3.17 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการนำเข้าโมดูลมาใช้งานในภาษา Python

3.4.2 สร้างข้อมูลสำหรับรูปแบบแผนภูมิควบคุม

1. ข้อมูลสำหรับรูปแบบวัฏจักร

1.1 กำหนดตัวแปร n และ r เพื่อเก็บข้อมูล โดยสร้างให้ r มีขนาดเท่ากับ n และเริ่มต้นค่าเป็น 0 และใช้คำสั่ง for เพื่อคำนวณหาค่า r

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดตัวแปร

```
#กำหนดตัวแปร
def generate_control_chart_data(data_cyclic):
    n = len(data_cyclic)
    r = np.zeros(n) # เริ่มต้น R เป็นเวกเตอร์ว่าง

#คำสั่งfor ลูปคำนวณหาค่า r
for i in range(1, n):
    r[i] = abs(data_cyclic[i] - data_cyclic[i-1])

return data_cyclic, r
```

รูปที่ 3.18 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดตัวแปร

1.2 กำหนดค่าพารามิเตอร์ให้จำนวนรอบของข้อมูลวัฏจักร(num periods) เป็น 10 รอบ กำหนด 20 จุดต่อรอบ(num points per-period) ความสูงของวัฏจักร(amplitude) มีค่าเท่ากับ 5 เพื่อกำหนดให้จุดที่สูงที่สุด(peak) อยู่ที่ 5หน่วยเหนือค่าเฉลี่ยและจุดต่ำสุด (trough) อยู่ที่ 5หน่วยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและสร้างเวลา (time) ด้วยฟังก์ชัน linspace ของ numpy ซึ่งสร้างเริ่มที่ 0 และสิ้นสุดที่ 2π คูณกับจำนวนรอบ โดยให้จำนวนจุดทั้งหมดมีเท่ากับจำนวนรอบ(num periods) คูณกับจำนวนจุดต่อรอบ(num points per-period) เพื่อให้เวลาครอบคลุมจำนวนรอบและจุดทั้งหมด และกำหนด noise (noise_level) เท่ากับ 1 เพื่อให้ข้อมูลคล้ายกับข้อมูลจริงมากขึ้น และกำหนดขนาดกลุ่มย่อย เท่ากับ 5

1.3 กำหนดตัวแปร data_cyclic โดย amplitude คูณกับฟังก์ชัน sin จากตัวแปร time และบวกด้วยฟังก์ชันการสร้างข้อมูลจากการแจกแจงปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่า noise จำนวนข้อมูลที่ต้องการสร้างคือจุดทั้งหมดในตัวแปร time

1.4 สร้างข้อมูล \bar{x} และ R จากฟังก์ชัน generate โดยนำข้อมูลมาจากตัวแปร data_cyclic และแบ่งกลุ่มย่อยตาม subgroup_sizeและคำนวณค่า UCL และ LCL สำหรับ \bar{X} จาก $UCL = \bar{X} + A_2\bar{R}$, $LCL = \bar{X} - A_2\bar{R}$ ซึ่งกำหนดให้ $A_2 = 0.577$ 114 สำหรับขนาดกลุ่มย่อยเท่ากับ 5 และ ตัวแปร mean_x_bar คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

1.5 กำหนดให้ค่า data_x_bar มากกว่า UCL เท่ากับ UCL หมายถึงหากมีค่า \bar{x} ที่มากกว่า UCL จะปรับค่าให้เท่ากับ UCL และกำหนดค่า data_x_bar น้อยกว่า LCL เท่ากับ LCL หมายถึงหากมีค่า \bar{x} ที่น้อยกว่า LCL จะปรับค่าให้เท่ากับ LCL เพื่อให้ข้อมูล \bar{x} (data_x_bar) ไม่เกินเส้นควบคุม UCL และ LCL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดข้อมูลวัฏจักร

```

# สร้างข้อมูลวัฏจักร
num_periods = 10
num_points_per_period = 20
amplitude = 5
noise_level = 1
subgroup_size = 5

# สร้างเวกเตอร์เวลา
time = np.linspace(0, 2*np.pi*num_periods, num_periods*num_points_per_period)

# สร้างข้อมูลวัฏจักรโดยใช้ฟังก์ชัน sin และเพิ่ม noise
data_cyclic = amplitude * np.sin(time) + np.random.normal(0, noise_level, len(time))

# สร้างข้อมูล X_bar และ R
data_x_bar, data_r = generate_control_chart_data(data_cyclic, subgroup_size)
data_cyclic, r

# คำนวณค่า UCL และ LCL สำหรับ X_bar
A2 = 0.577
mean_x_bar = np.mean(data_x_bar)
UCL = mean_x_bar + A2 * np.mean(data_r)
LCL = mean_x_bar - A2 * np.mean(data_r)

# กำหนดข้อมูลให้ไม่เกิน UCL และ LCL สำหรับ X_bar
data_x_bar[data_x_bar > UCL] = UCL
data_x_bar[data_x_bar < LCL] = LCL

```

รูปที่ 3.19 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดข้อมูลวัฏจักร

1.6 กำหนดค่า $D_2 = 2.326$ $D_3 = 0$ $D_4 = 2.114$ สำหรับขนาดกลุ่มย่อยเท่ากับ 5 คำนวณค่า UCL และ LCL สำหรับ R โดย $UCL = D_4\bar{R}$ และ $LCL = D_3\bar{R}$ ซึ่งกำหนดให้ \bar{R} คือตัวแปร $mean_r$ และกำหนดให้ค่า $data_r$ มากกว่า UCL เท่ากับ UCL หมายถึงหากมีค่า r ที่มากกว่า UCL จะปรับค่าให้เท่ากับ UCL และกำหนดค่า $data_r$ น้อยกว่า LCL เท่ากับ LCL หมายถึงหากมีค่า r ที่น้อยกว่า LCL จะปรับค่าให้เท่ากับ LCL เพื่อให้ข้อมูล R ไม่เกินเส้นควบคุม UCL และ LCL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดข้อมูลวิภูจักร (ต่อ)

```

# คำนวณค่า UCL และ LCL สำหรับ R
D3 = 0 # ค่า D3 สำหรับขนาดกลุ่มย่อยเท่ากับ 5
D4 = 2.114 # ค่า D4 สำหรับขนาดกลุ่มย่อยเท่ากับ 5
mean_r = np.mean(data_r)
UCL_r = D4 * mean_r
LCL_r = D3 * mean_r

# กำหนดข้อมูลให้ไม่เกิน UCL และ LCL สำหรับ R
data_r[data_r > UCL_r] = UCL_r
data_r[data_r < LCL_r] = LCL_r

# แสดงข้อมูล X_bar และ R
print("X_bar Values:", data_x_bar)
print("R Values:", data_r)

# พล็อตกราฟสำหรับ X_bar
plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(data_x_bar, marker='o', linestyle='-', color='b')
plt.axhline(UCL_x_bar, color='red', linestyle='--', label='UCL X_bar')
plt.axhline(LCL_x_bar, color='green', linestyle='--', label='LCL X_bar')
plt.axhline(mean_x_bar, color='black', linestyle='-', label='Mean X_bar')
plt.title('Control Chart for X_bar')
plt.xlabel('Subgroup')
plt.ylabel('X_bar Value')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

```

รูปที่ 3.20 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดข้อมูลวิภูจักร (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดข้อมูลวัฏจักร (ต่อ)

```
# พล็อตกราฟสำหรับ R
plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(data_r, marker='o', linestyle='-', color='b')
plt.axhline(UCL_r, color='red', linestyle='--', label='UCL R')
plt.axhline(LCL_r, color='green', linestyle='--', label='LCL R')
plt.axhline(mean_r, color='black', linestyle='-', label='Mean R')
plt.title('Control Chart for R')
plt.xlabel('Subgroup')
plt.ylabel('R Value')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()
```

รูปที่ 3.21 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดข้อมูลวัฏจักร (ต่อ)

2. ข้อมูลสำหรับรูปแบบมีแนวโน้ม

2.1 กำหนดค่าพารามิเตอร์จำนวนของข้อมูล (num_subgroups) เท่ากับ 50 ขนาดกลุ่มย่อยเท่ากับ 5 กำหนดความชันของข้อมูล (trend_slope) เท่ากับ 0.05 noise (noise_level) เท่ากับ 0.5 กำหนดให้ค่าเฉลี่ยของ \bar{x} เท่ากับ 20 กำหนด UCL เท่ากับ $\bar{x} + 3\sigma$ และ LCL เท่ากับ $\bar{x} - 3\sigma$ โดยกำหนด σ เท่ากับ 1 เพื่อให้ข้อมูลมีการกระจายตัวไม่เปลี่ยนแปลงมากเกินไปจากค่าเฉลี่ย \bar{x}

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดพารามิเตอร์ข้อมูลสำหรับรูปแบบมีแนวโน้ม

```
num_subgroups = 50
n = 5
trend_slope = 0.05
noise_level = 0.5
mean_x_bar = 20
UCL = mean_x_bar + 3 * sigma
LCL = mean_x_bar - 3 * sigma
Sigma = 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

รูปที่ 3.22 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการกำหนดพารามิเตอร์ข้อมูลสำหรับรูปแบบมีแนวโน้ม

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 กำหนด time ใช้ฟังก์ชัน arrange ซึ่งจะเริ่มต้นที่ 0 ไปจนถึงจำนวนข้อมูล -1 กำหนด trend จากสมการเส้นตรง $y = c + mx$ โดย y คือ trend c คือ mean_x_bar m คือ trend_slope และ x คือ time และกำหนด noise ด้วยฟังก์ชันการสร้างข้อมูลจากการแจกแจงปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0, ค่า noise_level , จำนวนของข้อมูล จากนั้นสร้างข้อมูลสำหรับรูปแบบมีแนวโน้ม โดยนำค่า trend บวกด้วย ค่า noise และกำหนดให้ \bar{x} ไม่เกินเส้นควบคุม จากการใช้ฟังก์ชัน clip ของ numpy จะจำกัดค่า \bar{x} โดยกำหนดให้มีค่าต่ำสุดคือ $\bar{x} = \text{LCL} + 0.1$ และ ค่าสูงสุดคือ $\bar{x} = \text{UCL} - 0.1$ ซึ่ง 0.1 คือค่าที่กำหนดให้ \bar{x} ไม่ตัดกับเส้น LCL และ UCL

2.3 สร้างข้อมูลตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อยเพื่อคำนวณค่า R โดยการกำหนด sample ด้วยฟังก์ชันการสร้างข้อมูลจากการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ค่า \bar{x} ที่มีการเพิ่มมิติแกนที่สอง หมายถึงจากข้อมูลค่า \bar{x} ที่เป็นแกนนอน เพิ่มมิติแกนที่สองให้ข้อมูลเป็นแนวตั้ง เพื่อใช้เป็นค่าเฉลี่ยสำหรับการสร้างข้อมูล และให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ noise_level และกำหนดให้ขนาดของ sample เท่ากับจำนวนข้อมูลและขนาดกลุ่มย่อย จากนั้นใช้ฟังก์ชัน peak-to-peak หรือ np.ptp ของ numpy เพื่อคำนวณค่าช่วง Range ซึ่งใช้แต่ละกลุ่มย่อยของ sample มาคำนวณ

ตัวอย่างชุดคำสั่งในสร้างข้อมูลสำหรับรูปแบบมีแนวโน้ม

```
# สร้างข้อมูล x_bar ที่มี trend และ noise
np.random.seed(42)
time = np.arange(num_subgroups)
trend = mean_x_bar + trend_slope * time
noise = np.random.normal(0, noise_level, num_subgroups)
x_bar_values = trend + noise

# กำหนด x_bar ไม่เกินเส้นควบคุม
x_bar_values = np.clip(x_bar_values, LCL + 0.1, UCL - 0.1)

# สร้างข้อมูลตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อยเพื่อคำนวณค่า R
samples = np.random.normal(x_bar_values[:, np.newaxis], noise_level,
                           (num_subgroups, n))
R_values = np.ptp(samples, axis=1) # คำนวณค่าช่วง (R) ในแต่ละกลุ่มย่อย
```

รูปที่ 3.23 ตัวอย่างชุดคำสั่งในสร้างข้อมูลสำหรับรูปแบบมีแนวโน้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ขั้นตอนการสร้าง User Interface

1. กำหนดฟังก์ชัน `create_gui()` ที่ให้มันนั้นเป็นการสร้าง User Interface โดยใช้ Tkinter ใน Python และมีฟังก์ชันภายในชื่อ `load_data_from_excel()` ที่ใช้สำหรับโหลดข้อมูลจากไฟล์ Excel เข้าสู่โปรแกรม

ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันสำหรับโหลดข้อมูลจากไฟล์ Excel

```
#สร้าง GUI และโหลดข้อมูลไฟล์จาก Excel
def create_gui():
def load_data_from_excel():
file_path = filedialog.askopenfilename(filetypes=[("Excel files", "*.xlsx *.xls")])
if not file_path:
return
#การลบและแทรกข้อมูล
try:
df = pd.read_excel(file_path)
entry_n.delete(0, tk.END)
entry_x_bar.delete(0, tk.END)
entry_r.delete(0, tk.END)

entry_n.insert(0, str(len(df)))
entry_x_bar.insert(0, ','.join(map(str, df['X_bar'].tolist())))
entry_r.insert(0, ','.join(map(str, df['R'].tolist())))
#การจัดการข้อผิดพลาด
except Exception as e:
messagebox.showerror("Error", f"Failed to load data: {e}")
```

รูปที่ 3.24 ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันสำหรับโหลดข้อมูลจากไฟล์ Excel

2. กำหนดฟังก์ชัน `on_submit()` เป็นฟังก์ชันที่อยู่ในบทบาทของการประมวลผลข้อมูล หลังจากผู้ใช้กดปุ่ม `submit` หรือทำการส่งข้อมูลจาก แล้วจะแสดงผลข้อมูลออกมาในโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการสร้างปุ่ม submit ข้อมูล

```

#กำหนดฟังก์ชัน
def on_submit():
    try:
        n = int(entry_n.get())
#ตรวจสอบความยาวของข้อมูล
        x_bar_values = list(map(float, entry_x_bar.get().split(',')))
        r_values = list(map(float, entry_r.get().split(',')))

        if len(x_bar_values) != len(r_values):
            messagebox.showerror("Error", "X_bar and R must have the same
length")
            return
#การตั้งค่าคงที่ A2, D3, D4
        try:
            A2, D3, D4 = get_control_chart_constants(n)
        except ValueError as e:
            messagebox.showerror("Error", str(e))
        return

```

รูปที่ 3.25 ตัวอย่างการสร้างปุ่ม submit ข้อมูล

3. กำหนดข้อมูลโดยการสร้างข้อมูลที่ใช้สร้าง \bar{X} และ R และได้มีการดึงข้อมูลมาและมีการกำหนดฟังก์ชัน คำสั่ง python ในการกำหนดฟังก์ชัน ตั้ง detect_control_chart_pattern เป็นชื่อฟังก์ชันตรวจจับแพทเทิร์นของแผนภูมิควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการสร้างข้อมูลและตรวจจับแพทเทิร์นของแผนภูมิ

```
#สร้างข้อมูล
data = {
    "X_bar": np.array(x_bar_values),
    "R": np.array(r_values)
}
#ตรวจจับแพทเทิร์นของแผนภูมิควบคุม
pattern = detect_control_chart_pattern(data)
messagebox.showinfo("Pattern Detection Result", f"Detected Patterns:
{pattern}")
```

รูปที่ 3.26 ตัวอย่างการสร้างข้อมูลและตรวจจับแพทเทิร์นของแผนภูมิ

4. กำหนดการคำนวณ Control Limits (ขีดจำกัดควบคุม) จากข้อมูลที่คำนวณค่า A2, D3, และ D4 มาแล้ว ซึ่งเป็นค่าคงที่ที่ใช้ในการคำนวณ Control Limits (ขีดจำกัดควบคุม) ของแผนภูมิควบคุม (Control Charts)

ตัวอย่างการคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุม

```
# Control Limits
mean_x_bar = np.mean(data["X_bar"])
mean_r = np.mean(data["R"])
UCL_x_bar = mean_x_bar + A2 * mean_r
LCL_x_bar = mean_x_bar - A2 * mean_r
UCL_r = D4 * mean_r
LCL_r = D3 * mean_r
```

รูปที่ 3.27 ตัวอย่างการคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุม

5. กำหนดฟังก์ชันการสร้างแผนภูมิ \bar{X} -R Chart สร้าง subplots ที่มี 2 rows และ 1 column เพื่อแสดงแผนภูมิ X-bar Chart ที่แสดงข้อมูล X_bar และ R Chart ที่แสดงข้อมูล R พร้อมกับเส้นขีดจำกัดควบคุม การใช้ axhline() การใช้ axhline() เพื่อวาดเส้นแนวนอนที่แสดงค่าเฉลี่ย และขีดจำกัดควบคุม ในแต่ละแผนภูมิ การตั้งค่าและแสดงผล การใช้ set_title(), เอกสารนี้ set_xlabel(), set_ylabel(), และ legend() เพื่อตั้งหัวข้อและชื่อแกน รวมถึงการเพิ่ม legend เพื่ออธิบายสีของเส้นที่วาดในแผนภูมิ

ไม่ว่าการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการสร้างแผนภูมิ \bar{X} - R Chart

```
# สร้างแผนภูมิ X-bar Chart
fig, ax = plt.subplots(2, 1, figsize=(10, 8))

ax[0].plot(data["X_bar"], marker='o', linestyle='-')
ax[0].axhline(mean_x_bar, color='green', linestyle='--', label='CL')
ax[0].axhline(UCL_x_bar, color='red', linestyle='--', label='UCL')
ax[0].axhline(LCL_x_bar, color='red', linestyle='--', label='LCL')
ax[0].set_title('X-bar Chart')
ax[0].set_xlabel('Subgroup')
ax[0].set_ylabel('X_bar')
ax[0].legend()

# สร้างแผนภูมิ R Chart
ax[1].plot(data["R"], marker='o', linestyle='-')
ax[1].axhline(mean_r, color='green', linestyle='--', label='CL')
ax[1].axhline(UCL_r, color='red', linestyle='--', label='UCL')
ax[1].axhline(LCL_r, color='red', linestyle='--', label='LCL')
ax[1].set_title('R Chart')
ax[1].set_xlabel('Subgroup')
ax[1].set_ylabel('R')
ax[1].legend()

plt.tight_layout()
```

รูปที่ 3.28 ตัวอย่างการสร้างแผนภูมิ \bar{X} - R Chart

6. กำหนดฟังก์ชันฝังแผนภูมิที่สร้างขึ้นด้วย Matplotlib เข้าไปในหน้าต่าง Tkinter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการสร้างแผนภูมิด้วย Matplotlib

```
# Embed the plot in the Tkinter window
canvas = FigureCanvasTkAgg(fig, master=root)
canvas.draw()
canvas.get_tk_widget().grid(row=4, columnspan=2, padx=10, pady=10)

except ValueError as e:
messagebox.showerror("Error", str(e))
```

รูปที่ 3.29 ตัวอย่างการสร้างแผนภูมิด้วย Matplotlib

7. กำหนดฟังก์ชันการสร้างหน้าต่างหลัก และตั้งชื่อหน้าต่างเป็น Control Chart Pattern Detection ซึ่งจะแสดงขึ้นบนโปรแกรม

ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันแสดงหน้าต่างหลัก

```
# สร้างหน้าต่างหลัก
root = tk.Tk()
root.title("Control Chart Pattern Detection")
```

รูปที่ 3.30 ตัวอย่างการกำหนดฟังก์ชันแสดงหน้าต่างหลัก

8. กำหนดฟังก์ชันในการสร้างปุ่มและช่องกรอกข้อมูล เป็นการกำหนดฟังก์ชันเพื่อให้ข้อมูลจากผู้ใช้งานที่จะนำมาทดสอบ ที่เป็นการดาวน์โหลดไฟล์ข้อมูลมาจาก Excel และนำมาแสดงผลที่ช่องกรอกข้อมูลที่จะแสดงผลในโปรแกรม ชื่อปุ่ม "Load Data from Excel" เพื่อใช้ในการโหลดข้อมูลจากไฟล์ Excel และปุ่ม "Submit" เพื่อส่งข้อมูลที่ใช้กรอกไปยังการประมวลผลต่อไป และมีการตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อให้ฟังก์ชันทำงานได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการสร้างปุ่มและช่องกรอกข้อมูล

```

# สร้างปุ่มและช่องกรอกข้อมูล
lbl_n = tk.Label(root, text="Subgroup Size (n):")
lbl_n.grid(row=0, column=0, padx=10, pady=5)
entry_n = tk.Entry(root)
entry_n.grid(row=0, column=1, padx=10, pady=5)

lbl_x_bar = tk.Label(root, text="X_bar Values (comma-separated):")
lbl_x_bar.grid(row=1, column=0, padx=10, pady=5)
entry_x_bar = tk.Entry(root, width=50)
entry_x_bar.grid(row=1, column=1, padx=10, pady=5)

lbl_r = tk.Label(root, text="R Values (comma-separated):")
lbl_r.grid(row=2, column=0, padx=10, pady=5)
entry_r = tk.Entry(root, width=50)
entry_r.grid(row=2, column=1, padx=10, pady=5)
#สร้างปุ่ม Load Data from Excel
btn_load = tk.Button(root, text="Load Data from Excel",
command=load_data_from_excel)
btn_load.grid(row=3, column=0, padx=10, pady=10)
#สร้างปุ่ม submit
btn_submit = tk.Button(root, text="Submit", command=on_submit)
btn_submit.grid(row=3, column=1, padx=10, pady=10)

# เริ่มต้น GUI
root.mainloop()
#การตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อทำงานได้ถูกต้อง
if __name__ == "__main__":
    create_gui()

```

รูปที่ 3.31 ตัวอย่างการสร้างปุ่มและช่องกรอกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ ประกอบไปด้วย

3.6.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ ใช้ระบบปฏิบัติการ Window 10
2. Processor : Intel(R) Core (TM) i7-8750H CPU @ 2.20GHz 2.21 GHz
3. Graphic card : NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti
4. Memory : 8.00 GB

3.6.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

1. โปรแกรม Microsoft Excel เวอร์ชัน 365 ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และเตรียมข้อมูล

2. โปรแกรม Jupyter Notebook โปรแกรมที่ใช้สำหรับการเขียนคำสั่งโปรแกรมด้วยภาษา Python สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างแบบจำลองข้อมูล


3.6.3 คำสั่งที่ใช้ในงานวิจัย (Library)

ตารางที่ 3.2 แสดงไลบรารีที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม

<p style="text-align: center;">NumPy</p> 	<p>NumPy เป็น Python Library ที่ใช้ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์และสถิติในภาษา Python เป็น Library ใช้งานง่ายสามารถทำงานได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในพีชคณิตเชิงเส้นความสามารถในการสุ่มจำนวนอาร์เรย์ โดย NumPy มีความสามารถในการจัดการกับอาร์เรย์หลายมิติและข้อมูลแบบเมทริกซ์</p>
<p style="text-align: center;">Matplotlib</p> 	<p>Matplotlib เป็น Library ถูกนำไปใช้ร่วมกับ NumPy และ Pandas เป็นเครื่องมือที่ถูกนำไปใช้ในงานการแสดงผลข้อมูล (Data Visualization) ที่นำเสนอองานคำนวณต่างๆ ในรูปกราฟฟิคในลักษณะกราฟต่างๆ</p>
<p style="text-align: center;">Pandas</p> 	<p>Pandas เป็น Python Library สำหรับการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มีโครงสร้างข้อมูลและการดำเนินการสำหรับจัดการตารางตัวเลขและอนุกรมเวลา</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงไลบรารีที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม (ต่อ)

<p>Pip</p> 	<p>Pip เครื่องมือที่ใช้สำหรับติดตั้งและจัดการแพ็คเกจไลบรารีและโมดูลใน Python</p>
<p>openpyxl</p>	<p>openpyxl เป็น Python Library สำหรับการจัดการข้อมูลใน Excel เช่น การอ่านไฟล์และเขียนไฟล์ .xlsx</p>
<p>tkinter</p>	<p>tkinter เป็น Python Library สำหรับการสร้างหน้าต่างโปรแกรม</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหาแนวโน้มความผิดปกติในกระบวนการผลิต โดยสร้างแผนภูมิควบคุมทั้ง 4 รูปแบบด้วยการเขียนโปรแกรมคำสั่งภาษา Python โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 4.1 การทำระบบในการตรวจจ็บบรูปแบบแผนภูมิ
- 4.2 แนวทางและวิธีแก้ไขเมื่อออกนอกเส้นควบคุม

4.1 การทำระบบในการตรวจจ็บบรูปแบบแผนภูมิ

สร้าง User Interface ตรวจจ็บบรูปแบบแนวโน้มของแผนภูมิควบคุม โดยใช้ภาษา Python และโปรแกรม Jupyter Notebook ในการสร้างหน้าต่างระบบ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานในการตรวจจ็บบรูปแบบแนวโน้มของแผนภูมิควบคุมว่าแผนภูมิมี แนวโน้มความปกติหรือไม่ โดยมีวิธีการใช้งานดังนี้



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างหน้า User Interface

เมื่อเข้ามาหน้า User Interface จะมี 3 ช่อง ช่องที่หนึ่ง : Subgroup Size (n) ให้กรอกขนาดกลุ่มย่อย ช่องที่สอง : X_bar Values (comma-separated) ให้กรอกค่า \bar{x} โดยใช้เครื่องหมายจุลภาค (,) คั่นระหว่างค่า ช่องที่สาม : R Values (comma-separated) ให้กรอกค่า R โดยใช้เครื่องหมายจุลภาค (,) คั่นระหว่างค่า และมีปุ่ม 2 ปุ่ม คือ ปุ่มที่หนึ่ง ปุ่ม Load Data from excel สำหรับนำเข้าไฟล์ excel (.xlsx) และแทนค่าในช่องที่สอง ช่องที่สามโดยไม่ต้องกรอกตนเอง ปุ่มที่สองคือ ปุ่ม Submit สำหรับยืนยันในการตรวจจ็บบรูปแบบแนวโน้มของแผนภูมิ ดังต่อไปนี้

4.1.1 การใช้งาน User Interface

1. กรอกจำนวนกลุ่มย่อย (n) ของข้อมูลค่าเฉลี่ยและพิสัยในข้อมูลชุดแรกและกดปุ่ม Load Data from excel ดังรูปที่ 4.2 และ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Control Chart Pattern Detection

Subgroup Size (n): 5

X_bar Values (comma-separated):

R Values (comma-separated):

Load Data from Excel Submit

รูปที่ 4.2 การใส่จำนวนกลุ่มย่อย (n) และกดปุ่ม Load Data from excel ในข้อมูลชุดแรก

Control Chart Pattern Detection

Subgroup Size (n): 5

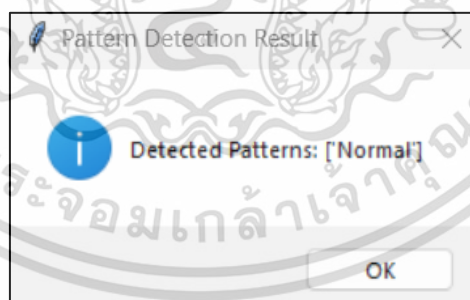
X_bar Values (comma-separated): 0.827, 0.8338, 0.8332, 0.831, 0.8304, 0.8328, 0.8332, 0.8282

R Values (comma-separated): 0.016, 0.023, 0.025, 0.007, 0.012, 0.009, 0.005, 0.016, 0.022

Load Data from Excel Submit

รูปที่ 4.3 หลังจากกดเลือกไฟล์ชุดข้อมูลที่เป็น Normal

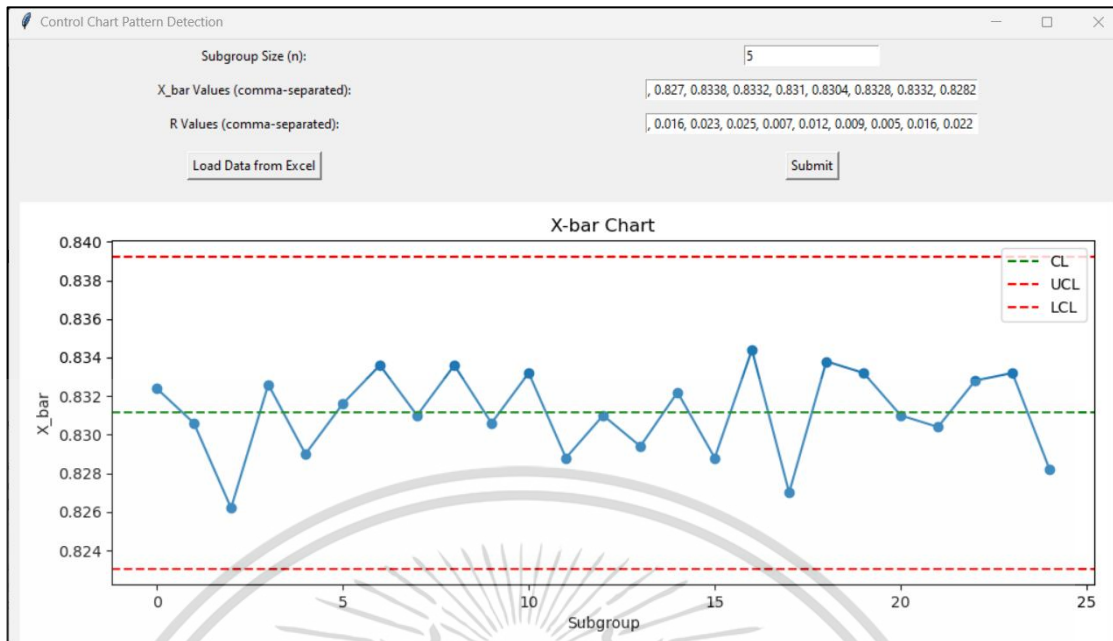
2. กดปุ่ม Submit จะได้นหน้าต่างผลลัพธ์การตรวจจับรูปแบบแนวโน้มของแผนภูมิคือ “Normal” ซึ่งถูกต้องตามที่กำหนดไว้ เป็นรูปแบบของแผนภูมิที่มีความปกติ (Normal: NR) ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 หน้าต่างผลลัพธ์การตรวจจับแนวโน้มแผนภูมิ Normal

3. กดปุ่ม OK จะได้นหน้าต่างแสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



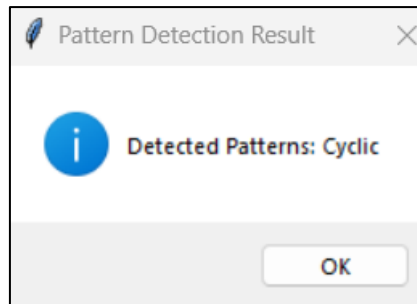
รูปที่ 4.5 หน้าต่างแสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยแผนภูมิ Normal

4. กรอกจำนวนกลุ่มย่อย (n) ของข้อมูลค่าเฉลี่ยและพิสัยในข้อมูลชุดสองและกดปุ่ม Load Data from excel และเลือกไฟล์ชุดข้อมูลที่เป็น Cyclic ดังรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 การใส่จำนวนกลุ่มย่อย (n) และกดปุ่ม Load Data from excel ในข้อมูลชุดสอง

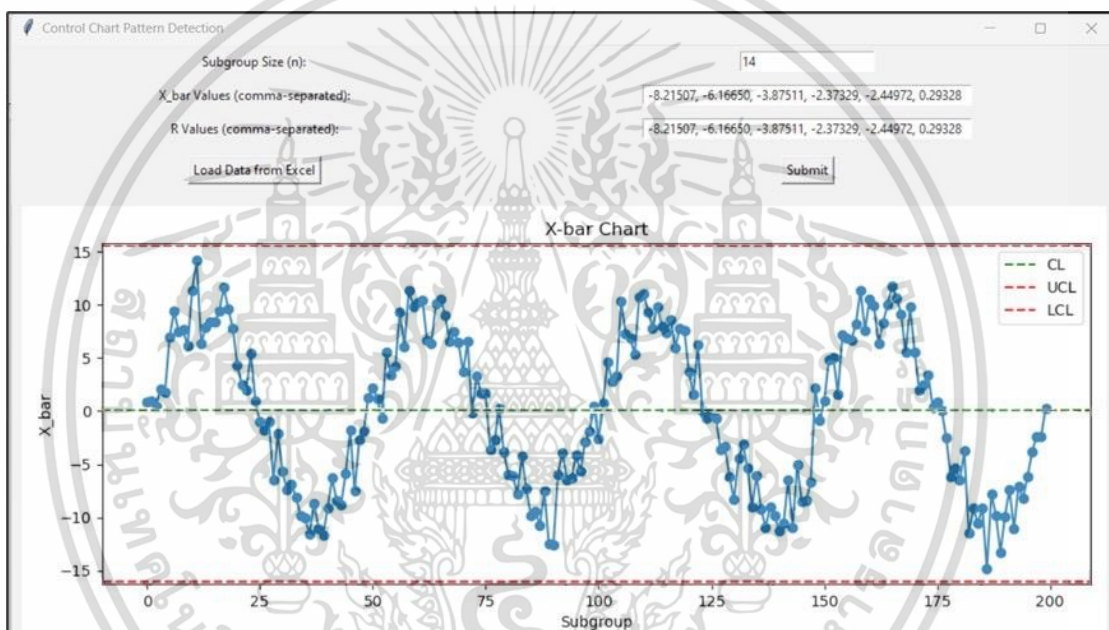
5. กดปุ่ม Submit จะได้นหน้าต่างผลลัพธ์การตรวจจ็บบรูปแบบแนวโน้มของแผนภูมิ คือ “Cyclic” ซึ่งถูกต้องตามที่กำหนดไว้ เป็นรูปแบบของวัฏจักร (Cyclic: CYC) เป็นแผนภูมิที่มีความผิดปกติ ดังรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 หน้าต่างผลลัพธ์การตรวจจับแนวโน้มแผนภูมิ Cyclic

6. กดปุ่ม OK จะได้นหน้าต่างแสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ดังรูปที่ 4.8



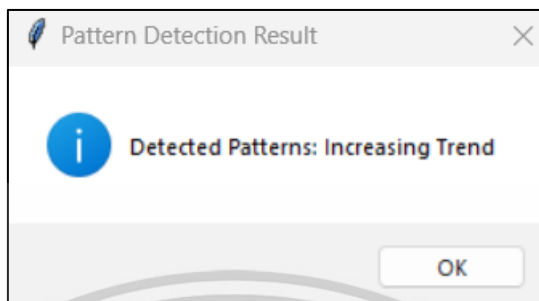
รูปที่ 4.8 หน้าต่างแสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยแผนภูมิ Cyclic

7. กรอกจำนวนกลุ่มย่อย (n) ของข้อมูลค่าเฉลี่ยและพิสัยในข้อมูลชุดสามและกดปุ่ม Load Data from excel และเลือกไฟล์ชุดข้อมูลที่เป็น Increasing Trend ดัง รูปที่ 4.9



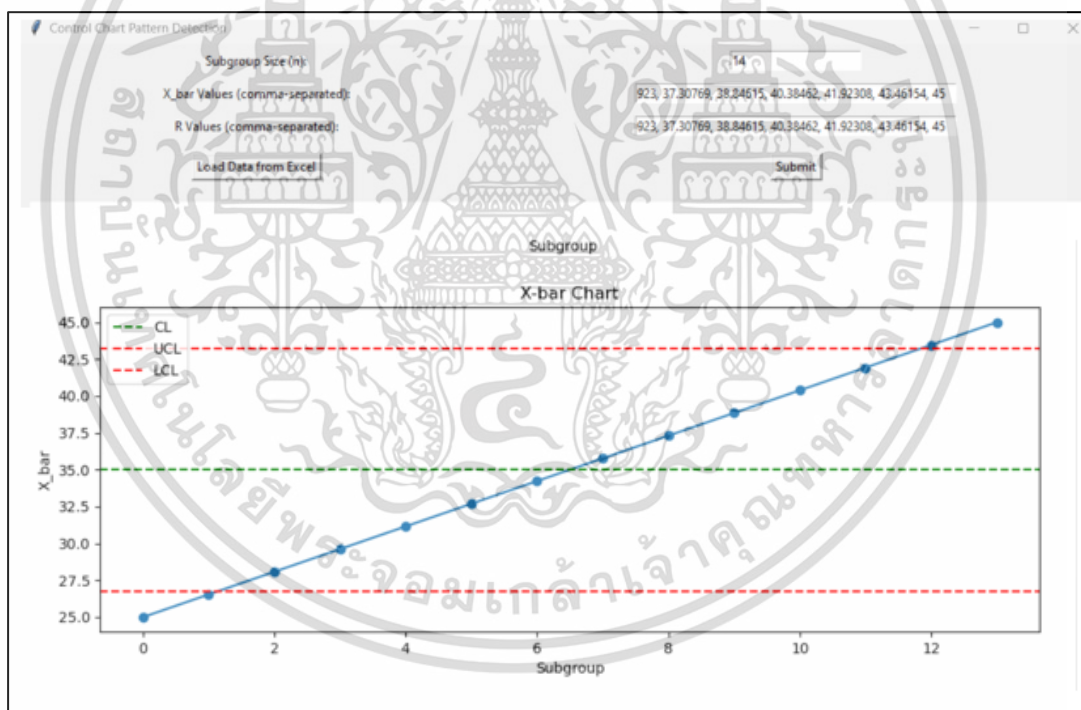
เอกสารนี้เป็นรูปที่ 4.9 การใส่จำนวนกลุ่มย่อย (n) และกดปุ่ม Load Data from excel ในข้อมูลชุดสาม การคำนวณค่าเฉลี่ยและพิสัยอัตโนมัติให้แสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยแผนภูมิ Increasing Trend ดังรูปที่ 4.10

8. กดปุ่ม Submit จะได้นหน้าต่างผลลัพธ์การตรวจจับรูปแบบแนวโน้มของแผนภูมิ คือ “Increasing Trend” ซึ่งถูกต้องตามที่กำหนดไว้ เป็นรูปแบบแผนภูมิแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (Increasing Trend: IT) เป็นแผนภูมิที่มีความผิดปกติ ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 หน้าต่างผลลัพธ์การตรวจจับแนวโน้มแผนภูมิ Increasing Trend

9. กดปุ่ม OK จะได้นหน้าต่างแสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ดังรูปที่ 4.11



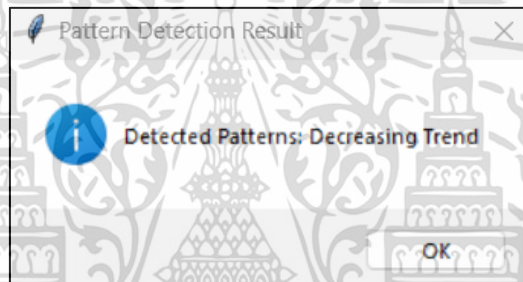
รูปที่ 4.11 หน้าต่างแสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยแผนภูมิ Increasing Trend

10. กรอกจำนวนกลุ่มย่อย (n) ของข้อมูลค่าเฉลี่ยและพิสัยในข้อมูลชุดสี่ และกดปุ่ม Load Data from excel และเลือกไฟล์ชุดข้อมูลที่เป็น Decreasing Trend ดังรูปที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

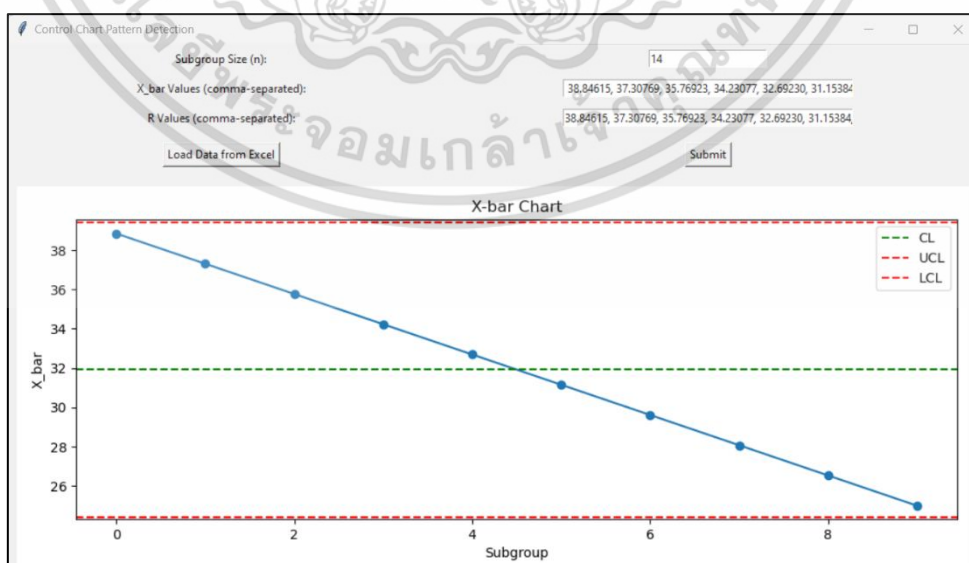
รูปที่ 4.12 การใส่จำนวนกลุ่มย่อย (n) และกดปุ่ม Load Data from excel ในข้อมูลชุดสี่

11. กดปุ่ม Submit จะได้นหน้าต่างผลลัพธ์การตรวจจ็บบรูปแบบแนวโน้มของแผนภูมิ คือ “Decreasing Trend” ซึ่งถูกต้องตามที่กำหนดไว้ เป็นรูปแบบแผนภูมิแนวโน้มลดลง (Decreasing Trend: DT) เป็นแผนภูมิที่มีความผิดปกติ ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 หน้าต่างผลลัพธ์การตรวจจ็บบแนวโน้มแผนภูมิ Decreasing Trend

12. กดปุ่ม OK จะได้นหน้าต่างแสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ดังรูปที่ 4.14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ รูปที่ 4.14 หน้าต่างแสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยแผนภูมิ Decreasing Trend ไปใช้

4.2 แนวทางและวิธีแก้ไขเมื่อออกนอกเส้นควบคุม

เมื่อพบว่าชุดข้อมูลเกิดการออกนอกเส้นขีดจำกัด (outlier) หรือไม่อยู่ภายใต้เส้นขีดจำกัดควบคุม (control limits) สามารถดำเนินการแก้ไขได้ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ตรวจสอบข้อมูลและการวัด

ตรวจสอบว่าข้อมูลและการวัดถูกต้องหรือไม่ บางครั้งหากเกิดมีข้อมูลที่ผิดพลาดหรือข้อมูลที่มีการวัดผิดพลาดอาจทำให้เกิดค่าที่ไม่ถูกต้องที่ต่อมา

2. ตรวจสอบขั้นตอนการสร้างข้อมูล

ตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการสร้างข้อมูล เช่น การประมวลผลข้อมูลหรือขั้นตอนการเก็บข้อมูล ซึ่งเป็นเหตุที่สามารถทำให้เกิดข้อมูลที่ผิดพลาดได้

3. ตรวจสอบประวัติของข้อมูล

การตรวจสอบประวัติของข้อมูลหรือการแก้ไขข้อมูลในอดีตอาจช่วยให้เข้าใจเหตุผลที่ข้อมูลมีลักษณะเช่นนี้

4. การตัดสินใจแก้ไข

หลังจากตรวจสอบและพิจารณาเหตุผลแล้ว สามารถตัดสินใจแก้ไขข้อมูลได้ตามความเหมาะสม เช่น ลบข้อมูลที่เป็นไปไม่ได้ หรือปรับปรุงกระบวนการสร้างข้อมูล

5. การตรวจสอบและทดสอบ

หากทำการแก้ไขข้อมูลหรือกระบวนการสร้างข้อมูล ควรทำการทดสอบและตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าปรับปรุงแล้วมีผลต่อชุดข้อมูลที่ถูกต้องและครบถ้วน

6. การเก็บรักษาและการเผยแพร่

ควรเก็บรักษาบันทึกการแก้ไขและการทดสอบเพื่อให้สามารถติดตามได้ว่าชุดข้อมูลได้รับการปรับปรุงและมีคุณภาพที่ดี

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจหาแนวโน้มความผิดปกติที่จะเกิดในกระบวนการผลิต จากแผนภูมิควบคุมคุณภาพทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ปกติ (normal) , วัฏจักร (cyclic) , แนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (increasing trend) และ แนวโน้มที่ลดลง (decreasing trend) เพื่อตรวจหาแนวโน้มความผิดปกติ จากข้อมูลจะพบว่าต้องการตรวจสอบข้อมูล ซึ่งจะไม่สามารถพิจารณาได้ด้วยตาเปล่า ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ จึงต้องมีการสร้างตัวโปรแกรมวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมขึ้นมา ซึ่งพิจารณาความถึงความผิดปกติจากแผนภูมิควบคุมคุณภาพทั้ง 4 รูปแบบ การตรวจจับได้รูปแบบปกติ (Normal) หมายถึง กระบวนการผลิตยังอยู่ในสถานะที่ควบคุมได้ ยังไม่มีความแปรปรวนที่ผิดปกติ ถ้าหากได้รูปแบบวัฏจักร (cyclic) , แนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (increasing trend) แนวโน้มที่ลดลง (decreasing trend) หมายถึง ข้อมูลเกิดรูปแบบที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ การแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง หรือลดลงอย่างต่อเนื่องและข้อมูลเกิดการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือ การลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งบ่งบอกถึงการเกิดความผิดปกติและมีแนวโน้มที่จะเกิดของเสียขึ้น แม้ว่าข้อมูลยังไม่ออกนอกเส้นควบคุม

จากการทดสอบโปรแกรมด้วยข้อมูลสำหรับการทดสอบแล้วนั้นพบว่าโปรแกรมสามารถนำข้อมูลที่ต้องการทดสอบไปทดสอบและตรวจจับได้ตรงตามรูปแบบที่กำหนดไว้ และสามารถตรวจจับรูปแบบแพทเทิร์นได้มากกว่า 1 รูปแบบ หากข้อมูลที่นำมาทดสอบมีหลายแพทเทิร์นในชุดข้อมูลเดียว

5.2 ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปัญหาที่พบ

1. ข้อมูลที่กำหนดขึ้นมาเพื่อการทดสอบนั้นเมื่อนำมาเข้าโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ ข้อมูลแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยและพิสัยของชุดข้อมูลนั้นมีการออกนอกเส้นควบคุมจึงต้องมีการบอกแนวทางและวิธีแก้ไขเมื่อออกนอกเส้นควบคุม
2. ข้อมูลที่กำหนดขึ้นมาเป็นข้อมูลที่อยู่ในงานวิจัยครั้งนี้ ดังนั้น ข้อมูลในอนาคตอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

5.2.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในอนาคตควรขยายกลุ่มตัวอย่างชุดข้อมูลให้มีขนาดใหญ่มากขึ้นเพื่อเป็นการยืนยันผลการวิเคราะห์ของงานวิจัยและเพิ่มความน่าเชื่อถือของงานวิจัยให้มากขึ้น
2. สำหรับการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยในการวิจัยครั้งนี้เหมาะสำหรับชุดข้อมูลที่เหมาะสมกับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยเท่านั้น สำหรับการวิจัยในครั้งต่อไปควรปรับชุดข้อมูลที่เหมาะสมกับแผนภูมิควบคุมชนิดอื่น ๆ เพื่อจะได้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2554). **โครงการพัฒนาพื้นที่อย่างมีศักยภาพเพื่อรองรับการลงทุนในจังหวัดที่มีอุตสาหกรรมหนาแน่น.**

http://gisweb.diw.go.th/zoning1/overview_dense.html

ทศพล แพร่สุรินทร์, บุญอ้อม โฉมที, และ สุदारัตน์ นิจสุนกิจ. (2566). **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของเสียของแผนภูมิควบคุม p แผนภูมิควบคุม PM และแผนภูมิควบคุม EWMA.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 31(1), 1–13.

ศุภชัย นาทะพันธ์, & อภิชาติ เทอดโยธิน. (2564). **แผนภูมิควบคุมสำหรับการตรวจติดตามผลสัมฤทธิ์จากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน.** วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 14(2), 14-23.

สุदारัตน์ นิจสุนกิจ, & บุญอ้อม โฉมที. (2562). **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมหลายตัวแปร.** Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University, 6(3), 47-57.

สุพีชา รุ่งเรือง. (2553). **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย.** Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and Arts), 6(3), 860-876.

สุรพันธ์ เหล่าคนดี. (2564). **โมเดลควอนตัมโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับปัญหาการถดถอย [วิทยานิพนธ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].**

อรนุช ก่อเกื้อสืบสาย. (2560). **การศึกษาปัจจัยและผลกระทบของนโยบายอุตสาหกรรม 4.0 ที่มีต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของไทย [วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร].**

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2554.). **National Industrial Development Master Plan.** Retrieved from สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม:

https://www.oie.go.th/assets/portals/1/fileups/2/files/Industrial%20Master%20Plan/National_Industrial_Development_Master_Plan.pdf

Aslam, M., Saghir, A., & Ahmad, L. (2020). **Multivariate Control Charts for Attributes** (p. 231–250). <https://doi.org/10.1002/9781119528425.ch8>

Ebrahimzadeh, A., Addeh, J., & Ranaee, V. (2013). **Recognition of control chart patterns using an intelligent technique.** Applied Soft Computing, 13(5), 2970–2980. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2012.02.019>

Does, R. J. M. M., & Riaz, M. (2009). **A process variability control chart.** Computational Statistics.

https://www.academia.edu/18315367/A_process_variability_control_chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Mayashari, M., Herdiani, E., & Anisa, A. (2024). **Comparison Of Control Chart \bar{X} Based On Median Absolute Deviation With S**. BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan, 18, 0737–0750.
<https://doi.org/10.30598/barekengvol18iss2pp0737-0750>
- McNeese, B. (2012). **The Estimated Standard Deviation and Control Charts** [Studies]. BPI Consulting. <https://www.spcforexcel.com/knowledge/control-chart-basics/estimated-standard-deviation-and-control-charts>
- Mitra, A. (2021). **Control Charts For Attributes**. 405–469.
<https://doi.org/10.1002/9781119692379.ch8>
- Peek, S. (2023). **The Management Theory of Joseph Juran**. Business.Com.
<https://www.business.com/articles/management-theory-of-joseph-juran/>
- Proffit, W. R., Fields, H., Larson, B., & Sarver, D. M. (2018). **Contemporary Orthodontics**. Elsevier Health Sciences.
- Quilliam, E. (2019). **The Complete Advantages and Disadvantages of Off the Shelf Software**. IT Enterprise. <https://itenterprise.co.uk/off-the-shelf-software-pros-cons/>
- Tibaduiza Burgos, D., Oyaga, J., Pozo, F., & Anaya, M. (2017). **Distributed Piezoelectric Sensor System for Damage Identification in Structures Subjected to Temperature Changes**. Sensors, 17. <https://doi.org/10.3390/s17061252>
- Williams, J., Hek, G., Vardy, A., Rottschäfer, V., B, B., & Hulshof, J. (2006). **Mathematical Techniques for Neuromuscular Analysis**. Developmental Neuropsychology - DEVELOP NEUROPSYCHOL.
- Xu, Y., Zhou, F., Wang, L., Peng, W., & Zhang, K. (2021). **Optimization of Action Recognition Model Based on Multi-Task Learning and Boundary Gradient**. Electronics, 10(19), 2380. <https://doi.org/10.3390/electronics101923806>
- Xue, L., Wu, H., Zheng, H., & He, Z. (2023). **Control chart pattern recognition for imbalanced data based on multi-feature fusion using convolutional neural network**. Computers & Industrial Engineering, 182, 109410.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109410>
- Minitab Support. 2024. **Using tests for special causes in control charts**. [online]. เข้าถึงได้จาก : <https://support.minitab.com/en-us/minitab/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/supporting-topics/basics/using-tests-for-special-causes/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Metrology Gate Press. 2024. The 8 Nelson Rules in the Statistical Process Control (SPC).[online]. เข้าถึงได้จาก : <https://metrologygate.com/en/2024/01/10/the-8-nelson-rules-in-the-statistical-process-control-spc/>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ค่าแฟกเตอร์หรือค่าควบคุมสถิติสำหรับการคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุม

ตารางที่ 1 ก ตารางแสดงค่าแฟกเตอร์หรือค่าควบคุมสถิติสำหรับการคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุม

n	d ₂	d ₃	C ₄	X̄ and R Charts			X̄ and S Charts		
				A ₂	D ₃	D ₄	A ₃	B ₃	B ₄
2	1.128	0.8525	0.7979	1.880	—	3.267	2.659	—	3.267
3	1.693	0.8884	0.8862	1.023	—	2.574	1.954	—	2.568
4	2.059	0.8798	0.9213	0.729	—	2.282	1.628	—	2.266
5	2.326	0.8798	0.9400	0.577	—	2.114	1.427	—	2.089
6	2.534	0.8480	0.9515	0.483	—	2.004	1.287	0.030	1.970
7	2.704	0.8332	0.9594	0.419	0.076	1.924	1.182	0.118	1.882
8	2.847	0.8198	0.9650	0.373	0.136	1.864	1.099	0.185	1.815
9	2.970	0.8078	0.9693	0.337	0.184	1.816	1.032	0.239	1.761
10	3.078	0.7971	0.9727	0.308	0.223	1.777	0.975	0.284	1.716
11	3.173	0.7873	0.9754	0.285	0.256	1.744	0.927	0.321	1.679
12	3.258	0.7785	0.9776	0.266	0.283	1.717	0.886	0.354	1.646
13	3.336	0.7704	0.9794	0.249	0.307	1.693	0.850	0.382	1.618
14	3.407	0.7630	0.9810	0.235	0.328	1.672	0.817	0.406	1.594
15	3.472	0.7562	0.9823	0.223	0.347	1.653	0.789	0.428	1.572
16	3.532	0.7499	0.9835	0.212	0.363	1.637	0.763	0.448	1.552
17	3.588	0.7441	0.9845	0.203	0.378	1.622	0.739	0.466	1.534
18	3.640	0.7386	0.9854	0.194	0.391	1.607	0.718	0.482	1.518
19	3.689	0.7335	0.9862	0.187	0.403	1.597	0.698	0.497	1.503
20	3.735	0.7287	0.9869	0.180	0.415	1.585	0.680	0.510	1.490
21	3.778	0.7272	0.9876	0.173	0.425	1.575	0.663	0.523	1.477
22	3.819	0.7199	0.9882	0.167	0.434	1.566	0.647	0.534	1.466
23	3.858	0.7159	0.9887	0.162	0.443	1.557	0.633	0.545	1.455
24	3.895	0.7121	0.9892	0.157	0.451	1.548	0.619	0.555	1.445
25	3.931	0.7084	0.9896	0.153	0.459	1.541	0.606	0.565	1.435

Copyright ASTM International, used by permission.

ค่าคงที่ของตัวควบคุมสำหรับกราฟ X-bar, R, S, กราฟ Individuals (เรียกว่า “X” หรือ “I” charts) และกราฟ MR (Moving Range) Charts

หมายเหตุ: เพื่อสร้างกราฟ “X” และ “MR” (เป็นคู่กัน) เราคำนวณ Moving Ranges ดังนี้:

R₂ = ช่วงของการสังเกตการณ์ที่ 1 และที่ 2

R₃ = ช่วงของการสังเกตการณ์ที่ 2 และที่ 3

R₄ = ช่วงของการสังเกตการณ์ที่ 3 และที่ 4, ฯลฯ

โดย “average” moving range หรือ “MR-bar” คือค่าเฉลี่ยของช่วงเหล่านี้ โดย “sample size” สำหรับแต่ละช่วงนี้คือ n = 2 เนื่องจากแต่ละช่วงนี้เป็นของการสังเกตการณ์ติดต่อกัน ให้การประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (ที่จำเป็นสำหรับกราฟ “I”) ของ $\sigma = (\text{MR-bar})/d_2$ โดยที่ค่าของ d₂ จะอ้างอิงจาก m = 2 ตามที่กล่าวไว้เพ่งแล้วอย่างเดียวกัน UCL และ LCL สำหรับกราฟ MR จะเป็น:

$$UCL = D_4(\text{MR-bar})$$

$$LCL = D_3(\text{MR-bar})$$

แต่เนื่องจาก D₃ = 0 เมื่อ n = 0 (“ไม่สามารถใช้ได้”) จะไม่มี LCL สำหรับกราฟ MR เพียงแค่ UCL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการผลิตสินค้าจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง

ตารางที่ 1 ข ข้อมูลการผลิตสินค้าจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง
หน่วยเป็นนิ้ว นำมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าพิสัย (R)

กลุ่มย่อยที่	เวลา	ค่าที่วัดได้					\bar{X}	R
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5		
1	8.30	0.831	0.829	0.836	0.840	0.826	0.8324	0.014
2	8.40	0.834	0.826	0.831	0.831	0.831	0.8306	0.008
3	8.50	0.836	0.826	0.831	0.822	0.816	0.8262	0.020
4	9.00	0.833	0.831	0.835	0.831	0.833	0.8326	0.004
5	9.10	0.830	0.831	0.831	0.833	0.820	0.8290	0.013
6	9.20	0.829	0.828	0.828	0.832	0.841	0.8316	0.013
7	9.30	0.835	0.833	0.829	0.830	0.841	0.8336	0.012
8	9.40	0.818	0.838	0.835	0.834	0.830	0.8310	0.020
9	9.50	0.841	0.831	0.831	0.833	0.832	0.8336	0.010
10	10.00	0.832	0.828	0.836	0.832	0.825	0.8306	0.011
11	10.10	0.831	0.838	0.844	0.827	0.826	0.8332	0.018
12	10.20	0.831	0.826	0.828	0.832	0.827	0.8288	0.006
13	10.30	0.838	0.822	0.835	0.830	0.830	0.8310	0.016
14	10.40	0.815	0.832	0.831	0.831	0.838	0.8294	0.023
15	10.50	0.831	0.833	0.831	0.834	0.832	0.8322	0.003
16	11.00	0.830	0.819	0.819	0.844	0.832	0.8288	0.025
17	11.10	0.826	0.839	0.842	0.835	0.830	0.8344	0.016
18	11.20	0.813	0.833	0.819	0.834	0.836	0.8270	0.023
19	11.30	0.832	0.831	0.825	0.831	0.850	0.8338	0.025
20	11.40	0.831	0.838	0.833	0.831	0.833	0.8332	0.007
21	11.50	0.823	0.830	0.832	0.835	0.835	0.8310	0.012
22	12.00	0.835	0.829	0.834	0.826	0.828	0.8304	0.009
23	12.10	0.833	0.836	0.831	0.832	0.832	0.8328	0.005
24	12.20	0.826	0.835	0.842	0.832	0.831	0.8332	0.016
25	12.30	0.833	0.823	0.816	0.831	0.838	0.8282	0.022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ข้อมูลที่กำหนดขึ้นมาเพื่อทดสอบโปรแกรม

ภาคผนวก ค ข้อมูลที่กำหนดขึ้นมาเพื่อทดสอบโปรแกรม

ข้อมูลวัฏจักร

X bar - 0.21863832, 2.4343512, 1.94259812, 2.4756643, 5.53864496, 4.46170257,
 3.39375612, 3.1317698, 1.75705346, 1.61179613, 0.50319158, -0.73967767,
 -2.12069321, -3.34954658, -4.99543324, -5.62207556, -6.22289576, -2.86511669,
 -3.00054053, -1.81215945, 1.33755909, 0.80364858, 3.91241162, 4.44566869,
 3.77256694, 4.9203026, 5.66083925, 4.71177362, 4.25274181, 1.66401694, 3.1355813,
 -2.69625357, -3.53807826, -4.25350027, -6.25007789, -3.94987777, -3.75630816,
 -3.84761633, -3.22553598, -2.74461868, -0.47373017, 2.59313771, 2.98831969,
 3.80825137, 5.35250231, 6.14557489, 4.88776111, 4.13060441, 3.99612295,
 1.34853581, -0.70355127, -1.24940367, -3.51735492, -4.6443744, -3.59583792,
 -5.27311678, -7.25546983, -3.41909738, -2.95226453, -1.38524474, 0.92583537,
 1.82909188, 3.53509455, 2.29459644, 3.9438187, 6.37765732, 4.55024604, 2.03869628,
 1.41606631, 0.0263739, -0.44906981, -2.49988845, -4.03794155, -4.35226091,
 -4.42520746, -5.22402214, -5.11087046, -4.08035955, -2.08000704, -0.94893848,
 1.39709536, 0.98909776, 2.66118461, 5.16754025, 4.11599784, 6.33906676,
 5.90760047, 4.99693565, 1.46981397, 0.94081688, -1.20145508, -1.28680584,
 -1.78682078, -3.55791598, -4.92231985, -5.30941297, -3.81842025, -4.77233365,
 -1.74415976, -1.70076115, 1.40661843, 2.11955842, 3.16119571, 3.5819946,
 4.58712865, 5.48758599, 5.47536601, 4.01987389, 3.57385498, 3.24718531,
 -1.18841289, -2.55632151, -5.04465134, -3.31166791, -3.65565422, -5.78497184,
 -3.77675855, -2.21944992, -1.91260207, 0.21760291, 1.11639134, 1.20297311,
 4.70820872, 5.86126692, 5.69949456, 3.94846429, 3.60501879, 2.24833119,
 2.83725653, 1.81980702, -0.59447384, -1.54806256, -4.57984199, -4.42293499,
 -6.34356964, -5.65865625, -3.43823783, -3.55975022, -0.78577082, 0.06506096,
 3.83053004, 2.65051351, 2.35821005, 4.56576413, 4.01814849, 5.84675154,
 4.31852874, 3.12345292, 1.79839679, 1.13460354, -1.62544475, -1.84721102,
 -2.77052034, -4.97278596, -5.91343485, -5.3640193, -3.52501093, -3.10800224,
 -1.21935149, 1.44740932, 1.48051853, 1.88218264, 4.92404016, 4.71120151,
 5.86481655, 5.89752597, 3.23362808, 4.52144447, 2.68098472, -0.36718942,
 -1.02138657, -2.50010007, -3.89224634, -3.81596173, -3.55875002, -4.80309044,
 -2.81822597, -2.08941359, -1.46956036, 0.01833817, 0.24921077, 1.32204002,
 4.12978646, 3.85881356, 4.95896203, 4.25360461, 2.31604787, 3.37233008,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.21289433, 0.15912992, -2.37048752, -3.22242301, -2.45198093, -4.61188322, -4.45026789, -6.03581635, -1.66992255, -1.1082697, -0.18915467, 0.82876598

R-0.0, 2.21571288, 0.49175308, 0.53306618, 3.06298066, 1.07694239, 1.06794645, 0.26198632, 1.37471635, 0.14525733, 1.10860455, 1.24286926, 1.38101553, 1.22885337, 1.64588666, 0.62664232, 0.6008202, 3.35777907, 0.13542384, 1.18838108, 3.14971855, 0.53391052, 3.10876305, 0.53325706, 0.67310175, 1.14773566, 0.74053665, 0.94906563, 0.45903181, 2.58872487, 1.47156436, 5.83183487, 0.84182469, 0.71542201, 1.99657762, 2.30020012, 0.19356962, 0.09130817, 0.62208034, 0.4809173, 2.27088851, 3.06686788, 0.39518198, 0.81993168, 1.54425093, 0.79307258, 1.25781377, 0.7571567, 0.13448146, 2.64758714, 2.05208708, 0.5458524, 2.26795125, 1.12701948, 1.04853648, 1.67727886, 1.98235305, 3.83637246, 0.46683285, 1.56701979, 2.31108011, 0.90325651, 1.70600267, 1.2404981, 1.64922225, 2.43383862, 1.82741128, 2.51154975, 0.62262997, 1.38969241, 0.47544371, 2.05081864, 1.5380531, 0.31431936, 0.07294655, 0.79881469, 0.11315168, 1.03051091, 2.00035251, 1.13106856, 2.34603385, 0.4079976, 1.67208685, 2.50635564, 1.05154241, 2.22306891, 0.43146629, 0.91066482, 3.52712167, 0.5289971, 2.14227196, 0.08535076, 0.50001493, 1.77109521, 1.36440386, 0.38709312, 1.49099272, 0.9539134, 3.02817388, 0.04339862, 3.10737958, 0.71293999, 1.04163729, 0.42079889, 1.00513404, 0.90045734, 0.01221998, 1.45549212, 0.44601891, 0.32666966, 4.4355982, 1.36790862, 2.48832983, 1.73298344, 0.34398632, 2.12931762, 2.00821329, 1.55730863, 0.30684785, 2.13020498, 0.89878844, 0.08658177, 3.50523561, 1.15305819, 0.16177235, 1.75103027, 0.3434455, 1.3566876, 0.58892534, 1.01744951, 2.41428085, 0.95358873, 3.03177943, 0.15690701, 1.92063465, 0.68491338, 2.22041842, 0.12151239, 2.77397941, 0.85083178, 3.76546908, 1.18001653, 0.29230346, 2.20755408, 0.54761565, 1.82860306, 1.5282228, 1.19507582, 1.32505613, 0.66379324, 2.76004829, 0.22176627, 0.92330933, 2.20226561, 0.9406489, 0.54941556, 1.83900837, 0.41700869, 1.88865075, 2.6667608, 0.03310922, 0.4016641, 3.04185753, 0.21283866, 1.15361504, 0.03270943, 2.66389789, 1.28781639, 1.84045975, 3.04817415, 0.65419715, 1.4787135, 1.39214627, 0.07628461, 0.25721171, 1.24434042, 1.98486447, 0.72881238, 0.61985324, 1.48789853, 0.2308726, 1.07282924, 2.80774644, 0.27097291, 1.10014847, 0.70535742, 1.93755674, 1.05628221, 2.15943575, 1.0537644, 2.52961744, 0.85193549, 0.77044208, 2.15990229, 0.16161533, 1.58554846, 4.3658938, 0.56165285, 0.91911503, 1.01792065

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลมีแนวโน้ม

X_bar Values: [20.24835708 19.98086785 20.42384427 20.91151493 20.08292331 20.13293152

21.08960641 20.73371736 20.16526281 20.72128002 20.26829115 20.31713512
 20.72098114 19.69335988 19.83754108 20.46885624 20.29358444 21.00712367
 20.44598796 20.24384815 21.73282438 20.93711185 21.1337641 20.43762591
 20.92780864 21.30546129 20.72450321 21.53784901 21.09968066 21.30415313
 21.19914669 22.47613909 21.59325139 21.12114454 22.11127246 21.13957818
 21.9044318 20.87016494 21.23590698 22.04843062 22.36923329 22.13568414
 22.04217586 21.99944815 21.460739 21.8900779 22.06968061 22.87856111
 22.57180914 21.56847992]

R Values: [0.85396076 0.90738133 1.00436622 1.00067989 2.09219438 1.40473571

1.14319382 0.72258116 0.83534904 0.87981761 0.62704252 0.98031591
 2.19100666 1.15575043 1.40232269 1.59049598 1.01212793 1.39039936
 1.45731299 1.05113974 0.51323647 1.528539 1.06663862 1.32526457
 0.6153332 1.492413 0.84827992 1.11442386 1.05106879 0.76414384
 1.23036031 2.39527827 0.72541744 0.76589722 2.09096188 1.08334769
 1.43715536 1.43878796 1.0330258 1.20939174 1.82076308 0.98729031
 1.59087099 1.53127634 1.43856772 0.53116018 1.68542444 1.2702025
 0.71948343 0.79625474]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง

ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
1	9.538	7/4/2024 8.30	32	9.585	7/4/2024 13.40
2	9.166	7/4/2024 8.40	33	9.741	7/4/2024 13.50
3	9.847	7/4/2024 8.50	34	9.263	7/4/2024 14.00
4	9.204	7/4/2024 9.00	35	9.755	7/4/2024 14.10
5	9.104	7/4/2024 9.10	36	9.245	7/4/2024 14.20
6	9.901	7/4/2024 9.20	37	9.841	7/4/2024 14.30
7	9.505	7/4/2024 9.30	38	9.076	7/4/2024 14.40
8	9.210	7/4/2024 9.40	39	9.944	7/4/2024 14.50
9	9.778	7/4/2024 9.50	40	9.646	7/4/2024 15.00
10	9.968	7/4/2024 10.00	41	9.484	7/4/2024 15.10
11	9.030	7/4/2024 10.10	42	9.869	7/4/2024 15.20
12	9.265	7/4/2024 10.20	43	9.761	7/4/2024 15.30
13	9.554	7/4/2024 10.30	44	9.759	7/4/2024 15.40
14	9.006	7/4/2024 10.40	45	9.469	7/4/2024 15.50
15	9.497	7/4/2024 10.50	46	9.749	7/4/2024 16.00
16	9.894	7/4/2024 11.00	47	9.398	7/4/2024 16.10
17	9.560	7/4/2024 11.10	48	9.890	7/4/2024 16.20
18	9.672	7/4/2024 11.20	49	9.515	7/4/2024 16.30
19	9.068	7/4/2024 11.30	50	9.663	7/4/2024 16.40
20	9.611	7/4/2024 11.40	51	9.064	7/4/2024 16.50
21	9.064	7/4/2024 11.50	52	9.107	7/4/2024 17.00
22	9.504	7/4/2024 12.00	53	9.937	7/4/2024 17.10
23	9.216	7/4/2024 12.10	54	9.523	7/4/2024 17.20
24	9.786	7/4/2024 12.20	55	9.756	7/4/2024 17.30
25	9.517	7/4/2024 12.30	56	9.683	7/4/2024 17.40
26	9.428	7/4/2024 12.40	57	9.512	7/4/2024 17.50
27	9.955	7/4/2024 12.50	58	9.268	7/4/2024 18.00
28	9.142	7/4/2024 13.00	59	9.957	7/4/2024 18.10
29	9.023	7/4/2024 13.10	60	9.706	7/4/2024 18.20
30	9.415	7/4/2024 13.20	61	9.481	7/4/2024 18.30
31	9.656	7/4/2024 13.30	62	9.439	7/4/2024 18.40

ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
63	9.540	7/4/2024 18.50	98	9.125	8/4/2024 24.40
64	9.040	7/4/2024 19.00	99	9.529	8/4/2024 24.50
65	9.380	7/4/2024 19.10	100	9.841	8/4/2024 01.00
66	9.089	7/4/2024 19.20	101	9.516	8/4/2024 01.10
67	9.343	7/4/2024 19.30	102	9.671	8/4/2024 01.20
68	9.529	7/4/2024 19.40	103	9.553	8/4/2024 01.30
69	9.657	7/4/2024 19.50	104	9.542	8/4/2024 01.40
70	9.293	7/4/2024 20.00	105	9.200	8/4/2024 01.50
71	9.196	7/4/2024 20.10	106	9.230	8/4/2024 02.00
72	9.573	7/4/2024 20.20	107	9.347	8/4/2024 02.10
73	9.941	7/4/2024 20.30	108	9.992	8/4/2024 02.20
74	9.379	7/4/2024 20.40	109	9.341	8/4/2024 02.30
75	9.320	7/4/2024 20.50	110	9.044	8/4/2024 02.40
76	9.425	7/4/2024 21.00	111	9.922	8/4/2024 02.50
77	9.902	7/4/2024 21.10	112	9.944	8/4/2024 03.00
78	9.040	7/4/2024 21.20	113	9.936	8/4/2024 03.10
79	9.196	7/4/2024 21.30	114	9.033	8/4/2024 03.20
80	9.229	7/4/2024 21.40	115	9.645	8/4/2024 03.30
81	9.125	7/4/2024 21.50	116	9.713	8/4/2024 03.40
82	9.072	7/4/2024 22.00	117	9.090	8/4/2024 03.50
83	9.586	7/4/2024 22.10	118	9.200	8/4/2024 04.00
84	9.704	7/4/2024 22.20	119	9.621	8/4/2024 04.10
85	9.373	7/4/2024 22.30	120	9.097	8/4/2024 04.20
86	9.125	7/4/2024 22.40	121	9.843	8/4/2024 04.30
87	9.932	7/4/2024 22.50	122	9.188	8/4/2024 04.40
88	9.983	7/4/2024 23.00	123	9.079	8/4/2024 04.50
89	9.734	7/4/2024 23.10	124	9.400	8/4/2024 05.00
90	9.560	7/4/2024 23.20	125	9.312	8/4/2024 05.10
91	9.013	7/4/2024 23.30	126	9.319	8/4/2024 05.20
92	9.514	7/4/2024 23.40	127	9.045	8/4/2024 05.30
93	9.214	7/4/2024 23.50	128	9.813	8/4/2024 05.40
94	9.453	8/4/2024 24.00	129	9.071	8/4/2024 05.50
95	9.921	8/4/2024 24.10	130	9.885	8/4/2024 06.00
96	9.945	8/4/2024 24.20	131	9.161	8/4/2024 06.10
97	9.100	8/4/2024 24.30	132	9.617	8/4/2024 06.20

ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
133	9.989	8/4/2024 06.30	168	9.953	8/4/2024 12.20
134	9.605	8/4/2024 06.40	169	9.023	8/4/2024 12.30
135	9.276	8/4/2024 06.50	170	9.933	8/4/2024 12.40
136	9.876	8/4/2024 07.00	171	9.672	8/4/2024 12.50
137	9.010	8/4/2024 07.10	172	9.930	8/4/2024 13.00
138	9.822	8/4/2024 07.20	173	9.815	8/4/2024 13.10
139	9.931	8/4/2024 07.30	174	9.218	8/4/2024 13.20
140	9.254	8/4/2024 07.40	175	9.123	8/4/2024 13.30
141	9.856	8/4/2024 07.50	176	9.922	8/4/2024 13.40
142	9.479	8/4/2024 08.00	177	9.402	8/4/2024 13.50
143	9.835	8/4/2024 08.10	178	9.465	8/4/2024 14.00
144	9.596	8/4/2024 08.20	179	9.805	8/4/2024 14.10
145	9.386	8/4/2024 08.30	180	9.686	8/4/2024 14.20
146	9.021	8/4/2024 08.40	181	9.394	8/4/2024 14.30
147	9.052	8/4/2024 08.50	182	9.085	8/4/2024 14.40
148	9.239	8/4/2024 09.00	183	9.347	8/4/2024 14.50
149	9.669	8/4/2024 09.10	184	9.319	8/4/2024 15.00
150	9.898	8/4/2024 09.20	185	9.940	8/4/2024 15.10
151	9.211	8/4/2024 09.30	186	9.577	8/4/2024 15.20
152	9.003	8/4/2024 09.40	187	9.355	8/4/2024 15.30
153	9.266	8/4/2024 09.50	188	9.933	8/4/2024 15.40
154	9.709	8/4/2024 10.00	189	9.071	8/4/2024 15.50
155	9.415	8/4/2024 10.10	190	9.948	8/4/2024 16.00
156	9.825	8/4/2024 10.20	191	9.942	8/4/2024 16.10
157	9.096	8/4/2024 10.30	192	9.560	8/4/2024 16.20
158	9.357	8/4/2024 10.40	193	9.982	8/4/2024 16.30
159	9.651	8/4/2024 10.50	194	9.611	8/4/2024 16.40
160	9.292	8/4/2024 11.00	195	9.014	8/4/2024 16.50
161	9.423	8/4/2024 11.10	196	9.356	8/4/2024 17.00
162	9.904	8/4/2024 11.20	197	9.071	8/4/2024 17.10
163	9.619	8/4/2024 11.30	198	9.702	8/4/2024 17.20
164	9.770	8/4/2024 11.40	199	9.979	8/4/2024 17.30
165	9.676	8/4/2024 11.50	200	9.214	8/4/2024 17.40
166	9.207	8/4/2024 12.00	201	9.880	8/4/2024 17.50
167	9.348	8/4/2024 12.10	202	9.902	8/4/2024 18.00

ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
203	9.360	8/4/2024 18.10	238	9.732	9/4/2024 24.00
204	9.997	8/4/2024 18.20	239	9.677	9/4/2024 24.10
205	9.515	8/4/2024 18.30	240	9.878	9/4/2024 24.20
206	9.789	8/4/2024 18.40	241	9.100	9/4/2024 24.30
207	9.352	8/4/2024 18.50	242	9.695	9/4/2024 24.40
208	9.534	8/4/2024 19.00	243	9.822	9/4/2024 24.50
209	9.183	8/4/2024 19.10	244	9.757	9/4/2024 01.00
210	9.572	8/4/2024 19.20	245	9.163	9/4/2024 01.10
211	9.544	8/4/2024 19.30	246	9.091	9/4/2024 01.20
212	9.984	8/4/2024 19.40	247	9.750	9/4/2024 01.30
213	9.403	8/4/2024 19.50	248	9.323	9/4/2024 01.40
214	9.023	8/4/2024 20.00	249	9.175	9/4/2024 01.50
215	9.853	8/4/2024 20.10	250	9.466	9/4/2024 02.00
216	9.865	8/4/2024 20.20	251	9.690	9/4/2024 02.10
217	9.258	8/4/2024 20.30	252	9.684	9/4/2024 02.20
218	9.564	8/4/2024 20.40	253	9.948	9/4/2024 02.30
219	9.318	8/4/2024 20.50	254	9.830	9/4/2024 02.40
220	9.804	8/4/2024 21.00	255	9.051	9/4/2024 02.50
221	9.826	8/4/2024 21.10	256	9.817	9/4/2024 03.00
222	9.682	8/4/2024 21.20	257	9.843	9/4/2024 03.10
223	9.133	8/4/2024 21.30	258	9.760	9/4/2024 03.20
224	9.448	8/4/2024 21.40	259	9.007	9/4/2024 03.30
225	9.002	8/4/2024 21.50	260	9.419	9/4/2024 03.40
226	9.466	8/4/2024 22.00	261	9.193	9/4/2024 03.50
227	9.674	8/4/2024 22.10	262	9.713	9/4/2024 04.00
228	9.634	8/4/2024 22.20	263	9.611	9/4/2024 04.10
229	9.153	8/4/2024 22.30	264	9.349	9/4/2024 04.20
230	9.393	8/4/2024 22.40	265	9.583	9/4/2024 04.30
231	9.406	8/4/2024 22.50	266	9.517	9/4/2024 04.40
232	9.138	8/4/2024 23.00	267	9.926	9/4/2024 04.50
233	9.969	8/4/2024 23.10	268	9.963	9/4/2024 05.00
234	9.941	8/4/2024 23.20	269	9.365	9/4/2024 05.10
235	9.397	8/4/2024 23.30	270	9.441	9/4/2024 05.20
236	9.621	8/4/2024 23.40	271	9.011	9/4/2024 05.30
237	9.353	8/4/2024 23.50	272	9.686	9/4/2024 05.40

ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
273	9.085	9/4/2024 05.50	308	9.262	9/4/2024 11.40
274	9.486	9/4/2024 06.00	309	9.012	9/4/2024 11.50
275	9.254	9/4/2024 06.10	310	9.160	9/4/2024 12.00
276	9.497	9/4/2024 06.20	311	9.149	9/4/2024 12.10
277	9.558	9/4/2024 06.30	312	9.981	9/4/2024 12.20
278	9.498	9/4/2024 06.40	313	9.218	9/4/2024 12.30
279	9.911	9/4/2024 06.50	314	9.094	9/4/2024 12.40
280	9.959	9/4/2024 07.00	315	9.154	9/4/2024 12.50
281	9.202	9/4/2024 07.10	316	9.003	9/4/2024 13.00
282	9.015	9/4/2024 07.20	317	9.869	9/4/2024 13.10
283	9.909	9/4/2024 07.30	318	9.194	9/4/2024 13.20
284	9.488	9/4/2024 07.40	319	9.301	9/4/2024 13.30
285	9.349	9/4/2024 07.50	320	9.619	9/4/2024 13.40
286	9.305	9/4/2024 08.00	321	9.192	9/4/2024 13.50
287	9.867	9/4/2024 08.10	322	9.963	9/4/2024 14.00
288	9.407	9/4/2024 08.20	323	9.440	9/4/2024 14.10
289	9.760	9/4/2024 08.30	324	9.678	9/4/2024 14.20
290	9.391	9/4/2024 08.40	325	9.492	9/4/2024 14.30
291	9.013	9/4/2024 08.50	326	9.067	9/4/2024 14.40
292	9.358	9/4/2024 09.00	327	9.293	9/4/2024 14.50
293	9.895	9/4/2024 09.10	328	9.902	9/4/2024 15.00
294	9.181	9/4/2024 09.20	329	9.037	9/4/2024 15.10
295	9.283	9/4/2024 09.30	330	9.037	9/4/2024 15.20
296	9.282	9/4/2024 09.40	331	9.093	9/4/2024 15.30
297	9.845	9/4/2024 09.50	332	9.037	9/4/2024 15.40
298	9.937	9/4/2024 10.00	333	9.030	9/4/2024 15.50
299	9.045	9/4/2024 10.10	334	9.262	9/4/2024 16.00
300	9.893	9/4/2024 10.20	335	9.262	9/4/2024 16.10
301	9.710	9/4/2024 10.30	336	9.408	9/4/2024 16.20
302	9.685	9/4/2024 10.40	337	9.830	9/4/2024 16.30
303	9.410	9/4/2024 10.50	338	9.474	9/4/2024 16.40
304	9.788	9/4/2024 11.00	339	9.877	9/4/2024 16.50
305	9.136	9/4/2024 11.10	340	9.753	9/4/2024 17.00
306	9.080	9/4/2024 11.20	341	9.424	9/4/2024 17.10
307	9.187	9/4/2024 11.30	342	9.480	9/4/2024 17.20

ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
343	9.807	9/4/2024 17.30	378	9.201	9/4/2024 23.20
344	9.483	9/4/2024 17.40	379	9.119	9/4/2024 23.30
345	9.776	9/4/2024 17.50	380	9.051	9/4/2024 23.40
346	9.619	9/4/2024 18.00	381	9.654	9/4/2024 23.50
347	9.415	9/4/2024 18.10	382	9.835	10/4/2024 24.00
348	9.649	9/4/2024 18.20	383	9.766	10/4/2024 24.10
349	9.746	9/4/2024 18.30	384	9.613	10/4/2024 24.20
350	9.061	9/4/2024 18.40	385	9.753	10/4/2024 24.30
351	9.316	9/4/2024 18.50	386	9.263	10/4/2024 24.40
352	9.037	9/4/2024 19.00	387	9.827	10/4/2024 24.50
353	9.097	9/4/2024 19.10	388	9.253	10/4/2024 01.00
354	9.595	9/4/2024 19.20	389	9.880	10/4/2024 01.10
355	9.649	9/4/2024 19.30	390	9.298	10/4/2024 01.20
356	9.966	9/4/2024 19.40	391	9.061	10/4/2024 01.30
357	9.579	9/4/2024 19.50	392	9.867	10/4/2024 01.40
358	9.933	9/4/2024 20.00	393	9.475	10/4/2024 01.50
359	9.569	9/4/2024 20.10	394	9.198	10/4/2024 02.00
360	9.543	9/4/2024 20.20	395	9.899	10/4/2024 02.10
361	9.648	9/4/2024 20.30	396	9.208	10/4/2024 02.20
362	9.619	9/4/2024 20.40	397	9.263	10/4/2024 02.30
363	9.330	9/4/2024 20.50	398	9.477	10/4/2024 02.40
364	9.732	9/4/2024 21.00	399	9.857	10/4/2024 02.50
365	9.131	9/4/2024 21.10	400	9.821	10/4/2024 03.00
366	9.694	9/4/2024 21.20	401	9.169	10/4/2024 03.10
367	9.424	9/4/2024 21.30	402	9.307	10/4/2024 03.20
368	9.268	9/4/2024 21.40	403	9.594	10/4/2024 03.30
369	9.754	9/4/2024 21.50	404	9.822	10/4/2024 03.40
370	9.281	9/4/2024 22.00	405	9.697	10/4/2024 03.50
371	9.514	9/4/2024 22.10	406	9.83	10/4/2024 04.00
372	9.158	9/4/2024 22.20	407	9.004	10/4/2024 04.10
373	9.570	9/4/2024 22.30	408	9.931	10/4/2024 04.20
374	9.554	9/4/2024 22.40	409	9.784	10/4/2024 04.30
375	9.369	9/4/2024 22.50	410	9.365	10/4/2024 04.40
376	9.068	9/4/2024 23.00	411	9.881	10/4/2024 04.50
377	9.360	9/4/2024 23.10	412	9.787	10/4/2024 05.00

ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
413	9.516	10/4/2024 05.10	448	9.744	10/4/2024 11.00
414	9.236	10/4/2024 05.20	449	9.611	10/4/2024 11.10
415	9.821	10/4/2024 05.30	450	9.962	10/4/2024 11.20
416	9.600	10/4/2024 05.40	451	9.135	10/4/2024 11.30
417	9.817	10/4/2024 05.50	452	9.055	10/4/2024 11.40
418	9.084	10/4/2024 06.00	453	9.959	10/4/2024 11.50
419	9.399	10/4/2024 06.10	454	9.919	10/4/2024 12.00
420	9.950	10/4/2024 06.20	455	9.750	10/4/2024 12.10
421	9.392	10/4/2024 06.30	456	9.396	10/4/2024 12.20
422	9.314	10/4/2024 06.40	457	9.912	10/4/2024 12.30
423	9.235	10/4/2024 06.50	458	9.295	10/4/2024 12.40
424	9.648	10/4/2024 07.00	459	9.104	10/4/2024 12.50
425	9.738	10/4/2024 07.10	460	9.290	10/4/2024 13.00
426	9.653	10/4/2024 07.20	461	9.362	10/4/2024 13.10
427	9.936	10/4/2024 07.30	462	9.337	10/4/2024 13.20
428	9.269	10/4/2024 07.40	463	9.476	10/4/2024 13.30
429	9.705	10/4/2024 07.50	464	9.285	10/4/2024 13.40
430	9.656	10/4/2024 08.00	465	9.582	10/4/2024 13.50
431	9.681	10/4/2024 08.10	466	9.728	10/4/2024 14.00
432	9.119	10/4/2024 08.20	467	9.757	10/4/2024 14.10
433	9.697	10/4/2024 08.30	468	9.241	10/4/2024 14.20
434	9.210	10/4/2024 08.40	469	9.139	10/4/2024 14.30
435	9.751	10/4/2024 08.50	470	9.077	10/4/2024 14.40
436	9.915	10/4/2024 09.00	471	9.896	10/4/2024 14.50
437	9.811	10/4/2024 09.10	472	9.548	10/4/2024 15.00
438	9.895	10/4/2024 09.20	473	9.545	10/4/2024 15.10
439	9.098	10/4/2024 09.30	474	9.382	10/4/2024 15.20
440	9.390	10/4/2024 09.40	475	9.315	10/4/2024 15.30
441	9.551	10/4/2024 09.50	476	9.472	10/4/2024 15.40
442	9.82	10/4/2024 10.00	477	9.666	10/4/2024 15.50
443	9.077	10/4/2024 10.10	478	9.769	10/4/2024 16.00
444	9.995	10/4/2024 10.20	479	9.942	10/4/2024 16.10
445	9.803	10/4/2024 10.30	480	9.592	10/4/2024 16.20
446	9.854	10/4/2024 10.40	481	9.019	10/4/2024 16.30
447	9.963	10/4/2024 10.50	482	9.861	10/4/2024 16.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และห้ามทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่าการนำเอกสารนี้ไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ใดก็ตาม

ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
483	9.388	10/4/2024 16.50	518	9.112	10/4/2024 22.40
484	9.151	10/4/2024 17.00	519	9.163	10/4/2024 22.50
485	9.650	10/4/2024 17.10	520	9.972	10/4/2024 23.00
486	9.385	10/4/2024 17.20	521	9.713	10/4/2024 23.10
487	9.977	10/4/2024 17.30	522	9.835	10/4/2024 23.20
488	9.056	10/4/2024 17.40	523	9.944	10/4/2024 23.30
489	9.635	10/4/2024 17.50	524	9.729	10/4/2024 23.40
490	9.747	10/4/2024 18.00	525	9.020	10/4/2024 23.50
491	9.951	10/4/2024 18.10	526	9.539	11/4/2024 24.00
492	9.126	10/4/2024 18.20	527	9.261	11/4/2024 24.10
493	9.425	10/4/2024 18.30	528	9.362	11/4/2024 24.20
494	9.202	10/4/2024 18.40	529	9.056	11/4/2024 24.30
495	9.624	10/4/2024 18.50	530	9.262	11/4/2024 24.40
496	9.715	10/4/2024 19.00	531	9.495	11/4/2024 24.50
497	9.236	10/4/2024 19.10	532	9.604	11/4/2024 01.00
498	9.311	10/4/2024 19.20	533	9.247	11/4/2024 01.10
499	9.719	10/4/2024 19.30	534	9.451	11/4/2024 01.20
500	9.140	10/4/2024 19.40	535	9.983	11/4/2024 01.30
501	9.352	10/4/2024 19.50	536	9.279	11/4/2024 01.40
502	9.668	10/4/2024 20.00	537	9.884	11/4/2024 01.50
503	9.692	10/4/2024 20.10	538	9.329	11/4/2024 02.00
504	9.88	10/4/2024 20.20	539	9.081	11/4/2024 02.10
505	9.126	10/4/2024 20.30	540	9.013	11/4/2024 02.20
506	9.444	10/4/2024 20.40	541	9.215	11/4/2024 02.30
507	9.310	10/4/2024 20.50	542	9.037	11/4/2024 02.40
508	9.303	10/4/2024 21.00	543	9.374	11/4/2024 02.50
509	9.909	10/4/2024 21.10	544	9.425	11/4/2024 03.00
510	9.254	10/4/2024 21.20	545	9.178	11/4/2024 03.10
511	9.681	10/4/2024 21.30	546	9.766	11/4/2024 03.20
512	9.787	10/4/2024 21.40	547	9.518	11/4/2024 03.30
513	9.004	10/4/2024 21.50	548	9.741	11/4/2024 03.40
514	9.289	10/4/2024 22.00	549	9.119	11/4/2024 03.50
515	9.943	10/4/2024 22.10	550	9.043	11/4/2024 04.00
516	9.769	10/4/2024 22.20	551	9.526	11/4/2024 04.10
517	9.414	10/4/2024 22.30	552	9.174	11/4/2024 04.20

ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
553	9.407	11/4/2024 04.30	588	9.294	11/4/2024 10.20
554	9.741	11/4/2024 04.40	589	9.867	11/4/2024 10.30
555	9.631	11/4/2024 04.50	590	9.324	11/4/2024 10.40
556	9.848	11/4/2024 05.00	591	9.461	11/4/2024 10.50
557	9.529	11/4/2024 05.10	592	9.581	11/4/2024 11.00
558	9.374	11/4/2024 05.20	593	9.942	11/4/2024 11.10
559	9.809	11/4/2024 05.30	594	9.854	11/4/2024 11.20
560	9.455	11/4/2024 05.40	595	9.251	11/4/2024 11.30
561	9.266	11/4/2024 05.50	596	9.444	11/4/2024 11.40
562	9.966	11/4/2024 06.00	597	9.639	11/4/2024 11.50
563	9.338	11/4/2024 06.10	598	9.358	11/4/2024 12.00
564	9.566	11/4/2024 06.20	599	9.902	11/4/2024 12.10
565	9.062	11/4/2024 06.30	600	9.504	11/4/2024 12.20
566	9.603	11/4/2024 06.40	601	9.605	11/4/2024 12.30
567	9.849	11/4/2024 06.50	602	9.610	11/4/2024 12.40
568	9.153	11/4/2024 07.00	603	9.383	11/4/2024 12.50
569	9.095	11/4/2024 07.10	604	9.310	11/4/2024 13.00
570	9.921	11/4/2024 07.20	605	9.557	11/4/2024 13.10
571	9.304	11/4/2024 07.30	606	9.063	11/4/2024 13.20
572	9.712	11/4/2024 07.40	607	9.144	11/4/2024 13.30
573	9.095	11/4/2024 07.50	608	9.358	11/4/2024 13.40
574	9.004	11/4/2024 08.00	609	9.208	11/4/2024 13.50
575	9.955	11/4/2024 08.10	610	9.628	11/4/2024 14.00
576	9.895	11/4/2024 08.20	611	9.378	11/4/2024 14.10
577	9.521	11/4/2024 08.30	612	9.446	11/4/2024 14.20
578	9.966	11/4/2024 08.40	613	9.000	11/4/2024 14.30
579	9.43	11/4/2024 08.50	614	9.587	11/4/2024 14.40
580	9.079	11/4/2024 09.00	615	9.603	11/4/2024 14.50
581	9.401	11/4/2024 09.10	616	9.803	11/4/2024 15.00
582	9.110	11/4/2024 09.20	617	9.862	11/4/2024 15.10
583	9.402	11/4/2024 09.30	618	9.429	11/4/2024 15.20
584	9.153	11/4/2024 09.40	619	9.231	11/4/2024 15.30
585	9.107	11/4/2024 09.50	620	9.885	11/4/2024 15.40
586	9.264	11/4/2024 10.00	621	9.382	11/4/2024 15.50
587	9.772	11/4/2024 10.10	622	9.699	11/4/2024 16.00

ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
623	9.559	11/4/2024 16.10	658	9.549	11/4/2024 22.00
624	9.915	11/4/2024 16.20	659	9.386	11/4/2024 22.10
625	9.126	11/4/2024 16.30	660	9.902	11/4/2024 22.20
626	9.872	11/4/2024 16.40	661	9.022	11/4/2024 22.30
627	9.458	11/4/2024 16.50	662	9.339	11/4/2024 22.40
628	9.591	11/4/2024 17.00	663	9.868	11/4/2024 22.50
629	9.366	11/4/2024 17.10	664	9.076	11/4/2024 23.00
630	9.900	11/4/2024 17.20	665	9.898	11/4/2024 23.10
631	9.132	11/4/2024 17.30	666	9.962	11/4/2024 23.20
632	9.904	11/4/2024 17.40	667	9.932	11/4/2024 23.30
633	9.243	11/4/2024 17.50	668	9.807	11/4/2024 23.40
634	9.093	11/4/2024 18.00	669	9.086	11/4/2024 23.50
635	9.461	11/4/2024 18.10	670	9.884	12/4/2024 24.00
636	9.620	11/4/2024 18.20	671	9.383	12/4/2024 24.10
637	9.979	11/4/2024 18.30	672	9.289	12/4/2024 24.20
638	9.877	11/4/2024 18.40	673	9.525	12/4/2024 24.30
639	9.779	11/4/2024 18.50	674	9.398	12/4/2024 24.40
640	9.343	11/4/2024 19.00	675	9.402	12/4/2024 24.50
641	9.190	11/4/2024 19.10	676	9.074	12/4/2024 01.00
642	9.155	11/4/2024 19.20	677	9.269	12/4/2024 01.10
643	9.518	11/4/2024 19.30	678	9.851	12/4/2024 01.20
644	9.421	11/4/2024 19.40	679	9.930	12/4/2024 01.30
645	9.518	11/4/2024 19.50	680	9.350	12/4/2024 01.40
646	9.064	11/4/2024 20.00	681	9.676	12/4/2024 01.50
647	9.288	11/4/2024 20.10	682	9.153	12/4/2024 02.00
648	9.294	11/4/2024 20.20	683	9.695	12/4/2024 02.10
649	9.160	11/4/2024 20.30	684	9.517	12/4/2024 02.20
650	9.859	11/4/2024 20.40	685	9.371	12/4/2024 02.30
651	9.390	11/4/2024 20.50	686	9.503	12/4/2024 02.40
652	9.934	11/4/2024 21.00	687	9.725	12/4/2024 02.50
653	9.486	11/4/2024 21.10	688	9.290	12/4/2024 03.00
654	9.701	11/4/2024 21.20	689	9.533	12/4/2024 03.10
655	9.614	11/4/2024 21.30	690	9.227	12/4/2024 03.20
656	9.022	11/4/2024 21.40	691	9.298	12/4/2024 03.30
657	9.554	11/4/2024 21.50	692	9.366	12/4/2024 03.40

ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
693	9.139	12/4/2024 03.50	728	9.850	12/4/2024 09.40
694	9.579	12/4/2024 04.00	729	9.771	12/4/2024 09.50
695	9.152	12/4/2024 04.10	730	9.154	12/4/2024 10.00
696	9.842	12/4/2024 04.20	731	9.309	12/4/2024 10.10
697	9.970	12/4/2024 04.30	732	9.767	12/4/2024 10.20
698	9.800	12/4/2024 04.40	733	9.791	12/4/2024 10.30
699	9.999	12/4/2024 04.50	734	9.691	12/4/2024 10.40
700	9.966	12/4/2024 05.00	735	9.750	12/4/2024 10.50
701	9.817	12/4/2024 05.10	736	9.661	12/4/2024 11.00
702	9.640	12/4/2024 05.20	737	9.717	12/4/2024 11.10
703	9.209	12/4/2024 05.30	738	9.818	12/4/2024 11.20
704	9.121	12/4/2024 05.40	739	9.142	12/4/2024 11.30
705	9.461	12/4/2024 05.50	740	9.151	12/4/2024 11.40
706	9.326	12/4/2024 06.00	741	9.046	12/4/2024 11.50
707	9.314	12/4/2024 06.10	742	9.071	12/4/2024 12.00
708	9.475	12/4/2024 06.20	743	9.517	12/4/2024 12.10
709	9.382	12/4/2024 06.30	744	9.253	12/4/2024 12.20
710	9.250	12/4/2024 06.40	745	9.829	12/4/2024 12.30
711	9.363	12/4/2024 06.50	746	9.687	12/4/2024 12.40
712	9.580	12/4/2024 07.00	747	9.685	12/4/2024 12.50
713	9.161	12/4/2024 07.10	748	9.643	12/4/2024 13.00
714	9.703	12/4/2024 07.20	749	9.999	12/4/2024 13.10
715	9.002	12/4/2024 07.30	750	9.222	12/4/2024 13.20
716	9.991	12/4/2024 07.40	751	9.596	12/4/2024 13.30
717	9.035	12/4/2024 07.50	752	9.103	12/4/2024 13.40
718	9.976	12/4/2024 08.00	753	9.813	12/4/2024 13.50
719	9.109	12/4/2024 08.10	754	9.140	12/4/2024 14.00
720	9.003	12/4/2024 08.20	755	9.614	12/4/2024 14.10
721	9.619	12/4/2024 08.30	756	9.441	12/4/2024 14.20
722	9.354	12/4/2024 08.40	757	9.852	12/4/2024 14.30
723	9.705	12/4/2024 08.50	758	9.188	12/4/2024 14.40
724	9.086	12/4/2024 09.00	759	9.328	12/4/2024 14.50
725	9.483	12/4/2024 09.10	760	9.663	12/4/2024 15.00
726	9.411	12/4/2024 09.20	761	9.711	12/4/2024 15.10
727	9.167	12/4/2024 09.30	762	9.383	12/4/2024 15.20

ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
763	9.610	12/4/2024 15.30	798	9.800	12/4/2024 21.20
764	9.076	12/4/2024 15.40	799	9.952	12/4/2024 21.30
765	9.825	12/4/2024 15.50	800	9.977	12/4/2024 21.40
766	9.841	12/4/2024 16.00	801	9.398	12/4/2024 21.50
767	9.778	12/4/2024 16.10	802	9.785	12/4/2024 22.00
768	9.222	12/4/2024 16.20	803	9.673	12/4/2024 22.10
769	9.857	12/4/2024 16.30	804	9.912	12/4/2024 22.20
770	9.006	12/4/2024 16.40	805	9.430	12/4/2024 22.30
771	9.901	12/4/2024 16.50	806	9.545	12/4/2024 22.40
772	9.422	12/4/2024 17.00	807	9.297	12/4/2024 22.50
773	9.827	12/4/2024 17.10	808	9.596	12/4/2024 23.00
774	9.059	12/4/2024 17.20	809	9.566	12/4/2024 23.10
775	9.358	12/4/2024 17.30	810	9.296	12/4/2024 23.20
776	9.889	12/4/2024 17.40	811	9.758	12/4/2024 23.30
777	9.845	12/4/2024 17.50	812	9.158	12/4/2024 23.40
778	9.641	12/4/2024 18.00	813	9.369	12/4/2024 23.50
779	9.058	12/4/2024 18.10	814	9.105	13/4/2024 24.00
780	9.487	12/4/2024 18.20	815	9.407	13/4/2024 24.10
781	9.654	12/4/2024 18.30	816	9.969	13/4/2024 24.20
782	9.289	12/4/2024 18.40	817	9.328	13/4/2024 24.30
783	9.201	12/4/2024 18.50	818	9.413	13/4/2024 24.40
784	9.579	12/4/2024 19.00	819	9.403	13/4/2024 24.50
785	9.164	12/4/2024 19.10	820	9.475	13/4/2024 01.00
786	9.406	12/4/2024 19.20	821	9.291	13/4/2024 01.10
787	9.340	12/4/2024 19.30	822	9.558	13/4/2024 01.20
788	9.099	12/4/2024 19.40	823	9.604	13/4/2024 01.30
789	9.420	12/4/2024 19.50	824	9.117	13/4/2024 01.40
790	9.085	12/4/2024 20.00	825	9.627	13/4/2024 01.50
791	9.994	12/4/2024 20.10	826	9.017	13/4/2024 02.00
792	9.691	12/4/2024 20.20	827	9.408	13/4/2024 02.10
793	9.417	12/4/2024 20.30	828	9.420	13/4/2024 02.20
794	9.630	12/4/2024 20.40	829	9.082	13/4/2024 02.30
795	9.004	12/4/2024 20.50	830	9.304	13/4/2024 02.40
796	9.209	12/4/2024 21.00	831	9.847	13/4/2024 02.50
797	9.536	12/4/2024 21.10	832	9.990	13/4/2024 03.00

ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
833	9.872	13/4/2024 03.10	868	9.145	13/4/2024 09.00
834	9.524	13/4/2024 03.20	869	9.614	13/4/2024 09.10
835	9.270	13/4/2024 03.30	870	9.705	13/4/2024 09.20
836	9.898	13/4/2024 03.40	871	9.040	13/4/2024 09.30
837	9.605	13/4/2024 03.50	872	9.828	13/4/2024 09.40
838	9.777	13/4/2024 04.00	873	9.041	13/4/2024 09.50
839	9.593	13/4/2024 04.10	874	9.013	13/4/2024 10.00
840	9.841	13/4/2024 04.20	875	9.934	13/4/2024 10.10
841	9.626	13/4/2024 04.30	876	9.698	13/4/2024 10.20
842	9.619	13/4/2024 04.40	877	9.055	13/4/2024 10.30
843	9.254	13/4/2024 04.50	878	9.550	13/4/2024 10.40
844	9.268	13/4/2024 05.00	879	9.764	13/4/2024 10.50
845	9.215	13/4/2024 05.10	880	9.242	13/4/2024 11.00
846	9.196	13/4/2024 05.20	881	9.771	13/4/2024 11.10
847	9.426	13/4/2024 05.30	882	9.668	13/4/2024 11.20
848	9.909	13/4/2024 05.40	883	9.578	13/4/2024 11.30
849	9.094	13/4/2024 05.50	884	9.743	13/4/2024 11.40
850	9.523	13/4/2024 06.00	885	9.906	13/4/2024 11.50
851	9.632	13/4/2024 06.10	886	9.989	13/4/2024 12.00
852	9.477	13/4/2024 06.20	887	9.799	13/4/2024 12.10
853	9.737	13/4/2024 06.30	888	9.353	13/4/2024 12.20
854	9.934	13/4/2024 06.40	889	9.043	13/4/2024 12.30
855	9.058	13/4/2024 06.50	890	9.700	13/4/2024 12.40
856	9.896	13/4/2024 07.00	891	9.064	13/4/2024 12.50
857	9.445	13/4/2024 07.10	892	9.127	13/4/2024 13.00
858	9.031	13/4/2024 07.20	893	9.432	13/4/2024 13.10
859	9.637	13/4/2024 07.30	894	9.319	13/4/2024 13.20
860	9.709	13/4/2024 07.40	895	9.009	13/4/2024 13.30
861	9.525	13/4/2024 07.50	896	9.234	13/4/2024 13.40
862	9.071	13/4/2024 08.00	897	9.847	13/4/2024 13.50
863	9.983	13/4/2024 08.10	898	9.994	13/4/2024 14.00
864	9.576	13/4/2024 08.20	899	9.235	13/4/2024 14.10
865	9.503	13/4/2024 08.30	900	9.110	13/4/2024 14.20
866	9.213	13/4/2024 08.40	901	9.101	13/4/2024 14.30
867	9.758	13/4/2024 08.50	902	9.376	13/4/2024 14.40

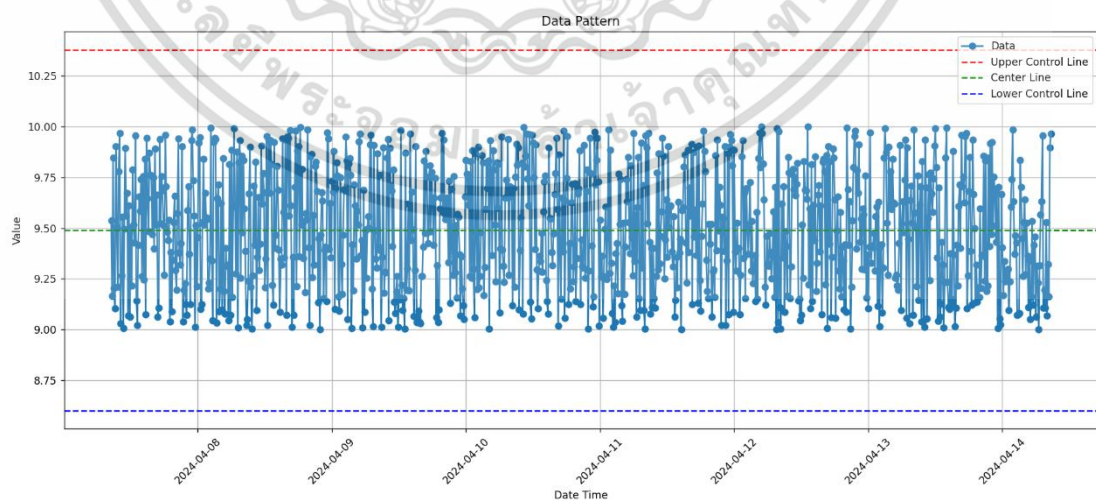
ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
903	9.152	13/4/2024 14.50	938	9.856	13/4/2024 20.40
904	9.125	13/4/2024 15.00	939	9.240	13/4/2024 20.50
905	9.878	13/4/2024 15.10	940	9.830	13/4/2024 21.00
906	9.368	13/4/2024 15.20	941	9.190	13/4/2024 21.10
907	9.016	13/4/2024 15.30	942	9.217	13/4/2024 21.20
908	9.108	13/4/2024 15.40	943	9.847	13/4/2024 21.30
909	9.417	13/4/2024 15.50	944	9.409	13/4/2024 21.40
910	9.217	13/4/2024 16.00	945	9.917	13/4/2024 21.50
911	9.607	13/4/2024 16.10	946	9.468	13/4/2024 22.00
912	9.714	13/4/2024 16.20	947	9.922	13/4/2024 22.10
913	9.400	13/4/2024 16.30	948	9.510	13/4/2024 22.20
914	9.958	13/4/2024 16.40	949	9.751	13/4/2024 22.30
915	9.704	13/4/2024 16.50	950	9.675	13/4/2024 22.40
916	9.752	13/4/2024 17.00	951	9.432	13/4/2024 22.50
917	9.625	13/4/2024 17.10	952	9.693	13/4/2024 23.00
918	9.953	13/4/2024 17.20	953	9.006	13/4/2024 23.10
919	9.968	13/4/2024 17.30	954	9.702	13/4/2024 23.20
920	9.105	13/4/2024 17.40	955	9.053	13/4/2024 23.30
921	9.267	13/4/2024 17.50	956	9.025	13/4/2024 23.40
922	9.681	13/4/2024 18.00	957	9.666	13/4/2024 23.50
923	9.848	13/4/2024 18.10	958	9.403	14/4/2024 24.00
924	9.388	13/4/2024 18.20	959	9.168	14/4/2024 24.10
925	9.123	13/4/2024 18.30	960	9.338	14/4/2024 24.20
926	9.935	13/4/2024 18.40	961	9.236	14/4/2024 24.30
927	9.665	13/4/2024 18.50	962	9.267	14/4/2024 24.40
928	9.498	13/4/2024 19.00	963	9.292	14/4/2024 24.50
929	9.134	13/4/2024 19.10	964	9.299	14/4/2024 01.00
930	9.319	13/4/2024 19.20	965	9.096	14/4/2024 01.10
931	9.135	13/4/2024 19.30	966	9.236	14/4/2024 01.20
932	9.208	13/4/2024 19.40	967	9.606	14/4/2024 01.30
933	9.160	13/4/2024 19.50	968	9.739	14/4/2024 01.40
934	9.595	13/4/2024 20.00	969	9.983	14/4/2024 01.50
935	9.204	13/4/2024 20.10	970	9.632	14/4/2024 02.00
936	9.366	13/4/2024 20.20	971	9.373	14/4/2024 02.10
937	9.363	13/4/2024 20.30	972	9.462	14/4/2024 02.20

ตารางที่ 1 ง ข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา	ชุดข้อมูลที่	ขนาดสินค้า	วันและเวลา
973	9.429	14/4/2024 02.30	992	9.415	14/4/2024 05.40
974	9.073	14/4/2024 02.40	993	9.456	14/4/2024 05.50
975	9.076	14/4/2024 02.50	994	9.062	14/4/2024 06.00
976	9.08	14/4/2024 03.00	995	9.314	14/4/2024 06.10
977	9.834	14/4/2024 03.10	996	9.23	14/4/2024 06.20
978	9.701	14/4/2024 03.20	997	9.000	14/4/2024 06.30
979	9.448	14/4/2024 03.30	998	9.316	14/4/2024 06.40
980	9.262	14/4/2024 03.40	999	9.565	14/4/2024 06.50
981	9.529	14/4/2024 03.50	1000	9.630	14/4/2024 07.00
982	9.641	14/4/2024 04.00	1001	9.954	14/4/2024 07.10
983	9.271	14/4/2024 04.10	1002	9.106	14/4/2024 07.20
984	9.526	14/4/2024 04.20	1003	9.196	14/4/2024 07.30
985	9.363	14/4/2024 04.30	1004	9.108	14/4/2024 07.40
986	9.109	14/4/2024 04.40	1005	9.527	14/4/2024 07.50
987	9.341	14/4/2024 04.50	1006	9.069	14/4/2024 08.00
988	9.050	14/4/2024 05.00	1007	9.322	14/4/2024 08.10
989	9.162	14/4/2024 05.10	1008	9.164	14/4/2024 08.20
990	9.534	14/4/2024 05.20	1009	9.896	14/4/2024 08.30
991	9.123	14/4/2024 05.30	1010	9.965	14/4/2024 08.40

รูปแผนภูมิควบคุมการผลิตกล่องกระดาษจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง



เอกสารนี้
รูปที่ 1 ง แผนภูมิควบคุมการผลิตที่แสดงรูปแบบวัฏจักร รูปแบบแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและลดลง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาอย่างรวดเร็วจึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ผลตรวจสอบความซ้ำซ้อนของข้อมูลด้วยโปรแกรมอักษราวิสุทธิ์

Plagiarism Checking Report

Created on 2024-06-27 03:59:04 at 03:59 AM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
3802370	Jun 27, 2024 at 03:55 AM	63050642@kmitl.ac.th	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	การใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย260667.docx	Completed	0.89 %

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
1	การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี	Wikipedia	0.45 %
2	Guidelines for Waste Management in the Plastics Industry in Thailand	Sriard, Banterng	BU Academic Review	0.28 %
3	http://web.sut.ac.th/dbg/assets/img/dbg/blog_04/pdf-file/menu_beside1_7_2.pdf	web.sut.ac.th	web.sut.ac.th_nutch	0.16 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คำรับรองเล่มปัญหาพิเศษ

วันที่ 27 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2567

ข้าพเจ้า นางสาวนันทกร ฐานวิเศษ รหัสนักศึกษา 63050633
นางสาวปริณห์ ปะโสรัถ รหัสนักศึกษา 63050642
นางสาวระพีพร พงษ์อารีย์ รหัสนักศึกษา 63050656

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ภาควิชาสถิติ
ขอรับรองว่าปัญหาพิเศษ เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตใน
อุตสาหกรรม
ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ The Use of Xbar and Range Control Chart to Control
Manufacturing Processes in Industry
ปีการศึกษา 2566

เป็นผลงานวิจัยที่ได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้วและได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงการ
พิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์แล้ว
โปรแกรมอักษรวิสูทธิ์ 0.89%

ลงชื่อ นันทกร ฐานวิเศษ ลงชื่อ ปริณห์ ปะโสรัถ ลงชื่อ ระพีพร พงษ์อารีย์
(นันทกร ฐานวิเศษ) (ปริณห์ ปะโสรัถ) (ระพีพร พงษ์อารีย์)
นักศึกษา นักศึกษา นักศึกษา

ข้าพเจ้า ดร.อัศวิน วงศ์วิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
ได้ตรวจสอบปัญหาพิเศษของนักศึกษาข้างต้นแล้ว
ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ อัศวิน

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้