

การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที
QUALITY CONTROL OF UHT MILK PRODUCTS



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QUALITY CONTROL OF UHT MILK PRODUCTS

PANUMAS

CHANGBU

SUPARAK

KASABKARN

SANTIPA

WANNACHART

ORATHAI

HONGTO

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN APPLIED STATISTICS

DEPARTMENT OF STATISTICS

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที Quality Control of UHT Milk Products		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวภาณุมาศ	ช่างบุ	54050732
	นางสาวศุภลักษณ์	กระษาปณ์การ	54050767
	นางสาวสัณฐิศา	วรรณชาติ	54050770
	นางสาวอรไท	หงษ์โต	54050792
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติ		
ปีการศึกษา	2557		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชูใจ คูหารัตนไชย		

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2557

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย ประธานกรรมการ	
รศ.สายชล สิ้นสมบูรณ์ทอง กรรมการ	
ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล กรรมการ	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

ชื่อนักศึกษา	นางสาวภาณุมาศ	ช่างบุ	54050732
	นางสาวศุภลักษณ์	กระชาปณ์การ	54050767
	นางสาวสัญญาทิพา	วรรณชาติ	54050770
	นางสาวอรไท	หงษ์โต	54050792
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติ		
ปีการศึกษา	2557		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชูใจ คูหารัตนไชย		

บทคัดย่อ

การศึกษาปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตนมยูเอชทีของโรงนมยูเอชที ซึ่งข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์มี 2 ส่วน คือ ข้อมูลส่วนที่ 1 ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที โดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพหัวจ่ายน้ำนมจำนวน 2 หัวจ่าย (หัวจ่าย A และ B) ของแต่ละเครื่องจักรและเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องจักรจำนวน 2 เครื่อง (เครื่องจักรที่ 1 และ 2) โดยอาศัยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า C_{pk} และร้อยละตกนอกของเกณฑ์ที่กำหนด ข้อมูลส่วนที่ 2 ข้อมูลจำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีของทั้ง 2 สายการผลิต (สายการผลิตที่ 1 และ 2) เพื่อหาสัดส่วนของเสีย จำนวนรอยตำหนิ และหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากกระบวนการบรรจุ โดยใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยแผนผังพารेट และแผนผังแสดงเหตุและผล ซึ่งได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนมีนาคม 2558

ผลการศึกษา ข้อมูลส่วนที่ 1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพหัวจ่ายน้ำนม A และ B ของเครื่องจักรทั้ง 2 เครื่อง พบว่า หัวจ่ายน้ำนม A และ B ของเครื่องจักรทั้ง 2 เครื่องมีประสิทธิภาพพอๆ กัน ส่วนการเปรียบเทียบประสิทธิภาพหัวจ่ายนมของเครื่องจักรทั้ง 2 เครื่อง พบว่า หัวจ่ายนมของเครื่องจักรที่ 2 มีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องจักรที่ 1 สำหรับข้อมูลส่วนที่ 2 เมื่อพิจารณาสัดส่วนของเสียของทั้ง 2 สายการผลิต พบว่าในกระบวนการผลิตของสายการผลิตที่ 1 มีสัดส่วนของเสียเฉลี่ยที่เกิดขึ้นมากกว่าสายการผลิตที่ 2 ซึ่งสาเหตุที่พบมากที่สุดคือกล่องบวม และเมื่อพิจารณาถึงจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของแต่ละสายการผลิตพบว่า สายการผลิตที่ 2 มีจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยเกิดขึ้นมากกว่าสายการผลิตที่ 1 ซึ่งสาเหตุที่พบมากที่สุดคือซริงฟิล์มไม่สนิท

Title	QUALITY CONTROL OF UHT MILK PRODUCTS		
Students	Miss PANUMAS	CHANGBU	54050732
	Miss SUPARAK	KASABKARN	54050767
	Miss SANTIPA	WANNACHART	54050770
	Miss ORATHAI	HONGTO	54050792
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)		
Department	Statistics		
Academic Year	2014		
Advisor	Asst. Prof. Choojai	Kuharatanachai	

Abstract

In this special problem, quality control in the production of UHT milk at the UHT milk factory was studied. The data were analyzed into two parts. The first part was the weight of UHT milk products by comparing the performance of two milk nozzles (nozzle A and B) of each machine and compare the performance of two machines (machine 1 and 2) based on the Control charts, standard deviation chart and percentage fall outside of the established criteria. The second part was about the waste and number of defects of UHT milk products of the two production lines (lines 1 and 2) to determine the proportion of waste number of defects, and to find the cause of problem of filling process by using control charts proportion of waste, the number of defects per unit, control charts, Pareto diagrams and cause and effect diagrams. The data was collected from December 2014 to March 2015

The results of the first parts compare the performance of milk nozzle A and B of the two machines. It was found that nozzle A and B of both machine could equally performance. In the performance comparison of nozzle milk of both machines it was found that milk nozzle of machine two were better than machine one. For the second part, the proportion of waste in both production lines was found in the manufacturing process of the production line 1. Proportion of the average defect that occurred was more than the production line 2. The most common cause was milk cartons be distorted. And considering the number of defects per unit of production lines, it was found that line 2 had a number of defects per unit on average more than production line 1. The most common cause was that shrink film not being completely closed.

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ ล่วงได้ โดยได้รับความกรุณาจากบุคคลต่างๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ และได้ให้การช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา คือ ผศ. ชูใจ คูหารัตนไชย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษา เอื้อเพื่อเอกสารต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลในปัญหาพิเศษฉบับนี้ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือคำชี้แนะ ในการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี มาโดยตลอดจึงกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ. สายชล สินสมบุรณ์ทอง และ ผศ.ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล ซึ่งให้คำแนะนำตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขเพิ่มเติม ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณพี่ๆ ของ โรงนมยูเอชที ที่ทำการเอื้อเพื่อข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพที่นำมาใช้ในการศึกษากระบวนการผลิต และการควบคุมคุณภาพของโรงนมยูเอชที ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ ให้ทางคณะผู้จัดไปศึกษาถึงกระบวนการผลิต

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาสถิติทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติทุกท่านที่อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ จนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จไปด้วยดี

นางสาวภาณุมาศ	ช่างบุ
นางสาวศุภลักษณ์	กระชาปณ์การ
นางสาวสัญญาทิพา	วรรณชาติ
นางสาวอรไท	หงษ์โต

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง	3
2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ	3
2.1.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	8
2.1.3 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม	10
2.1.4 สมรรถนะของกระบวนการ	10
2.1.5 การคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกรอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด	13
2.1.6 การแจกแจงแบบปกติ	14
2.1.7 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย	17
2.1.8 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย	18
2.1.9 แผนผังพาเรโต	19
2.1.10 แผนผังแสดงเหตุและผล	21
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	25
3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล	25
3.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นมยูเอชที	28
3.3 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล	31
3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล	31
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์	32

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	34
4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล	34
4.1.1 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย A	34
4.1.2 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย B	36
4.1.3 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1	38
4.1.4 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย A	40
4.1.5 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย B	42
4.1.6 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2	44
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที	46
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย A	46
4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย B	49
4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1	56
4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย A	59
4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย B	62
4.2.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2	69
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนของเสียของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที	76
4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสายการผลิตที่ 1	76
4.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสายการผลิตที่ 2	78
4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที	81
4.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสายการผลิตที่ 1	81
4.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสายการผลิตที่ 2	83
4.5 ผลการวิเคราะห์แผนผังพาเรโตจำนวนของเสียของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที	86
4.5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสายการผลิตที่ 1	86
4.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสายการผลิตที่ 2	87
4.6 ผลการวิเคราะห์แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที	88
4.6.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสายการผลิตที่ 1	88
4.6.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสายการผลิตที่ 2	89
4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแผนผังแสดงเหตุและผลของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที	90
4.7.1 แผนผังแสดงเหตุและผลของของเสียจากกระบวนการผลิต	90
4.7.2 แผนผังแสดงเหตุและผลของรอยตำหนิต่อหน่วยจากกระบวนการผลิต	91

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	93
5.1 สรุปผลการวิจัย	93
5.1.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ในเครื่องจักรที่ 1	93
5.1.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ในเครื่องจักรที่ 2	94
5.1.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2	94
5.1.4 การเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในสายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2	95
5.1.5 การเปรียบเทียบจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยตรวจสอบที่เกิดขึ้น ในสายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2	95
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	96
5.3 ข้อเสนอแนะ	96
บรรณานุกรม	97
ภาคผนวก	98
ตาราง ก ตารางแสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุม	99
ตาราง ข พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน	100
ตาราง ค ตารางแสดงค่า Significance point ของ Anderson-Darling	102
ตัวอย่างการคำนวณค่า AD ของข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที	103
ตัวอย่างการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย	106
ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Minitab	109

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตาราง MIL-STD 414 (Military - Standard)	25
3.2 ตัวอย่างตารางบันทึกผลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที	26
3.3 ตัวอย่างตารางบันทึกผลรอยตำหนิและของเสียของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที	27
4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย A	35
4.2 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย B	37
4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1	39
4.4 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย A	41
4.5 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย B	43
4.6 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2	45
4.7 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลด้านน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีสำหรับเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งค่า C_{pk} และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อเกณฑ์ที่กำหนดคือ ปริมาตร 202-204 มิลลิลิตรต่อกล่อง	52
4.8 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลด้านน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีสำหรับเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งค่า C_{pk} และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดเมื่อเกณฑ์ที่กำหนดคือ ปริมาตรไม่น้อยกว่า 202 มิลลิลิตรต่อกล่อง	53
4.9 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลด้านน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีสำหรับเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งค่า C_{pk} และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อเกณฑ์ที่กำหนดคือ ปริมาตร 202-206 มิลลิลิตรต่อกล่อง	54
4.10 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลด้านน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีสำหรับเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งค่า C_{pk} และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดเมื่อเกณฑ์ที่กำหนดคือ ปริมาตร 202-207 มิลลิลิตรต่อกล่อง	55
4.11 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลด้านน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีสำหรับเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งค่า C_{pk} และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดเมื่อเกณฑ์ที่กำหนดคือ ปริมาตร 202-204 มิลลิลิตรต่อกล่อง	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.12 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลด้านน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีสำหรับเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งค่า C_{pk} และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดเมื่อเกณฑ์ที่กำหนดคือ ปริมาตรไม่น้อยกว่า 202 มิลลิลิตรต่อกล่อง	66
4.13 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลด้านน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีสำหรับเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งค่า C_{pk} และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดเมื่อเกณฑ์ที่กำหนดคือ ปริมาตร 202-206 มิลลิลิตรต่อกล่อง	67
4.14 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลด้านน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีสำหรับเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งค่า C_{pk} และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดเมื่อเกณฑ์ที่กำหนดคือ ปริมาตร 202-207 มิลลิลิตรต่อกล่อง	68
4.15 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลด้านน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีสำหรับเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2 ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งค่า C_{pk} และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดเมื่อเกณฑ์ที่กำหนดคือ ปริมาตร 202-204 มิลลิลิตรต่อกล่อง	72
4.16 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลด้านน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีสำหรับเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2 ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งค่า C_{pk} และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดเมื่อเกณฑ์ที่กำหนดคือ ปริมาตรไม่น้อยกว่า 202 มิลลิลิตรต่อกล่อง	73
4.17 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลด้านน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีสำหรับเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2 ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งค่า C_{pk} และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดเมื่อเกณฑ์ที่กำหนดคือ ปริมาตร 202-206 มิลลิลิตรต่อกล่อง	74
4.18 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลด้านน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีสำหรับเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2 ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งค่า C_{pk} และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดเมื่อเกณฑ์ที่กำหนดคือ ปริมาตร 202-207 มิลลิลิตรต่อกล่อง	75

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.19 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลของเสียของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีทั้ง 3 ชุดข้อมูล	80
4.20 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีทั้ง 3 ชุดข้อมูล	85



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม	4
2.2 ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_p) มากกว่า 1	12
2.3 ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด	13
2.4 การอธิบายทฤษฎีขีดจำกัดสู่ส่วนกลาง	16
2.5 แผนผังพาเรโตแสดงชนิดของสาเหตุ A ถึง E	20
2.6 โครงสร้างแผนผังก้างปลา	21
3.1 หัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของเครื่องจักรบรรจุผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีประเภทกล่อง	28
3.2 เครื่องคิดหลอด	29
3.3 เครื่องท่อพลาสติก	29
3.4 แผนผังแสดงขั้นตอนของกระบวนการผลิตนมยูเอชที	30
4.1 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ และ Normal Probability Plot ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย A สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	34
4.2 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ และ Normal Probability Plot ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย A สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	35
4.3 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ และ Normal Probability Plot ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย B สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	
4.4 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ และ Normal Probability Plot ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย B สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	36
4.5 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ และ Normal Probability Plot ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	38
4.6 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ และ Normal Probability Plot ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	39
4.7 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ และ Normal Probability Plot ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย A สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	40

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ และ Normal Probability Plot ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย A สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	41
4.9 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ และ Normal Probability Plot ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย B สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	42
4.10 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ และ Normal Probability Plot ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย B สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	43
4.11 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ และ Normal Probability Plot ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 2 สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	44
4.12 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ และ Normal Probability Plot ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 2 สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	45
4.13 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย A สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557	46
4.14 ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ และความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดของเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย A สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557	47
4.15 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย A สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	48
4.16 ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ และความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดของเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย A สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	48
4.17 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย B สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557	49
4.18 ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ และความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดของเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย B สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557	50
4.19 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย B สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.20 ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ และความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดของเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย B สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	51
4.21 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557	56
4.22 ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ และความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดของเครื่องจักรที่ 1 สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557	56
4.23 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	57
4.24 ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ และความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดของเครื่องจักรที่ 1 สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	58
4.25 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย A สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557	59
4.26 ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ และความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดของเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย A สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557	59
4.27 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย A สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	60
4.28 ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ และความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดของเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย A สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	61
4.29 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย B สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557	62
4.30 ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ และความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดของเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย B สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557	62
4.31 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย B สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	63

สารบัญรูปร(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.32 ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ และความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดของเครื่องจักรที่ 2 หัวจ่าย B สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	64
4.34 ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ และความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดของเครื่องจักรที่ 2 สำหรับวันที่ 23 และ 24 ธันวาคม 2557	69
4.35 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 2 สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	70
4.36 ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ และความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดของเครื่องจักรที่ 2 สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	71
4.37 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของสายการผลิตที่ 1 วันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	76
4.38 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของสายการผลิตที่ 1 วันที่ 18 และ 25 มีนาคม 2558	77
4.39 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของสายการผลิตที่ 1 วันที่ 26 และ 27 มีนาคม 2558	77
4.40 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของสายการผลิตที่ 2 วันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	78
4.41 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของสายการผลิตที่ 2 วันที่ 18 และ 25 มีนาคม 2558	79
4.42 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของสายการผลิตที่ 2 วันที่ 26 และ 27 มีนาคม 2558	79
4.43 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของสายการผลิตที่ 1 สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	81
4.44 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของสายการผลิตที่ 1 สำหรับวันที่ 18 และ 25 มีนาคม 2558	82
4.45 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของสายการผลิตที่ 1 สำหรับวันที่ 26 และ 27 มีนาคม 2558	82
4.46 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของสายการผลิตที่ 2 สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558	83
4.47 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของสายการผลิตที่ 2 สำหรับวันที่ 18 และ 25 มีนาคม 2558	84
4.48 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของสายการผลิตที่ 2 สำหรับวันที่ 26 และ 27 มีนาคม 2558	84
4.49 จำนวนของเสีย เปอร์เซ็นต์ของเสีย และเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนของเสียที่เกิดจากสาเหตุกล่องบุงและกล่องแตกของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีของสายการผลิตที่ 1	86

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.50 จำนวนของเสีย เปอร์เซ็นต์ของเสีย และเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนของเสียที่เกิดจากสาเหตุกล่องบวมและกล่องแตกของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีของสายการผลิตที่ 2	88
4.52 จำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย เปอร์เซ็นต์ของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย และเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีของสายการผลิตที่ 2	89
4.53 แผนผังแสดงเหตุและผลเนื่องมาจากสาเหตุกล่องบวม	90
4.54 แผนผังแสดงเหตุและผลเนื่องมาจากสาเหตุการชรั้งฟิล์มไม่สนิท	91



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ ประเทศไทยได้มีการพัฒนาและส่งเสริมทางด้านอุตสาหกรรม เพื่อก้าวไปสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ จึงก่อให้เกิดสถานะทางการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจสูงขึ้นส่งผลทำให้ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงคุณภาพและราคาของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ตรงตามความต้องการและความพึงพอใจของผู้บริโภคและบริโภคนั้น บริษัทส่วนใหญ่จึงได้นำระบบการควบคุมคุณภาพมาใช้ในแต่ละบริษัท กล่าวคือ ได้มีการควบคุมปริมาณและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เพื่อให้บริษัทมีความน่าเชื่อถือและความไว้วางใจในผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งช่วยลดต้นทุนการผลิตค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ และลดความสูญเสียของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ จึงกล่าวได้ว่า การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง และเป็นหัวใจสำคัญของการก้าวไปสู่การเป็นผู้นำในวงการอุตสาหกรรม

การบริโภคนมเข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของคนไทยเป็นอย่างมากในปัจจุบัน ซึ่งมีความสำคัญตั้งแต่ในวัยเด็กถึงวัยผู้ใหญ่ เนื่องจากนมนี้มีคุณค่าทางอาหารสูง ช่วยเสริมสร้างแคลเซียมให้กระดูกและฟัน ช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ และช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคกระดูกพรุน อีกทั้งยังมีวิตามินหลากหลายชนิด ช่วยในการทำงานของระบบต่างๆ ภายในร่างกาย ช่วยป้องกันความผิดปกติของกล้ามเนื้อและไขมันในเส้นเลือด เป็นต้น ดังนั้นจึงส่งผลให้ผู้บริโภคหันมาดื่มนมกันมากขึ้น อีกทั้งภาครัฐบาลได้มีการรณรงค์ส่งเสริมให้เด็กดื่มนม โดยมีการแจกจ่ายนมโรงเรียนให้เด็กได้ดื่มทั่วประเทศ จากเหตุผลที่กล่าวมา องค์กรหรือบริษัทที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นม จึงต้องเข้มงวดถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมให้อยู่ในระดับมาตรฐาน เพื่อความพึงพอใจของผู้บริโภค

ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จึงได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของเครื่องจักรในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีโดยอาศัยหลักเกณฑ์และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติมาช่วยในแง่ของการศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหัวจ่ายน้ำนม A และหัวจ่ายน้ำนม B ของเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2 ในการบรรจุน้ำนมของบรรจุภัณฑ์ประเภทนมกล่อง
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2 ในการบรรจุน้ำนมของบรรจุภัณฑ์ประเภทนมกล่อง
3. เพื่อหาสัดส่วนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของนมกล่องที่เกิดจากกระบวนการผลิต
4. เพื่อหาสาเหตุของเสียและรอยตำหนิของนมกล่องที่เกิดจากกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้ จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของโรงนมยูเอชทีแห่งหนึ่ง ซึ่งข้อมูลจะประกอบด้วย

- น้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีจากบรรจุภัณฑ์ประเภทกล่องจากเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2
- จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีจากบรรจุภัณฑ์ประเภทกล่องจากสายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2

โดยมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนมีนาคม 2558

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2 ในการบรรจุ น้ำนมของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีจากบรรจุภัณฑ์ประเภทกล่อง
2. ทำให้ทราบสัดส่วนของเสียและจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตนมยูเอชที
3. สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ในโรงงานอื่นๆ ได้

1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. ยูเอชที (UHT) ย่อมาจาก Ultra-High-Temperature processing หรือ Ultra-Heat Treatment เป็นวิธีการฆ่าเชื้อสำหรับอาหาร โดยผ่านกระบวนการให้ความร้อนสูงเป็นเวลาสั้นๆ ประมาณ 1 - 2 วินาที ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส

2. เครื่องห่อพลาสติก (Multi Shrink) เป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับบรรจุนมเข้าด้วยกันให้ได้จำนวน 6 กล่อง โดยอาศัยพลาสติกเป็นตัวห่อผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นจะผ่านเข้าสู่เครื่องเป่าลมร้อน เพื่อให้พลาสติกหดตัวเข้ารูปพอดีกับผลิตภัณฑ์

3. เครื่องจักร คือ เครื่องจักรที่ใช้ในการบรรจุน้ำนมจากบรรจุภัณฑ์ประเภทกล่อง ที่ตั้งอยู่ในห้องปลอดเชื้อที่ทางโรงงานเป็นผู้กำหนดไว้ ซึ่งมีด้วยกัน 2 เครื่องจักร ได้แก่ เครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2 ในแต่ละเครื่องจักรจะประกอบไปด้วย 2 หัวจ่าย คือ หัวจ่าย A และหัวจ่าย B

4. สายการผลิต คือ เส้นทางของกระบวนการผลิตที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่พร้อมจัดจำหน่าย ในหนึ่งสายการผลิตจะประกอบไปด้วย เครื่องจักร เครื่องติดหลอด และเครื่องห่อพลาสติก

5. เครื่องติดหลอด เป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับการติดหลอดเข้ากับกล่องนม มีการทำงานจากการยิงกาวเข้ากับกล่องนมก่อน แล้วจึงติดหลอดเข้าไป

6. ฉลากหดรูปสินค้า (Shrink film) พลาสติกหดรูปสินค้าชนิดใส สามารถรีดโค้งตามรูปทรง เพื่อแพ็คสินค้าให้แลดูสวยงามและเพิ่มความสะดวกในการขนย้าย โดยการแพ็ครวมเป็นคู่แบบ 3 ชั้น, 6 ชั้น หรือ 12 ชั้น ตามความต้องการ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551)

แผนภูมิควบคุม คือ เครื่องมือทางสถิติที่แยกความผันแปรจากสาเหตุที่ผิดปกติของข้อมูลออกจากความผันแปรที่มีสาเหตุโดยธรรมชาติของข้อมูล โดยผ่านกลไกที่สำคัญ คือ ขีดจำกัดควบคุม (Control limit) ของแผนภูมิ จึงได้นำแผนภูมิควบคุมมาใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต ประเมินความสามารถของกระบวนการ และแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อกระบวนการผลิตไม่ตรงตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตได้กำหนดขึ้น

แผนภูมิควบคุมคุณภาพ จำแนกได้เป็น 2 ประเภท โดยจำแนกตามลักษณะการวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1) แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบตัวแปร (Variable control chart) อาศัยการควบคุมด้วยข้อมูลที่มีความผันแปร และสามารถประมาณค่าเป็นแบบต่อเนื่องได้ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลที่ได้จากการวัดของตัวอย่างแบบกลุ่มย่อย และการวัดตัวอย่างที่อิสระกัน ประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart)
- แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X-chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart)

2) แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบคุณภาพ (Attribute control chart) อาศัยการควบคุมข้อมูลที่ได้จากการนับ ข้อมูลประเภทนี้มักจะได้รับคามนิยมเรียกว่า จำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง (nonconforming product) หรือจำนวนของเสีย (defective) ประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P-chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np-chart)
- แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ (c-chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U-chart)

จึงขอกล่าวเฉพาะแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P-chart) และแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U-chart) ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

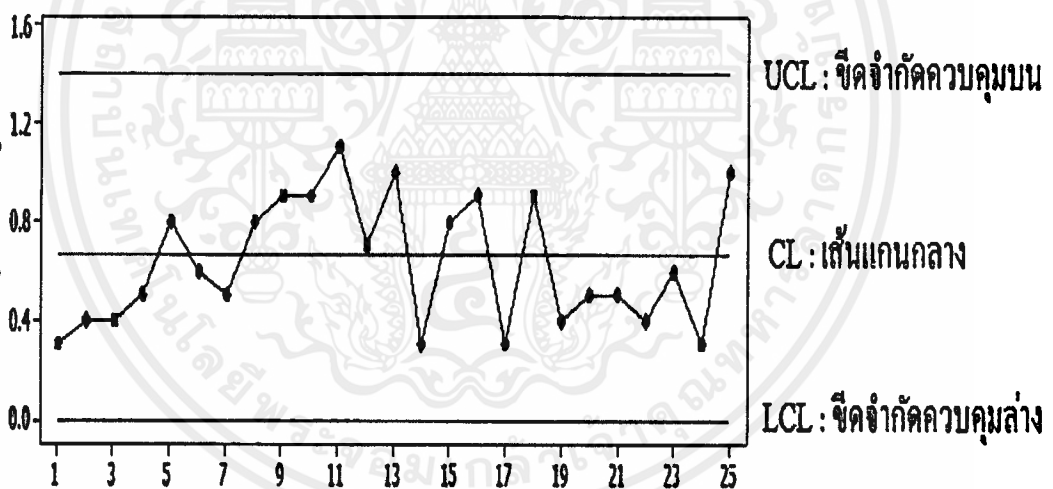
2.1.1.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

จากหลักการทางสถิติที่ว่า ข้อมูลที่ได้มาจากกระบวนการผลิตสำหรับข้อมูลแบบตัวแปรจะมีการแจกแจงแบบปกติ(Normal Distribution) ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง 2 ค่า คือ ค่าเฉลี่ย (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) โดยโอกาสหรือความน่าจะเป็นของค่าสังเกตที่วัดได้จะอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่ากับ 0.9974 ซึ่งสามารถนำหลักการดังกล่าวมาสร้างแผนภูมิควบคุมซึ่งประกอบด้วยเส้นสำคัญ 3 เส้นคือ

เส้นแกนกลาง (Central Line: CL) เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต ซึ่งคำนวณได้โดยนำค่าจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย

ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper Control Limit: UCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นแกนกลางเท่ากับ 3σ ทางค่ามาก

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit: LCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นแกนกลางเท่ากับ 3σ ทางค่าน้อย



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

จากรูปที่ 2.1 ขีดจำกัดควบคุมบนและขีดจำกัดควบคุมล่าง แสดงถึงขอบเขตของความผันแปรที่อยู่ในระดับคุณภาพมาตรฐานที่ผู้ผลิตยอมรับได้ ซึ่งอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่านั้น

ดังนั้น หากค่าสังเกตที่วัดได้กระจายอยู่ในขอบเขตดังกล่าว แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ภายใต้การควบคุม (In Control) ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐาน ในทางกลับกัน หากความผันแปรมีมากเกินไป ทำให้ค่าสังเกตที่วัดได้อยู่นอกขีดจำกัดทั้ง 2 แสดงว่า กระบวนการผลิตนี้อยู่นอการควบคุม (Out of Control) หรือผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551)

1. การกำหนดคุณลักษณะที่จะทำการควบคุม

ในขั้นตอนนี้ จะเริ่มต้นจากการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมหรือวัตถุประสงค์ของการควบคุม จากนั้นดำเนินการกำหนดคุณลักษณะที่จะทำการควบคุมด้วยแผนภูมิควบคุม ซึ่งจะต้องสะท้อนถึงความต้องการของลูกค้า

2. การกำหนดระบบการวัด

เมื่อทำการกำหนดคุณลักษณะที่จะนำมาทำการควบคุมได้แล้ว ขั้นตอนที่ต่อไปคือ การดำเนินการให้คุณลักษณะที่จะควบคุมดังกล่าวอยู่ในหน่วยวัดเดียวกันและสามารถใช้สื่อสารให้เกิดความเข้าใจได้ทั่วทั้งองค์กร ซึ่งจะทำให้ตัวเลขที่ได้จากการวัดมีความเที่ยงตรง (Accuracy) และแม่นยำ (Precision) มากที่สุด เช่น มาตรการวัดเป็น กรัม กิโลกรัม เป็นต้น

3. การกำหนดขนาดตัวอย่าง ความถี่ และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อได้กำหนดถึงคุณลักษณะควบคุมและระบบการวัดเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนที่ต่อมาคือ การกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับข้อมูลเพื่อการควบคุม โดยจะต้องอาศัยการพิจารณาจากหลักการของการจัดกลุ่มย่อย ถ้ากรณีที่ทำกรผลิตเป็นแบบล็อต ควรพยายามเก็บข้อมูลของกระบวนการที่มีแหล่งความผันแปรน้อย เช่น แม่พิมพ์เดียวกัน หัวบรรจุเดียวกัน ฯลฯ และถ้าหากต้องการทำการสุ่มตัวอย่าง ควรจะใช้ขนาด 4 ถึง 5 ตัวอย่าง ยกเว้นในกรณีที่ต้องการระบุแหล่งความผันแปรภายในกลุ่ม อาทิ เครื่องบรรจุจำนวน 20 หัวบรรจุ จะต้องเก็บข้อมูลตามหัวบรรจุทั้ง 20 ตัวอย่าง เป็นต้น

4. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลตามที่ได้ออกแบบไว้และบันทึกลงในช่องที่กำหนดไว้ในแบบฟอร์ม ถ้าสามารถกระทำได้ควรทำการบันทึกวันที่ เวลาในการผลิต และพนักงานที่ทำการผลิตไว้ด้วย เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการตรวจสอบกลับของข้อมูล

5. คำนวณหาขีดจำกัดควบคุม

ขั้นตอนนี้จะต้องทำการคำนวณหาค่าจากกลุ่มตัวอย่าง โดยแผนภูมิควบคุมคุณภาพประกอบไปด้วยขีดจำกัดควบคุมบน เส้นแกนกลาง และขีดจำกัดควบคุมล่าง

6. เขียนกราฟแผนภูมิควบคุม

ให้ทำการแบ่งสเกล และลากเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและล่างด้วยเส้นประ และเส้นแกนกลางด้วยเส้นทึบ แล้วทำการพล็อตจุดของตัวอย่างลงในแผนภูมิ

7. การตีความหมายของแผนภูมิ

เมื่อได้แผนภูมิแล้วจึงทำการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม ซึ่งการกระจายของจุดบนแผนภูมิควบคุม จะแสดงถึงสภาพของกระบวนการผลิตว่าอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ และสมควรหยุดกระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือไม่

8. การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

จุดที่เขียนในแผนภูมิควบคุม ถ้าไม่มีจุดใดหรือผลิตภัณฑ์กลุ่มใดตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่า กระบวนการผลิตอยู่ในสภาวะควบคุมได้ แต่ในกรณีที่ปรากฏว่ามีจุดใดจุดหนึ่งตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม โดยสามารถที่จะระบุสาเหตุได้ แสดงว่า มีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นจะต้องถูกตัดออก แล้วนำจุดที่เหลือไปคำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุมใหม่ แผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงแล้วอาจนำไปใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตได้ในอนาคต

2.1.1.3 ลักษณะของจุดในแผนภูมิควบคุม

การวิเคราะห์ลักษณะของจุดในแผนภูมิควบคุม เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการใช้แผนภูมิควบคุมเพื่อควบคุมกระบวนการผลิต เพราะจุดต่างๆ ในแผนภูมิควบคุมจะเป็นสิ่งที่บอกให้ทราบว่า กระบวนการผลิตเป็นอย่างไรในขณะนั้น การอ่านหรือการตีความหมายจากภาพที่ปรากฏบนแผนภูมิ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ เพราะจากความผิดปกติในกระบวนการผลิตจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้กระบวนการผลิตนั้นดี อาจจะต้องทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต เข้าให้เข้าสู่สภาวะที่สามารถควบคุมได้ต่อไป ดังนั้น ลักษณะจุดที่เกิดขึ้นในแผนภูมิควบคุมในกระบวนการผลิตมีดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่อยู่ภายใต้การควบคุม มีดังนี้
 - 1.1 มีจุดพิกัดที่น้อยที่สุดอยู่ใกล้เส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่าง
 - 1.2 ที่ตั้งของจุดพิกัดควรอยู่เข้าไปข้ามมาบนเส้นแกนกลาง
 - 1.3 จุดพิกัดต่างๆ ที่อยู่บนแผนภูมิควบคุมคุณภาพควรที่จะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นแกนกลาง
 - 1.4 ไม่มีจุดพิกัดใดเลยตกนอกจากเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ
2. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม มีดังนี้ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)
 - 2.1 มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง
 - 2.2 มีจุดพิกัดอย่างน้อย 9 จุด ที่ต่อเนื่องกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นแกนกลาง
 - 2.3 มีจุดพิกัด 6 จุด ที่ต่อเนื่องกันที่แสดงแนวโน้มที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นหรือที่ค่อยๆ ลดลง
 - 2.4 มีจุดพิกัด 14 จุด ที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวสลับกันขึ้นและลง
 - 2.5 มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุด ที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม
 - 2.6 มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุด ที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ
 - 2.7 มีจุดพิกัด 15 จุด ที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวตกอยู่นอกเส้น 1σ
 - 2.8 มีจุดพิกัด 8 จุด ที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวตกอยู่นอกเส้น 1σ

ดังนั้น รูปแบบของการกระจายตัวข้อที่ 2.1-2.4 นี้จะถูกนำไปใช้ในการอธิบายผลการวิเคราะห์ข้อมูลในบทที่ 4 เพื่อประเมินว่ากระบวนการผลิตนั้นอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่

2.1.1.4 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุม (Control chart) จะเป็นวิธีการทางสถิติที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการ นอกจากนี้แผนภูมิควบคุมยังมีประโยชน์อื่นๆ อีกหลายประการ สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ควบคุมกระบวนการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์

สิ่งที่ต้องการควบคุมจะถูกสุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมเป็นระยะๆ ถ้ามีจุดใดไม่ได้แสดงความผิดปกติ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่จุดแสดงความผิดปกติ จะทำให้ผู้ควบคุมการผลิตสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับสู่สภาวะปกติได้อย่างทันท่วงที การกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมยังสามารถใช้เพื่อคาดคะเนเหตุการณ์ของกระบวนการผลิตในอนาคตได้อีกด้วย

2. การตรวจสอบค่ามาตรฐานที่กำหนด

ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม คือ การตรวจสอบผลของกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นว่าอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กำหนดหรือไม่เมื่อตัวอย่างที่สุ่มมาตกนอกเส้นขีดจำกัดควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตได้คลาดเคลื่อนออกจากค่ามาตรฐานที่กำหนดแล้ว

3. รู้ถึงสมรรถนะของกระบวนการ

กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติ ซึ่งกระบวนการผลิตนั้นอาจอยู่ในข้อกำหนด (Specification) หรือไม่ก็ได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้คำนวณสมรรถนะของกระบวนการเพื่อหาความสามารถในการผลิตภายใต้ข้อกำหนด ผลสมรรถนะของกระบวนการที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้บริหารที่จะช่วยในการตัดสินใจในด้านต่างๆ เช่น การตัดสินใจเพื่อลงทุนปรับปรุงสมรรถนะของกระบวนการ หรือการตัดสินใจรับคำสั่งการผลิตจากลูกค้า

4. แผนภูมิควบคุมช่วยเพิ่มผลผลิต

แผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยอย่างยิ่งในการลดจำนวนของเสียและการทำซ้ำ เช่น แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสียและแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย เป็นต้น ทั้งนี้จากการลดจำนวนของเสียและลดการทำซ้ำจึงเป็นส่วนช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับกระบวนการผลิตได้อีกทาง

5. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาทางด้านคุณภาพ

แผนภูมิควบคุมช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลาการใช้แผนภูมิควบคุมจะช่วยลดการผลิตสินค้าที่ด้อยคุณภาพ เมื่อใดก็ตามที่กระบวนการผลิตเริ่มมีความผิดปกติ แผนภูมิควบคุมจะแสดงให้เห็นว่าผู้ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตควรทำการแก้ไขอย่างไรเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างดี

6. แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อแก้ไขกระบวนการผลิต

จากการวิเคราะห์การกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ จะทำให้ทราบข้อมูลเพื่อนำมาแก้ไขกระบวนการผลิตต่อไป เช่น การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ การเปลี่ยนวิธีการทำงาน หรือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบวิศวกรรม เป็นต้น

2.1.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(ซูโจ คูหารัตนไชย, 2557) ในการสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) มีขั้นตอนดังนี้

1. การคำนวณค่า $\bar{\bar{X}}$ และ \bar{S}

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{X}_i}{m} \quad \text{และ} \quad \bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^m S_i}{m}$$

เมื่อ $\bar{\bar{X}}$ แทน ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

\bar{S} แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

m แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

\bar{X}_i แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ i เมื่อ $i=1, 2, \dots, m$

S_i แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ i เมื่อ $i=1, 2, \dots, m$

$$\text{ซึ่งค่า } S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{ซึ่งค่า } n \text{ แทน ขนาดตัวอย่างที่ } j \text{ เมื่อ } j=1, 2, \dots, n$$

2. การคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) ในกรณีที่ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

- ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit)

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}}$$

$$\text{ประมาณค่าของ } \sigma \text{ ได้จาก } \hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{c_4}$$

$$\text{และ } \sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\text{ดังนั้น } \hat{\sigma}_{\bar{X}} = \frac{\bar{S}}{c_4 \sqrt{n}}$$

$$\text{จะได้ว่า } UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + \frac{3\bar{S}}{c_4 \sqrt{n}}$$

$$\text{ถ้าให้ } A_3 = \frac{3}{c_4 \sqrt{n}}$$

โดยค่าของ A_3 เปิดได้จากตาราง ก ในภาคผนวก ที่ n ค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ดังนั้น } UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S}$$

- เส้นแกนกลาง (Control limit)

$$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}}$$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower control limit)

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{x}}$$

ทำนองเดียวกับ $UCL_{\bar{x}}$ จะได้

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S}$$

3. การคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) ในกรณีที่ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

- ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit)

$$\begin{aligned} UCL_s &= \bar{S} + 3\sigma_s \\ &= \bar{S} \left(1 + \frac{3\sigma_s}{\bar{S}} \right) \end{aligned}$$

$$\text{ถ้าให้ } B_4 = 1 + \frac{3\sigma_s}{\bar{S}}$$

โดยค่าของ B_4 เปิดได้จากตาราง k ในภาคผนวก ที่ k ค่าต่างๆ

$$\text{ดังนั้น } UCL_s = B_4 \bar{S}$$

- เส้นแกนกลาง (Control limit)

$$CL_s = \bar{S}$$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower control limit)

$$\begin{aligned} LCL_s &= \bar{S} - 3\sigma_s \\ &= \bar{S} \left(1 - \frac{3\sigma_s}{\bar{S}} \right) \end{aligned}$$

$$\text{ถ้าให้ } B_3 = 1 - \frac{3\sigma_s}{\bar{S}}$$

โดยค่าของ B_3 เปิดได้จากตาราง k ในภาคผนวก ที่ k ค่าต่างๆ

$$\text{ดังนั้น } LCL_s = B_3 \bar{S}$$

2.1.3 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม (ซูโจ คูหารัตนไชย, 2557)

การปรับปรุงแผนภูมิควบคุมจะทำการพิจารณาว่า ถ้าไม่มีจุดใดหรือผลิตภัณฑ์กลุ่มใดตกนอกเส้นขีดจำกัดควบคุม แสดงว่า กระบวนการผลิตอยู่ในสภาวะควบคุมได้ แต่ในกรณีที่ปรากฏจุดใดจุดหนึ่งตกอยู่นอกเส้นขีดจำกัดควบคุม โดยสามารถระบุสาเหตุได้ แสดงว่า มีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น จะต้องตัดจุดที่มีลักษณะของความผิดปกติออกนั้นคือจะทำการตัดจุด \bar{X} และค่า S ที่มีความผิดปกติออกจากแผนภูมิควบคุม และคำนวณหาค่า \bar{X}' และ S' ใหม่ได้ดังนี้

$$\bar{X}' = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{X}_i - \bar{X}_d}{m - m_d} \quad \text{และ} \quad S' = \frac{\sum_{i=1}^m S_i - S_d}{m - m_d}$$

เมื่อ \bar{X}_d แทน ค่าเฉลี่ยกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

m_d แทน จำนวนกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

S_d แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

d แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ถูกตัดออก

จากนั้นคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุมใหม่ โดยแทนที่ \bar{X} และ S ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วย \bar{X}' และ S' ตามลำดับ

2.1.4 สมรรถนะของกระบวนการ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

การวิเคราะห์สมรรถนะของกระบวนการ (Process Capability Analysis) ซึ่งจะเป็นการเปรียบเทียบความผันแปร (Variability) ในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติกับข้อกำหนด (Specifications) หรือความต้องการ (Requirements) ของผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาใช้หาค่าสมรรถนะ (Performance) ของกระบวนการผลิตจากข้อมูลที่ได้มาจากการวัดเพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการผลิตมีความสามารถที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าได้ดีเพียงใด ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นก็หมายความว่าในกระบวนการผลิตปราศจากความผันแปร หรืออาจจะมี ความผันแปรที่เกิดขึ้นน้อยมาก แต่ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ไม่ดี หรือมีผลิตภัณฑ์เสียมาก นั่นก็หมายความว่า กระบวนการผลิตมีความผันแปรมาก และความผันแปรที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต จะเป็นส่วนบ่งชี้ถึงความสามารถในกระบวนการผลิตว่าความสามารถในกระบวนการผลิตเป็นอย่างไร และมีศักยภาพ ตีมากน้อยเพียงใด

โดยสมรรถนะของกระบวนการในการผลิตหนึ่งจะรวมถึง คน เครื่องจักร วัตถุดิบ การเก็บข้อมูล และสิ่งแวดล้อม ซึ่งการศึกษาสมรรถนะของกระบวนการผลิตที่มีเวลาเป็นส่วนประกอบจึงมีความสำคัญมาก ทำให้ต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับคุณภาพ เนื่องจากเครื่องมือหรือการทดแทนเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มความสามารถในเครื่องจักรนั้น คือ การศึกษาความผันแปรตามธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่คนไม่สามารถที่จะทำการแก้ไขปรับปรุงได้ หรือการศึกษาในช่วงนี้จะกระทำภายใต้เงื่อนไขของการควบคุม ตลอดจนหาความผันแปรตามธรรมชาติที่เกิดขึ้น เช่น การควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ และการวัดหรือควบคุมเครื่องมือให้มีความเที่ยงตรงมากขึ้น

2.1.4.1 ความสามารถของกระบวนการ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

ในอุตสาหกรรมการผลิต ลำดับขั้นในการดำเนินงานที่สำคัญนั้นมีอยู่ 3 ประการ ได้แก่ การออกแบบกระบวนการผลิต กระบวนการผลิต และการตรวจสอบข้อกำหนด (Specification) ของสินค้าจะกำหนดในขั้นตอนการออกแบบด้วย ในขั้นตอนของกระบวนการผลิต ต้องทำการควบคุมการผลิต ซึ่งจะต้องควบคุมให้สินค้าที่ผลิตตรงตามที่กำหนด สำหรับขั้นตอนการตรวจสอบ นั้นเป็นขั้นตอนการยืนยันให้สินค้าที่ผลิตมีลักษณะคุณภาพตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ในการควบคุมคุณภาพต้องพิจารณาคุณภาพสินค้าว่าอยู่ภายใต้ขีดจำกัดหรือไม่เพื่อที่จะทำให้สามารถทราบถึงสมรรถนะของกระบวนการผลิต (Process capability index) ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานกระบวนการผลิตภายใต้การควบคุมอย่างสม่ำเสมอ ขั้นตอนการพิจารณามีดังนี้

กำหนด ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit หรือ USL)

และ ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit หรือ LSL)

โดยขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง จะกำหนดขึ้นจากรัฐบาล หน่วยงาน หรือโรงงานในการสร้างมาตรฐานของสินค้าใดสินค้าหนึ่ง

2.1.4.2 ดัชนีความสามารถของกระบวนการ (Capability Index: C_p)

(สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2554) สำหรับการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการว่าเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ ดังนี้

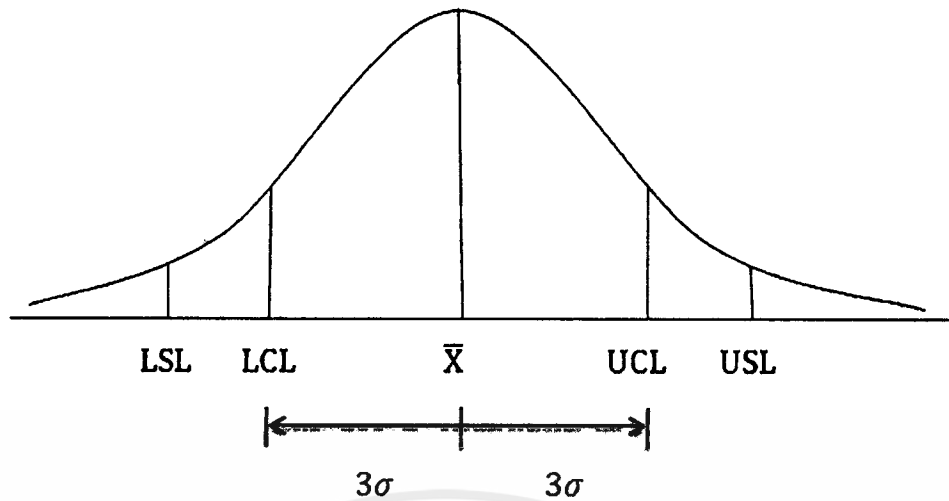
$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

โดยที่ C_p แทน ดัชนีความสามารถของกระบวนการ

$USL - LSL$ แทน ความทนทาน (Tolerance)

6σ แทน ความสามารถของกระบวนการ

โดยพิจารณาจากค่า C_p ถ้าค่ายิ่งมาก จะถือว่าความสามารถของกระบวนการนั้นจะยิ่งดี ($C_p > 1$)



รูปที่ 2.2 ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_p) มากกว่า 1

2.1.4.3 ดัชนีความสามารถของกระบวนการ (Capability Index: C_{pk})

(สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2554) จากการใช้แนวคิดของดัชนีความสามารถของกระบวนการเราสามารถวัดคุณภาพเมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ที่ศูนย์กลางได้ จากค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการที่สูงขึ้น คุณภาพนั้นก็จะดีขึ้นด้วย ดังนั้นเราควรจะทำให้ดัชนีความสามารถของกระบวนการมีค่ามากกว่าที่จะเป็นไปได้ สิ่งนี้จะประสบความสำเร็จได้จะต้องมีข้อกำหนดที่เป็นไปได้และมีการปรับปรุงความสามารถของกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสามารถใช้ค่า C_{pk} ในการวัดความสามารถของกระบวนการนั้นซึ่งหาได้จาก

$$C_{pk} = \text{Min}(C_{pu}, C_{pl})$$

โดยที่
$$C_{pu} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \text{ และ } C_{pl} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma}$$

ให้ $C_{pk} = 1$ เป็นค่ามาตรฐานของกระบวนการ

ถ้า $C_{pk} > 1$ จึงจะถือว่าความสามารถของกระบวนการอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้

ข้อแนะนำเกี่ยวกับค่า C_p และ C_{pk}

1. แม้ค่ากลางของการผลิตจะเปลี่ยนไป แต่ C_p จะไม่เปลี่ยน เนื่องจากการคำนวณค่า C_p ไม่ได้ใช้ค่ากลาง
2. ถ้ากระบวนการสมมาตร (กระบวนการอยู่ที่ศูนย์กลาง) จะได้ว่า $C_p = C_{pk}$
3. $C_p \geq C_{pk}$ เสมอ กล่าวคือ ถ้า \bar{X} ไม่ได้อยู่ที่กลางระหว่างค่า USL และค่า LSL แล้ว $C_p > C_{pk}$ แต่ถ้า \bar{X} อยู่ที่กลางระหว่าง USL และ LSL แล้ว $C_p = C_{pk}$

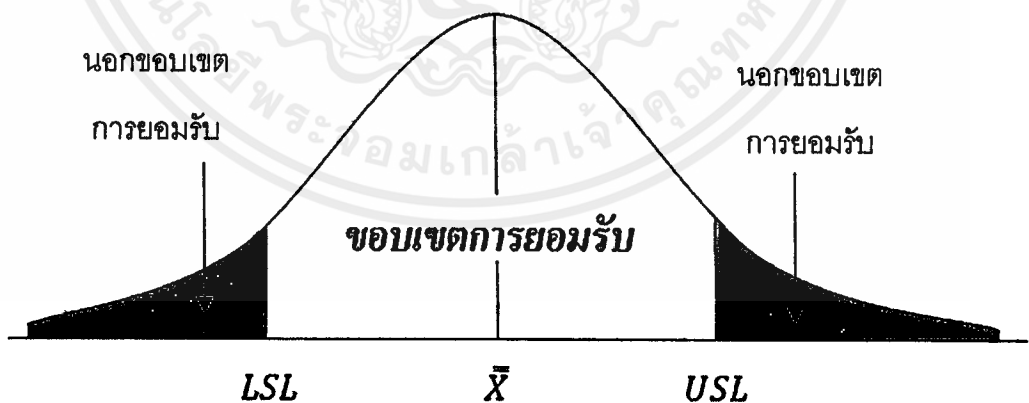
4. $C_{pk} > 1$ แสดงว่ากระบวนการตรงตามข้อกำหนด
5. $C_{pk} = 1$ เป็นค่ามาตรฐาน แสดงว่ากระบวนการตรงตามข้อกำหนด
6. $C_{pk} < 1$ แสดงว่ากระบวนการไม่ตรงตามข้อกำหนด
7. $C_{pk} > 0$ แสดงว่าค่าเฉลี่ยอยู่ข้างในข้อกำหนด นั่นคือ $LSL < \bar{X} < USL$
8. $C_{pk} = 0$ แสดงว่าค่าเฉลี่ยเท่ากับข้อกำหนดหนึ่งๆ นั่นคือ $\bar{X} = USL$ หรือ $\bar{X} = LSL$
9. $C_{pk} < 0$ แสดงว่าค่าเฉลี่ยอยู่ข้างนอกข้อกำหนด นั่นคือ $\bar{X} > USL$ หรือ $\bar{X} < LSL$
10. $C_p < 1$ แสดงว่ากระบวนการไม่สามารถดำเนินงานได้

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์สมรรถนะกระบวนการผลิต มีดังนี้ (ฤดี มาสุจินท์, 2550)

1. ช่วยในการปรับปรุงกระบวนการผลิต
2. ช่วยลดความผันแปรของกระบวนการผลิต
3. ช่วยประมาณความถี่ในการสุ่มตัวอย่าง
4. ทำให้สามารถคาดคะเนได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ยังอยู่ในขอบเขตขีดจำกัดควบคุมหรือไม่
5. ช่วยในการหามาตรฐานสำหรับข้อกำหนดทางเทคนิคของผลิตภัณฑ์ใหม่

2.1.5 การคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

จากข้อมูลลักษณะคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่มีการแจกแจงแบบปกติ สามารถคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดโดยอาศัยความสัมพันธ์ดังนี้



รูปที่ 2.3 ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

$$Z_U = \frac{USL - \bar{X}}{\sigma} \quad \text{และ} \quad Z_L = \frac{LSL - \bar{X}}{\sigma}$$

เมื่อ Z_U และ Z_L แทน ค่าปกติมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

σ	แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
\bar{X}	แทน ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยข้อมูล
USL	แทน ขีดจำกัดข้อจำกัดบน (Upper Specification Limit)
LSL	แทน ขีดจำกัดข้อจำกัดล่าง (Lower Specification Limit)

จากสูตรคำนวณค่า Z_U และ Z_L ที่ได้นำไปเปิดตาราง z ในภาคผนวกจะได้เป็นค่าพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่อยู่นอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดทั้งด้านซ้ายและด้านขวา นำค่าที่ได้มารวมกัน แล้วคิดเป็นค่าร้อยละ จะได้ค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

2.1.6 การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) (มนตรี สังข์ทอง, 2557)

การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่องมีหลายชนิด ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งเป็นการแจกแจงที่มีความสำคัญอย่างยิ่งกับการเลือกใช้สถิติอิงพารามิเตอร์ จำเป็นต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงปกติของประชากร มีรายละเอียด ดังนี้

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 หรือเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของ X คือ

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

เมื่อ $f(x)$ แทน ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น

$$e = 2.71828$$

$$\pi = 3.14286$$

μ แทน ค่าเฉลี่ยของประชากร

σ^2 แทน ค่าความแปรปรวนของประชากร

คุณสมบัติของการแจกแจงแบบปกติ มีดังนี้

1. การแจกแจงแบบปกติมีลักษณะเป็นโค้งรูประฆังคว่ำบนแกน X โดยที่ปลายทั้งสองด้านลาดลงแต่ไม่แตะแกน X มีพารามิเตอร์คือ ค่าเฉลี่ย (μ) และความแปรปรวน (σ^2)
2. การแจกแจงแบบปกติมีค่าเฉลี่ย มีฐาน และฐานนิยมเท่ากัน ซึ่งอยู่ที่จุดกึ่งกลางโค้งปกติ
3. การแจกแจงแบบปกติมีความโด่ง (Kurtosis) เท่ากับ 3 และความเบ้ (Skewness) เท่ากับ 0

0 ดังนั้นโค้งการแจกแจงมีลักษณะสมมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6.1 การทดสอบการแจกแจงของ Anderson-Darling

Anderson และ Darling ได้เสนอสถิติทดสอบที่ใช้ในการทดสอบภาวะสารูปสนิทติเมื่อข้อมูลอยู่ใน มาตรการเรียงลำดับ (Ordinal Scale) และลักษณะการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบต่อเนื่อง ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$AD = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2i-1) [\ln u_i + \ln(1-u_{n+1})]$$

กำหนดให้ $X_1 \leq X_2 \leq \dots \leq X_n$ เป็นค่าสังเกต n ค่าในตัวอย่างอันดับ

เมื่อ u_i แทน ฟังก์ชันการแจกแจงที่คาดหวังภายใต้ $H_0: u_i = F_0(x_i)$

ขั้นตอนการทดสอบ

1. เรียงข้อมูล X จากน้อยไปมาก
2. ตั้งสมมติฐานทดสอบ
3. หาค่าเฉลี่ย \bar{X} และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S ในการคำนวณหาจากค่า X

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \text{และ} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

4. ทำการปรับค่า ให้เป็น Z โดย

$$u_i = z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S}$$

5. หาค่า AD จากสูตร $AD = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2i-1) [\ln u_i + \ln(1-u_{n+1})]$

6. จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ AD ที่คำนวณมีค่ามากกว่า Significance point จากตาราง c ในภาคผนวก ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนด

2.1.6.2 การแจกแจงค่าเฉลี่ยที่เป็นแบบปกติ

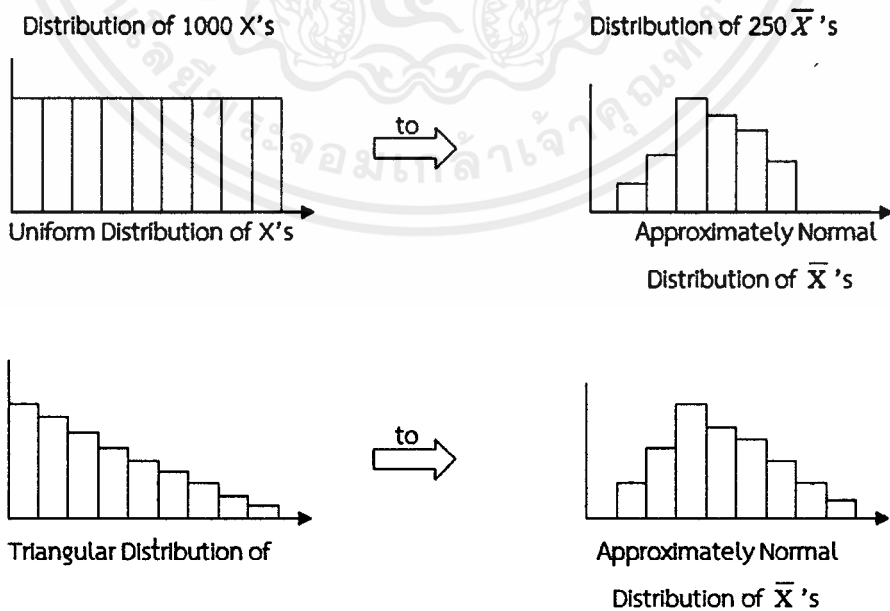
การสร้างแผนภูมิควบคุมโดยหลักทั่วไป มักจะตั้งอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่ต้องมีการแจกแจงแบบปกติ การสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยก็เช่นเดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจะต้องมีการแจกแจงแบบปกติหรือใกล้เคียงปกติ ในปัญหาพิเศษนี้จะกล่าวถึง การทดลองของ Dr.Walter A. Shewhart ผู้ซึ่งถือว่าเป็นบิดาของการควบคุมคุณภาพและเป็นผู้คิดค้นการสร้างแผนภูมิควบคุมที่ $\pm 3\sigma$ ดังนี้

1) การทดลองของ Dr.Walter A. Shewhart

(E. L. Grant and R. S. LeavenWorth, 1996) การทดลองของ Shewhart เกี่ยวกับการแจกแจงค่าเฉลี่ยมีรายละเอียดดังนี้ เมื่อสุ่มตัวอย่างขนาด n จากประชากรที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงของค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่างสุ่ม แนวโน้มที่จะเข้าใกล้การแจกแจงแบบปกติ ซึ่งจากการทดลองของ Shewhart ทำการระบุตัวเลขจำนวนเต็มลงในชิป (ตัวเลขเหล่านี้มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม) และทำการสุ่มหยิบขึ้นมาแบบแทนที่ครั้งละ 4 ชิพหลายๆ ครั้ง พบว่าเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขบนชิปที่สุ่มได้ในแต่ละครั้ง นำมาพล็อตกราฟจะมีแนวโน้มเข้าใกล้การแจกแจงแบบปกติ

2) ทฤษฎีขีดจำกัดสู่ส่วนกลาง (Central Limit Theorem; CLT)

(Dale H. Besterfield, 2004) เมื่อสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงของค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่างที่สุ่มจะมีแนวโน้ม หรือเข้าใกล้การแจกแจงแบบปกติ (Approximate normal) โดยขนาดตัวอย่างต้องมีอย่างน้อยเท่ากับ 4 ซึ่งเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น การแจกแจงของค่าเฉลี่ยจะเข้าใกล้การแจกแจงแบบปกติมากขึ้นอีกด้วย



รูปที่ 2.4 การอธิบายทฤษฎีขีดจำกัดสู่ส่วนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P-chart) (ซูโจ คูหารัตนไชย, 2557)

2.1.7.1 กรณีขนาดกลุ่มตัวอย่างคงที่

ถ้าให้ P เป็นสัดส่วนของเสียจากการสุ่มตัวอย่างขนาด n

$$p = \frac{X}{n}$$

เมื่อ X เป็นจำนวนของเสียที่มีการแจกแจงแบบทวินาม $X \sim B(n, P')$

จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) จะได้ว่า

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}} \quad \text{และ} \quad LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{X}}$$

ในแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P-chart) จะได้ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของ P ดังนี้

$$E(P) = E\left(\frac{X}{n}\right) = \frac{1}{n}E(X) = \frac{1}{n}nP' = P'$$

$$V(P) = V\left(\frac{X}{n}\right) = \frac{1}{n^2}V(X)$$

$$= \frac{1}{n^2}nP'(1-P')$$

$$= \frac{P'(1-P')}{n}$$

เนื่องจาก P' เป็นสัดส่วนของเสียของประชากร จึงประมาณด้วย \bar{P} เป็นสัดส่วนของเสียเฉลี่ย

ในตัวอย่าง

$$\hat{E}(P) = \bar{P}$$

$$\therefore \hat{V}(P) = \frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}$$

ดังนั้น แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P-chart) จะมีเส้นขีดจำกัดควบคุมดังนี้

$$UCL_p = \bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad \text{และ} \quad LCL_p = \bar{P} - 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

2.1.7.2 กรณีขนาดกลุ่มตัวอย่างไม่คงที่

ในกรณีที่ขนาดกลุ่ม (n) มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่คงที่ อาจจะเป็นเนื่องจากเครื่องจักรเสีย หรือผู้ตรวจสอบมีงานอื่นเป็นบางวัน การคำนวณหาเส้นขีดจำกัดควบคุมจึงเปลี่ยนไป ดังนี้

$$UCL_{p_i} = \bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n_i}} \quad \text{และ} \quad LCL_{p_i} = \bar{P} - 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n_i}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U-chart) (ชูใจ คูหารัตนไชย, 2557)

แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U-chart) เป็นแผนภูมิควบคุมสำหรับควบคุมรอยตำหนิ ซึ่งนิยมใช้กรณีที่หน่วยตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อยไม่เท่ากัน สำหรับการสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U-chart) จะพิจารณาจาก

$$UCL_U = U' + 3\sigma_U$$

$$LCL_U = U' - 3\sigma_U$$

เมื่อ U' แทน รอยตำหนิต่อหน่วยตรวจสอบ

$$U' = \frac{C'}{n_i}$$

เมื่อ C' แทน จำนวนรอยตำหนิ

n_i แทน จำนวนตัวอย่างที่ i เมื่อ $i=1,2,\dots, k$

เนื่องจาก C มีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง $C' \sim P(C) \rightarrow V(C') = C$

$$\begin{aligned} v(U') &= v\left(\frac{C'}{n_i}\right) \\ &= \frac{1}{n_i^2} v(C') \\ &= \frac{1}{n_i^2} C' \\ &= \frac{U' n_i}{n_i^2} \\ &= \frac{U'}{n_i} \end{aligned}$$

แต่สามารถประมาณ U' ด้วย \bar{U} ดังนั้น

$$UCL_U = \bar{U} + 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}} \quad \text{และ} \quad LCL_U = \bar{U} - 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}}$$

$$\text{เมื่อ } \bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^k C_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

อัลเฟรโด พาเรโต (1848-1923) ได้แสดงผลงานวิจัยของเขาซึ่งแสดงให้เห็นถึงการกระจายรายได้ของประชากรในยุโรป พบว่า รายได้มากอยู่ในมือของประชากรกลุ่มน้อย ขณะที่รายได้น้อยอยู่ในมือของประชากรกลุ่มใหญ่

ซึ่งต่อมา โจเซฟ จูราน (1992) ได้ยอมรับแนวความคิดดังกล่าวนี้ว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในหลายสาขาวิชา จึงได้สร้างวลีที่ว่า “ประเภทน้อยชนิดแต่มีผลมาก และประเภทมากชนิดแต่มีผลน้อย (Vital Few and Trivial Many)”

หลักการของพาเรโต คือ “80-20” ซึ่งหมายความว่า “ปัญหาหรือความสูญเสียที่มีความสำคัญมากจำนวน 80% มักจะมีสาเหตุมาจากประมาณ 20% ของสาเหตุทั้งหมด ในขณะที่อีกประมาณ 80% ของสาเหตุจะมีผลต่อปัญหาที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยอีกจำนวน 20% ของปัญหาเท่านั้น” ดังนั้น แผนผังพาเรโต จึงเป็นเครื่องมือที่ชี้ให้เห็นถึง ปัญหาสำคัญจริงๆ นั้นมาจากไม่กี่สาเหตุ และปัญหาที่มีความสำคัญน้อยเกิดได้จากสาเหตุมากมาย สรุปได้ว่าในการแก้ไขปัญหาไม่จำเป็นต้องแก้สาเหตุทั้งหมด แต่ให้ทำการเลือกแก้ไขเฉพาะสาเหตุหลักหรือปัญหาที่สำคัญๆ กล่าวคือ ปัญหาใดเป็นปัญหาที่สำคัญมาก ก็ควรเร่งแก้ไขก่อน และปัญหาใดเป็นปัญหาที่สำคัญน้อยให้ทำการแก้ไขทีหลัง

แผนผังพาเรโต มีลักษณะเป็นกราฟแท่งที่แบ่งแยกข้อมูลออกเป็นช่วงๆ โดยเรียงลำดับของปัญหาเหล่านั้นตามความถี่ที่พบจากมากไปน้อย และจากซ้ายไปขวา โดยที่แกนแนวตั้งของกราฟ (แกน y) มี 2 แกนคือ แกนทางด้านซ้ายมือแทนความถี่ (เช่น จำนวนจุดบกพร่อง จำนวนคำร้องเรียน หรือ จำนวนอุบัติเหตุ เป็นต้น) และแกนทางด้านขวามือแทนเปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนแนวนอนของกราฟ (แกน x) แทนสาเหตุของปัญหา ซึ่งอาจจำแนกสาเหตุได้จาก พนักงาน เครื่องจักรกล วิธีการทำงาน หรือชนิดของวัตถุดิบ เป็นต้น

ประเภทของแผนผังพาเรโต สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แผนผังพาเรโตที่ใช้วิเคราะห์ผลเสียที่เกิดขึ้น ได้แก่

- ทางด้านคุณภาพ คือ เกิดของเสีย สิ่งของมีตำหนิ สิ่งของส่งคืน สิ่งของส่งซ่อม เป็นต้น
- ทางด้านต้นทุน คือ ค่าใช้จ่ายของต้นทุนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากจำนวนของเสีย
- ทางด้านความปลอดภัย คือ เกิดจากอุบัติเหตุ ความผิดพลาด การหยุดงาน เป็นต้น
- ทางด้านการขนส่ง คือ เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าที่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ทำให้เกิดความล่าช้าในการขนส่ง

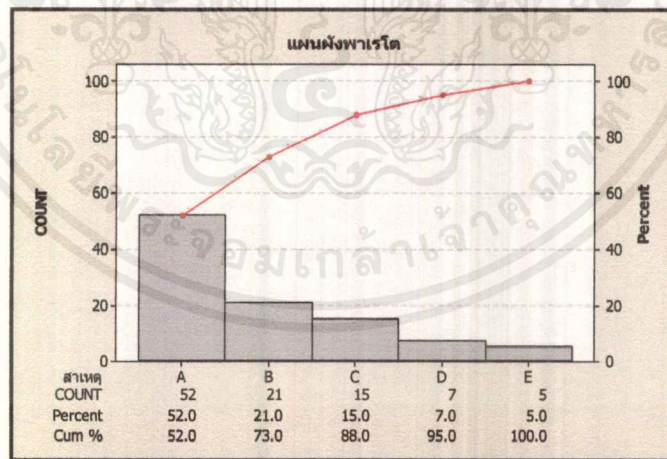
2. แผนผังพาเรโตใช้วิเคราะห์ความบกพร่องของกระบวนการผลิต เพื่อพิจารณาสาเหตุส่วนใหญ่ๆ ที่ทำให้เกิดปัญหาขึ้น เช่น

- สาเหตุจากคนงาน คือ อายุ ประสบการณ์ และความชำนาญ
- สาเหตุจากเครื่องจักร คือ สภาพเครื่องจักร เครื่องมือ และการใช้งาน
- สาเหตุจากวัตถุดิบ คือ ชนิด ผู้ผลิต โรงงาน และวิธีการเก็บรักษา
- สาเหตุจากวิธีปฏิบัติการ คือ สภาพการทำงาน และความเป็นระเบียบเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในการสร้างแผนผังพาเรโต มีดังนี้

1. ตัดสินใจว่าจะศึกษาปัญหาอะไร และแยกสาเหตุของการเกิดปัญหาโดยการกำหนดข้อมูลที่จะทำการตรวจสอบ เช่น จำนวนของเสีย ความสูญเสียของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น หรือจำนวนครั้งของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น เป็นต้น การจำแนกประเภทของข้อมูลจะกระทำได้อย่างไร เช่น แยกตามลักษณะของเสีย ตำแหน่งที่เสีย เครื่องจักร คนงาน หรือวิธีการทำงาน เป็นต้น
2. ออกแบบใบบันทึกข้อมูล (กำหนดช่วงเวลา ระยะเวลา และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล)
3. ทำการจดบันทึก (ในช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้) จากสถานที่ที่ต้องการวิเคราะห์ปัญหา และทำการนับจำนวนลักษณะ หรือประเภทปัญหาที่เกิดขึ้นแล้ว เรียงลำดับปัญหาที่เกิดขึ้นจากมากไปหาน้อย แล้วนำมาคำนวณร้อยละ โดยรวมปริมาณแต่ละรายการเข้าด้วยกัน ปริมาณรวมคิดเป็น 100 แล้วคำนวณหาร้อยละของข้อมูลแต่ละหัวข้อพร้อมทั้งร้อยละ แต่ถ้าข้อมูลที่ทำการเก็บได้มีจำนวนน้อยก็ไม่จำเป็นต้องทำเป็นร้อยละ
4. เขียนแผนผังจากร้อยละสะสม โดยให้แกนนอนเป็นลักษณะ หรือประเภทของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย แล้วเขียนกราฟแท่งเรียงปัญหาที่เกิดขึ้นจากมากไปน้อย โดยจะเขียนให้ร้อยละที่มีค่าสูงสุดไว้ทางซ้ายสุดของกราฟ แล้วเรียงมาทางด้านขวา ตามลำดับของร้อยละที่ลดลง พร้อมทั้งกำหนดจุดและลากเส้นร้อยละสะสมของลักษณะ หรือประเภทของปัญหา
5. พิจารณาแก้ไขสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียที่มีค่าร้อยละสูงสุด หรือปริมาณมากเป็นอันดับแรก หรือนำข้อมูลทางสถิติมาเป็นตัวตัดสินใจในการเลือกแก้ไขปัญหาหรือสาเหตุทั้งหมดที่อยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์สะสมประมาณ 80% ดังตัวอย่างการสร้างแผนผังพาเรโต ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แผนผังพาเรโตแสดงชนิดของสาเหตุ A ถึง E

ประโยชน์ของแผนผังพาเรโต

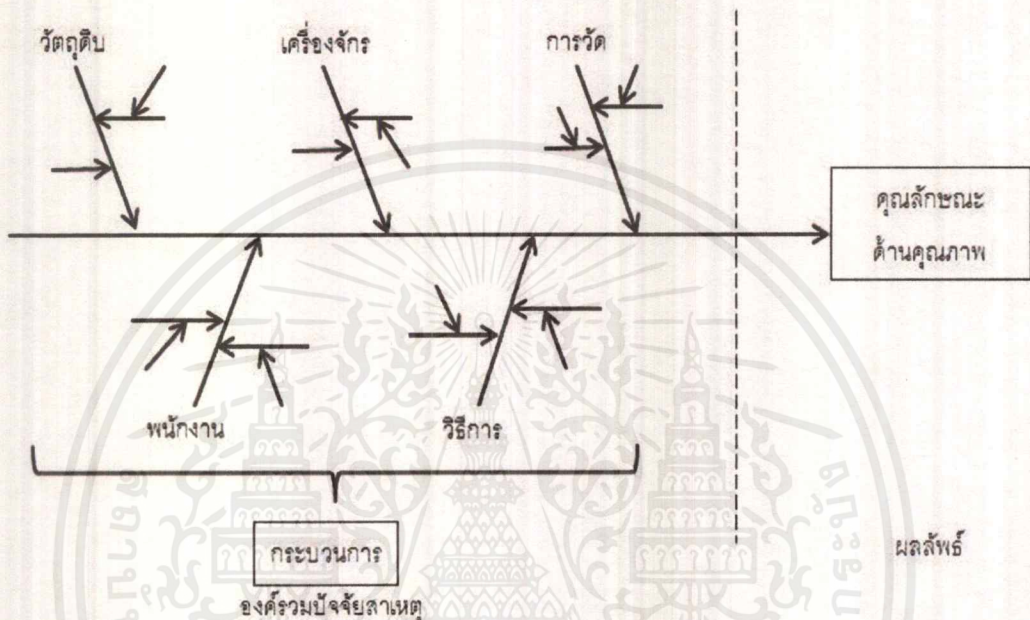
1. สามารถบ่งชี้ให้เห็นว่าหัวข้อใดเป็นปัญหาที่มากที่สุด
2. สามารถเข้าใจว่าแต่ละหัวข้อมีส่วนเป็นเท่าใดในส่วนทั้งหมด
3. ใช้กราฟแท่งบ่งชี้ขนาดของปัญหา ทำให้มองเห็นแนวโน้มของปัญหา
4. ไม่ต้องใช้การคำนวณที่ยุ่งยาก ก็สามารถจัดทำได้ และใช้ในการเปรียบเทียบผลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.10 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect (CE) Diagram)

(ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551) แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect (CE) Diagram) หรือแผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram) หรือในบางครั้งอาจเรียกแผนผังนี้ว่า แผนผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาโดย คาโอรุ อิชิกาวา ในปี ค.ศ. 1953

แผนผังก้างปลาเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการพิจารณาสาเหตุ (Causes) ที่มีผล (Effect) โดยตรงกับลักษณะคุณภาพของปัญหาที่สนใจศึกษา



รูปที่ 2.6 โครงสร้างแผนผังก้างปลา

จากรูปที่ 2.6 แสดงถึงคุณลักษณะของคุณภาพที่ต้องการปรับปรุงอยู่ทางด้านขวา และสาเหตุที่ก่อให้เกิดคุณลักษณะของคุณภาพอยู่ทางด้านซ้าย สาเหตุหลัก (Major Causes) ที่นิยมวิเคราะห์คือ

M-Man	คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร
M-Machine	เครื่องจักร หรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
M-Material	วัตถุดิบ หรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
M-Method	กระบวนการทำงาน
E-Environment	สภาพแวดล้อมในการทำงาน อากาศ หรือสถานที่

โดยที่ในแต่ละสาเหตุหลักก็อาจแบ่งเป็นสาเหตุย่อย (Minor Causes) ได้ เช่น ถ้าพิจารณาสาเหตุที่เกี่ยวกับวิธีการทำงาน แล้วสาเหตุย่อยที่ต้องพิจารณาจึงต้องเกี่ยวข้องกับการฝึกงาน ประสบการณ์ ความสามารถ และลักษณะทางกายภาพ เป็นต้น

ขั้นตอนการสร้างแผนผังก้างปลา

1. สร้างคณะทำงานโดยรวบรวมบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อการระบุปัญหาและการระดมความคิด (Brainstorming) ที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของคุณภาพ
2. ระบุสาเหตุหลัก และเขียนบนแผนผังก้างปลาด้านซ้ายบนก้างปลาหลัก ซึ่งมีหัวลูกศรชี้เข้าหากระดูกสันหลัง
3. ระบุสาเหตุย่อยทั้งหมด โดยการระดมความคิดบนก้างปลาย่อย
4. เขียนโครงสร้างแสดงความสัมพันธ์ ซึ่งควรเขียนสาเหตุที่สำคัญอันดับต้นๆ ไว้ที่เส้นก้างปลา และควรเขียนสาเหตุที่มีความสำคัญถัดลงมาไว้ที่เส้นก้างปลาย่อย โดยทำลูกศรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกำกับไว้ด้วย
5. ประมวลผลเพื่อหาข้อสรุป

ข้อสังเกตเกี่ยวกับการใช้แผนผังก้างปลา

1. ให้ความสำคัญกับแต่ละสาเหตุอย่างมีกฎเกณฑ์โดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่
2. ควรพยายามทำการปรับปรุงแผนผังก้างปลาอย่างต่อเนื่องอย่างสม่ำเสมอในขณะที่การใช้สาเหตุต่างๆ นั้นควรเป็นข้อมูลปัจจุบันอยู่เสมอ เพื่อการปรับปรุงที่ดีขึ้น

ข้อดี

1. ทำให้ทราบถึงสาเหตุหลักๆ สาเหตุย่อยๆ และสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เพื่อที่จะได้นำไปหาแนวทางแก้ไขได้อย่างถูกวิธี
2. ไม่เสียเวลาแยกความคิดต่างๆ ที่กระจัดกระจายของสมาชิกแต่ละคน แผนผังก้างปลาจะช่วยรวบรวมความคิดของแต่ละคนไว้ด้วยกันอย่างมีระบบ

ข้อเสีย

1. ความคิดที่เป็นไม่อิสระ เนื่องจากมีแผนผังก้างปลาเป็นตัวกำหนด ซึ่งความคิดของสมาชิกแต่ละคนจะถูกรวบรวมในแผนผังก้างปลา
2. ต้องอาศัยผู้ที่มีความสามารถสูง จึงจะสามารถใช้แผนผังก้างปลาในการระดมความคิด

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้น งานวิจัยส่วนใหญ่จะเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือในส่วนของกระบวนการผลิตที่สนใจ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลแบบตัวแปรและข้อมูลแบบคุณภาพ แล้วนำข้อมูลมาสร้างแผนภูมิต่างๆ ตามลักษณะของข้อมูลที่เก็บมา ได้โดยตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

ภรณ์ทิพย์ เอี่ยมประภัสสร และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ แร็คช่องไฟฟ้าอาบสังกะสีของห้างหุ้นส่วน จำกัด ยูติ โลหะกิจ สถานที่ตั้ง คือ 153/4 หมู่ที่ 3 ตำบลพระประโทน จังหวัดนครปฐม โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบส่วนประกอบของแร็คช่องไฟฟ้า 2 ทั้งหมด 4 ชนิด คือ ความกว้างของตัวยู ความสูงของตัวยู ความยาวของพื้นแร็ค และความยาวของฐานของกรวย การรวบรวมข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกในวันที่ 7-9 เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ข้อมูลช่วงที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลในวันที่ 6-9 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2555 แล้วนำข้อมูลทั้ง 2 ช่วง มาสร้างแผนภูมิค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-Chart) และแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) รวมทั้งคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB เข้ามาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 จะพบว่า ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) และแผนภูมิค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-Chart) ทำให้ทราบว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ทั้ง 2 ช่วงมีลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ แสดงว่า กระบวนการผลิตแร็คช่องไฟฟ้าอาบสังกะสียังไม่สามารถควบคุมการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ส่วนค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของข้อมูลทั้ง 2 ช่วงส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี จึงส่งผลให้มีผลิตภัณฑ์ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่บริษัท กำหนดได้ จึงสมควรที่จะควบคุมกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความผันแปรน้อยลงและมีคุณภาพที่ดีขึ้น

จารุวรรณ อริยะพัฒน์พาณิชย์ และคณะ (2546) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์นมของบริษัท ดัชมิลล์ จำกัด ตั้งอยู่ที่ 137/6 หมู่ 1 ถนนพุทธมณฑลสาย 8 ตำบลขุนแก้ว อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพทางด้านน้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ ขนาด 120 ซี.ซี. จากเครื่องจักรยี่ห้อซัมซุง จำนวน 4 เครื่อง กับผลิตภัณฑ์นมยูเอชที ขนาด 110 ซี.ซี. และขนาด 180 ซี.ซี. จากเครื่องจักรยี่ห้อบีทีเอ จำนวน 5 เครื่อง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2545 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2546 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุม คือ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) รวมทั้งการคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_p) และนำเสนอขีดจำกัดข้อกำหนดที่เหมาะสมของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป ได้แก่ MINITAB และ Microsoft Excel เข้ามามีส่วนช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตของเครื่องจักรซัมซุง และ

เครื่องจักรที่บีเอ จะให้ค่าน้อยกว่า 1 จึงได้นำมาเสนอถึงขีดจำกัดข้อกำหนดที่เหมาะสมในกรณีที่ค่าสมรรถนะของกระบวนการมีค่าเป็น 1 และ 1.33 สำหรับเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

จุฑามาศ มุขธรรม และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพการบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวและซอสของบริษัท ไทยเบตเตอร์ฟู้ดส์ จำกัด โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียประเภทต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักเกิน น้ำหนักขาด ซิลไม่เรียบร้อย และเส้นแตกในช่วงเดือนกันยายน ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ของผลิตภัณฑ์วุ้นเส้น ก๋วยจั๊บ เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ขนมจีน เครื่องต้มยำ น้ำจิ้มบ๊วย ซอสหอยนางรม และน้ำจิ้มไก่ถูกเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนผังพาเรโตและแผนผังก้างปลา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียเกือบทุกประเภทของเสียของแต่ละผลิตภัณฑ์ชี้ให้เห็นว่า ของเสียมากเกินควบคุมได้และเป็นเช่นเดียวกันนี้กับทุกผลิตภัณฑ์ เมื่อของเสียมากเกินควบคุม จึงได้ใช้แผนผังพาเรโตหาประเภทของเสียที่มีจำนวนมากและใช้แผนผังก้างปลาทำการหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียประเภทเหล่านี้แล้วทำการกำหนดแนวทางแก้ไขสาเหตุเหล่านี้

มินตรา เรืองรัศมีโรจน์ และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สมุนไพรกัญญาเบศรของมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร ตั้งอยู่ที่ 32/7 หมู่ 12 ถนนปราจีนอนุสรณ์ ตำบลท่างามอำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพทางด้านปริมาตรสุทธิ หรือน้ำหนักของผลิตภัณฑ์สมุนไพร 5 ชนิด คือ ยาแก้ไอ มะขามป้อม แชมพูสระผมว่านหางจระเข้ ครีมนวดผมอัญชัน ครีมล้างหน้ามะขาม และแคปซูลขมิ้นชันแบบกึ่งสำเร็จรูป โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2551 และช่วงที่ 2 เป็นข้อมูลในเดือนมกราคมพ.ศ.2552 แล้วนำข้อมูลที่ได้นั้นทั้ง 2 ช่วง มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) รวมทั้งคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป ได้แก่ SPSS, MINITAB และ Microsoft Excel เข้ามาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า จากข้อมูลในช่วงที่ 1 และ 2 ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรทั้ง 5 ชนิด มีผลการวิเคราะห์ดังนี้ คือ ผลิตภัณฑ์ยาแก้ไอมะขามป้อม แชมพูสระผมว่านหางจระเข้ และครีมล้างหน้ามะขาม จะพบว่า กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนสมรรถนะของกระบวนการผลิตได้ผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี และไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด แสดงว่า กระบวนการผลิตยังผลิตสินค้าที่มีความผันแปรมาก แต่คุณภาพของสินค้ายังอยู่ในเกณฑ์ที่ทางมูลนิธิฯ กำหนด ส่วนผลิตภัณฑ์ครีมนวดผมอัญชัน และแคปซูลขมิ้นชันแบบกึ่งสำเร็จรูป จะพบว่า กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนสมรรถนะของกระบวนการผลิตได้ผลิตสินค้ายังไม่อยู่ในระดับที่ดี และมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด แสดงว่า กระบวนการผลิตยังผลิตสินค้ามีความผันแปรมาก และคุณภาพของสินค้าไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ทางมูลนิธิฯ กำหนด ดังนั้น ผลิตภัณฑ์สมุนไพรทั้ง 5 ชนิด จึงสมควรที่จะควบคุมกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความผันแปรน้อยลง และมีคุณภาพในการบรรจุที่ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยในปัญหาพิเศษนี้ แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

- 3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล
- 3.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นมยูเอชที
- 3.3 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของโรงนมยูเอชที ซึ่งข้อมูลที่น่ามาศึกษาในครั้งนี้ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที ที่มาจากเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2

ส่วนที่ 2 ข้อมูลจำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีที่มาจากสายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2

ทำการเก็บรวบรวมตั้งแต่เดือนธันวาคม 2557 ถึง เดือนมีนาคม 2558 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาขั้นตอนการผลิตของนมยูเอชที
2. ทำการออกแบบใบบันทึกข้อมูล เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนที่ 1 โดยอาศัยตาราง MIL-STD 414 (Military - Standard)

ตารางที่ 3.1 ตาราง MIL-STD 414 (Military - Standard)

ผลผลิตต่อวัน (หน่วย/วัน)	จำนวนตัวอย่าง (หน่วย/วัน)
66-110	10
111-180	15
181-300	25
301-500	30
501-800	35
801-1,300	40
1,301-3,200	50
3,201-8000	60
8,001-22,000	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากในแต่ละวัน เครื่องจักรแต่ละเครื่องจะผลิตได้วันละประมาณ 40,000 - 60,000 กล่อง และเครื่องจักรหนึ่งเครื่องจะประกอบไปด้วยสองหัวจ่าย ดังนั้นในหนึ่งหัวจ่ายจะทำการผลิตได้วันละประมาณ 20,000 - 30,000 กล่อง จึงได้ทำการอาศัยตาราง MIL-STD 414 (Military - Standard) สามารถกำหนดในการเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีได้วันละ 85 กล่อง ซึ่งจากการสอบถามในครั้งแรกกับทางโรงนม พบว่า มีการดำเนินการผลิตในเวลา 8.00 น. - 16.00 น. จึงได้ทำการออกแบบการเก็บข้อมูลครั้งละ 5 กล่องในทุกๆ 30 นาที แต่ในทางปฏิบัติจริงนั้นไม่สามารถเก็บข้อมูลในเวลา 8.00 น. และ 16.00 น. เพราะเป็นช่วงเวลาแรกและช่วงเวลาสุดท้ายของกระบวนการผลิต ทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างตารางบันทึกผลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

ตารางบันทึกผลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

วันที่... 23/12/2557

ผู้จดบันทึก... สัญทิพา... วรรณชาติ

เครื่องจักร 1 2

ชนิดของผลิตภัณฑ์นม นมโรงเรียน

หัวจ่าย A B

นมฟลูออไรด์

นมจืด

ลำดับ ที่	เวลา	ค่าที่วัดได้					\bar{X}	S	หมายเหตุ
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅			
1	8:25	203.4	203.6	203.5	203.6	203.3	203.48	0.13038	
2	8:55	204.0	203.8	203.6	203.9	203.6	203.78	0.17889	
3	9:25	203.7	203.5	203.9	203.7	203.9	203.74	0.16733	
4	9:55	203.3	203.1	203.6	203.5	203.2	203.34	0.20736	เปลี่ยนกระดาษ
5	10:25	203.8	203.7	203.4	203.1	203.9	203.58	0.32711	
6	10:55	203.0	202.7	203.3	203.1	202.9	203.00	0.22361	
7	11:25	202.8	203.1	203.2	203.3	203.1	203.10	0.18708	
8	11:55	202.9	202.6	203.4	203.3	202.9	203.02	0.32711	
9	12:25	203.4	202.8	203.1	202.8	202.5	202.92	0.34205	
10	12:55	203.2	202.7	202.5	203.4	202.8	202.92	0.37014	
11	13:25	202.0	203.0	202.6	202.8	201.9	202.46	0.48785	
12	13:55	202.5	202.4	202.8	202.1	202.3	202.42	0.25884	start เครื่องจักร
13	14:25	202.3	202.9	203.3	202.9	202.9	202.86	0.35777	
14	14:55	202.4	202.3	202.4	202.3	202.6	202.40	0.12247	
15	15:25	202.8	203.3	203.0	202.5	202.6	202.84	0.32094	stop เครื่องจักร

และจากการที่ไม่ได้ศึกษาถึงกระบวนการผลิตอย่างละเอียดรอบคอบ จึงทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ตามที่ตั้งไว้ ดังนั้นหากมีการผลิตในรูปแบบนี้อีกต่อไป ควรจะทำการเก็บข้อมูลครั้งละ 6 ตัวอย่างในทุกๆ 30 นาที

3. ทำการออกแบบใบบันทึกข้อมูล เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ในส่วนที่ 2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างตารางบันทึกผลรอยตำหนิและของเสียของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที
 ตารางบันทึกผลรอยตำหนิและของเสียของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

วันที่ ...15/01/2558

สายการผลิต

1

2

ผู้จัดบันทึก.....ศุภลักษณ์.....กระษานันต์การ

ช่วงเวลา ที่	จำนวนทั้งหมด (กล่อง)	ประเภทรอยตำหนิ			รวม	ของเสีย		รวม
		วันที่พิมพ์และ	หลุดติดไม่สนิท	ซังฟิล์มไม่สนิท		กล่องแตก	กล่องบวม	
1	4720	2	0	36	38	8	8	16
2	4337	0	5	18	23	0	8	8
3	7625	0	1	12	13	0	0	0
4	7669	0	5	24	29	0	2	2
5	6636	0	1	36	37	0	21	21
6	7397	0	0	18	18	12	2	14
7	7136	0	1	0	1	0	6	6
8	7731	1	3	24	28	0	4	4

*หมายเหตุ: ใน 1 ช่วงเวลา ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

3.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

1. ขั้นตอนการรับน้ำนมดิบ (Raw Milk Reception) ทางโรงนมยูเอชทีจะรับซื้อน้ำนมดิบมาจากสหกรณ์โคนมต่างๆ ประมาณวันละ 24 ตัน ซึ่งจะต้องถูกเก็บตัวอย่างไปตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ-เคมี และจุลินทรีย์ก่อน หลังจากนั้นน้ำนมดิบที่ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้จะถูกเก็บไว้ในถังเก็บน้ำนม 1 และ 2 โดยผ่านเพลททำความเย็น (cooling plate) เพื่อลดอุณหภูมิ น้ำนมดิบลงเหลือ 4-8 องศาเซลเซียส ก่อนนำเข้าสู่ขั้นตอนการผลิต

2. ขั้นตอนของการเทอร์มิไซด์เซชัน (Thermization process) น้ำนมดิบที่จะไหลเข้าสู่กระบวนการผลิตจะถูกนำไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเบื้องต้น โดยการเพิ่มอุณหภูมิไปที่ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที แล้วถูกทำให้เย็นลงอีกครั้งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยอาศัยหลักการแลกเปลี่ยนความร้อน ระหว่างน้ำร้อนกับน้ำเย็นที่เครื่อง Plate Heat Exchanger หลังจากนั้นน้ำนมจะถูกเก็บไว้ในถังพักที่ 3 และ 4 ก่อนเพื่อรอเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นตอนของการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและการโฮโมจีไนส์เซชัน (Heat treatment and Homogenization process) น้ำนมดิบที่ผ่านการเทอร์มิไซด์เซชันแล้วจะถูกนำเข้าสู่ขั้นตอนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส แล้วไหลเข้าสู่เครื่องโฮโมจีไนส์ เพื่อทำให้ขนาดอนุภาคของไขมันในน้ำนมมีขนาดเล็กลงและไม่เกิดการแยกชั้นกัน หลังจากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนอีกครั้งที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสและเพิ่มอุณหภูมิขึ้นเรื่อยๆ จนน้ำนมมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 133-137 องศาเซลเซียส แล้วจึงทำการลดอุณหภูมิลงเหลือเพียง 25 องศาเซลเซียส เพื่อเข้าสู่เครื่องบรรจุต่อไป

4. ขั้นตอนของการบรรจุ (Filling process) การบรรจุนมยูเอชทีนั้นจะทำการบรรจุที่สภาวะปลอดเชื้อ (Aseptic filling) ด้วยเครื่องบรรจุแบบอัตโนมัติ Tetra Pak ซึ่งทางโรงนมยูเอชทีมีด้วยกัน 2 เครื่อง คือ เครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2 และแต่ละเครื่องจักรจะประกอบไปด้วย 2 หัวจ่าย คือ หัวจ่าย A และหัวจ่าย B โดยทำการบรรจุลงกล่องภายใต้สภาวะปลอดเชื้อ (Aseptic zone)



รูปที่ 3.1 หัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของเครื่องจักรบรรจุผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีประเภทกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขั้นตอนบรรจุหีบห่อ (Packing process) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะถูกลำเลียงไปตามสายพานของแต่ละเครื่องจักร โดยกรณีที่ผลิตนมโรงเรียนและนมพลูออไรด์จะถูกบรรจุลงหีบห่อเลย แต่ในกรณีที่ผลิตนมจืดที่มีไว้สำหรับจัดจำหน่าย จะต้องถูกลำเลียงผ่านเครื่องติดหลอด (Straw Applicator) และเครื่องห่อพลาสติก (Multi Shrink) ก่อนจะถูกบรรจุลงหีบห่อต่อไป



รูปที่ 3.2 เครื่องติดหลอด

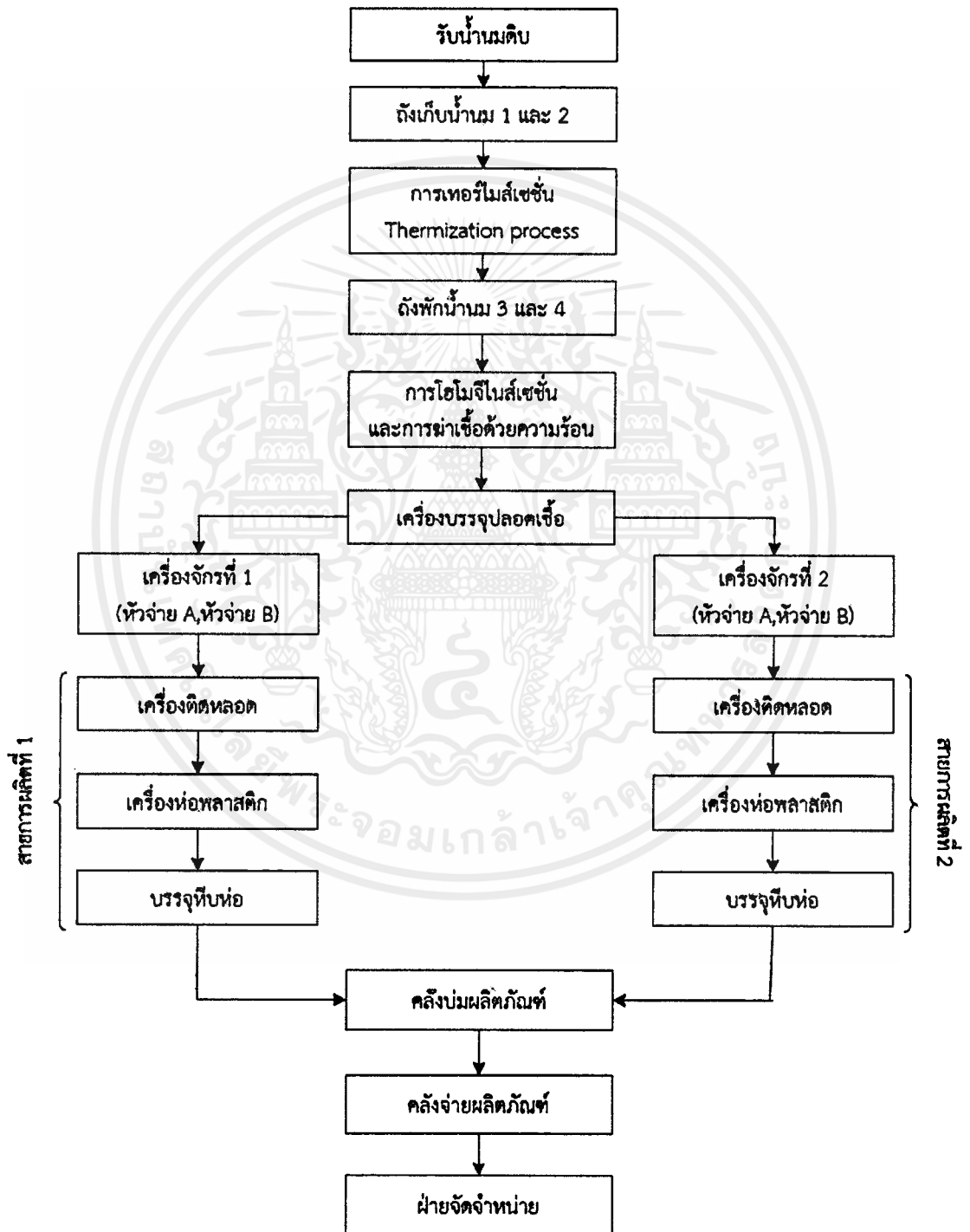


รูปที่ 3.3 เครื่องห่อพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ขั้นตอนการเก็บรักษา (Storage) ภายหลังจากผ่านขั้นตอนของการบรรจุผลิตภัณฑ์นมแล้ว ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจะต้องถูกขนย้ายเข้าสู่คลังบ่มผลิตภัณฑ์เป็นเวลาอย่างน้อย 7 วัน เพื่อที่จะได้ทำการตรวจสอบคุณภาพต่อไป

7. ขั้นตอนการขนส่งผลิตภัณฑ์ (Transportation) เมื่อมียอดสั่งซื้อ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว จะถูกขนย้ายไปยังสถานที่จัดจำหน่ายต่อไป



รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงขั้นตอนของกระบวนการผลิตนมยูเอชที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการติดต่อประสานงานกับทางโรงงานมยุเอชที เพื่อขอเข้าไปศึกษาดูงาน และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในฝ่ายผลิต
2. เก็บรวบรวมข้อมูลในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที โดยเริ่มทำการเก็บข้อมูลด้านน้ำหนัก ของเสีย และรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีตั้งแต่เดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนมีนาคม 2558
3. นำข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำมาทดสอบการแจกแจงแบบปกติ แล้วทำการสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งหาค่าความสามารถของกระบวนการผลิต และร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกขอบเขตเกณฑ์ที่กำหนด และนำข้อมูลจำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีมาทำการสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย และแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย
4. นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขในสินค้าล็อตถัดไป

3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่ทำการรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว สามารถนำข้อมูลมาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที จากเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลจำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีจากสายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2

ในการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 1 มีขั้นตอนดังนี้

1. ทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลน้ำหนักว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ โดยใช้ Anderson-Darling เป็นสถิติในการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ โดยแยกได้เป็น 2 กรณี คือ
 - กรณีที่ 1 หลังจากทำการทดสอบแล้ว พบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ
 - กรณีที่ 2 หลังจากทำการทดสอบแล้ว พบว่า ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ จะต้องทำการแปลงข้อมูล หรืออาศัยการทดลองของ Shewhart มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. สร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ได้แก่แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart)
3. คำนวณหาดัชนีความสามารถของกระบวนการ (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกขอบเขตเกณฑ์ที่กำหนดของข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 2 มีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ โดยที่นำข้อมูลจำนวนของเสียมาสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P-chart) และนำข้อมูลจำนวนรอยตำหนิ นั้นมาสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U-chart)

2. สร้างแผนผังพาเรโต เพื่อดูว่าสิ่งใดในกระบวนการผลิตนุญเอชที เป็นปัญหาที่ทำให้เกิดจำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิมากที่สุด

3. จากแผนผังพาเรโต นำประเภทของปัญหาที่ทำให้เกิดจำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิมากที่สุด นั้นนำมาสร้างแผนผังแสดงเหตุและผลเพื่อหาสาเหตุของปัญหาดังกล่าวต่อไป

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับข้อมูลตัวแปร ประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart)
- แผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart)

2. หาค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{pk})

3. ทาร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

4. แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับข้อมูลคุณภาพ ประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P-chart)
- แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วย (U-chart)

5. แผนผังพาเรโต

6. แผนผังแสดงเหตุและผล

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมไว้ จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 1 ข้อมูลน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที โดยทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล หลังจากนั้นจะใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต และร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดสำหรับในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 2 ข้อมูลจำนวนของเสีย และจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที จะใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P-chart) แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U-chart) แผนผังพาเรโต และแผนผังแสดงเหตุและผล

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น จะทำการเก็บรวบรวมตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2557 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2558 ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้น สามารถแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที จากเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2 จากการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในปัญหาพิเศษครั้งนี้ ได้ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 ชุดๆละ 2 วัน เพื่อให้ในแต่ละชุดข้อมูลนั้นมีข้อมูลมากกว่า 25 ข้อมูลขึ้นไป เมื่อนำมาพล็อตลงในแผนภูมิควบคุมคุณภาพ จะทำให้เห็นการเคลื่อนไหวของข้อมูลได้ดี จึงทำให้จัดชุดข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

เดือน-ปี	วันที่	ชุดที่	จำนวนข้อมูล
ธันวาคม 2557	23	1	31
	24		
มกราคม 2558	15	2	31
	16		
กุมภาพันธ์ 2558	2	3	31
	16		
มีนาคม 2558	18	4	34
	25		
	26	5	31
	27		

จากรูปที่ 4.42 พบว่าจุดที่ 1, 2, 3 และ 10 เป็นจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน ส่วนจุดที่ 6-8 และ 11-14 เป็นจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่าง ซึ่งถือว่าเป็นจุดที่ดีกว่าที่คาดหวังไว้ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้ และมีค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยเท่ากับ 0.00617

ดังนั้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลของเสียของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที จากทั้ง 2 สายการผลิต สามารถนำมาสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.19 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลของเสียของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีทั้ง 3 ชุดข้อมูล

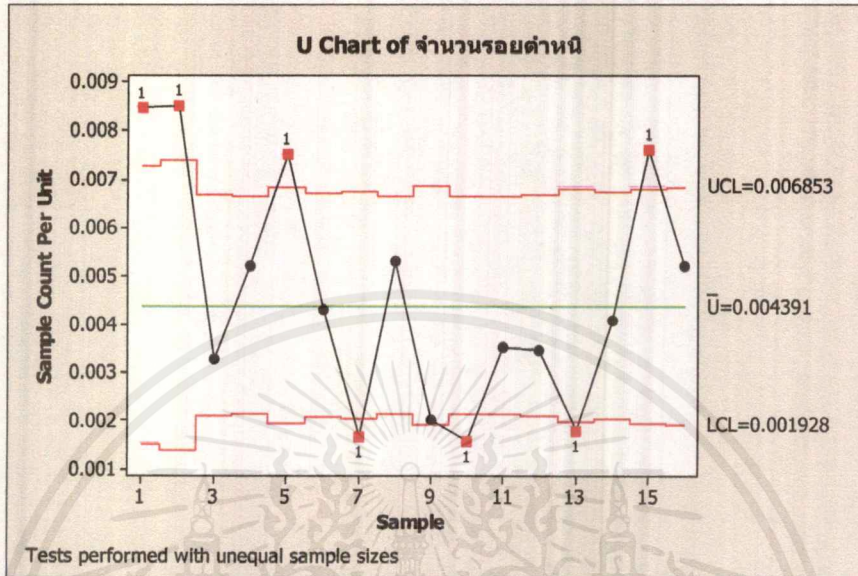
ข้อมูลชุด ที่	สายการผลิตที่	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย			
		ขนาดตัวอย่าง (n)	LCL	UCL	\bar{P}
1	1	6,514	0.000816	0.004816	0.002839
	2	6,021	0	0.002145	0.000952
2	1	7,308	0.000262	0.003164	0.001713
	2	7,610	0.000022	0.002428	0.001225
3	1	7,595	0.00102	0.00470	0.002860
	2	7,573	0.00347	0.00887	0.006170

จากตารางที่ 4.19 จะเห็นว่า ค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ย (\bar{P}) ของสายการผลิตที่ 1 ส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่าสายการผลิตที่ 2 ดังนั้นประสิทธิภาพของสายการผลิตที่ 2 น่าจะดีกว่าสายการผลิตที่ 1 แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ย (\bar{P}) ของสายการผลิตทั้ง 2 สายจะเห็นว่ามิต้าน้อยมากนั้นแสดงว่า จำนวนของเสียที่เกิดจากเครื่องตีตลอดและเครื่องห่อพลาสติกก็จะมีจำนวนน้อยเช่นกัน จึงถือได้ว่าเครื่องตีตลอดและเครื่องห่อพลาสติกของสายการผลิตทั้ง 1 และ 2 มีประสิทธิภาพด้วยกันทั้งคู่

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

4.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสายการผลิตที่ 1

4.4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558

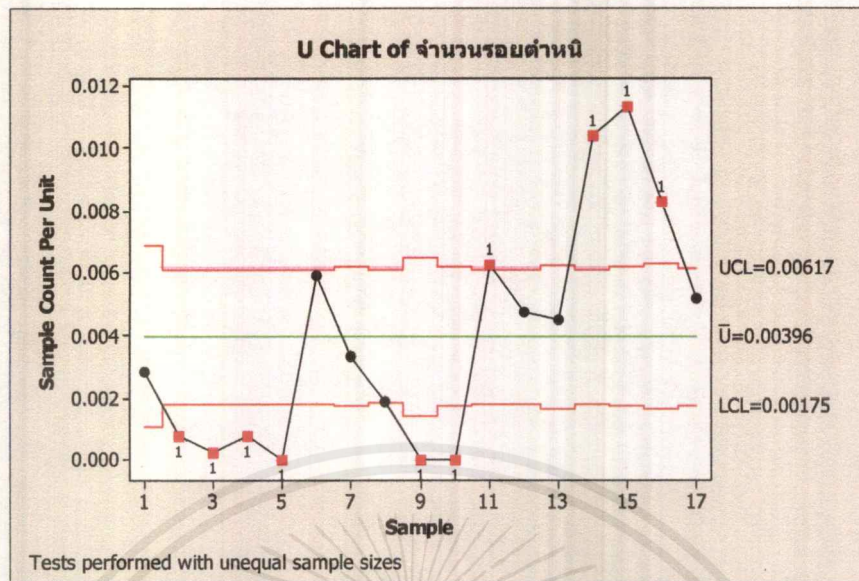


รูปที่ 4.43 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของสายการผลิตที่ 1 สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558

หมายเหตุ: ¹ หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

จากรูปที่ 4.43 พบว่าจุดที่ 1, 2, 5 และ 15 เป็นจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน ส่วนจุดที่ 7, 10 และ 13 เป็นจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่าง ซึ่งถือว่าเป็นจุดที่ดีกว่าที่คาดหวังไว้แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้ และมีจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยตรวจสอบเท่ากับ 0.004391

4.4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับวันที่ 18 และ 25 มีนาคม 2558

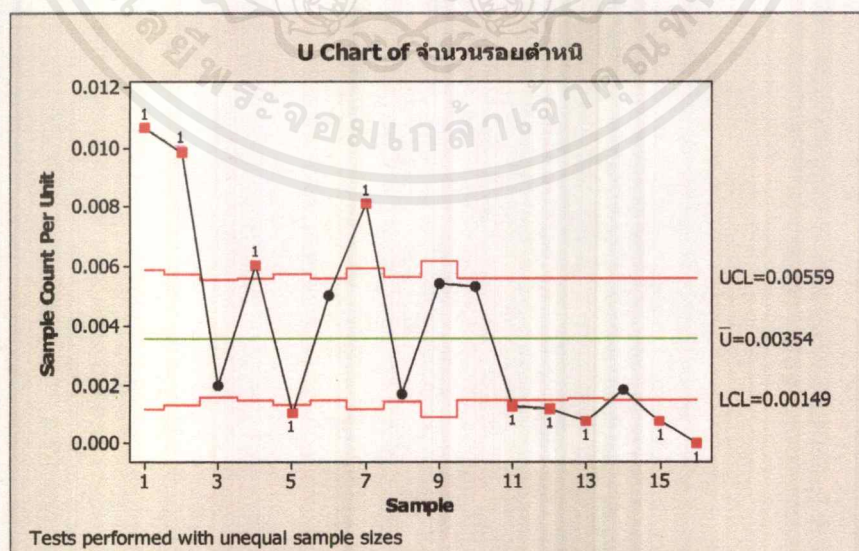


รูปที่ 4.44 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของสายการผลิตที่ 1 สำหรับวันที่ 18 และ 25 มีนาคม 2558

หมายเหตุ: ¹ หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

จากรูปที่ 4.44 พบว่าจุดที่ 11, 14, 15 และ 16 เป็นจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน ส่วนจุดที่ 2-5, 9 และ 10 เป็นจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่าง ซึ่งถือว่าเป็นจุดที่ดีกว่าที่คาดหวังไว้ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้ และมีจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบเท่ากับ 0.00396

4.4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับวันที่ 26 และ 27 มีนาคม 2558



รูปที่ 4.45 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของสายการผลิตที่ 1 สำหรับวันที่ 26 และ 27 มีนาคม 2558

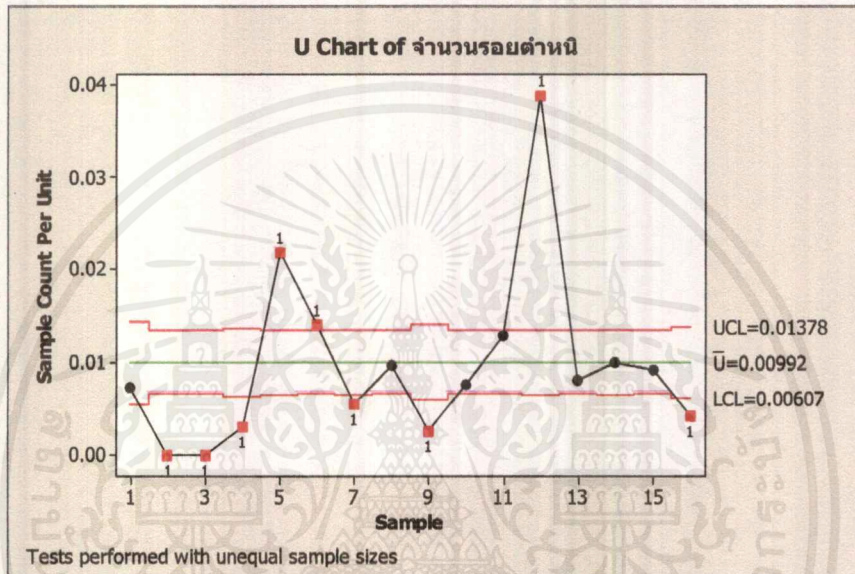
หมายเหตุ: ¹ หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.45 พบว่าจุดที่ 1, 2, 4 และ 7 เป็นจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน ส่วนจุดที่ 5, 11-13, 15 และ 16 เป็นจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่าง ซึ่งถือว่าเป็นจุดที่ดีกว่าที่คาดหวังไว้ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้ และมีจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบเท่ากับ 0.00354

4.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสายการผลิตที่ 2

4.4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558

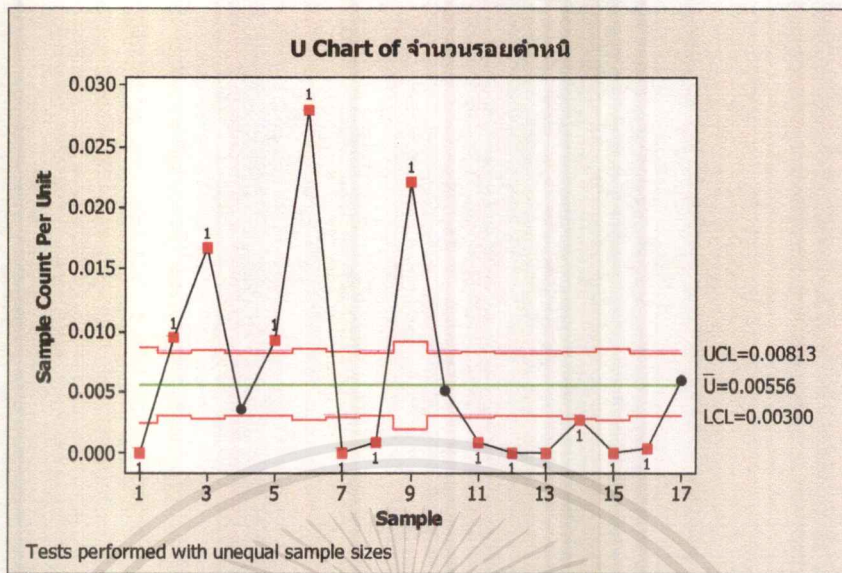


รูปที่ 4.46 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของสายการผลิตที่ 2 สำหรับวันที่ 15 และ 16 มกราคม 2558

หมายเหตุ: ■ หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

จากรูปที่ 4.46 พบว่าจุดที่ 5, 6 และ 12 ซึ่งเป็นจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน ส่วนจุดที่ 2-4, 7, 9 และ 16 เป็นจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่าง ซึ่งถือว่าเป็นจุดที่ดีกว่าที่คาดหวังไว้ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้ และมีจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบเท่ากับ 0.00992

4.4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับวันที่ 18 และ 25 มีนาคม 2558

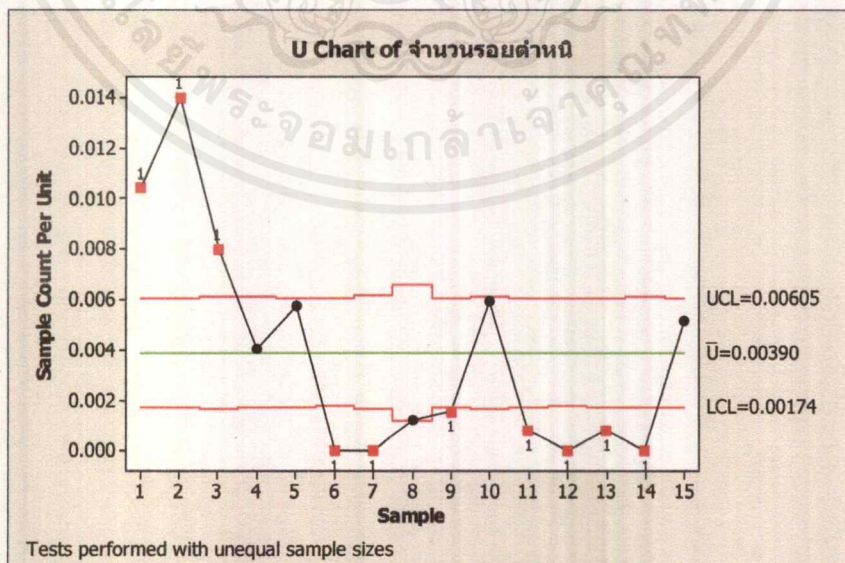


รูปที่ 4.47 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของสายการผลิตที่ 2 สำหรับวันที่ 18 และ 25 มีนาคม 2558

หมายเหตุ: ¹ หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

จากรูปที่ 4.47 พบว่าจุดที่ 2, 3, 5, 6 และ 9 เป็นจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน ส่วนจุดที่ 1, 7, 8 และ 11-16 เป็นจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่าง ซึ่งถือว่าเป็นจุดที่ดีกว่าที่คาดหวังไว้ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้ และมีจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบเท่ากับ 0.00556

4.4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับวันที่ 26 และ 27 มีนาคม 2558



รูปที่ 4.48 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของสายการผลิตที่ 2 สำหรับวันที่ 26 และ 27 มีนาคม 2558

หมายเหตุ: ¹ หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ภายในเท่านั้น เมื่อผู้ใช้เอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาตจากเจ้าของเอกสารจะถือว่าผิดกฎหมาย ผู้ที่ฝ่าฝืนจะมีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการคุ้มครองสิทธิบัตร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.48 พบว่าจุดที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งเป็นจุดตกรอกขีดจำกัดควบคุมบน ส่วนจุดที่ 6, 7, 9 และ 11-14 เป็นจุดตกรอกขีดจำกัดควบคุมล่าง ซึ่งถือว่าเป็นจุดที่ดีกว่าที่คาดหวังไว้ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้ และมีจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบเท่ากับ 0.00390

ดังนั้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที จากทั้ง 2 สายการผลิต สามารถนำมาสรุปผลวิเคราะห์ของข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.20 ค่าขีดจำกัดควบคุมของข้อมูลจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีทั้ง 3 ชุดข้อมูล

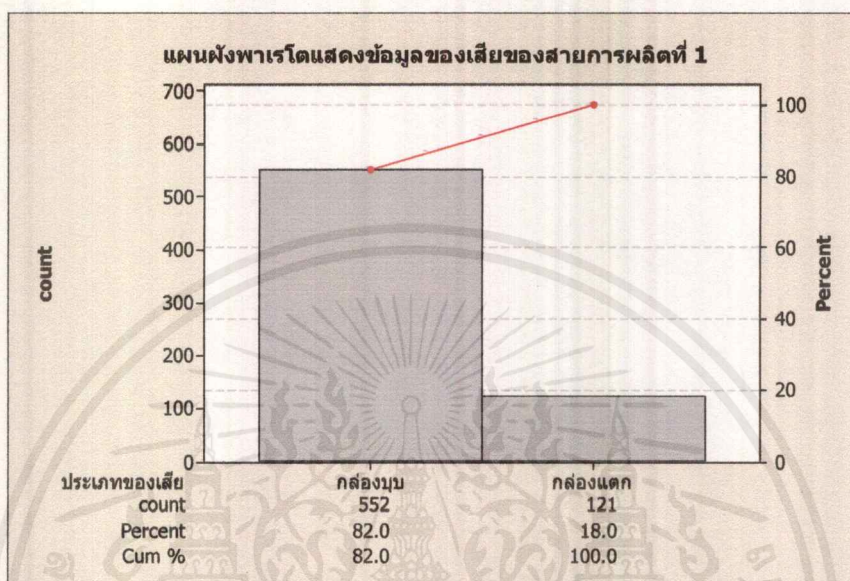
ข้อมูลชุดที่	สายการผลิตที่	แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย			
		ขนาดตัวอย่าง (n)	LCL	UCL	\bar{U}
1	1	6,514	0.001928	0.006853	0.004391
	2	6,021	0.00607	0.01378	0.00992
2	1	7,308	0.00175	0.00617	0.00396
	2	7,610	0.00300	0.00813	0.00556
3	1	7,595	0.00149	0.00559	0.00354
	2	7,573	0.00174	0.00605	0.00390

จากตารางที่ 4.20 จะเห็นว่า จำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบ (\bar{U}) ของสายการผลิตที่ 1 จะมีค่าน้อยกว่าสายการผลิตที่ 2 ดังนั้นประสิทธิภาพของสายการผลิตที่ 1 น่าจะดีกว่าสายการผลิตที่ 2 แต่เมื่อพิจารณาถึงจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบ (\bar{U}) ของสายการผลิตทั้ง 2 สายจะเห็นว่ามิต่างกันไม่มากนัก นั่นแสดงว่า จำนวนรอยตำหนิที่เกิดจากเครื่องตีดหลอดและเครื่องห่อพลาสติกก็จะมีจำนวนน้อยเช่นกัน จึงถือได้ว่าเครื่องตีดหลอดและเครื่องห่อพลาสติกของสายการผลิตทั้ง 1 และ 2 มีประสิทธิภาพด้วยกันทั้งคู่

4.5 ผลการวิเคราะห์แผนผังพาเรโตจำนวนของเสียของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

4.5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสายการผลิตที่ 1

จากจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในสายการผลิตที่ 1 เมื่อนำมาแยกประเภทของเสียด้วยแผนผังพาเรโตจะได้ดังรูปต่อไปนี้

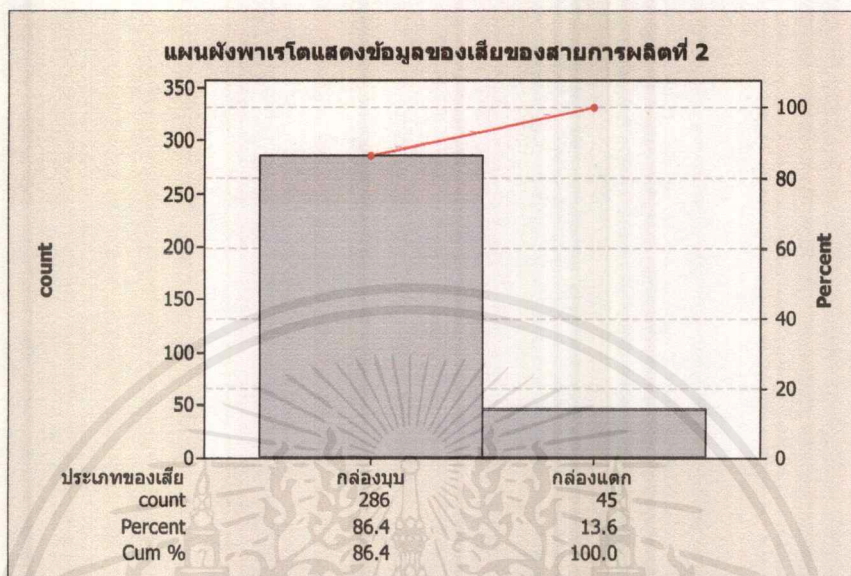


รูปที่ 4.49 จำนวนของเสีย เปอร์เซ็นต์ของเสีย และเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนของเสียที่เกิดจากสาเหตุกล่องบวมและกล่องแตกของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีของสายการผลิตที่ 1

จากรูปที่ 4.49 แสดงจำนวนของเสีย เปอร์เซ็นต์ของเสีย และเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนของเสียที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีในสายการผลิตที่ 1 พบว่า สาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ กล่องบวม มีจำนวน 552 กล่อง คิดเป็นร้อยละ 82.0 รองลงมาคือ กล่องแตก มีจำนวน 121 กล่อง คิดเป็นร้อยละ 18.0

4.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสายการผลิตที่ 2

จากจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในสายการผลิตที่ 2 เมื่อนำมาแยกประเภทของเสียด้วยแผนผังพาเรโตจะได้ดังรูปต่อไปนี้



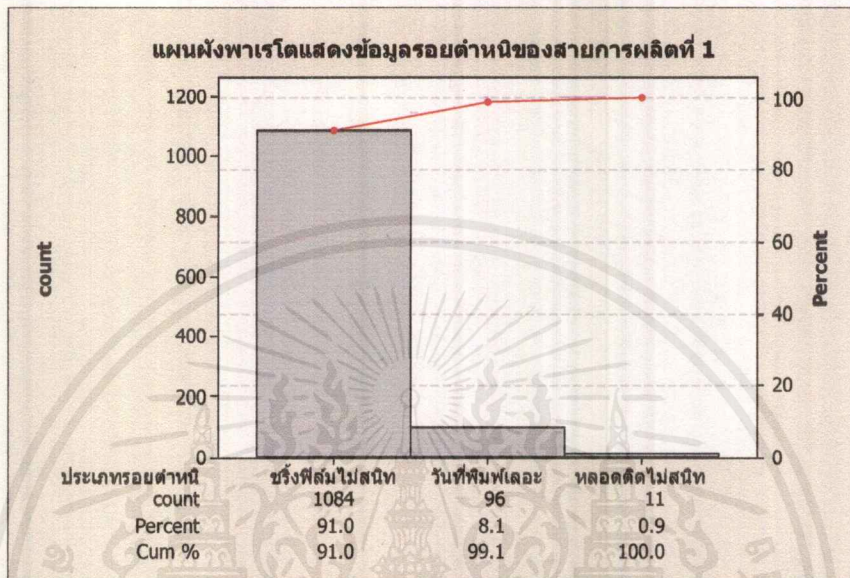
รูปที่ 4.50 จำนวนของเสีย เปอร์เซ็นต์ของเสีย และเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนของเสียที่เกิดจากสาเหตุกล่องบวมและกล่องแตกของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีของสายการผลิตที่ 2

จากรูปที่ 4.50 แสดงจำนวนของเสีย เปอร์เซ็นต์ของเสีย และเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนของเสียที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีในสายการผลิตที่ 2 พบว่า สาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ กล่องบวม มีจำนวน 286 กล่อง คิดเป็นร้อยละ 86.4 รองลงมาคือ กล่องแตก มีจำนวน 45 กล่อง คิดเป็นร้อยละ 13.6

4.6 ผลการวิเคราะห์แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

4.6.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสายการผลิตที่ 1

จากจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในสายการผลิตที่ 1 เมื่อนำมาแยกประเภทของเสียด้วยแผนผังพาเรโตจะได้ดังรูปต่อไปนี้

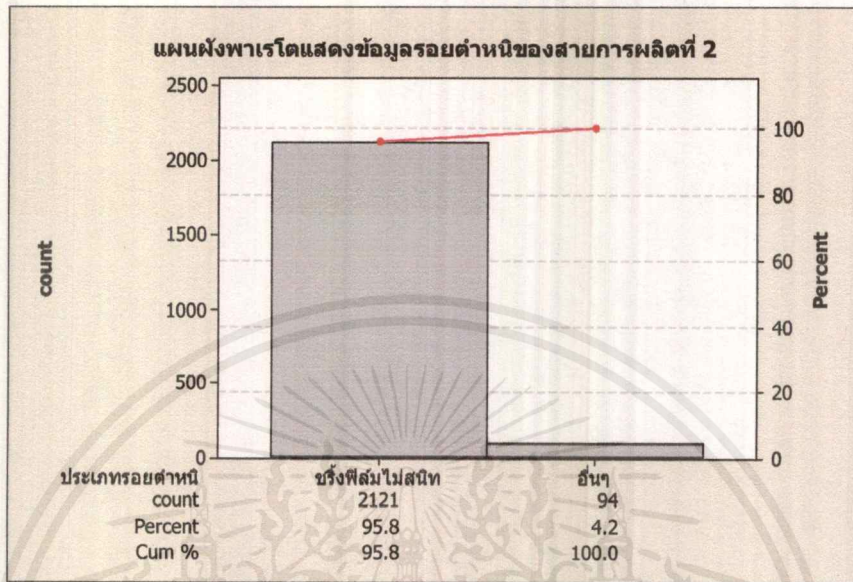


รูปที่ 4.51 จำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย เปอร์เซ็นต์ของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยและเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีของสายการผลิตที่ 1

จากรูปที่ 4.51 แสดงจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย เปอร์เซ็นต์ของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยและเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีสายการผลิตที่ 1 พบว่าสาเหตุของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ขริงฟิล์มไม่สนิท มีจำนวน 1084 กล่อง คิดเป็นร้อยละ 91.0 รองลงมาคือ วันที่พิมพ์เลอะ มีจำนวน 96 กล่อง คิดเป็นร้อยละ 8.1 และหลุดติดไม่สนิท มีจำนวน 11 กล่อง คิดเป็นร้อยละ 9 ตามลำดับ

4.6.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสายการผลิตที่ 2

จากจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในสายการผลิตที่ 2 เมื่อนำมาแยกประเภทของเสีย ด้วยแผนผังพาเรโตจะได้ดังรูปต่อไปนี้



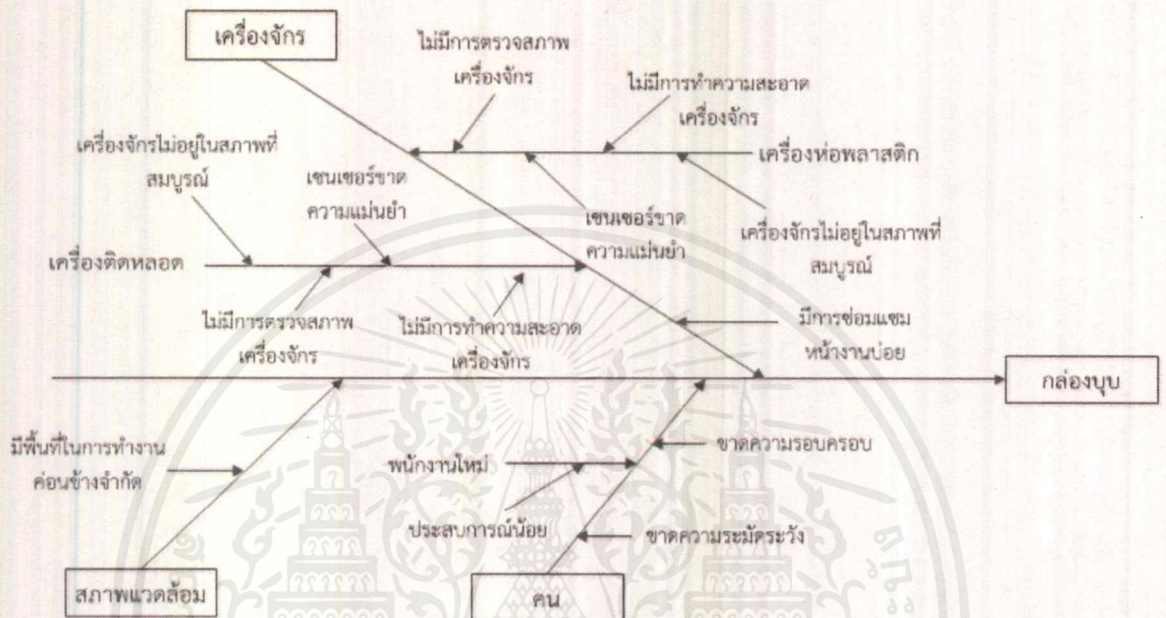
รูปที่ 4.52 จำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย เปอร์เซ็นต์ของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยและเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีของสายการผลิตที่ 2

จากรูปที่ 4.52 แสดงจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย เปอร์เซ็นต์ของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย และเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีของสายการผลิตที่ 2 พบว่าสาเหตุของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ขรุ้งฟิล์มไม่สนิท มีจำนวน 2,121 กล่อง คิดเป็นร้อยละ 95.8 รองลงมาคือ วันที่พิมพ์เลอะ และหลอดติดไม่สนิท มีจำนวน 94 กล่อง คิดเป็นร้อยละ 4.2

4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแผนผังแสดงเหตุและผลของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

4.7.1 แผนผังแสดงเหตุและผลของของเสียจากกระบวนการผลิต

จากผลการวิเคราะห์แผนผังพาเรโตจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นทั้ง 2 สายการผลิต จะพบว่า สาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ กล่องบุง ซึ่งสามารถนำมาสร้างแผนผังแสดงเหตุและผลของสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียประเภทกล่องบุงได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.53 แผนผังแสดงเหตุและผลเนื่องมาจากสาเหตุกล่องบุง

จากรูปที่ 4.53 แผนผังแสดงเหตุและผลเนื่องมาจากสาเหตุกล่องบุง จะพบได้ว่าปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดกล่องบุง มี 3 ปัจจัยหลัก ดังนี้

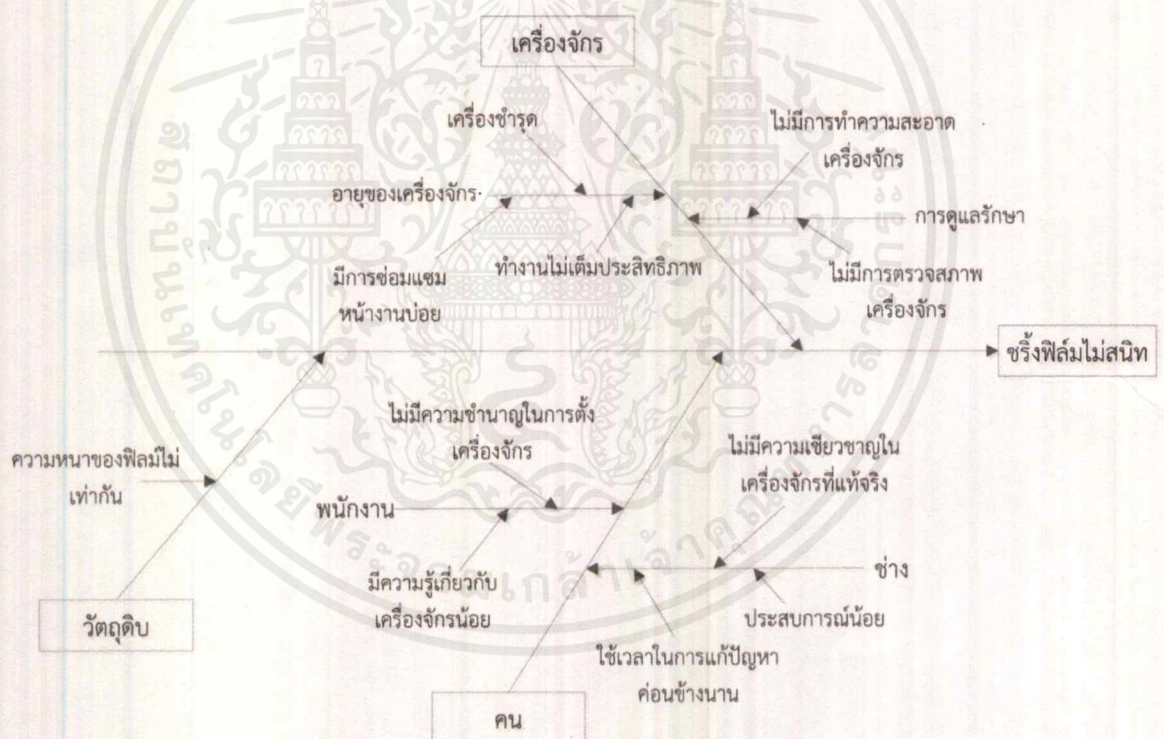
1. เครื่องจักร เนื่องมาจาก

- เครื่องติดหลอด
 - เซนเซอร์ขาดความแม่นยำ
 - เครื่องจักรไม่อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์
 - ไม่มีการตรวจสภาพเครื่องจักร
 - ไม่มีการทำความสะอาดเครื่องจักร
- เครื่องท่อพลาสติก
 - เซนเซอร์ขาดความแม่นยำ
 - เครื่องจักรไม่อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์
 - ไม่มีการตรวจสภาพเครื่องจักร
 - ไม่มีการทำความสะอาดเครื่องจักร
- มีการซ่อมแซมหน้างานบ่อย

2. คนงาน เนื่องจาก
 - พนักงานใหม่มีประสบการณ์น้อย
 - ขาดความรอบครอบ
 - ขาดความระมัดระวัง
3. สภาพแวดล้อม เนื่องจาก
 - มีพื้นที่ในการทำงานค่อนข้างจำกัด

4.7.2 แผนผังแสดงเหตุและผลของรอยตำหนิจากกระบวนการผลิต

จากผลการวิเคราะห์แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยทั้ง 2 สายการผลิต จะพบว่า สาเหตุของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ชริงฟิล์มไม่สนิท ซึ่งสามารถนำมาสร้างแผนผังแสดงเหตุและผลของสาเหตุที่ทำให้เกิดรอยตำหนิต่อหน่วย ประเภทการชริงฟิล์มไม่สนิทได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.54 แผนผังแสดงเหตุและผลเนื่องมาจากสาเหตุการชริงฟิล์มไม่สนิท

จากรูปที่ 4.54 แผนผังแสดงเหตุและผลเนื่องมาจากสาเหตุการชริงฟิล์มไม่สนิทจะพบได้ว่า ปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหาที่ทำให้ปิดผนึกไม่สนิท มี 3 ปัจจัยหลัก ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เครื่องจักร เนื่องมาจาก
 - อายุของเครื่องจักรที่ค่อนข้างมาก เครื่องจักรจึงเกิดการชำรุดและทำให้การทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพจึงทำให้มีการซ่อมแซมหน้างานบ่อยเพื่อให้เครื่องจักรดำเนินกระบวนการผลิตต่อไปได้
 - การดูแลรักษา ไม่มีการตรวจสอบสภาพและทำความสะอาดเครื่องจักร
2. คนงาน เนื่องมาจาก
 - พนักงาน
 - ไม่มีความชำนาญในการตั้งค่าของเครื่องจักร
 - มีความรู้เกี่ยวกับเครื่องจักรน้อย
 - พนักงานช่าง
 - ไม่มีความเชี่ยวชาญในเครื่องจักรที่แท้จริง
 - ใช้เวลาในการแก้ปัญหาค่อนข้างนาน
 - ประสบการณ์น้อย
3. วัตถุดิบ เนื่องจาก
 - ความหนาของฟิล์มไม่เท่ากัน

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีของโรงนมยูเอชที จากข้อมูลน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที ข้อมูลจำนวนของเสียและข้อมูลจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่

- การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ในเครื่องจักรที่ 1
- การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ในเครื่องจักรที่ 2
- การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2
- การเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในสายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2
- การเปรียบเทียบจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยตรวจสอบที่เกิดขึ้นในสายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2

โดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย แผนผังพาเรโต และแผนผังแสดงเหตุและผล ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำมาสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ในเครื่องจักรที่ 1

ทางโรงนมยูเอชที ได้กำหนดปริมาตรน้ำนมไว้ที่ 202 – 204 มิลลิลิตรต่อกล่อง จากการศึกษาพบว่า เครื่องจักรที่ 1 จะให้ค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B จะมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ค่า C_{pk} ของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ส่วนใหญ่น้อยกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดเป็นจำนวนมาก ดังนั้น หัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของเครื่องจักรที่ 1 จะมีประสิทธิภาพพอๆ กัน แต่เมื่อเปลี่ยนเกณฑ์ที่กำหนดเป็นปริมาตรของน้ำนมจะต้องไม่น้อยกว่า 202 มิลลิลิตรต่อกล่อง จะพบว่าค่า C_{pk} ของเครื่องจักรที่ 1 ทั้งหัวจ่าย A และ B จะมีค่ามากกว่า 1 และไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัด เมื่อเปลี่ยนเกณฑ์ที่กำหนดเป็นปริมาตรของน้ำนม 202 – 206 มิลลิลิตรต่อกล่อง จะพบว่า ค่า C_{pk} ของเครื่องจักรที่ 1 หัวจ่าย A ส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่า 1 และไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัด ส่วนหัวจ่าย B จะมีค่า C_{pk} ส่วนใหญ่ก็มีค่ามากกว่าหรือเข้าใกล้ 1 แต่ยังมีค่า C_{pk} ตีลบ และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัด และเมื่อเปลี่ยนเกณฑ์ที่กำหนดเป็นปริมาตรของน้ำนม 202 – 207 มิลลิลิตรต่อกล่อง จะพบว่าค่า C_{pk} ของเครื่องจักรที่ 1 ทั้งหัวจ่าย A และ B จะมีค่ามากกว่า 1 และไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัด ดังนั้น สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ทั้งหัวจ่าย A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ B สามารถเปลี่ยนเกณฑ์ที่กำหนดของโรงงานเพียงด้านเดียวเป็น ปริมาตรของน้ำนมจะต้องไม่น้อยกว่า 202 มิลลิลิตรต่อกล่อง และเกณฑ์ที่กำหนดของโรงงานสองด้านเป็น 202 – 207 มิลลิลิตรต่อกล่องถือเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมกับประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ 1 ที่ทำการแยกวิเคราะห์เป็นหัวจ่าย A และ B

5.1.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ในเครื่องจักรที่ 2

ทางโรงงานมยูเอชที ได้กำหนดปริมาตรน้ำนมไว้ที่ 202 – 204 มิลลิลิตรต่อกล่อง จากการศึกษาพบว่า เครื่องจักรที่ 2 จะให้ค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B จะมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ค่า C_{pk} ของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ส่วนใหญ่มากกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ดี และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดเป็นจำนวนน้อย ดังนั้น หัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของเครื่องจักรที่ 2 จะมีประสิทธิภาพพอๆกัน แต่เมื่อเปลี่ยนเกณฑ์ที่กำหนดเป็นปริมาตรของน้ำนมจะต้องไม่น้อยกว่า 202 มิลลิลิตรต่อกล่อง จะพบว่าค่า C_{pk} ของเครื่องจักรที่ 2 ทั้งหัวจ่าย A และ B จะมีค่ามากกว่า 1 และไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัด เมื่อเปลี่ยนเกณฑ์ที่กำหนดเป็นปริมาตรของน้ำนม 202 – 206 มิลลิลิตรต่อกล่องจะพบว่า ค่า C_{pk} ของเครื่องจักรที่ 2 ทั้งหัวจ่าย A และ B จะมีค่ามากกว่า 1 และไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดและเมื่อเปลี่ยนเกณฑ์ที่กำหนดเป็นปริมาตรของน้ำนม 202 – 207 มิลลิลิตรต่อกล่อง จะพบว่าค่า C_{pk} ของเครื่องจักรที่ 2 ทั้งหัวจ่าย A และ B จะมีค่ามากกว่า 1 และไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัด ดังนั้น สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ทั้งหัวจ่าย A และ B สามารถเปลี่ยนเกณฑ์ที่กำหนดของโรงงานเพียงด้านเดียวเป็น ปริมาตรของน้ำนมจะต้องไม่น้อยกว่า 202 มิลลิลิตรต่อกล่อง และเกณฑ์ที่กำหนดของโรงงานสองด้านเป็น 202 – 206 มิลลิลิตรต่อกล่องถือเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมกับประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ 2 ที่ทำการแยกวิเคราะห์เป็นหัวจ่าย A และ B

5.1.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2

ทางโรงงานมยูเอชที ได้กำหนดปริมาตรน้ำนมไว้ที่ 202 – 204 มิลลิลิตรต่อกล่อง จากการศึกษาพบว่า ค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2 จะมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ค่า C_{pk} ของเครื่องจักรที่ 2 ส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่าเครื่องจักรที่ 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้าของเครื่องจักรที่ 2 ดีกว่าเครื่องจักรที่ 1 แต่เมื่อเปลี่ยนเกณฑ์ที่กำหนดเป็นปริมาตรของน้ำนมจะต้องไม่น้อยกว่า 202 มิลลิลิตรต่อกล่อง จะพบว่าค่า C_{pk} ของเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2 จะมีค่ามากกว่า 1 และมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดอยู่เพียงชุดเดียว คือข้อมูลชุดที่ 1 ของเครื่องจักรที่ 1 เมื่อเปลี่ยนเกณฑ์ที่กำหนดเป็นปริมาตรของน้ำนม 202 – 206 มิลลิลิตรต่อกล่องจะพบว่า ค่า C_{pk} ของเครื่องจักรที่ 1 ส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่า 1 และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดเพียงเล็กน้อยส่วน

เครื่องจักรที่ 2 จะมีค่า C_{pk} มากกว่า 1 และไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัด และเมื่อเปลี่ยนเกณฑ์ที่กำหนดเป็นปริมาตรของน้ำนม 202 – 207 มิลลิลิตรต่อกล่อง จะพบว่าค่า C_{pk} ของเครื่องจักรที่ 1 ส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่า 1 และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดเพียงเล็กน้อย ส่วนเครื่องจักรที่ 2 จะมีค่า C_{pk} มากกว่า 1 และไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัด ดังนั้น สำหรับเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2 สามารถเปลี่ยนเกณฑ์ที่กำหนดของโรงงานสองด้านเป็น 202 – 207 มิลลิลิตรต่อกล่องถือเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมกับประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 2

5.1.4 การเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในสายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียในกระบวนการบรรจุทั้ง 2 สายการผลิต พบว่า ค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ย (\bar{P}) ของสายการผลิตที่ 1 ส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่าสายการผลิตที่ 2 แต่ค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ย (\bar{P}) ของสายการผลิตทั้ง 2 สายมีค่าน้อยมาก แสดงว่า จำนวนของเสียที่เกิดจากเครื่องตีตลอดและเครื่องทอพลาสติกก็จะมีจำนวนน้อยเช่นกัน จึงถือได้ว่าเครื่องตีตลอดและเครื่องทอพลาสติกของสายการผลิตทั้ง 1 และ 2 มีประสิทธิภาพด้วยกันทั้งคู่จากจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในสายการผลิตที่ 1 และ 2 เมื่อนำมาแยกประเภทของเสียด้วยแผนผังพาเรโต จะพบว่า สาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ กล่องบุง และเมื่อนำสาเหตุของการเกิดปัญหาที่ทำให้เกิดกล่องบุงด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล จะพบว่า มีปัจจัยหลักคือ เครื่องตีตลอด เครื่องทอพลาสติก คนงาน และสภาพแวดล้อม

5.1.5 การเปรียบเทียบจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยตรวจสอบที่เกิดขึ้นในสายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยในกระบวนการบรรจุทั้ง 2 สายการผลิต พบว่า จำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยตรวจสอบ (\bar{U}) ของสายการผลิตที่ 1 จะมีค่าน้อยกว่าสายการผลิตที่ 2 แต่จำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยตรวจสอบ (\bar{U}) ของสายการผลิตทั้ง 2 สายมีค่าน้อยมาก แสดงว่า จำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยตรวจสอบที่เกิดจากเครื่องตีตลอดและเครื่องทอพลาสติกก็จะมีจำนวนน้อยเช่นกัน จึงถือได้ว่าเครื่องตีตลอดและเครื่องทอพลาสติกของสายการผลิตทั้ง 1 และ 2 มีประสิทธิภาพด้วยกันทั้งคู่จากจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดขึ้นในสายการผลิตที่ 1 และ 2 เมื่อนำมาแยกประเภทของเสียด้วยแผนผังพาเรโต จะพบว่า สาเหตุของรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ชริงฟิล์มไม่สนิท และเมื่อนำสาเหตุของการเกิดปัญหาที่ทำให้เกิดการชริงฟิล์มไม่สนิทด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล จะพบว่า มีปัจจัยหลักคือ เครื่องจักร คนงาน และวัตถุดิบ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1.ระบบการผลิตและเครื่องจักรพบปัญหาค่อนข้างบ่อย ทำให้ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลมีจำนวนน้อย

2.ขาดความรอบคอบของคณะผู้จัดทำในการวางแผนการเก็บข้อมูล

5.3 ข้อเสนอแนะ

1.การศึกษาเกี่ยวกับแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ถ้ามีจำนวนข้อมูลมากกว่านี้จะทำให้มองเห็นลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในโรงงานที่ชัดเจนมากขึ้น

2.ทางโรงงานควรมีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพมาช่วยในการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพราะจะทำให้ทราบถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น และสามารถแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงที



บรรณานุกรม

- กรมทรัพย์สินทางปัญญา และคณะ. 2554. การควบคุมคุณภาพการผลิตแร่คของไฟฟ้าอาบ
สังกะสี ของห้างหุ้นส่วน จำกัด ยูตี โลหะกิจ. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ,
คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2551. หลักการควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพฯ :
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- จรรุวรรณ อริยะพัฒนพานิชย์ และคณะ. 2546. การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์นมของ
บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์,
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จุฬามาศ มุขธรรม และคณะ. 2554. การควบคุมคุณภาพการบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยว
และซอสของบริษัทไทยเบตเตอร์ฟู้ดส์ จำกัด. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ,
คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชูใจ คูหารัตนไชย. 2557. เอกสารประกอบการเรียนวิชาสถิติควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพฯ :
สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- มนตรี สังข์ทอง. 2557. หลักสถิติ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- มินตรา เรื่องรัศมีโรจน์ และคณะ. 2551. การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สมันไพรอภัยภูเบศร
ของมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ,
คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ฤดี มาสุจันท์. 2550. การควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพฯ : แผนกตำรา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศุภชัย นาทะพันธ์. 2551. การควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สายชล สีนสมบูรณ์ทอง. 2554. การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติและวิศวกรรม. กรุงเทพฯ :
จามจุรีโปรดักท์.
- Dale H. Besterfield. 2004. Quality Control. 7th edition. New Jersey :
Pearson Prentice.
- E. L. Grant and R. S. Leavenworth. 1996. Statistical Quality Control. Boston :
McGraw-Hill.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก ตารางแสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุม

Number of Observations In Sample, n	Chart for Averages			Chart for Standard Deviations					Chart for Raftiges				
	Factors for Control Limits			Factors for Control Limits					Factors for Central Line				
	A	A ₂	A ₃	C ₄	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	d ₂	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
2	2.121	1.880	2.659	0.798	0	1.843	0	3.267	1.128	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.886	0	1.858	0	2.568	1.693	0	4.358	0	2.575
4	1.500	0.729	1.628	0.921	0	1.808	0	2.266	2.059	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.940	0	1.756	0	2.089	2.326	0	4.918	0	2.115
6	1.225	0.483	1.287	0.952	0.026	1.711	0.030	1.970	2.534	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.959	0.105	1.672	0.118	1.882	2.704	0.205	5.203	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.965	0.167	1.638	0.185	1.815	2.847	0.387	5.307	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.969	0.219	1.609	0.239	1.761	2.970	0.546	5.394	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.973	0.262	1.584	0.284	1.716	3.078	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.975	0.299	1.561	0.321	1.679	3.173	0.812	5.534	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.977	0.331	1.541	0.354	1.646	3.258	0.924	5.592	0.284	1.716
13	0.832	0.249	0.850	0.979	0.359	1.523	0.382	1.618	3.336	1.026	5.646	0.308	1.692
14	0.802	0.235	0.817	0.981	0.384	1.507	0.406	1.594	3.407	1.121	5.693	0.329	1.671
15	0.775	0.223	0.789	0.982	0.406	1.492	0.428	1.572	3.472	1.207	5.737	0.348	1.652
16	0.750	0.212	0.763	0.984	0.427	1.478	0.448	1.552	3.532	1.285	5.779	0.364	1.636
17	0.728	0.203	0.739	0.985	0.445	1.465	0.466	1.534	3.588	1.359	5.817	0.379	1.621
18	0.707	0.194	0.718	0.985	0.461	1.454	0.482	1.518	3.640	1.426	5.854	0.392	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.986	0.477	1.443	0.497	1.503	3.689	1.490	5.888	0.404	1.596
20	0.671	0.180	0.680	0.987	0.491	1.433	0.510	1.490	3.735	1.548	5.922	0.414	1.586
21	0.655	0.173	0.663	0.988	0.504	1.424	0.523	1.477	3.778	1.606	5.950	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.988	0.516	1.415	0.534	1.466	3.819	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.989	0.527	1.407	0.545	1.455	3.858	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.989	0.538	1.399	0.555	1.445	3.895	1.759	6.031	0.452	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.990	0.548	1.392	0.565	1.435	3.931	1.804	6.058	0.459	1.541

ตาราง ข พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.5'	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
-3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
-3.3'	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
-3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
-3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
-2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
-0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน (ต่อ)

Z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค ตารางแสดงค่า Significance point ของ Anderson-Darling

- Case 1: The mean μ and the variance σ^2 are both known.
- Case 2: The variance σ^2 is known, but the mean μ is unknown.
- Case 3: The mean μ is known, but the variance σ^2 is unknown.
- Case 4: Both the mean μ and the variance σ^2 are unknown.

Significance	Case 1	Case 2*	Case 3	Case 4
15%	1.610	?	?	0.576
10%	1.933	0.908	1.760	0.656
5%	2.492	1.105	2.323	0.787
2.5%	3.070	1.304	2.904	0.918
1%	3.857	1.573	3.690	1.092

(*) For the case 2, the values are for the asymptotic distribution.

ตัวอย่างการคำนวณค่า AD ของข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

จากตัวอย่างการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลน้ำหนักนมยูเอชที ในหัวข้อที่ 4.1 มีลักษณะวิธีการคำนวณดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลของน้ำหนักน้ำนม

ลำดับที่	น้ำหนักเฉลี่ย	ลำดับที่	น้ำหนักเฉลี่ย
1	203.4	17	203.0
2	204.0	18	202.6
3	203.7	19	203.9
4	203.3	20	203.6
5	203.8	.	.
6	203.0	.	.
7	202.8	.	.
8	202.9	.	.
9	203.4	.	.
10	203.2	.	.
11	202.0	150	203.0
12	202.5	151	202.7
13	202.3	152	202.5
14	202.4	153	202.4
15	202.8	154	202.5
16	202.1	155	202.7

วิธีทำ สมมติฐานในการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลน้ำหนักที่มีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลน้ำหนักที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

หาค่าเฉลี่ย \bar{X} และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{203.4 + 204 + \dots + 202.7}{155} \\ &= 203.0535\end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S = \sqrt{\frac{(203.4 - 203.0535)^2 + (204 - 203.0535)^2 + \dots + (202.7 - 203.0535)^2}{155 - 1}}$$

$$= 0.5289$$

เมื่อได้ค่า $\bar{X} = 203.0535$ และ $S = 0.5289$ จึงปรับให้เป็นค่า $Z = \frac{X_i - 203.0535}{0.5289}$

ตัวอย่างการคำนวณค่า u_i และ u_i จะคิดคำนวณในทำนองเดียวกัน

$$u_i = P(X_1 \leq 201.9) = P\left(Z_1 \leq \frac{201.9 - 203.0535}{0.5289}\right)$$

$$= P(Z_1 \leq -2.0189) = P(Z_1 \geq 2.0189)$$

$$= 0.0146$$

ตารางที่ 2 การหาค่า $u_i : i = 1, 2, \dots, 155$ ของตัวอย่างการคำนวณ AD ของน้ำหนัก

(i)	x_i	$Z = \frac{X_i - 203.0535}{0.5289}$	$u_i = F_0(x_i)$	$\ln u_i$
1	201.9	-2.1809	0.0146	-4.2272
2	202	-1.9919	0.0232	-3.7639
3	202	-1.9919	0.0232	-3.7639
4	202.1	-1.8028	0.0357	-3.3323
5	202.1	-1.8028	0.0357	-3.3323
6	202.2	-1.6137	0.0533	-2.9319
7	202.2	-1.6137	0.0533	-2.9319
8	202.2	-1.6137	0.0533	-2.9319
9	202.3	-1.4247	0.0771	-2.5623
10	202.3	-1.4247	0.0771	-2.5623
.
.
.
153	204.1	1.9786	0.9761	-0.0242
154	204.7	3.1131	0.9991	-0.0009
155	204.9	3.4912	0.9998	-0.0002

ตารางที่ 3 การคำนวณค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการคำนวณค่า AD ของตัวอย่างการคำนวณ AD ของข้อมูล
น้ำหนัก

(i)	u_{n+i}	$1-u_{n+i}$	$\ln(1-u_{n+i})$	$(2i-1)[\ln u_i + \ln(1-u_{n+i})]$
1	u_{155}	0.0002	-8.5172	-12.7443
2	u_{154}	0.0009	-7.0131	-32.3311
3	u_{153}	0.0239	-3.7339	-37.4890
4	u_{152}	0.0368	-3.3023	-46.4421
5	u_{151}	0.0368	-3.3023	-59.7112
6	u_{150}	0.0368	-3.3023	-68.5762
7	u_{149}	0.0547	-2.9059	-75.8919
8	u_{148}	0.0547	-2.9059	-87.5675
9	u_{147}	0.0547	-2.9059	-92.9590
10	u_{146}	0.0547	-2.9059	-103.8953
.
.
.
153	u_3	0.9768	-0.0235	-14.5463
154	u_2	0.9768	-0.0235	-7.4907
155	u_1	0.9854	-0.0147	-4.6190
รวม				-24120.0142

สถิติที่ใช้ทดสอบคือ

$$\begin{aligned}
 AD &= -155 - \frac{1}{155} \sum_{i=1}^{155} (2i-1)[\ln u_i + \ln(1-u_{n+i})] \\
 &= -155 - \frac{1}{155} (-24120.0142) \\
 &= 0.6129
 \end{aligned}$$

จากตาราง ค ในภาคผนวก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 Significance point = 0.787 เนื่องจาก
AD ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าของ Significance point

ดังนั้น จึงยอมรับ H_0 นั่นคือ ข้อมูลน้ำหนักมีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

จากตัวอย่างการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของข้อมูลน้ำหนักนมยูเอชที ในหัวข้อที่ 4.2.1.1 มีวิธีการคำนวณดังนี้

ลำดับที่	เวลา	ค่าที่วัดได้					\bar{X}	s	หมายเหตุ
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅			
1	8:25	203.4	203.6	203.5	203.6	203.3	203.5	0.13038	start เครื่องจักร
2	8:55	204.0	203.8	203.6	203.9	203.6	203.8	0.17889	
3	9:25	203.7	203.5	203.9	203.7	203.9	203.7	0.16733	
4	9:55	203.3	203.1	203.6	203.5	203.2	203.3	0.20736	
5	10:25	203.8	203.7	203.4	203.1	203.9	203.6	0.32711	
6	10:55	203.0	202.7	203.3	203.1	202.9	203.0	0.22361	
7	11:25	202.8	203.1	203.2	203.3	203.1	203.1	0.18708	
8	11:55	202.9	202.6	203.4	203.3	202.9	203.0	0.32711	
9	12:25	203.4	202.8	203.1	202.8	202.5	202.9	0.34205	
10	12:55	203.2	202.7	202.5	203.4	202.8	202.9	0.37014	
11	13:25	202.0	203.0	202.6	202.8	201.9	202.5	0.48785	
12	13:55	202.5	202.4	202.8	202.1	202.3	202.4	0.25884	start เครื่องจักร
13	14:25	202.3	202.9	203.3	202.9	202.9	202.9	0.35777	
14	14:55	202.4	202.3	202.4	202.3	202.6	202.4	0.12247	
15	15:25	202.8	203.3	203.0	202.5	202.6	202.8	0.32094	
16	8:35	202.1	202.2	203.0	202.2	203.0	202.5	0.45826	start เครื่องจักร
17	9:05	203.0	202.7	202.8	202.7	202.8	202.8	0.12247	
18	9:35	202.6	202.0	202.5	202.9	202.9	202.6	0.37014	
19	10:05	203.9	203.8	203.7	204.0	204.1	203.9	0.15811	
20	10:35	203.6	203.6	203.5	203.7	203.2	203.5	0.19235	
21	11:05	202.9	203.3	203.1	203.3	203.4	203.2	0.20000	
22	11:35	203.2	203.2	203.6	203.2	203.3	203.3	0.17321	
23	12:05	202.9	203.3	203.3	203.5	203.5	203.3	0.24495	
24	12:35	202.9	202.9	203.1	202.9	202.8	202.9	0.10954	
25	13:05	203.9	204.0	204.9	204.7	203.9	204.3	0.48166	ต้นหน้าเครื่อง
26	13:55	203.2	203.0	203.2	203.1	203.0	203.1	0.10000	
27	14:25	203.0	202.9	203.0	203.1	202.7	202.9	0.15166	
28	14:55	202.2	202.4	202.6	202.4	202.5	202.4	0.14832	
29	15:25	202.6	202.4	202.7	202.9	202.4	202.6	0.21213	
30	15:55	202.6	202.7	202.6	202.7	202.5	202.6	0.08367	
31	16:25	203.0	202.8	202.8	202.8	202.7	202.8	0.10954	

วิธีทำ

1. คำนวณค่า $\bar{\bar{X}}$ และ \bar{S}

$$\begin{aligned}\bar{\bar{X}} &= \frac{\sum_{i=1}^m \bar{X}_i}{m} = \frac{203.5 + 203.8 + 203.7 + \dots + 202.6 + 202.8}{31} \\ &= 203.054\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{S} &= \frac{\sum_{i=1}^m \bar{S}_i}{m} = \frac{0.13038 + 0.17889 + 0.16733 + \dots + 0.08367 + 0.10954}{31} \\ &= 0.2363\end{aligned}$$

2. คำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

ขีดจำกัดควบคุมบน ($UCL_{\bar{X}}$)

$$\begin{aligned}UCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S} \\ &= 203.054 + 1.427(0.2363) \\ &= 203.391\end{aligned}$$

(เปิด A_3 ได้จากการเปิดตาราง k ในภาคผนวก)ขีดจำกัดควบคุมล่าง ($LCL_{\bar{X}}$)

$$\begin{aligned}LCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S} \\ &= 203.054 - 1.427(0.2363) \\ &= 202.716\end{aligned}$$

(เปิด A_3 ได้จากการเปิดตาราง k ในภาคผนวก)

3. คำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL_S)

$$\begin{aligned}UCL_S &= B_4 \bar{S} \\ &= 2.089(0.2363) \\ &= 0.4936\end{aligned}$$

(เปิด B_4 ได้จากการเปิดตาราง k ในภาคผนวก)

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL_S)

$$\begin{aligned} LCL_S &= B_3 \bar{S} \\ &= 0(0.2363) \\ &= 0 \end{aligned}$$

(เปิด B_3 ได้จากการเปิดตาราง ก ในภาคผนวก)

เมื่อคำนวณค่าต่างๆ เรียบร้อยแล้วก็จะนำค่าไปพล็อตลงในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ดังรูปที่ 4.13 ซึ่งจะเห็นว่ามียุคตกนอกขีดจำกัดควบคุม เราจึงได้ทำการปรับปรุงแผนภูมิควบคุม โดยจะตัดจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมและสามารถระบุสาเหตุได้ออกซึ่งได้แก่จุดที่ 1, 12, 16 และ 25 แล้วทำการคำนวณหาเส้นพิภักควบคุมใหม่ ดังนี้

คำนวณหาค่า $\bar{\bar{X}}$

$$\begin{aligned} \bar{\bar{X}} &= \frac{\sum_{i=1}^m \bar{X}_i - \bar{X}_d}{m - m_d} \\ &= \frac{6294.660 - 203.5 - 203.1 - 202.5 - 203.5}{31 - 4} \\ &= 203.039 \end{aligned}$$

ขีดจำกัดควบคุมบนใหม่ ($UCL_{\bar{X}}$) จะได้

$$\begin{aligned} UCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S} \\ &= 203.039 + 1.427(0.2363) \\ &= 203.344 \end{aligned}$$

(เปิด A_3 ได้จากการเปิดตาราง ก ในภาคผนวก)

ขีดจำกัดควบคุมล่างใหม่ ($LCL_{\bar{X}}$) จะได้

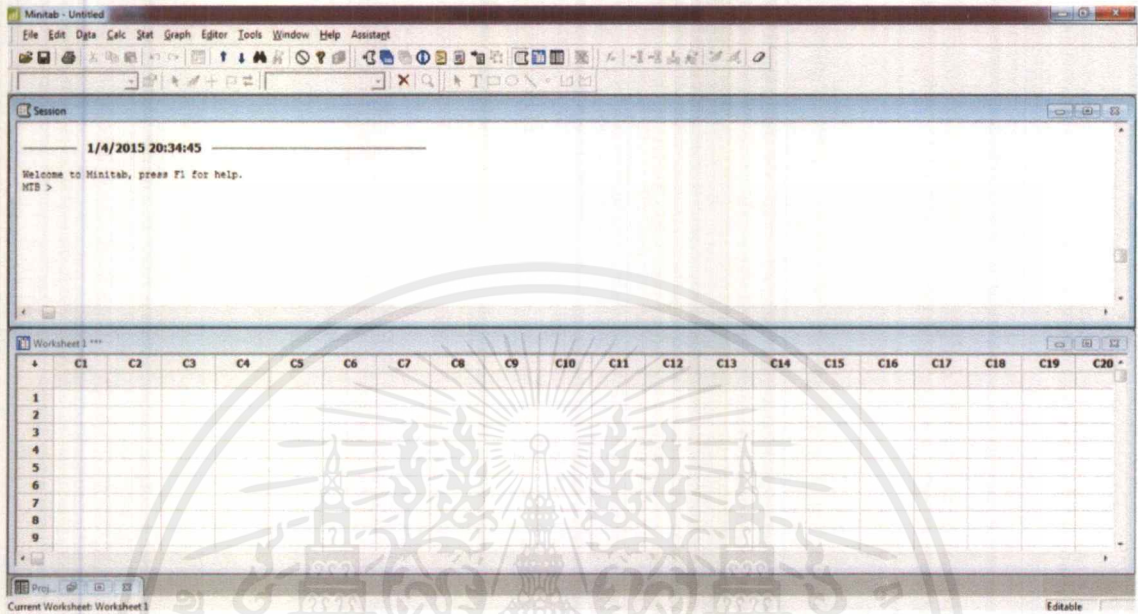
$$\begin{aligned} LCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S} \\ &= 203.039 - 1.427(0.2363) \\ &= 202.720 \end{aligned}$$

(เปิด A_3 ได้จากการเปิดตาราง ก ในภาคผนวก)

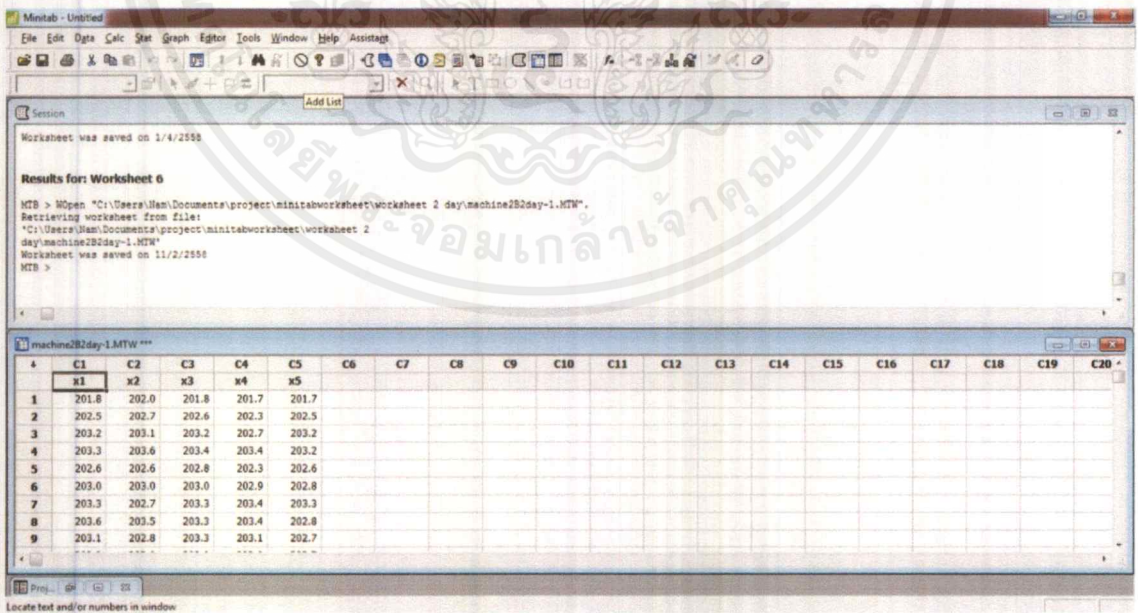
ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Minitab

การสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (\bar{X} - S Chart)

1. ทำการเปิดโปรแกรม Minitab จะได้หน้าต่างดังต่อไปนี้



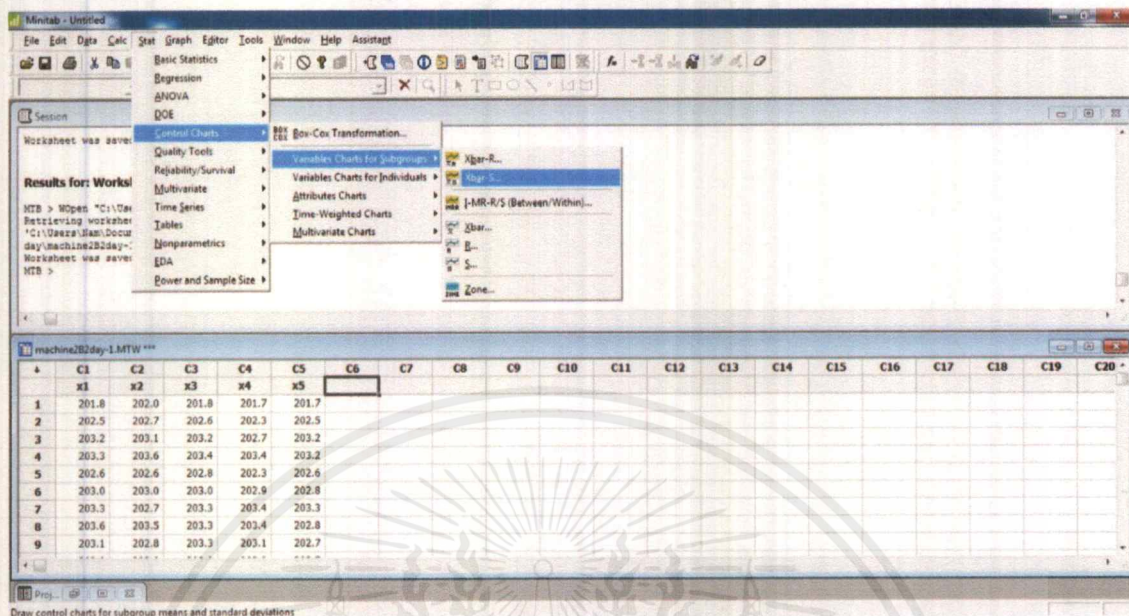
2. ทำการกรอกข้อมูลลงไปในหน้าต่าง Worksheet



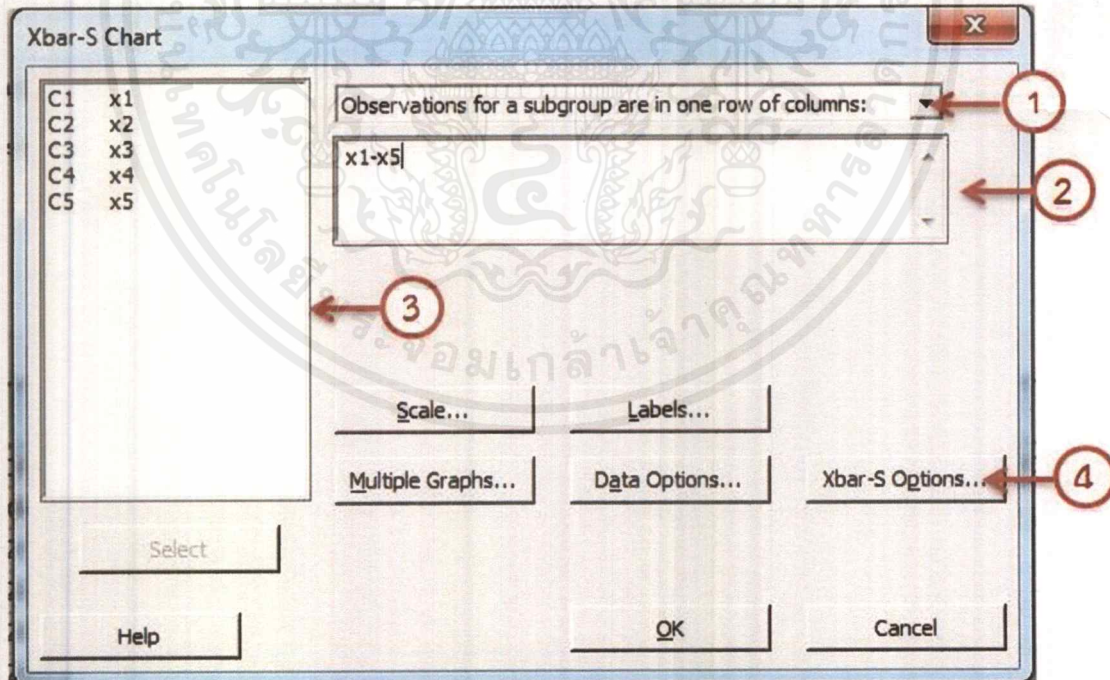
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการ Run โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง

Stat->Control Chart->Variables Chart for Subgroups->Xbar-S



4. โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างของ Xbar-S Chart ขึ้นมา



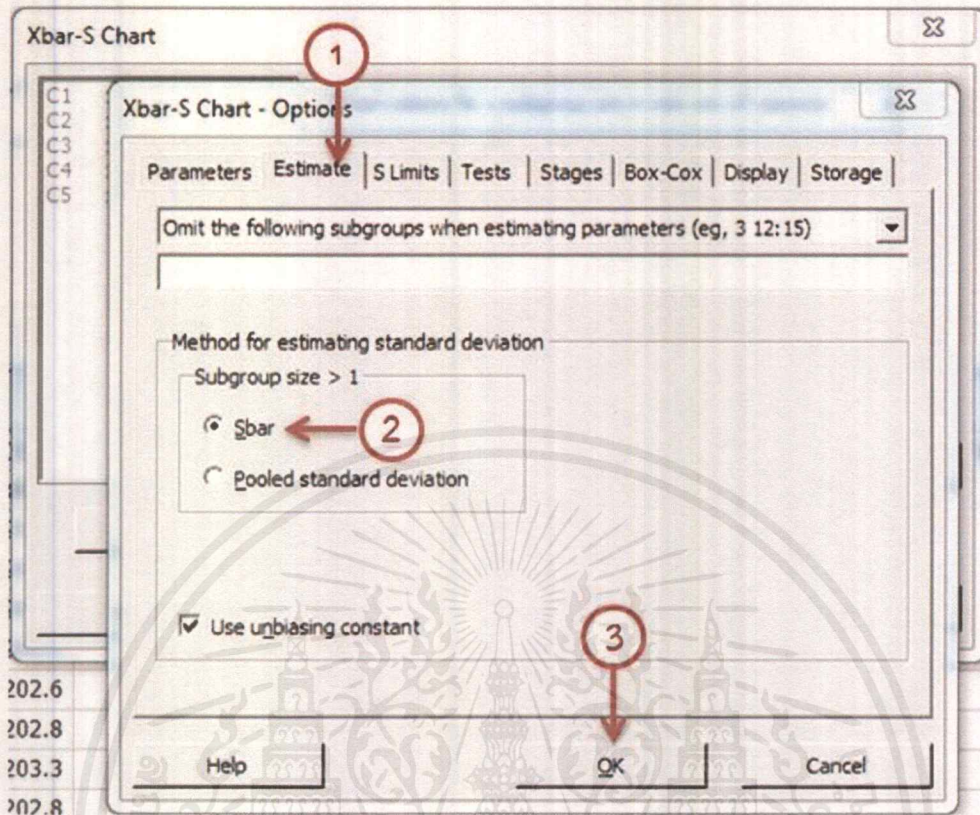
4.1) คลิกที่หมายเลข 1 เลือก Observations for a subgroup are in one row of columns

4.2) นำเมาส์คลิกในช่องหมายเลข 2 จะปรากฏตัวแปรในช่องหมายเลข 3

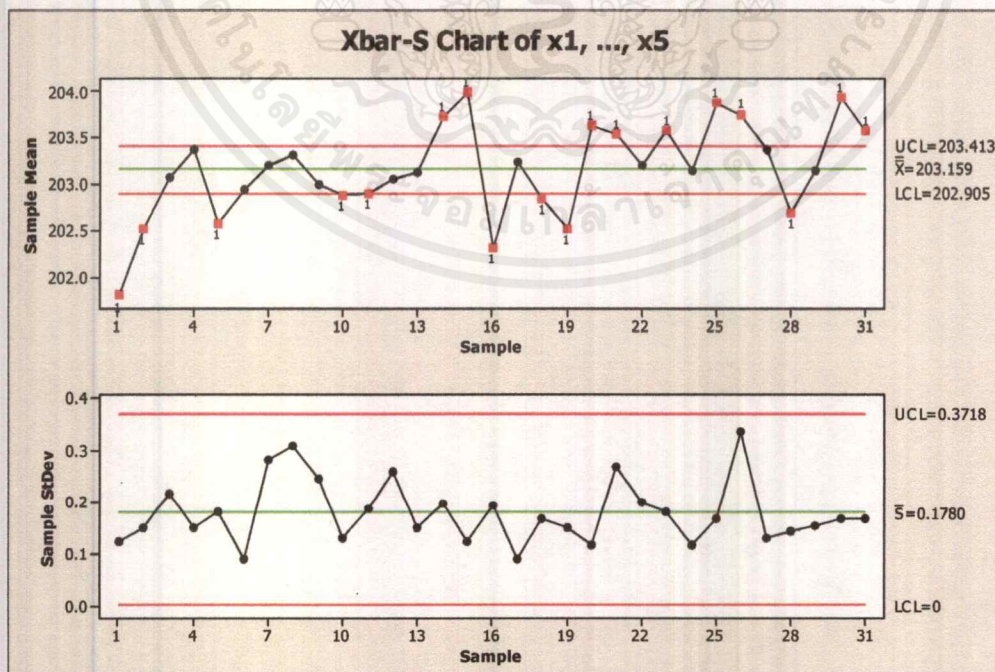
4.3) ทำการเลือกตัวแปรในช่องหมายเลข 3 กด Select ตัวแปรจะไปปรากฏในช่องที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4) คลิกที่หมายเลข 4 จะปรากฏหน้าต่างดังภาพ



4.5) คลิกที่หมายเลข 1 (Estimate) คลิกเลือกหมายเลข 2 (Sbar) แล้วจึงคลิกหมายเลข 3 (OK) และคลิก OK อีกครั้งหนึ่งจะได้ผลแสดงดังภาพ



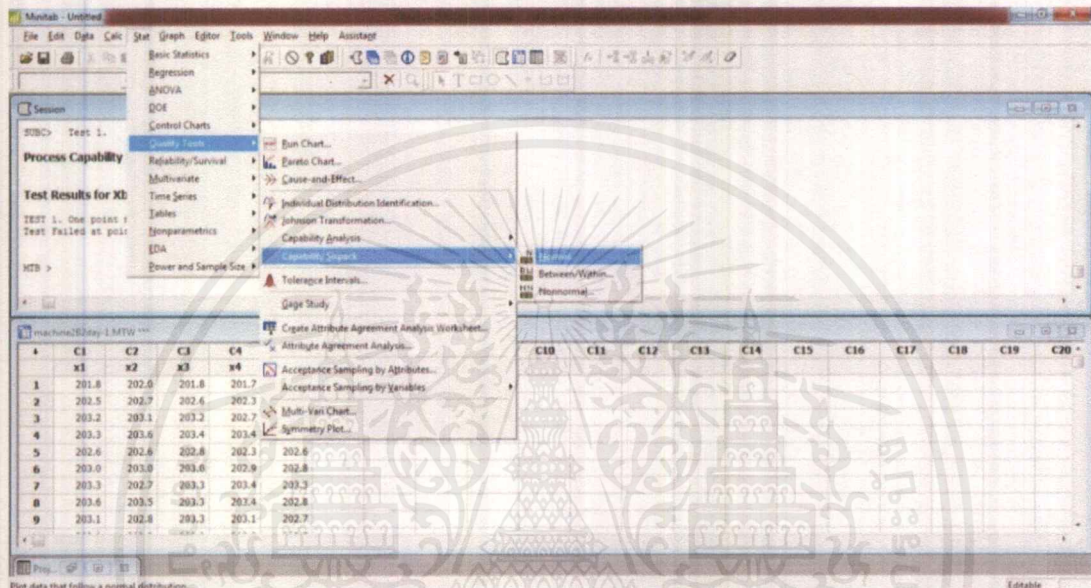
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ Run โปรแกรมข้างต้นเป็นการ Run โปรแกรมอย่างง่าย ซึ่งยังมีอีกคำสั่งหนึ่งที่สามารถ Run ผลออกมาได้ในทำนองเดียวกัน แต่สามารถหาค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และ หาร้อยละของข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดจากคำสั่งต่อไปนี้

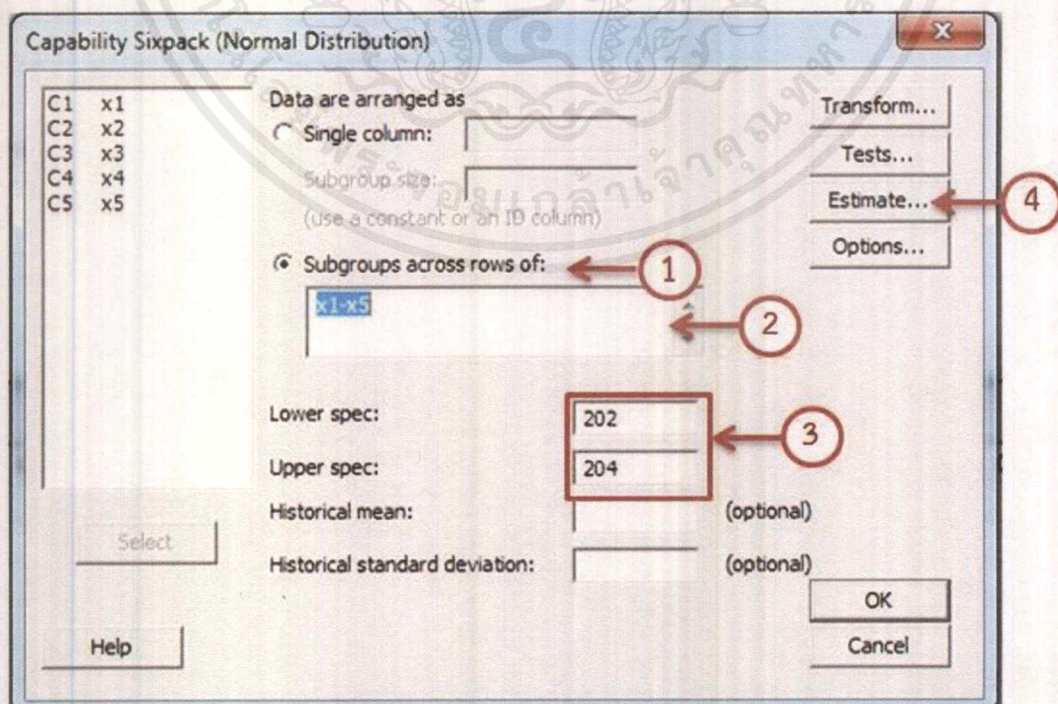
หลังจากทำการเปิดโปรแกรม และกรอกข้อมูลลงไปตั้งข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว

1.ทำการ Run โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง

Stat -> Quality tools -> Capability Sixpack -> Normal

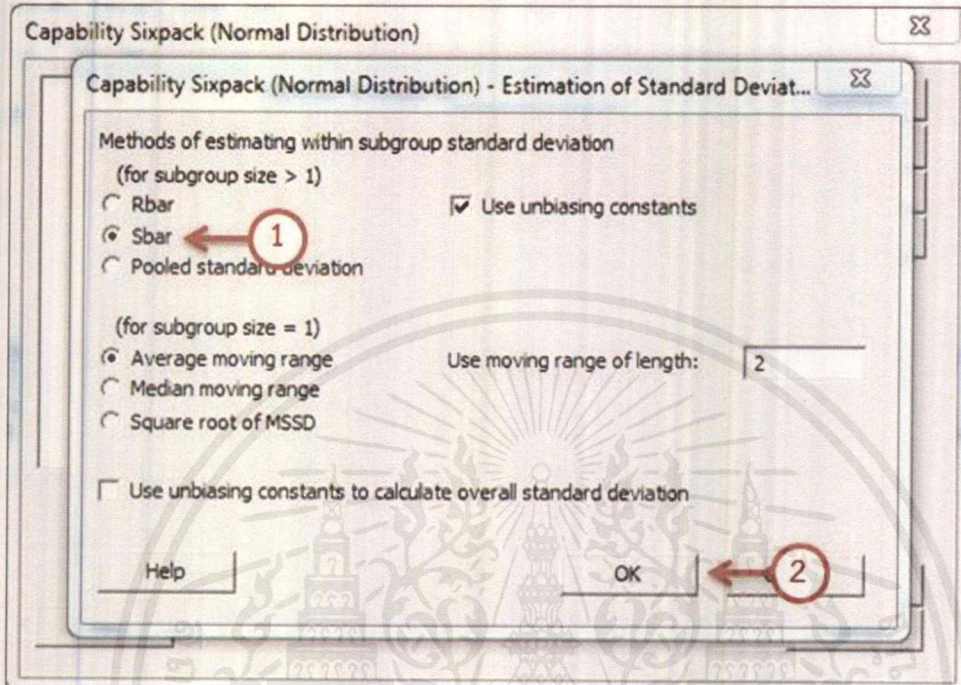


2.โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง Capability Sixpack (Normal Distribution) ขึ้นมา

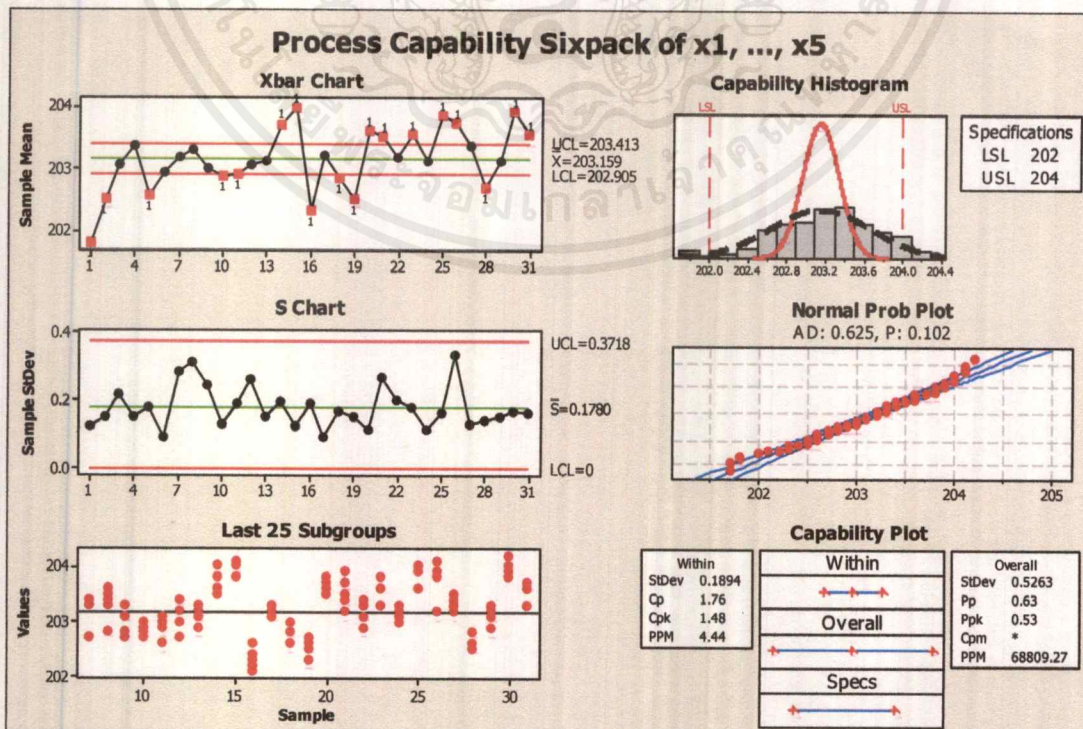


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.1) ให้เลือกตรงหมายเลข 1 (Subgroup across rows of)
- 2.2) ให้คลิกที่ช่องหมายเลข 2 และทำการเลือกตัวแปรมาใส่
- 2.3) ใส่ค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ทางโรงงานได้กำหนดในช่องหมายเลข 3
- 2.4) คลิกที่หมายเลข 4 (Estimate...) จะได้นหน้าต่างดังภาพ



- 2.5) คลิกที่หมายเลข 1 (Sbar) คลิกที่หมายเลข 2 (OK) และกด OK อีกครั้ง จะแสดงผลผังการ Run ของข้อมูลได้ดังรูปต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P-chart)

1. ทำการเปิดโปรแกรม Minitab และกรอกข้อมูลลงใน Worksheet

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21
7	จำนวนทั้งหมด	จำนวนของเสีย	จำนวนของเสีย																		
8	7136	1	12																		
9	7731	28	41																		
10	6474	13	13																		
11	7669	0	12																		
12	7655	15	27																		
13	7469	15	26																		
14	6732	0	12																		
15	7099	18	29																		
16	6691	39	51																		
17	6514	24	34																		
18																					

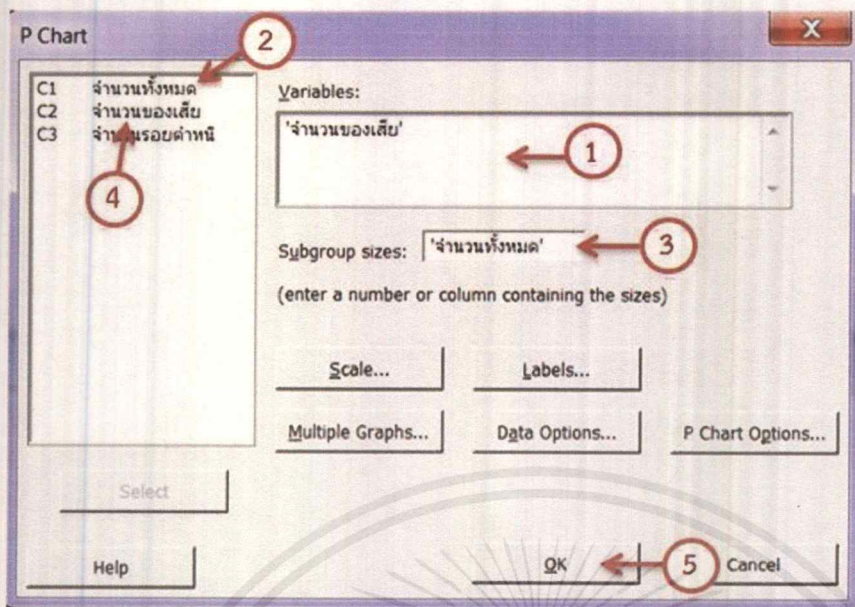
2. ทำการ Run โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง Stat > Control Charts > Attributes Charts > P...

Stat > Control Charts > Attributes Charts > P Chart Diagnostic

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21
7	จำนวนทั้งหมด	จำนวนของเสีย	จำนวนของเสีย																		
8	7136	1	12																		
9	7731	28	41																		
10	6474	13	13																		
11	7669	0	12																		
12	7655	15	27																		
13	7469	15	26																		
14	6732	0	12																		
15	7099	18	29																		
16	6691	39	51																		
17	6514	24	34																		
18																					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง P Chart ขึ้นมา



3.1) คลิกที่ช่อง Variables

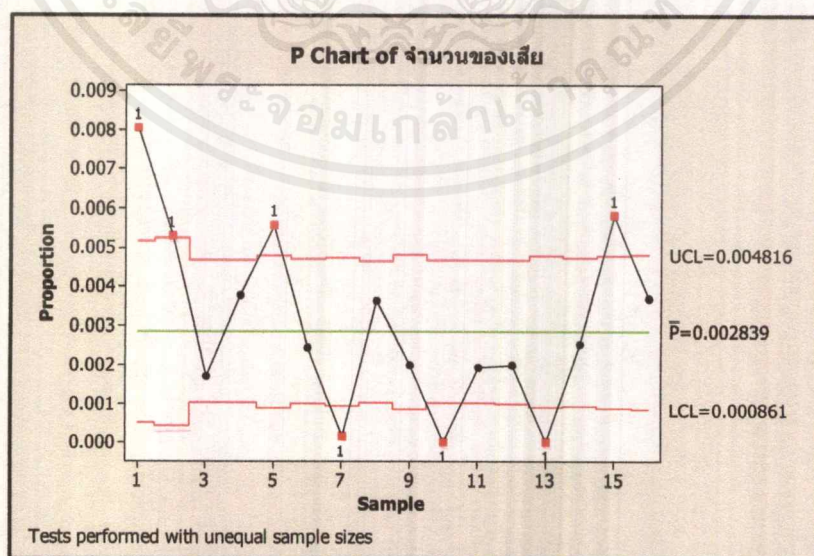
3.2) คลิกที่ตัวแปร จำนวนของเสียแล้วกด Select

3.3) คลิกที่ช่อง Subgroup sizes

3.4) คลิกที่ตัวแปร จำนวนทั้งหมดแล้วกด Select

3.5) คลิก OK

4. ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม จะได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยตรวจสอบ (U-chart)

1. ทำการเปิดโปรแกรม Minitab และกรอกข้อมูลลงใน Worksheets

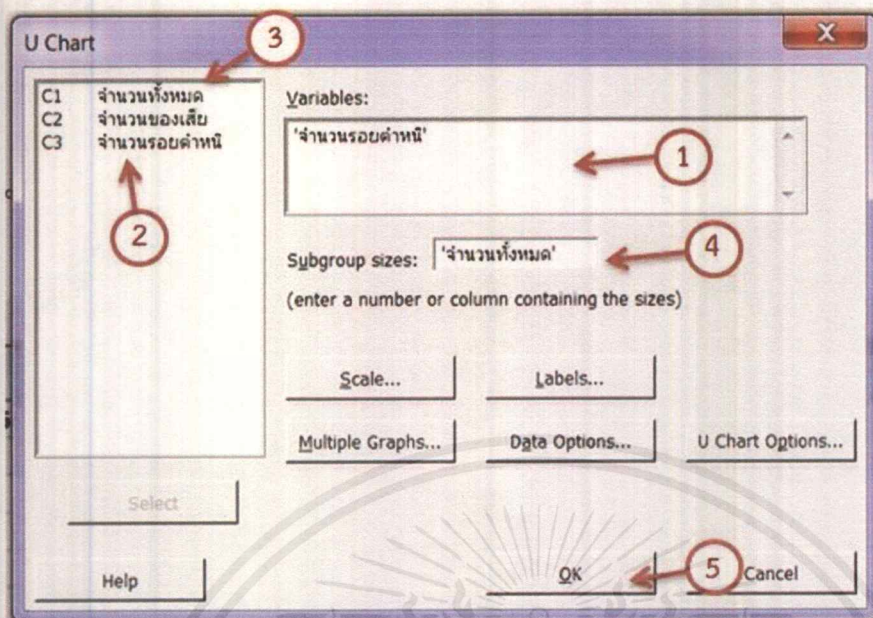
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21
7	7136	1	12																		
8	7731	28	41																		
9	6474	13	13																		
10	7669	0	12																		
11	7655	15	27																		
12	7469	15	26																		
13	6732	0	12																		
14	7099	18	29																		
15	6691	39	51																		
16	6514	24	34																		
17																					
18																					

2. ทำการ Run โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง Stat > Control Charts > Attributes Charts > U...

Draw a control chart for the number of defects per unit sampled

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จะได้น้ำต่างดังรูปแสดงขึ้นมา



3.1) คลิกที่ช่อง Variables

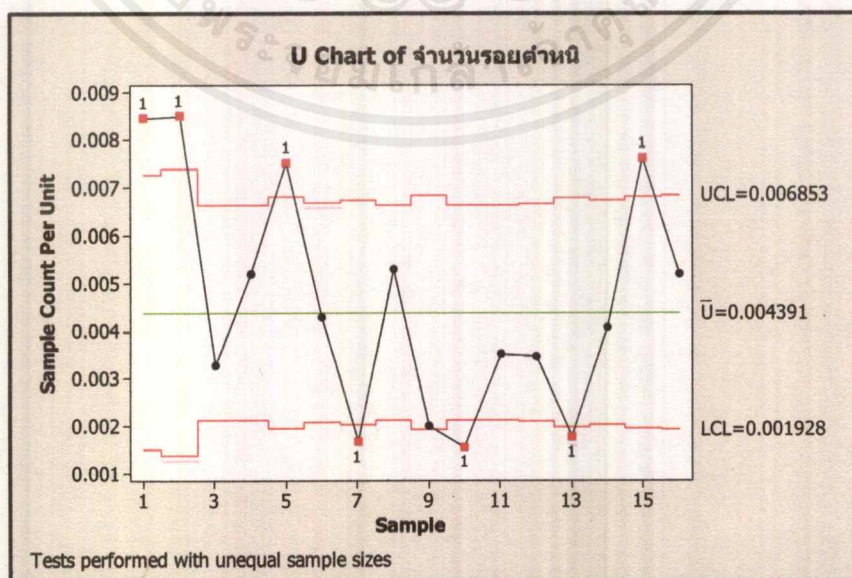
3.2) คลิกที่ตัวแปร จำนวนรอยตำหนิแล้วกด Select

3.3) คลิกที่ช่อง Subgroup sizes

3.4) คลิกที่ตัวแปร จำนวนทั้งหมดแล้วกด Select

3.5) คลิก OK

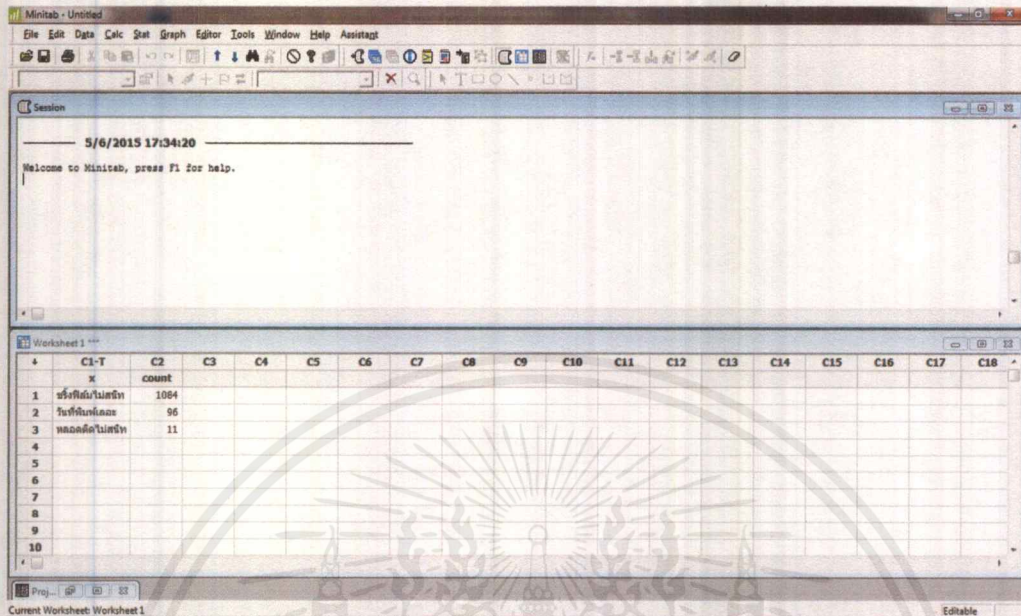
4. ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม



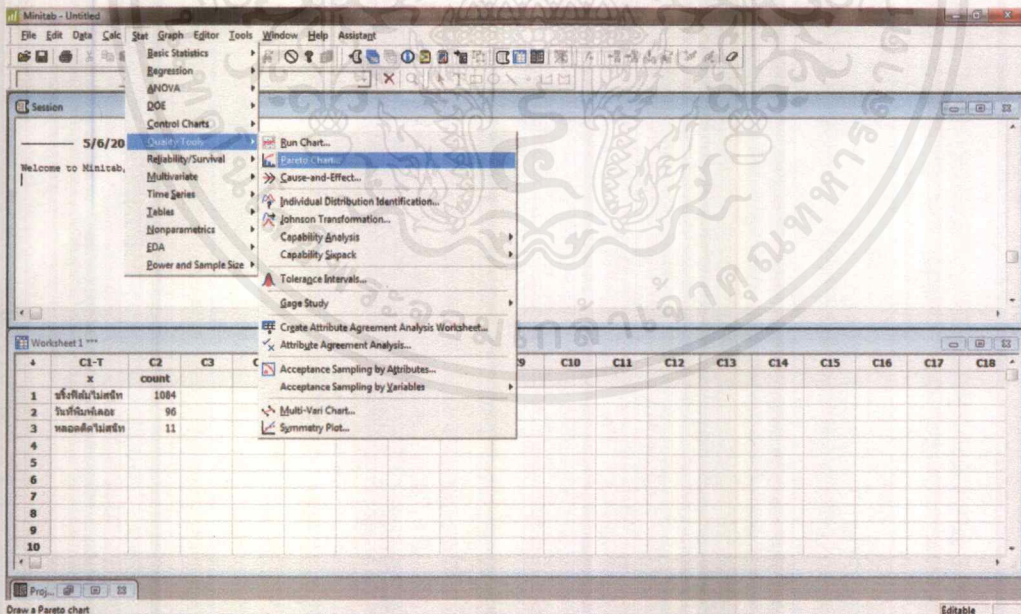
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างแผนผังพาเรโต

1. ทำการเปิดโปรแกรม Minitab และกรอกข้อมูลลงใน Worksheet

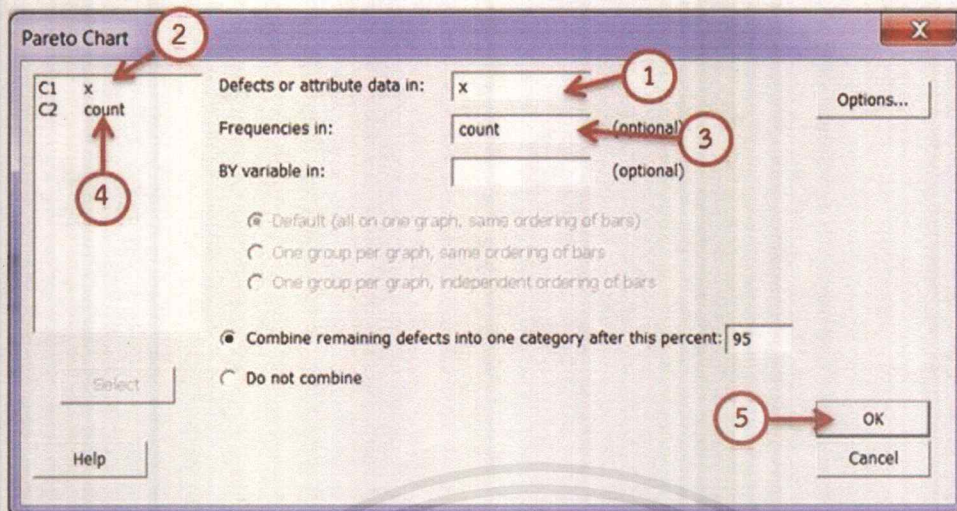


2. ทำการ Run โปรแกรมโดย Stat>Quality Tools>Pareto Chart



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จะได้นหน้าต่างดังรูปแสดงขึ้นมา



3.1) คลิกที่ช่อง Defects or attribute data in

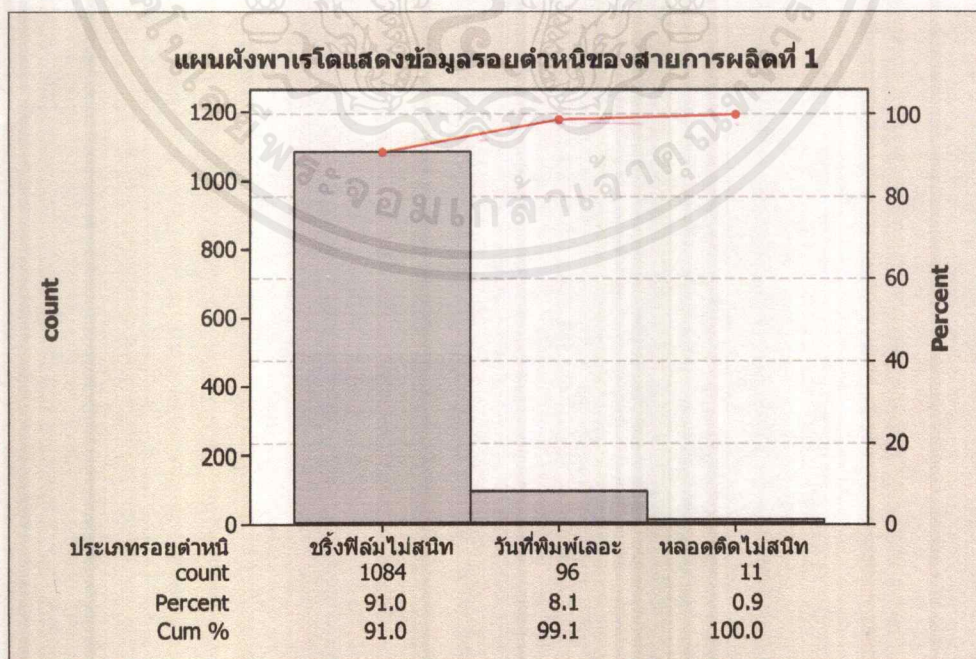
3.2) คลิกที่ตัวแปร x แล้วกด Select

3.3) คลิกที่ช่อง Frequencies in

3.4) คลิกที่ตัวแปร count แล้วกด Select

3.5) คลิก OK

4. ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้