ระบบสนับสนุนการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม

นางสาว ผานิต โอฬารรัตน์มณี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-346-451-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A CONTROL CHART SELECTION AND PARAMETER DESIGN SUPPORT SYSTEM

Miss Phanid Oranratmanee

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2000
ISBN 974-346-451-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบสนับสนุนการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม
โดย	นางสาว ผานิต โอฬารรัตน์มณี
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิทธาฟองกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผานิต โอฬารรัตน์มณี : ระบบสนับสนุนการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม. (A CONTROL CHART SELECTION AND PARAMETER DESIGN SUPPORT SYSTEM) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค , 337 หน้า. ISBN 974-346-451-4.

การที่โรงงานอุตสาหกรรมนำแผนภูมิควบคุมไปใช้งาน มักพบปัญหาการขาดความรู้และความเข้าใจในเรื่องการเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมมาใช้ , การกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม , การกำหนดจำนวนตัวอย่าง และการพิจารณาเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

การพัฒนางานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบสนับสนุนการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม เพื่อให้สามารถเลือกใช้แผนภูมิควบคุมได้ถูกต้อง และช่วยให้ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆได้โดยง่ายไม่ซับซ้อน ซึ่งงานวิจัยที่ได้จัดทำขึ้นนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นการพัฒนาแนวทางในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพ และการออกแบบพารามิเตอร์ในการสร้างแผนภูมิควบคุม ในส่วนที่สองเป็นการพัฒนาซอฟท์แวร์โดยได้นำแนวทางที่พัฒนาไว้จากส่วนแรกมาทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม โดยมีองค์ประกอบหลักของโปรแกรมดังนี้คือ

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม
2. กำหนดหน่วยในการวัด
3. เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้
4. พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม
5. กำหนดจำนวนตัวอย่าง
6. คำนวณขีดจำกัดควบคุม
7. อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยดังกล่าวนี้ สามารถใช้งานได้ 2 ทางเลือกคือ 1. ใช้งานเพื่อช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม 2. ใช้งานเพื่อคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมเพียงอย่างเดียว ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวมีความสามารถในการคำนวณหาค่าทางสถิติเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล , สร้างฮีสโตแกรม , แผนภาพการกระจาย รวมทั้งแผนภูมิควบคุมชนิดต่างๆที่เลือกใช้ ซึ่งผู้ใช้สามารถส่งผ่านข้อมูลเกี่ยวกับแผนภูมิควบคุมที่สร้างขึ้นออกสู่ภายนอก (Data Exporting) และทำการสั่งพิมพ์ข้อมูลดังกล่าวออกมาใช้งานได้

จากความสามารถของโปรแกรมดังกล่าวนี้

1. สามารถช่วยลดเวลาในการคำนวณค่าต่างๆทางสถิติได้ และ
2. สามารถช่วยเหลือผู้ใช้ในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมได้อย่างเหมาะสม

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2543 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4170412621 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: QUALITY CONTROL / QC 7 TOOLS / CONTROL CHART / SPC / SOFTWARE

PHANID ORANRATMANEE : A CONTROL CHART SELECTION AND PARAMETER DESIGN SUPPORT SYSTEM. THESIS ADVISOR : ASSIST.PROF.REIN BOONDISAKULCHOK, ph.D. 337 pp. ISBN 974-346-451-4.

Recently, the control chart technique has been widely used by many manufactures. However, current problems that are facing the industry is a lack of understanding of ;

- What type of control chart should be selected.
- What are the critical quality characteristics.
- What is the sample size.
- What prerequisite conditions that should be considered before starting process of quality control.

The objective of this research is to develop in order to enable users to effectively select type of control chart and to have less complexity in determining parameters. This research comprises of two main phases : First, concerning conceptual design of a control chart selection and parameter design support system. Another phase is deal with developing computer software used to select type of control chart and determine parameters accordance with devised concept in the first phase. The software program consists of seven main menus which are ;

1.Determine the critical quality characteristics to be charted.
2.Choose unit of measure.
3.Conditions for control chart to be used.
4.Choose the type of control chart.
5. Choose subgroup sizes.
6. Calculating the control limits.
7. Interpretation of control chart.

The computer software that is developed in this thesis can be used for two options i.e., thus 1.Control chart selection and parameter design and 2.Control limit calculating for setup control charts only. This software can calculate statistical values for data analysis , developing histogram , Scatter diagram and the selected type of control chart.There is a data exporting mode in this software which users can transfer data that related to the developed control chart to external.

With the abilities of this computer software :

1.It helps reduce " The statistical values calculating time " and

2.It can help user to select type of control chart suitably.

Department Industrial engineering
Field of study Industrial engineering
Academic year 2000

Student 's signature .....
Advisor 's signature .....
Co-advisor's signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาสละเวลาและให้คำแนะนำ ความรู้ต่างๆที่เป็นประโยชน์อย่างมากในการทำวิทยานิพนธ์ อย่างสม่ำเสมอมาโดยตลอด รวมทั้งคณาจารย์ที่ร่วมเป็นประธานกรรมการ และกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิทธาฟองกุล รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย และรองศาสตราจารย์ประเสริฐ อัครประถมพงศ์ ที่กรุณาให้ข้อแนะนำในการทำทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ณ โอกาสนี้ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง ต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ สำหรับการให้กำลังใจ คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และความรู้ต่างๆมากมายที่ผู้วิจัยได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอย่างสูง ต่อ รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิทธาฟองกุล รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย และรองศาสตราจารย์ประเสริฐ อัครประถมพงศ์ สำหรับคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการการทำวิทยานิพนธ์

ขอมอบคำขอบคุณแด่ พี่สาวที่น่ารักทุกคน พี่ชายที่แสนดี น้องๆและเพื่อนๆที่ร่วมเรียนฟันฝ่าอุปสรรคมาด้วยกัน ที่คอยเป็นกำลังใจ และแรงผลักดันให้สามารถทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ สำหรับกำลังใจอย่างต่อเนื่อง และให้การสนับสนุน ช่วยเหลือทั้งกำลังกายและกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฑ

สารบัญภาพ ..... ณ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	1.1 ความเป็นมา	1
	1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
	1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย	3
	1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2	**ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง**	5
	2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
	- การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ	5
	- สถิติและความน่าจะเป็นขั้นพื้นฐาน	5
	- การคำนวณค่าสถิติเบื้องต้นของตัวอย่าง	11
	- การทดสอบลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากร	13
	- ฮีสโตแกรม (Histogram)	14
	- แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram)	17
	- แผนภูมิควบคุม (Control Chart)	20
	- ภาษาโปรแกรมของ MS.Visual Basic	29
	2.2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
3	**หลักการและแนวความคิดในการสร้างระบบสนับสนุนการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม**	34

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.1 บทนำ	34
	3.1.1 ภาพรวมสรุปขั้นตอนการทำงานของระบบ	35
	3.2 กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม	41
	3.2.1 พิจารณาเพื่อกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์	42
	3.2.2 แปรคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ	42
	3.2.2.1 ลักษณะคุณภาพเกี่ยวกับปริมาณ (Quantitative)	43
	3.2.2.2 ลักษณะคุณภาพพวกที่ปรากฏ หรือแสดงออก (Sensory) ...	48
	3.2.3 จัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพ	51
	3.2.3.1 วิธีการในการจัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพ	51
	3.2.3.2 กำหนดลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	51
	3.2.4 ภาพรวมสรุปขั้นตอนกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม	54
	3.3 กำหนดหน่วยในการวัด	60
	3.3.1 ประเภทของหน่วยในการวัด	61
	3.3.1.1 หน่วยวัดจากการวัดด้วยตัวแปร	61
	3.3.1.2 หน่วยวัดจากการวัดด้วยคุณลักษณะ	62
	3.3.2 กำหนดหรือระบุหน่วยวัด	62
	3.3.2.1 หน่วยวัดจากการวัดด้วยตัวแปร	62
	3.3.2.2 หน่วยวัดจากการวัดด้วยคุณลักษณะ	67
	3.3.3 ภาพรวมสรุปขั้นตอนกำหนดหน่วยในการวัด	68
	3.4 เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้	70
	3.4.1 วิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล	72
	3.4.1.1 วิธีการในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจาย ความน่าจะเป็นของข้อมูล	73
	3.4.1.2 กำหนดจำนวนตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์รูปทรงของ การกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล	73
	3.4.1.3 ขั้นตอนในการสร้างฮีสโตแกรม	80
	3.4.1.4 การตีความหมายฮีสโตแกรม	81

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.4.2 ทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูล	83
	3.4.2.1 การทดสอบแบบไคร์สแควร์ (χ^2- Test)	83
	3.4.3 ภาพรวมสรุปขั้นตอนการตรวจสอบเงื่อนไข ในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุม	85
3.5	พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม	92
	3.5.1 จัดแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ	93
	3.5.1.1 ข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการวัด (Measurement Data) ..	93
	3.5.1.2 ข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการนับ (Enumerate Data)	93
	3.5.2 หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกแผนภูมิ	94
	3.5.2.1 หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกกลุ่ม ประเภทของแผนภูมิควบคุม	95
	3.5.2.2 หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกชนิด ของแผนภูมิควบคุม	96
	3.5.3 ภาพรวมสรุปขั้นตอนการพิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม	99
3.6	กำหนดจำนวนตัวอย่าง	103
	3.6.1 การกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน	104
	3.6.1.1 แผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart)	104
	3.6.1.2 แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart)	106
	3.6.1.3 แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)	107
	3.6.2 การกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ	107
	3.6.2.1 แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)	107
	3.6.2.2 แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)	109
	3.6.3 ภาพรวมสรุปขั้นตอนการกำหนดจำนวนตัวอย่าง	110
3.7	คำนวณขีดจำกัดควบคุม	112
	3.7.1 การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart)	114

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.7.2 การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ $\overline{X}$ และ แผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart)	115
	3.7.3 การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม สำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)	116
	3.7.4 การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ p เพื่อควบคุม สัดส่วนของเสีย (p Chart)	117
	3.7.5 การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุม จำนวนรอยตำหนิ (c Chart)	117
	3.7.6 ภาพรวมสรุปขั้นตอนการคำนวณขีดจำกัดควบคุม	118
	3.8 อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม	122
	3.8.1 ความสมดุลย์ในแผนภูมิควบคุมคุณภาพ	122
	3.8.2 ความไม่สมดุลย์ในแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ที่อยู่เหนือหรือใต้เส้นกึ่งกลาง	123
	3.8.3 การวิเคราะห์จุดของข้อมูลที่ตกนอกเส้นควบคุมคุณภาพ (Control limit)	124
	3.8.3.1 การเปลี่ยนแปลงจุดของข้อมูลที่กระโดดตกออกนอก ขอบเขตควบคุมเปลี่ยนแปลงในระดับเดียวกัน	124
	3.8.3.2 การเปลี่ยนแปลงเป็นลักษณะแนวโน้ม	125
	3.8.3.3 การเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงซ้ำ (วัฏจักร)	126
	3.8.3.4 การเปลี่ยนแปลงประชากรทั้ง 2 ด้าน	127
4	**การออกแบบและการพัฒนาโปรแกรม**	129
	4.1 การออกแบบโปรแกรม	129
	4.1.1 กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม	129
	4.1.2 กำหนดหน่วยในการวัด	130
	4.1.3 เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้	130
	4.1.4 พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม	131
	4.1.5 กำหนดจำนวนตัวอย่าง	132
	4.1.6 คำนวณขีดจำกัดควบคุม	132

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	4.1.7 อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม	133
	4.2 การพัฒนาโปรแกรม	133
	4.2.1 การพัฒนาโปรแกรม	133
	4.2.2 ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม	134
	4.2.3 การออกแบบฐานข้อมูล	135
	4.2.4 กระบวนการทำงานของโปรแกรม	136
	4.2.4.1 กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม	138
	4.2.4.2 กำหนดหน่วยในการวัด	139
	4.2.4.3 เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้	140
	4.2.4.4 พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม	141
	4.2.4.5 กำหนดจำนวนตัวอย่าง	142
	4.2.4.6 คำนวณขีดจำกัดควบคุม	143
	4.2.4.7 อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม	144
5	**ตัวอย่างสาธิตและทดสอบการใช้งานของระบบ**	145
	5.1 Stainless steel meter sticks	145
	5.1.1 สาธิตการนำโปรแกรม Control chart selection and Parameter design (CCSP) มาช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม สำหรับควบคุมคุณภาพ Meter sticks	146
	- กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม	147
	- กำหนดหน่วยในการวัด	148
	- ตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้	149
	- พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม	155
	- กำหนดจำนวนตัวอย่าง	157
	- คำนวณขีดจำกัดควบคุม	157
	- สรุปผลการสาธิตการทำงานของโปรแกรมโดยข้อมูลสาธิต	162
	5.2 สับปะรดกระป๋อง	163
	5.2.1 สาธิตการนำโปรแกรม Control chart selection and Parameter	

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	design (CCSP) มาช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม สำหรับควบคุมคุณภาพของสับปะรดกระป๋อง	163
	- กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม	163
	- กำหนดหน่วยในการวัด	166
	- ตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้	166
	- พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม	179
	- กำหนดจำนวนตัวอย่าง	181
	- คำนวณขีดจำกัดควบคุม	184
	- สรุปผลการสาธิตการทำงานของโปรแกรมโดยข้อมูลสาธิต	193
5.3	Mild steel sheet metal	195
	5.3.1 สาธิตการนำโปรแกรม Control chart selection and Parameter design (CCSP) มาช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม สำหรับควบคุมคุณภาพ Mild steel sheet metal	196
	- กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม	196
	- กำหนดหน่วยในการวัด	201
	- ตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้	202
	- พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม	208
	- กำหนดจำนวนตัวอย่าง	210
	- คำนวณขีดจำกัดควบคุม	210
	- สรุปผลการสาธิตการทำงานของโปรแกรมโดยข้อมูลสาธิต	216
5.4	กระเบื้องเคลือบดินเผา	217
	5.4.1 สาธิตการนำโปรแกรม Control chart selection and Parameter design (CCSP) มาช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม สำหรับควบคุมคุณภาพของกระเบื้องเคลือบดินเผา ...	217
	- กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม	217
	- กำหนดหน่วยในการวัด	219
	- ตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้	220

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	- พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม	231
	- กำหนดจำนวนตัวอย่าง	232
	- คำนวณขีดจำกัดควบคุม	234
	- สรุปผลการสาธิตการทำงานของโปรแกรมโดยข้อมูลสาธิต	238
6	**บทสรุปของงานวิจัยและข้อเสนอแนะ**	239
6.1.	บทสรุปงานวิจัย	239
	- ระบบสนับสนุนในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม	239
	- การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการเลือกใช้แผนภูมิควบคุม	240
6.2.	ข้อเสนอแนะ	242
	- ระบบสนับสนุนในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม	242
	- การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการเลือกใช้แผนภูมิควบคุม	243
รายการอ้างอิง		244
ภาคผนวก		246
	ภาคผนวก ก	247
	ภาคผนวก ข	324
	ภาคผนวก ค	331
	ภาคผนวก ง	333
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์		337

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 2.1	ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงบางแบบ	13
ตารางที่ 2.2	จำนวนชั้นที่แนะนำสำหรับการสร้างฮีสโตแกรม	15
ตารางที่ 2.3	สูตรในการคำนวณขีดจำกัดควบคุม	26
ตารางที่ 3.1	เปรียบเทียบการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ') เมื่อจำนวนตัวอย่างมีขนาด n = 2 , n = 4 และ n = 8	75
ตารางที่ 3.2	เกณฑ์การตัดสินใจเลือกแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน	76
ตารางที่ 3.3	เกณฑ์การตัดสินใจเลือกแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ	77
ตารางที่ 3.4	จำนวนตัวอย่างเพื่อสร้างฮีสโตแกรมสำหรับแผนภูมิชนิดแปรผัน	77
ตารางที่ 3.5	หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม	96
ตารางที่ 3.6	หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกชนิดของแผนภูมิในควบคุม ในกลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart)	98
ตารางที่ 3.7	หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกชนิดของแผนภูมิในควบคุม ในกลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute control chart)	99
ตารางที่ 5.1	ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดความยาวของแท่ง Meter stick ในแต่ละกลุ่มย่อย(หน่วย : mm) เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล	151
ตารางที่ 5.2	ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดความยาวของแท่ง Meter stick ในแต่ละกลุ่มย่อย(หน่วย : mm) เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม	158
ตารางที่ 5.3	ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจสอบจำนวนของเสียของสับปะรดกระป๋อง เพื่อใช้ในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง	169
ตารางที่ 5.4	ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดน้ำหนักสับปะรด (หน่วย : ออนซ์) ในแต่ละกลุ่มย่อย เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล	172
ตารางที่ 5.5	ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจสอบจำนวนของเสียของสับปะรดกระป๋อง เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล	173
ตารางที่ 5.6	ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดน้ำหนักสับปะรด (หน่วย : ออนซ์) ในแต่ละกลุ่มย่อย เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม	185

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

ตารางที่ 5.7 ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจสอบจำนวนของเสียของสับปะรดกระป๋อง เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม 187

ตารางที่ 5.8 ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของลักษณะคุณภาพกับพารามิเตอร์ของกระบวนการ 199

ตารางที่ 5.9 ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดความหนาของ steel sheet ในแต่ละกลุ่มย่อย(หน่วย : mm) เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล 204

ตารางที่ 5.10 ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดความหนาของ steel sheet ในแต่ละกลุ่มย่อย(หน่วย : mm) เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม 211

ตารางที่ 5.11 ตารางสรุปข้อมูลจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องเคลือบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (พื้นที่กระเบื้อง 1 ตารางเมตร) เพื่อใช้ในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง 221

ตารางที่ 5.12 ตารางสรุปข้อมูลจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องเคลือบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (พื้นที่กระเบื้อง 3 ตารางเมตร) เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล 224

ตารางที่ 5.13 ตารางสรุปข้อมูลเพิ่มเติมจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องเคลือบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (พื้นที่กระเบื้อง 3 ตารางเมตร) เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล 227

ตารางที่ 5.14 ตารางสรุปข้อมูลจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องเคลือบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (พื้นที่กระเบื้อง 3 ตารางเมตร) เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม 235

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ		หน้า
รูปที่ 2.1	การใช้เทคนิคเชิงสถิติในการควบคุมคุณภาพ	5
รูปที่ 2.2	ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นสำหรับการแจกแจงปกติ	8
รูปที่ 2.3	พื้นที่ใต้โค้งของ F_x (X_0)	9
รูปที่ 2.4	ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของการแจกแจงปกติ	9
รูปที่ 2.5	โครงสร้างของแผนภาพการกระจาย	17
รูปที่ 2.6	ตัวแบบความสัมพันธ์ในแผนภาพการกระจาย	18
รูปที่ 2.7	ผลจากการไม่จำแนกประเภทข้อมูลต่อการวิเคราะห์ความสัมพันธ์	20
รูปที่ 2.8	ความผิดพลาดจากการตัดสินใจเมื่อช่วงที่ศึกษาไม่ตรงกับช่วงการผลิต	20
รูปที่ 2.9	แผนภูมิควบคุมเชิงสถิติ	21
รูปที่ 2.10	ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม	27
รูปที่ 2.11	การกระจายของจุดบนแผนภูมิควบคุมที่แสดงความผิดปกติของกระบวนการผลิต	28
รูปที่ 3.1	ขั้นตอนการทำงานของระบบ	36
รูปที่ 3.2	กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม	41
รูปที่ 3.3	ลักษณะคุณภาพเกี่ยวกับปริมาณ	44
รูปที่ 3.4	ลักษณะคุณภาพพวกที่ปรากฏ หรือแสดงออก	49
รูปที่ 3.5	ตัวแบบความสัมพันธ์ในแผนภาพการกระจาย	53
รูปที่ 3.6	ขั้นตอนการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม	55
รูปที่ 3.7	กำหนดหน่วยในการวัด	61
รูปที่ 3.8	ขั้นตอนการกำหนดหน่วยในการวัด	69
รูปที่ 3.9	ลักษณะตัวแบบของความผันแปรด้วยสาเหตุธรรมชาติและสาเหตุผิดธรรมชาติ	70
รูปที่ 3.10	เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้	72
รูปที่ 3.11	ลักษณะของข้อมูลที่สมมาตรหรือมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ	73
รูปที่ 3.12	ตัวแบบทั่วๆไปของฮีสโตแกรม	81
รูปที่ 3.13	ขั้นตอนการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้	86
รูปที่ 3.14	พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม	92

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
รูปที่ 3.15	ขั้นตอนการพิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม.....	100
รูปที่ 3.16	กำหนดจำนวนตัวอย่าง	104
รูปที่ 3.17	ขั้นตอนการกำหนดจำนวนตัวอย่าง	111
รูปที่ 3.18	คำนวณขีดจำกัดควบคุม	113
รูปที่ 3.19	ขั้นตอนการคำนวณขีดจำกัดควบคุม	119
รูปที่ 3.20	แสดงลักษณะความสมดุลย์ของจุดข้อมูลบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพ	123
รูปที่ 3.21	แสดงลักษณะความไม่สมดุลย์ของจุดข้อมูลบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ที่อยู่เหนือหรือใต้เส้นกึ่งกลาง	124
รูปที่ 3.22	แสดงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงจุดข้อมูลตกนอกขอบเขตควบคุม ไปในระดับเดียวกัน	125
รูปที่ 3.23	แสดงจุดของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตควบคุมคุณภาพแสดง ลักษณะเป็นแนวโน้ม	126
รูปที่ 3.24	แสดงจุดของข้อมูลเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงซ้ำ	127
รูปที่ 3.25	แสดงจุดของข้อมูลเปลี่ยนแปลงทั้ง 2 ด้าน	128
รูปที่ 4.1	ฐานข้อมูลของโปรแกรม	135
รูปที่ 4.2	แสดงโครงสร้างหลักของโปรแกรม	137
รูปที่ 4.3	แสดงการทำงานของส่วน “ กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม ”	138
รูปที่ 4.4	แสดงการทำงานของส่วน “ กำหนดหน่วยในการวัด ”	139
รูปที่ 4.5	แสดงการทำงานของส่วน “ เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ ”	140
รูปที่ 4.6	แสดงการทำงานของส่วน “ พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม ”	141
รูปที่ 4.7	แสดงการทำงานของส่วน “ กำหนดจำนวนตัวอย่าง ”	142
รูปที่ 4.8	แสดงการทำงานของส่วน “ คำนวณขีดจำกัดควบคุม ”	143
รูปที่ 4.9	แสดงการทำงานของส่วน “ อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม ”	144
รูปที่ 5.1	กระบวนการผลิต Meter stick	146
รูปที่ 5.2	กระบวนการผลิต Mild steel sheet metal	195

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันอุตสาหกรรมมีการแข่งขันกันมากในเชิงคุณภาพ อุตสาหกรรมสมัยใหม่จำเป็นต้องมุ่งไปสู่ระดับ World Class คือ มีคุณภาพเทียบเท่ากับนานาชาติได้ ดังนั้นเพื่อสนองความต้องการของตลาดซึ่งแข่งขันกันทุกรูปแบบไม่ว่าจะเป็น การโฆษณา การแข่งขันด้านราคา การผลิตและส่งสินค้าให้ทันต่อเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การพัฒนาคุณภาพ การออกแบบคุณภาพให้เหมาะสม และการควบคุมคุณภาพที่กำหนดขึ้นมาเพื่อสร้างความมั่นใจต่อลูกค้า สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้อุตสาหกรรมในประเทศไทยสามารถส่งออกสินค้าได้มากขึ้นและสามารถเข้าไปแข่งขันในตลาดโลกได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการควบคุมคุณภาพจึงเป็นเทคนิคที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ และจะต้องควบคู่ไปกับการเพิ่มผลผลิตอย่างแน่นอน

ในการควบคุมคุณภาพด้านการผลิต หลักการทางสถิติมีบทบาทอย่างสำคัญในการประเมินผลและควบคุมกระบวนการผลิตให้มีระดับคุณภาพตรงตามความต้องการ เครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือ แผนภูมิควบคุม (Control Chart) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงไปของกระบวนการผลิต เพื่อการแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว

หากประเทศไทยต้องการให้อุตสาหกรรมส่งออกเกิดขึ้นและตั้งมั่นอยู่ที่ในประเทศไทยจริงๆ รวมทั้งต้องการให้ SME (Small and Medium Enterprises) ในประเทศพัฒนาจนสามารถแข่งขันกับตลาดโลกได้นั้น จึงเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งกระจายความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Quality Control , Process Control และ Control Chart ลงสู่แวดวงอุตสาหกรรม เพื่อทำให้คุณสมบัติพื้นฐานของผู้บริหารการผลิตรวมทั้งโฟร์แมนในโรงงานรู้จักและสามารถใช้ Control Chart เป็น และสามารถวิเคราะห์ Control Chart ได้เป็นอย่างดีด้วย

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีหลายโรงงานได้เริ่มนำเอาแผนภูมิควบคุม (Control Chart) ไปใช้ แต่ปัญหาที่มักจะพบอยู่เสมอนั่นคือ **โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ยังไม่รู้ว่าจะเลือกแผนภูมิควบคุมชนิดใด**

ไปใช้กับโรงงาน รวมทั้งยังขาดความรู้และความเข้าใจในการเลือกสิ่งที่จะนำมาทำการควบคุม ทำให้ไม่รู้ว่าจะเลือกอะไรมาทำการควบคุม

โดยหลักการในทางทฤษฎีสำหรับการสร้างแผนภูมิควบคุมนั้น เป็นสิ่งที่ไม่ยากเกินไปนักที่จะเข้าใจและนำไปใช้ ปัจจุบันมีหนังสือภาษาไทยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพหลายเล่มได้นำเสนอในเรื่องนี้ แต่เนื้อหาส่วนใหญ่มักจะมุ่งเน้นไปที่ทฤษฎีทางสถิติศาสตร์ ทำให้ยากแก่การเข้าใจและนำมาปฏิบัติ เนื่องจากผู้ที่นำแผนภูมิควบคุมนี้ไปใช้ โดยมากมักจะรู้และเข้าใจถึงวิธีการในการสร้างและคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมต่างๆในแผนภูมิควบคุม **แต่ยังขาดความรู้และความเข้าใจในเรื่องการเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมไปใช้** การกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม การกำหนดจำนวนตัวอย่าง ตลอดจนการพิจารณาถึงเงื่อนไขในการใช้แผนภูมิควบคุมเป็นต้น

จากปัญหาดังกล่าวจึงเป็นที่มาของวิทยาพนธ์ฉบับนี้ ที่จัดทำขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้ที่ต้องการนำแผนภูมิควบคุมไปใช้สามารถเลือกใช้แผนภูมิควบคุมได้ และสามารถกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมได้อย่างถูกต้อง

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

สร้างระบบสนับสนุนในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม เพื่อให้ผู้ที่สนใจหรือผู้ที่ต้องการนำแผนภูมิควบคุมไปใช้สามารถเลือกใช้แผนภูมิควบคุมได้ถูกต้อง และช่วยให้ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆได้โดยง่ายไม่ซับซ้อน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. สร้างระบบสนับสนุนในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม ซึ่งนำไปใช้กับอุตสาหกรรมการผลิตเท่านั้น (ไม่รวมสถานประกอบการที่ให้การบริการ) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้โดยง่าย
2. แผนภูมิควบคุมที่นำมาพิจารณาเลือกใช้ในงานวิจัยนี้คือ
    2.1 แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable control chart) ได้แก่
        - แผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart)
        - แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart)
        - แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)
    2.2 แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute control chart) ได้แก่

- แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)
- แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)

3. การออกแบบพารามิเตอร์จะครอบคลุมในเรื่อง
   3.1 การกำหนดจำนวนตัวอย่าง
   3.2 ขีดจำกัดของแผนภูมิควบคุม

   สำหรับความถี่ในการเก็บข้อมูลจะให้ผู้ใช้แผนภูมิเป็นผู้กำหนด
4. สร้างโปรแกรมสำหรับการเลือกใช้แผนภูมิควบคุม และนำเสนอข้อมูลสาธิตเพื่อแสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบที่สร้างขึ้น

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับขั้นตอน และ วิธีการในการดำเนินงานจะแบ่งออกเป็น 9 ขั้นตอนดังนี้

1. สำรวจงานวิจัย และศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เช่น Quality Characteristic ,Units of measure ,Control Chart เป็นต้น
2. ศึกษาในเรื่อง Quality Characteristic และ Units of measure
3. ศึกษาในเรื่องแผนภูมิควบคุมคุณภาพและเงื่อนไขสำคัญในการเลือกใช้แผนภูมิ
4. สร้างหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุมและหน่วยในการวัด
5. สร้างโปรแกรมในการพิจารณาเลือกใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพชนิดต่างๆ
6. ออกแบบพารามิเตอร์ ได้แก่ Sample Size , Control Limit สำหรับความถี่ในการเก็บข้อมูลจะให้ผู้ใช้แผนภูมิเป็นผู้กำหนด
7. จัดทำข้อมูลสาธิตเพื่อแสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบที่สร้างขึ้น
8. สรุปผลการวิจัย
9. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางให้กับผู้ที่จะเลือกใช้แผนภูมิควบคุม สามารถระบุและกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม รวมทั้งหน่วยในการวัดลักษณะทางคุณภาพได้ชัดเจนมากขึ้น
2. ทำให้ผู้ใช้มีความเข้าใจถึงเงื่อนไขต่างๆที่ต้องนำมาพิจารณาก่อนการเลือกแผนภูมิควบคุมไปใช้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ผู้ใช้แผนภูมิควบคุมสามารถกำหนดจำนวนตัวอย่าง และวิธีในการเลือกขนาดตัวอย่างได้
4. สามารถเลือกใช้แผนภูมิควบคุมได้อย่างเหมาะสม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

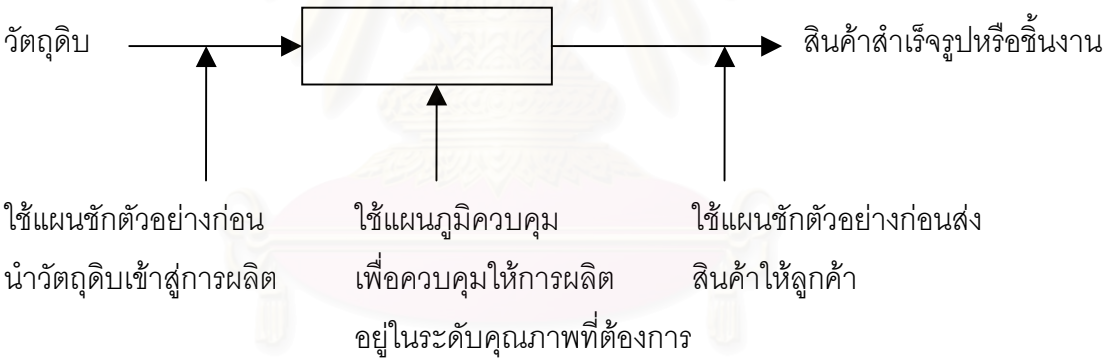
บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- **การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ**

ในการควบคุมคุณภาพด้านการผลิต หลักการทางสถิติมีบทบาทอย่างสำคัญในการประเมินผล และควบคุมกระบวนการผลิตให้มีระดับคุณภาพตรงตามความต้องการ เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพประกอบด้วย แผนชักตัวอย่าง (Sampling plan) และแผนภูมิควบคุม (Control chart) โดยแผนชักตัวอย่างจะใช้ในการตรวจสอบเพื่อการยอมรับเอาวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต หรือก่อนนำออกจำหน่าย ส่วนแผนภูมิควบคุมใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 : การใช้เทคนิคเชิงสถิติในการควบคุมคุณภาพ

- **สถิติและความน่าจะเป็นขั้นพื้นฐาน**

1. การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Probability Distribution)

การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง คือการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่มีค่าไม่ต่อเนื่องโดยการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่องที่มักใช้ในงานด้านคุณภาพ ได้แก่ การแจกแจงทวินาม (Binomial distribution) การแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก (Hypergeometric distribution) และการแจกแจงปัวส์ซอง (Poisson distribution)

1.1 การแจกแจงทวินาม (Binomial distribution)

การแจกแจงทวินาม เป็นการแจกแจงของตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง ซึ่งค่าของตัวแปรสุ่มแทนจำนวนครั้งของการเกิดเหตุการณ์ซึ่งมีผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น มีเพียง 2 ค่าคือ สำเร็จหรือไม่สำเร็จ ,ดีหรือเสีย , พึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ ฯลฯ การแจกแจงทวินามเป็นการแจกแจงที่เกิดจากผลลัพธ์ของการทดลองหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามคุณสมบัติที่สำคัญคือ

1. เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมีการเกิดขึ้นซ้ำๆ กัน n ครั้ง
2. ผลลัพธ์ของเหตุการณ์จะมีเพียง 2 อย่าง คือ " สำเร็จ " หรือ " ไม่สำเร็จ "
3. ค่าความน่าจะเป็นของความสำเร็จหรือไม่สำเร็จในการเกิดแต่ละครั้งไม่เปลี่ยนแปลง
4. การเกิดของเหตุการณ์แต่ละครั้งเป็นอิสระจากกัน

ถ้ากำหนดให้

p คือความน่าจะเป็นที่ผลลัพธ์จะสำเร็จ

q = (1-p) คือความน่าจะเป็นที่ผลลัพธ์จะเป็นไม่สำเร็จ

การแจกแจงทวินาม

$P_x(x)$ คือความน่าจะเป็นที่ผลลัพธ์จะเป็นผลสำเร็จ X ครั้งในเหตุการณ์ที่เกิด n ครั้ง

$$= \frac{n!}{X!(n-X)!} p^x q^{n-x}$$

สำหรับ x = 0,1,2,

ค่าคาดหมายของการแจกแจงทวินามคือ

$$\mu_x = E(x) = np$$

ค่าความแปรปรวนของการแจกแจงทวินาม คือ

$$\sigma_x^2 = E[(x - \mu_x)^2]$$

$$= npq$$

$$= np (1-p)$$

1.2 การแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก (Hypergeometric distribution)

ถ้ากำหนดให้มีประชากรที่จำกัด N หน่วย ถ้ามีค่าใดๆ เช่น D ซึ่ง D < N เป็นจำนวนของกลุ่มที่สนใจ ทำการสุ่มตัวอย่าง n หน่วยจากกลุ่มที่สนใจที่พบในกลุ่มตัวอย่างเป็น x ในกรณีนี้ x จะเป็นตัวแปรสุ่มชนิดไฮเปอร์จีออเมตริก ซึ่งมีการแจกแจงคือ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$p(x) = \frac{\binom{D}{x}\binom{N-D}{n-x}}{\binom{N}{n}}$$

เมื่อ x = 0,1,2,.....

เมื่อ $\binom{a}{b} = \frac{a!}{b!(a-b)!}$

ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก คือ

$$\mu = \frac{nD}{N}$$

และ $$\sigma^2 = \left(\frac{nD}{N}\right)\left(1-\frac{D}{N}\right)\left(\frac{N-n}{N-1}\right)$$

การแจกแจงของไฮเปอร์จีออเมตริก เป็นการแจกแจงที่ใช้เพื่อคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการพบของเสียจำนวน x ชิ้น ในการชักตัวอย่างจากรุ่นสินค้าที่มีขนาดรุ่น N และมีของเสียอยู่ด้วย D ชิ้น

1.3 การแจกแจงปัวส์ซอง (Poisson distribution)

พิจารณาตัวแปรสุ่มของเหตุการณ์ต่อไปนี้ คือ

- จำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละสัปดาห์
- จำนวนครั้งที่มีโทรศัพท์ติดต่อเข้ามายังชุมสายตอนช่วงพักเที่ยง
- จำนวนครั้งที่เครื่องจักรเสียในแต่ละเดือน
- จำนวนรถยนต์ที่เข้าเติมน้ำมันในแต่ละชั่วโมง

ตัวแปรสุ่มของเหตุการณ์ดังกล่าวข้างต้นเป็นค่าหรือเป็นจำนวนครั้งของการเกิดอย่างใดอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่กำหนด การแจกแจงของความน่าจะเป็นสำหรับเหตุการณ์ต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นมีลักษณะที่เรียกว่า การแจกแจงปัวส์ซอง ซึ่งมีสมมติฐานสำคัญคือ

1. ในช่วงเวลาสั้นๆ ระหว่าง 0 ถึง t ความน่าจะเป็นของจำนวนครั้งจะเกิดขึ้นในช่วงเวลานี้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะของช่วงเวลานั้น
2. จะไม่มีการเกิดจำนวนครั้งมากกว่า 1 ครั้งในช่วงเวลาสั้นๆ นี้
3. จำนวนครั้งที่จะเกิดในแต่ละช่วงเวลา จะไม่ขึ้นกับช่วงเวลาอื่นๆ

การแจกแจงปัวส์ซองเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้คือ

$P_x(x)$ = ความน่าจะเป็นที่จะเกิด x ครั้งในระหว่างช่วงเวลา 0 ถึง t

$$= \frac{e^{-\lambda}\lambda^x}{x!}$$

เมื่อ λ คือค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งในช่วงเวลา 0 ถึง t

ค่าคาดหมายของการแจกแจงปัวส์ซอง คือ

$$\mu_x = E(x) = \lambda$$

ค่าความแปรปรวนของการแจกแจงปัวส์ซอง คือ

$$\sigma_x^2 = E[(X-\mu_x)^2]$$
$$= \lambda$$

2. การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous Probability Distribution)

การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบต่อเนื่อง คือ การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่มีค่าต่อเนื่อง โดยการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบต่อเนื่องที่มักใช้กันมาก ได้แก่ การแจกแจงปกติ การแจกแจงไคสแควร์

2.1 การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

การแจกแจงปกติ เป็นการแจกแจงของตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่องที่พบมากที่สุด การแจกแจงปกติมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นคือ

$$f_x(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-(x-\mu^2)/2\sigma^2}$$

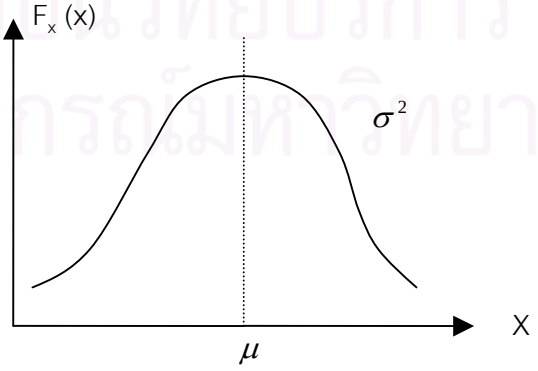
สำหรับ $-\infty \le x \le \infty$

เมื่อ μ คือค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม x

σ^2 คือค่าความแปรปรวนตัวแปรสุ่ม x

π = 3.1415962

e = 2.7182818



รูปที่ 2.2 : ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นสำหรับการแจกแจงปกติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น มีลักษณะรูประฆังคว่ำที่สมมาตร ดังแสดงในรูปที่ 2.2

ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X คือ

$$\mu_x = E(X) = \mu$$

ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสุ่ม X คือ

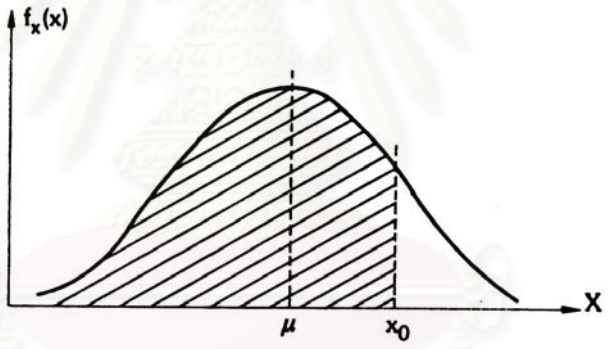
$$\sigma_x^2 = E[(X - \mu)^2]$$

$$= \sigma^2$$

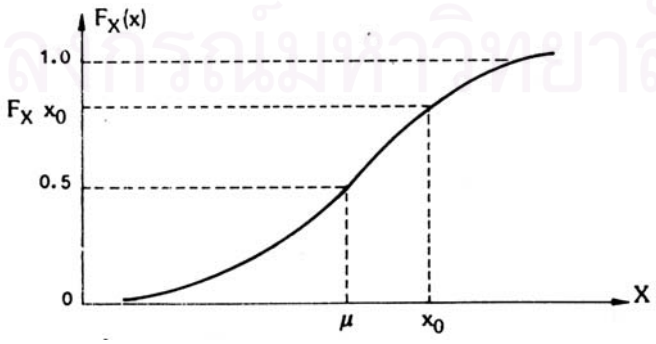
ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมเขียนได้ดังนี้ คือ

$$F_x(X_0) = P(X \leq X_0)$$

ซึ่งก็คือพื้นที่ใต้เส้นโค้งจาก $-\infty$ ถึง X_0 ดังแสดงในรูปที่ 2.3 และรูปที่ 2.4 แสดงฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของการแจกแจงปกติ



รูปที่ 2.3 : พื้นที่ใต้โค้งของ $F_x(X_0)$



รูปที่ 2.4 : ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของการแจกแจงปกติ

2.2 ประมาณค่าการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปกติ

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มแทนจำนวนครั้งของความสำเร็จที่เกิดขึ้นในการทดลอง n ครั้ง เมื่อความสำเร็จมีค่าความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นเป็น p ถ้า n มีค่ามาก และ p มีค่าไม่น้อยหรือมากเกินไป (โดยทั่วไปถ้า $np \geq 5$) เราสามารถคำนวณค่าความน่าจะเป็นของการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปกติคือ

$$P(a \leq X \leq b) \approx P\left(\frac{a-np}{\sqrt{np(1-p)}} \leq Z \leq \frac{b-np}{\sqrt{np(1-p)}}\right)$$

เมื่อ $n \geq 50$

หรือ

$$\approx P\left(\frac{a-0.5-np}{\sqrt{np(1-p)}} \leq Z \leq \frac{b+0.5-np}{\sqrt{np(1-p)}}\right)$$

เมื่อ $20 \leq n \leq 50$

2.3 ประมาณค่าการแจกแจงปัวส์ซองด้วยการแจกแจงปกติ

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปัวส์ซองที่มีค่าเฉลี่ย λ ถ้า λ มีค่ามาก ค่าความน่าจะเป็นของการแจกแจงปัวส์ซองสามารถแทนได้ด้วยค่าความน่าจะเป็นของการแจกแจงปกติ คือ

$$P(a \leq X \leq b) \approx P\left(\frac{a-\lambda}{\sqrt{\lambda}} \leq Z \leq \frac{b-\lambda}{\sqrt{\lambda}}\right)$$

เมื่อ $\lambda \geq 25$

หรือ

$$\approx P\left(\frac{a-0.5-\lambda}{\sqrt{\lambda}} \leq Z \leq \frac{b+0.5-\lambda}{\sqrt{\lambda}}\right)$$

เมื่อ $\lambda < 25$

2.4 การแจกแจงไคสแควร์ (Chi Square Distribution)

สำหรับประชากรใดๆถ้าทำการสุ่มตัวอย่างแล้วหาค่าเฉลี่ย จะพบว่าค่เฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างจะมีการแจกแจงปกติ แต่ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างมิได้มีการแจกแจงแบบปกติ ยกเว้นในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ในการหาค่าการแจกแจงของความเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรืออีกนัยหนึ่งคือความแปรปรวนจะทำได้สะดวกกว่า การแจกแจงของค่าสถิติ $(n-1)s^2 / \sigma^2$ จะ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เป็นการแจกแจงไคสแควร์ที่มีระดับขั้นความเสรีเป็น n-1 เมื่อ σ^2 เป็นความแปรปรวนของประชากรที่มีการแจกแจงปกติ n เป็นจำนวนตัวอย่างและ s^2 เป็นความแปรปรวนของตัวอย่าง

ค่าคาดหมายของความแปรปรวนของตัวอย่างคือ σ^2 และความแปรปรวนของการแจกแจงของความแปรปรวนของตัวอย่าง $2\sigma^4$ / (n-1) ดังนั้นความแปรปรวนของตัวอย่างจึงเป็นตัวประมาณการที่ไม่ลำเอียง (unbias estimator) ของความแปรปรวนของประชากร

การแจกแจงไคสแควร์ สามารถใช้เพื่อกำหนดค่าความน่าจะเป็นสำหรับความแปรปรวนของตัวอย่าง หรือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างหรืออีกนัยหนึ่งคือค่าความน่าจะเป็นสำหรับสถิติ

$$\sqrt{\frac{(n-1)s^2}{\sigma^2}} = \frac{s\sqrt{n-1}}{\sigma}$$

สามารถคำนวณได้จากการแจกแจงไคสแควร์

- **การคำนวณค่าสถิติเบื้องต้นของตัวอย่าง**

การคำนวณค่าสถิติเบื้องต้นของตัวอย่าง จะทำให้ทราบถึงลักษณะต่างๆของข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ค่าสถิติเบื้องต้นที่นิยมคำนวณเพื่อทำให้ทราบลักษณะต่างๆของข้อมูลมีดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmatic mean)

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตใช้วัดแนวโน้มการเข้าสู่ศูนย์กลางของข้อมูลและเป็นค่ากลางของข้อมูลที่นิยมใช้เป็นตัวแทนของข้อมูล สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

x_i แทน ข้อมูลที่รวบรวมมา

n แทน จำนวนข้อมูลที่รวบรวมมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ค่าพิสัย (Range)

ค่าพิสัยทำให้ทราบลักษณะการกระจายของข้อมูลว่าข้อมูลที่มีค่ามากที่สุดและข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุดมีความแตกต่างกันมากเพียงใด ค่าพิสัยคำนวณได้ดังนี้

ค่าพิสัย = ข้อมูลที่มีค่ามากที่สุด - ข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุด

การคำนวณค่าพิสัยเป็นการนำค่าของข้อมูลเพียง 2 ค่า มาวัดการกระจายของข้อมูล จึงเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะกับข้อมูลที่มีจำนวนมากๆ แต่อย่างไรก็ตาม การคำนวณค่าพิสัยก็เป็นการคำนวณที่ง่ายที่สุด และสามารถทำให้ทราบลักษณะการกระจายอย่างคร่าวๆของข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

3. ค่าความแปรปรวน (Variance)

ค่าความแปรปรวนเป็นค่าที่ใช้วัดการกระจายของข้อมูลอย่างหนึ่ง โดยเป็นการวัดส่วนเบี่ยงเบนของข้อมูลแต่ละตัวจากค่าเฉลี่ยเลขคณิต ซึ่งคำนวณได้จาก

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

เมื่อ S^2 แทน ค่าความแปรปรวน

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

x_i แทน ข้อมูลที่รวบรวมมา

n แทน จำนวนข้อมูลที่รวบรวมมา

4. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าที่ใช้วัดการกระจายของข้อมูลที่ดีที่สุดและนิยมใช้มากที่สุดในทางสถิติ โดยเป็นการวัดส่วนเบี่ยงเบนของข้อมูลแต่ละตัวจากค่าเฉลี่ยเลขคณิตเช่นเดียวกับค่าความแปรปรวน หากแต่ค่าความแปรปรวนมีหน่วยเป็นกำลังสองของข้อมูลนั้นๆ จึงทำให้มองเห็นลักษณะการกระจายของข้อมูลยาก ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นการนำค่าความแปรปรวนมาถอดรากที่สองทำให้มีหน่วยเดียวกันกับหน่วยของข้อมูลจึงทำให้เห็นลักษณะการกระจายได้ง่าย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคำนวณได้ดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

เมื่อ S แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

x_i แทน ข้อมูลที่รวบรวมมา

n แทน จำนวนข้อมูลที่รวบรวมมา

- **การทดสอบลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากร** (Goodness-of-fit Test)

การทดสอบลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากร จะใช้เมื่อต้องมีการเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่ทราบการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากร โดยการทดสอบนี้จะใช้ทดสอบว่าข้อมูลที่ได้มามีลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นเหมือนกับการแจกแจงความน่าจะเป็นที่ต้องการหรือไม่

การทดสอบลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากรที่นิยมใช้กันมาก คือ การทดสอบไคสแควร์ โดยใช้ χ^2 เป็นสถิติสำหรับทดสอบซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. จัดข้อมูลที่รวบรวมมาตามประเภท หรือช่วงของข้อมูล
2. เลือกการแจกแจงความน่าจะเป็นที่ต้องการทดสอบและคำนวณค่าความถี่ที่คาดหมายจากการแจกแจงความน่าจะเป็นตามแบบที่กำหนด โดยการคำนวณนี้อาจจะระบุพารามิเตอร์ต่างๆ หรืออาจประมาณจากตัวอย่างก็ได้ ซึ่งการระบุและประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงบางแบบสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 : ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงบางแบบ

การแจกแจงความน่าจะเป็น	พารามิเตอร์	ตัวประมาณค่า
การแจกแจงปัวส์ซอง	ค่าเฉลี่ยของจำนวนการเกิด , μ	ค่าเฉลี่ยของจำนวนการเกิดของตัวอย่าง , μ
การแจกแจงปกติ	ค่าเฉลี่ย , μ ค่าความแปรปรวน , σ^2	ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง , $\bar{x}$ ค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง , S^2
การแจกแจงเอกซ์โปเนนเชียล ($f(x)=\frac{1}{\beta}e^{\frac{-x}{\beta}}$)	ช่วงเวลาระหว่างการเกิด $\frac{1}{\beta}$	ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการเกิดของตัวอย่าง , $\bar{x}$

3. ตั้งสมมติฐานโดย

H_0 : ตัวอย่างมาจากประชากรที่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ .....

H_1 : ตัวอย่างไม่ได้มาจากประชากรที่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ .....

4. เลือกค่าสถิติโดยในที่นี้ ใช้ค่าไคสแควร์โดยคำนวณจาก

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

เมื่อ χ^2 เป็นค่าตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงใกล้เคียงกับการแจกแจงไคแสควร์

O_i แทนค่าความถี่จากข้อมูล

E_i แทนค่าความถี่จากการคาดหมาย

k แทนจำนวนประเภทหรือช่วงของข้อมูล

5. กำหนดค่านัยสำคัญ และบริเวณวิกฤต โดยบริเวณวิกฤต คือ

$$\chi^2 > \chi^2_{\alpha,\nu}$$

เมื่อ α แทนระดับนัยสำคัญ

ν แทนค่าองศาเสรี ซึ่งมีค่าเท่ากับ k-r-1

k แทนจำนวนประเภทหรือช่วงของข้อมูล

r แทนจำนวนพารามิเตอร์ของการแจกแจงความน่าจะเป็น

สำหรับ การแจกแจงปัวส์ซอง r = 1

การแจกแจงปกติ r = 2

การแจกแจงเอกซ์โปเนนเชียล r = 1

6. ตัดสินใจโดยจะยอมรับ H_0 เมื่อ χ^2 ที่คำนวณได้อยู่นอกบริเวณวิกฤต และจะปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 เมื่อ χ^2 ที่คำนวณได้อยู่ในบริเวณที่ไม่ใช่บริเวณวิกฤต

- **ฮีสโตแกรม** (Histogram)

ฮิสโตแกรมเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มากในการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งถูกคิดค้นขึ้นมาโดยนักสถิติชาวฝรั่งเศสชื่อ A.M. Guerry ในปี 1833 ซึ่งสามารถใช้ได้กับข้อมูลแบบแอตตริบิวส์และข้อมูลแบบตัวแปรซึ่งเป็นตัวเลข ฮิสโตแกรมมีลักษณะเป็นกราฟแท่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถี่ของข้อมูลกับค่าคุณสมบัติ สำหรับข้อมูลแบบแอตตริบิวส์ หรือช่วงของสำหรับข้อมูลแบบตัวแปร ซึ่งในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ การนำฮิสโตแกรมมาใช้กับข้อมูลแบบตัวแปรเท่านั้น

1. การสร้างฮิสโตแกรม

ฮิสโตแกรมมีพารามิเตอร์ที่สำคัญอยู่ 3 พารามิเตอร์คือ จำนวนชั้น ความกว้างของชั้น และขอบเขตชั้น ดังนั้นการสร้างฮิสโตแกรมจึงจะต้องทราบพารามิเตอร์เหล่านี้ ฮิสโตแกรมมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. หาค่าที่สูงที่สุด (Maximum) และค่าที่ต่ำที่สุด (Minimum) ของข้อมูล
2. คำนวณหาค่าพิสัย (Range) ของข้อมูลโดย

   พิสัย = ค่าที่สูงที่สุดของข้อมูล - ค่าที่ต่ำที่สุดของข้อมูล
3. กำหนดจำนวนชั้นที่เหมาะสม ซึ่งการกำหนดจำนวนชั้นควรจะเพียงพอที่จะทำให้สามารถแสดงให้เห็นถึงความแปรเปลี่ยนของข้อมูล แต่ก็ไม่ควรกำหนดจำนวนชั้นมากเกินไป เพราะจะทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ ซึ่งได้มีนักวิชาการหลายท่านได้เสนอหลักเกณฑ์ในการกำหนดจำนวนชั้นที่เหมาะสมดังนี้

   Sturges (Nelson,1988) เสนอว่า $C = 1+ 3.3 \log N$

   เมื่อ C = จำนวนชั้นที่เหมาะสม

   N = จำนวนข้อมูล

   Scott (Nelson,1988) เสนอว่า

   เมื่อ C = จำนวนชั้นที่เหมาะสม

   R = ค่าพิสัยของข้อมูล

   S = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

   N = จำนวนข้อมูล

   Davies and Gold Smith (Nelson,1988) เสนอว่า

   เมื่อ C = จำนวนชั้นที่เหมาะสม

   N = จำนวนข้อมูล

   Kaoru Ishikawa (Nelson,1988) เสนอตารางในการกำหนดจำนวนชั้น ดังนี้

ตารางที่ 2.2 : จำนวนชั้นที่แนะนำสำหรับการสร้างฮีสโตแกรม

จำนวนข้อมูล	จำนวนชั้น
น้อยกว่า 50	5 – 7
50 – 100	6 – 10
100 – 250	7 – 12
มากกว่า 250	10 - 12

ซึ่งตารางนี้อาจเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$C = 6 + \frac{N}{50}$$

เมื่อ C = จำนวนชั้นที่เหมาะสม

N = จำนวนข้อมูล

4. คำนวณความกว้างของชั้น โดย ความกว้างของชั้น = พิสัย / จำนวนชั้น
5. คำนวณค่า 1 หน่วยของความกว้างของชั้น โดยค่า 1 หน่วยความกว้างของชั้น คือค่า 10 ที่มากที่สุดที่เมื่อนำไปหารข้อมูลทุกตัวและความกว้างของชั้นแล้ว ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการหารเป็นจำนวนเต็ม เช่น ถ้าข้อมูลเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง ค่า 1 หน่วยของความกว้างของชั้นเท่ากับ 10^{-2}
6. กำหนดขอบเขตของชั้นโดย

ขอบเขตล่างของชั้นที่ 1 = ค่าต่ำที่สุด – [(ความกว้างของชั้น)(จำนวนชั้น) – พิสัย] / 2

ขอบเขตล่างของชั้นที่ N = ขอบเขตล่างของชั้นที่ (N - 1) + ความกว้างของชั้น

ขอบเขตบนของชั้นที่ N = ขอบเขตล่างของชั้นที่ N + ความกว้างของชั้น – ค่า 1 หน่วยของความกว้างของชั้น

7. คำนวณหาขอบเขตที่แท้จริงของชั้น โดย

ขอบเขตล่างที่แท้จริงของชั้นที่1 = ขอบเขตล่างของชั้นที่1 + ½ (ค่า 1 หน่วยของความกว้างของชั้น)

ขอบเขตล่างที่แท้จริงของชั้นที่ N = 1/2 (ขอบเขตล่างของชั้นที่ N + ขอบเขตบนของชั้นที่ (N - 1))

ขอบเขตบนที่แท้จริงของชั้นที่ N = 1/2 (ขอบเขตบนของชั้นที่ N + ขอบเขตบนของชั้นที่ (N + 1))

ขอบเขตบนที่แท้จริงของชั้นสุดท้าย = ขอบเขตบนของชั้นนั้น + 1/2 (ค่าหน่วยความกว้างของชั้น)

8. แจกแจงความถี่ในแต่ละชั้น
9. สร้างกราฟแท่ง

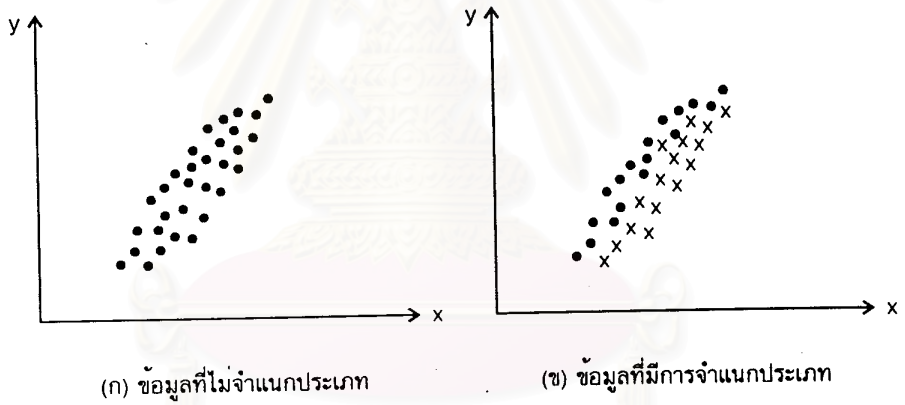
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- **แผนภาพการกระจาย** (Scatter Diagram)

1. ความหมายของแผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram)

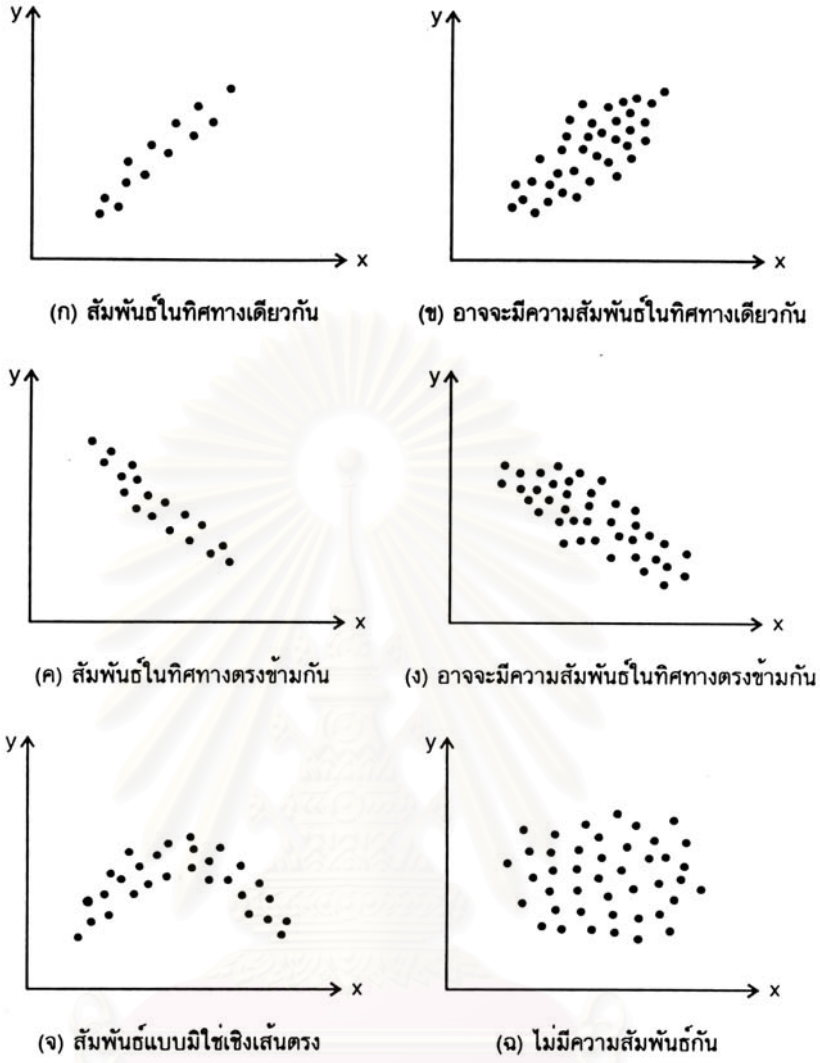
Ishikawa (1986) ได้ให้นิยามสำหรับแผนภาพการกระจายว่า หมายถึง แผนภูมิที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีความสอดคล้องกัน (Corresponding Data) ซึ่งหมายถึง ข้อมูลที่เก็บได้จากสิ่งตัวอย่างเดียวกัน แต่การดำเนินการวัดหรือนับข้อมูลออกเป็น 2 ชนิด (ถ้าเป็นกรณีมากกว่า 3 ชนิด จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์โดยหลักการทางสถิติขั้นสูงที่เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอย หรือ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์)

ในการศึกษาความสัมพันธ์บนแผนภาพการกระจาย ถ้าหากเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสาเหตุและผล มักจะกำหนดให้พารามิเตอร์ที่แสดงถึงสาเหตุ (ตัวแปรอิสระ) อยู่บนแกนนอนหรือแกนออดิเนต (Ordinate) และให้แกนตั้งหรือแกนแอบซิสซ่า (Abscissa) เป็นตัวแปรตามท่หมายถึง พารามิเตอร์ที่แสดงผล แต่ถ้าหากเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสาเหตุ 2 สาเหตุแล้ว กำหนดให้พารามิเตอร์ตัวใดก็ได้เป็นออดิเนตหรือแอบซิสซ่า ดังแสดงในรูปที่ 2.5 (ก)



รูปที่ 2.5 : โครงสร้างของแผนภาพการกระจาย

ในการตีความหมายตัวแบบสหสัมพันธ์ของข้อมูลตามแผนภาพการกระจายนี้ สามารถตีความหมายได้หลายแบบ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 : ตัวแบบความสัมพันธ์ในแผนภาพการกระจาย

รูปที่ 2.6 (ก) หมายถึง มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อ X เพิ่ม Y จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย และถ้าหาก X ได้รับการควบคุม Y ก็จะได้รับความควบคุมด้วยโดยธรรมชาติ

รูปที่ 2.6 (ข) หมายถึง กรณีที่อาจจะสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน คือ ถ้า X เพิ่มขึ้น Y น่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยแต่ก็ไม่ค่อยมั่นใจนัก ทางที่ดีกว่าสำหรับกรณีนี้คือควรมีการจำแนกแหล่งที่มาของข้อมูลแล้ววิเคราะห์การจำแนกประเภทของข้อมูลก่อนที่จะมีการสรุปผล

รูปที่ 2.6 (ค) แสดงความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม คือ ถ้า X มีค่าเพิ่มขึ้น Y กลับมีค่าลดลง และถ้าหาก X ได้รับการควบคุม Y ก็ควรจะได้รับการควบคุมโดยธรรมชาติด้วย

รูปที่ 2.6 (ง) หมายถึง กรณีที่อาจจะมีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม คือ ถ้า X มีค่าเพิ่มขึ้น Y น่าจะมีค่าลดลงแต่ก็ไม่ค่อยมั่นใจนัก โดยอาจจะมีสาเหตุใน Y มากกว่า X ที่พิจารณาก็ได้ แต่ทางที่ดีกว่าสำหรับกรณีนี้คือควรมีการจำแนกแหล่งที่มาของข้อมูลแล้ววิเคราะห์การจำแนกประเภทของข้อมูลก่อนที่จะมีการสรุปผล

รูปที่ 2.6 (จ) แสดงถึงความสัมพันธ์แบบมิใช่เชิงเส้นตรง ซึ่งจะมีความแตกต่างกัน ความสัมพันธ์ในรูปที่ 2.6 (ก) และ (ค) มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นตรง โดยที่รูป (ก) และ (ค) จะหมายความว่าทุกๆหน่วยที่ X เปลี่ยนแปลงไปจะทำให้ Y มีการเปลี่ยนแปลงเท่าเดิมเสมอไม่ว่าที่ค่าใดๆ ของ X ก็ตาม แต่สำหรับในรูป (จ) นั้นที่แต่ละหน่วยของ X ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ Y มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับว่าเป็นการเพิ่มขึ้นของ X ที่ X มีค่าเท่ากับเท่าใด

รูปที่ 2.6 (ฉ) ตัวแบบแสดงถึงความไม่สัมพันธ์กัน โดยก่อนจะทำการสรุปตัวแบบประเภทนี้ควรมีการวิเคราะห์จำแนกประเภทข้อมูลก่อน เพราะอาจเป็นไปได้ที่มีความสัมพันธ์กัน แต่เพราะเป็นข้อมูลคนละแหล่งที่มีความแตกต่างกัน จึงทำให้ดูเหมือนว่าไม่มีความแตกต่างกัน

2. วิธีการสร้างแผนภาพการกระจาย

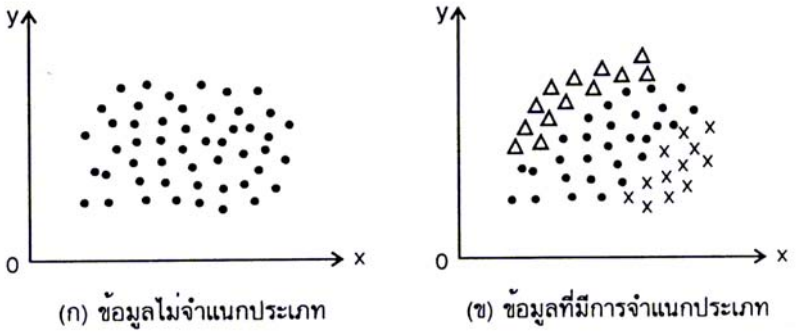
ในการสร้างแผนภาพการกระจายมีลำดับขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ทำการเก็บข้อมูลที่มีความสอดคล้องกันจำนวนประมาณ 20 ถึง 100 คู่
2. หาค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของตัวแปรแต่ละตัว (คือ X และ Y) เพื่อการกำหนดสเกลบน X และ Y โดยพยายามทำสเกลให้เป็นเลขจำนวนเต็ม หรือตัวเลขที่สามารถพลอตกราฟได้ง่ายๆ
3. นำข้อมูลแต่ละคู่มาพลอตลงในกราฟตามสเกลอย่างถูกต้อง
4. ทำการพิจารณาตัวแบบเพื่อตีความหมาย และในกรณีที่มีความไม่มั่นใจอาจจะทำการแยกข้อมูลออกตามแหล่งข้อมูลเพื่อวิเคราะห์การจำแนกประเภทของข้อมูล

3. ข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้แผนภาพการกระจาย

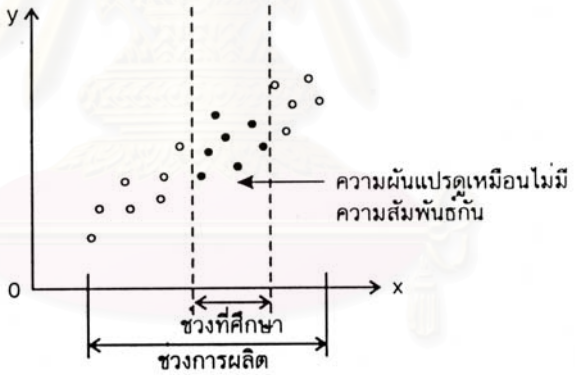
แม้ว่าแผนภาพการกระจายนี้จะเป็นกลวิธีทางสถิติที่มีความง่ายและมีประโยชน์ต่อการพิสูจน์ความเป็นสาเหตุและผลโดยผ่านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ก็ตาม แต่ก็มักจะมีจุดผิดพลาดในการประยุกต์ใช้อยู่เสมอ 2 ประการ คือ การจำแนกประเภทของข้อมูล และช่วงการศึกษาของข้อมูล

ในกรณี ***การจำแนกประเภทของข้อมูล*** นั้น ผู้วิเคราะห์มีความจำเป็นต้องพิจารณาว่าข้อมูลที่ศึกษาความสัมพันธ์ร่วมนั้น มาจากคนละแหล่งที่มีความแตกต่างกันหรือไม่ เพราะถ้าหากมีความแตกต่างกันแล้วอาจจะทำให้ตีความหมายผิดพลาดได้ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ที่ดูเหมือนว่าข้อมูลดังกล่าวให้จำแนกออกเป็นแต่ละประเภทแล้ว อาจพบว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์ร่วมกันได้



รูปที่ 2.7 : ผลจากการไม่จำแนกประเภทข้อมูลต่อการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ข้อควรระวังอีกประเด็นหนึ่งในการประยุกต์ใช้แผนภาพการกระจายคือ ***ช่วงของการศึกษาข้อมูล*** ซึ่งโดยปกติแล้วจะต้องทำให้ช่วงแห่งการศึกษาอยู่ในช่วงเดียวกันกับช่วงการผลิตที่เป็นจริง เพราะถ้าหากกำหนดช่วงไม่สอดคล้องกันแล้ว ก็อาจจะทำให้ตีความหมายผิดพลาดได้ดังรูปที่ 2.8 ที่ดูเหมือนว่าจะไม่มีความสัมพันธ์กันทั้งที่ในความเป็นจริงมีความสัมพันธ์กัน

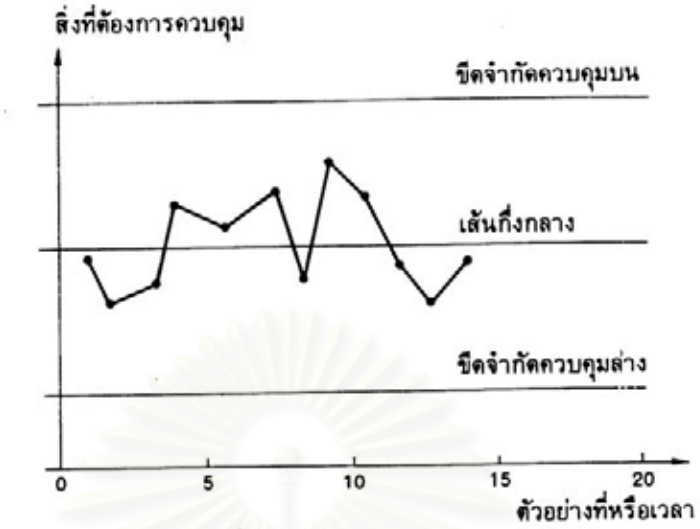


รูปที่ 2.8 : ความผิดพลาดจากการตัดสินใจเมื่อช่วงที่ศึกษาไม่ตรงกับช่วงการผลิต

- **แผนภูมิควบคุม** (Control Chart)

1. หลักการของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมมีหลายชนิดจำแนกตามลักษณะการใช้งาน แต่หลักการขั้นพื้นฐานของแผนภูมิควบคุมชนิดต่างๆจะเหมือนกัน ตัวอย่างของแผนภูมิควบคุมแสดงดังในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 : แผนภูมิควบคุมเชิงสถิติ

แผนภูมิควบคุมประกอบด้วยขีดจำกัดควบคุมบน (upper control limit) หรือที่นิยมเขียนย่อว่า UCL ขีดจำกัดควบคุมล่าง (lower control limit) หรือที่นิยมเขียนย่อว่า LCL เส้นกึ่งกลาง (center line) หรือที่นิยมเขียนย่อว่า CL ของสิ่งที่ต้องการควบคุม การควบคุมทำโดยวิธีสุ่มตัวอย่างและวัดผลของสิ่งที่ต้องการควบคุม แล้วเขียนจุดลงในแผนภูมิควบคุมและลากเส้นเชื่อมต่อจุดต่างๆเข้าด้วยกัน

ขีดจำกัดควบคุมบนและล่างได้จากการคำนวณค่าโดยอาศัยตัวอย่างที่สุ่มไว้ จุดที่กระจายอยู่ในขีดจำกัดควบคุมบนและล่างแสดงถึงสภาพของกระบวนการผลิตว่ายังอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ ถ้าจุดต่างๆกระจายอยู่ในช่วงขีดจำกัดควบคุมบนและล่างอย่างสม่ำเสมอก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ภายใต้การควบคุม แต่เมื่อใดที่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง ก็แสดงว่ากระบวนการผลิตได้ส่อถึงความผิดปกติไปจากสภาพปกติ ผู้ควบคุมการผลิตจะต้องทำการตรวจสอบกระบวนการผลิต และแก้ไขให้กระบวนการผลิตกลับสู่สภาพปกติ

2. ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุม เป็นวิธีการทางสถิติที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการผลิต นอกจากนี้แผนภูมิควบคุมยังมีประโยชน์อื่นๆอีกหลายประการซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ควบคุมกระบวนการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์ สิ่งที่ต้องการควบคุมจะถูกสุ่มตัวอย่างและเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมเป็นระยะๆ ถ้าจุดมิได้แสดงถึงความผิดปกติก็แสดงว่า

กระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่จุดแสดงความผิดปกติ ผู้ควบคุมการผลิตก็สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สภาพการผลิตกลับสู่ปกติได้อย่างทันท่วงที

2. ตรวจสอบค่ามาตรฐานที่กำหนด ประโยชน์สำคัญประการหนึ่งของแผนภูมิควบคุม คือ การตรวจสอบค่าผลการผลิตว่าอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ เมื่อใดที่ตัวอย่างที่สุ่มวัดได้ตกอยู่นอกเส้นพิกัดควบคุม ย่อมแสดงว่ากระบวนการผลิตได้คลาดเคลื่อนออกจากมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้แล้ว
3. รู้ถึงสมรรถภาพกระบวนการ (process capacity) กระบวนการผลิตที่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจอยู่ในข้อกำหนด (specification) หรือไม่ก็ได้ กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติ สามารถนำไปใช้เพื่อคำนวณถึงสมรรถภาพกระบวนการ เพื่อหาความสามารถในการผลิตภายใต้ข้อกำหนด ผลของสมรรถภาพกระบวนการที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างสำคัญต่อผู้บริหารในการตัดสินใจด้านต่างๆ เช่น การตัดสินใจเพื่อลงทุนปรับปรุงสมรรถภาพกระบวนการ การตัดสินใจรับคำสั่งผลิตจากลูกค้า เป็นต้น
4. แผนภูมิควบคุมช่วยเพิ่มผลผลิต แผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยอย่างสำคัญในการลดจำนวนของเสียและการทำซ้ำ
5. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาด้านคุณภาพ แผนภูมิควบคุมช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลา การใช้แผนภูมิควบคุมจะช่วยขจัดสภาพการผลิตสินค้าด้อย คุณภาพ เมื่อใดที่กระบวนการผลิตเริ่มผิดปกติแผนภูมิควบคุมจะแสดงให้รู้ ทำให้ผู้ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตไม่ผลิตของเสียหรือของด้อยคุณภาพออกมา ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้อย่างดียิ่ง
6. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันการปรับแต่งกระบวนการโดยไม่จำเป็น แผนภูมิควบคุมสามารถแยกแยะสภาพความแปรปรวนของกระบวนการผลิต ว่าเมื่อใดเป็นการแปรปรวนตามสภาพธรรมชาติ และเมื่อใดเป็นการแปรปรวนที่เกิดจากความผิดปกติ การแยกแยะสภาพความแปรปรวนนี้ไม่มีวิธีใดทำได้ดีเท่าแผนภูมิควบคุม แม้กระทั่งผู้ควบคุมเครื่องจักร หรือกระบวนการผลิต ถ้าผู้คุมเครื่องจักรหยุดเครื่องจักร เพื่อปรับแต่งกระบวนการผลิตเป็นระยะๆตามเวลาที่กำหนด อาจทำให้กระบวนการผลิตที่ดีอยู่แล้วผิดปกติไปก็ได้ แผนภูมิควบคุมเป็นตัวกำหนดได้อย่างดีว่า ถึงเวลาแล้วหรือยังที่จะทำการปรับแต่งกระบวนการผลิต
7. แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต การวิเคราะห์การกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอจะทำให้ได้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต เช่น การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ การเปลี่ยนวิธีการทำงาน การเปลี่ยนแปลงรูปแบบวิศวกรรม เป็นต้น

3. เงื่อนไขสำคัญในการใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพ

แม้ว่าในปัจจุบันจะมีการใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพ ในลักษณะอื่นๆเพิ่มเติมเข้ามา แต่แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีรากฐานมาจากการแจกแจงแบบปกติก็ยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญอยู่ ในการใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพเหล่านี้จึงต้องพิจารณาลักษณะการแจกแจงของข้อมูลด้วย ข้อมูลในกระบวนการผลิตที่เหมาะสมจะใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพควรจะต้องมีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

1. เป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ
2. เป็นข้อมูลหรือสถิติที่ได้รับการแปลงแต่งแล้วมีการแจกแจงแบบปกติ
   ข้อมูลหรือสถิติที่สำคัญที่จัดอยู่ในลักษณะนี้ก็คือ ค่าเฉลี่ย หรือค่ารวมของตัวอย่าง ทฤษฎีที่พิสูจน์และสนับสนุนประเด็นนี้คือ ทฤษฎีขีดจำกัดกลาง (Central limit theorem)
3. เป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงในลักษณะอื่นๆ ที่สามารถประมาณได้โดยการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งการแจกแจงสำคัญๆที่สามารถประมาณได้โดยการแจกแจงปกติได้แก่
   - การแจกแจงทวินาม (Binomial Distribution)
   - การแจกแจงแบบปัวส์ซอง (Poisson Distribution)

4. ประเภทของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ แผนภูมิควบคุมตามลักษณะหรือแผนภูมิควบคุมชนิดแอตตริบิวต์ (Attribute Control Charts) และแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Charts)

1. แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน เป็นแผนภูมิควบคุมที่ใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิต สำหรับคุณสมบัติหรือลักษณะคุณภาพที่วัดค่าได้ เช่น เส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวด น้ำหนักของผงชูรส เป็นต้น ลักษณะคุณภาพเหล่านี้เป็นค่าแปรผัน จึงเรียกแผนภูมิควบคุมลักษณะคุณภาพเหล่านี้ว่าแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน

แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันมีหลายประเภท ในที่นี้จะกล่าวถึงแผนภูมิที่สำคัญคือ

1.1. แผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ย

1.2. แผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิกัด

1.3. แผนภูมิ s เพื่อควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.4. แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว

2. แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นแผนภูมิเพื่อควบคุมจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต แผนภูมิ p เป็นแผนภูมิที่นิยมใช้ในกลุ่มแรกนี้ แผนภูมิ p ใช้ควบคุมสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจะมีการแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution)

แผนภูมิตามลักษณะกลุ่มที่ 2 คือ แผนภูมิเพื่อควบคุมรอยตำหนิ หรือ จำนวนข้อบกพร่อง แผนภูมิในกลุ่มนี้มี 2 ชนิดคือ แผนภูมิ c ซึ่งใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ หรือ จำนวนข้อบกพร่อง ในสินค้า เช่น รอยตำหนิในม้วนผ้า , รอยตำหนิในแผ่นกระจก เป็นต้น แผนภูมิชนิดที่ 2 คือ แผนภูมิ u ซึ่งใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ หรือ จำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยของสินค้า จำนวนรอยตำหนิ หรือจำนวนข้อบกพร่องในสินค้ามีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง (Poisson Distribution)

แผนภูมิควบคุมตามลักษณะมีหลายประเภท ในที่นี้จะกล่าวถึงแผนภูมิที่สำคัญคือ

2.1. แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p chart)

2.2. แผนภูมิ c เพื่อควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c chart)

5. ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมชนิดต่างๆ ทั้งแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน และแผนภูมิควบคุมแบบแอตตริบิวต์ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมหรือวัตถุประสงค์ของการควบคุม

การกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมหรือวัตถุประสงค์ของการควบคุมขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ผลิต และชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ เช่น แผนภูมิควบคุมชนิด $\overline{X}$ และ R สิ่งที่ควบคุมคือค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติทางกายภาพหรือลักษณะคุณภาพ (quality characteristics) เช่น ความยาว มวล เวลา กระแสไฟฟ้า ความหนาแน่น อุณหภูมิ ปริมาตร หรือกำลังส่องสว่าง และอื่นๆ ลักษณะคุณภาพเหล่านี้มีผลต่อคุณภาพของสินค้าที่ผลิต การเลือกที่จะควบคุมคุณสมบัติใดขึ้นอยู่กับความสำคัญของคุณสมบัตินั้น ที่จะมีผลต่อคุณภาพของสินค้า ในกรณีที่คุณสมบัติที่มีผลต่อคุณภาพสินค้ามีหลายชนิด การใช้แผนภูมิพาเรโตเพื่อวิเคราะห์ให้รู้ว่าคุณสมบัติใดมีความสำคัญมากน้อยเพียงใด จะช่วยให้การกำหนดสิ่งที่จะทำการควบคุมทำได้ดีขึ้น

2. กำหนดจำนวนตัวอย่างและความถี่ห่างในการเก็บข้อมูล

จำนวนตัวอย่างที่จะทำการเก็บขึ้นอยู่กับชนิดของแผนภูมิควบคุม ปริมาณการผลิตของกระบวนการและค่าใช้จ่ายในการเก็บและทดสอบตัวอย่าง แนวทางในการกำหนดจำนวนตัวอย่างและวิธีการเก็บตัวอย่างอาจแบ่งได้เป็น 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1 เลือกเก็บตัวอย่างโดยแบ่งเป็นช่วงเวลาที่แน่นอน เช่น เก็บตัวอย่างทุกๆครึ่งชั่วโมง หรือทุกๆชั่วโมง โดยเก็บตัวอย่างที่ผลิตได้ ณ เวลานั้นๆ ตัวอย่างเช่น ทุกๆชั่วโมงผู้คุมเครื่องอาจ

เก็บตัวอย่างซองผงชูรสจากกระบวนการผลิตออกมาชั่ง หรือตรวจสอบโดยเก็บตัวอย่างจากเครื่องจักรเลย

วิธีที่ 2 คือเก็บตัวอย่างจากผลผลิตที่ได้ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ผู้คุมเครื่องบรรจุผลชูรสที่ผลิตได้ระหว่างเวลา 8.00-9.00 น.ไว้ แล้วทำการสุ่มตัวอย่างจากซองผงชูรสทั้งหมดในช่วงเวลาดังกล่าว

โดยทั่วไปวิธีที่ 1 คือเก็บตัวอย่างจากกระบวนการผลิต ณ เวลาใดๆ เป็นวิธีที่นิยมใช้มากกว่า ทั้งนี้เพราะวิธีนี้จะให้ผลของคุณภาพสินค้า ณ เวลาที่เก็บข้อมูล ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาด้านคุณภาพก็สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์

นอกจากวิธีการเก็บข้อมูล การกำหนดจำนวนตัวอย่างก็เป็นสิ่งสำคัญ จำนวนตัวอย่างของแผนภูมิแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันไป และยังแตกต่างตามประเภทผลิตภัณฑ์ และค่าใช้จ่ายในการเก็บตัวอย่างและตรวจสอบ

ในด้านความถี่ห่างในการเก็บตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับอัตราความเร็วในการผลิตและจำนวนตัวอย่างที่จะเก็บในแต่ละครั้ง แต่ก็ไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวใดๆ โดยทั่วไปถ้าเก็บตัวอย่างถี่มากเท่าใดก็จะสามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ดีมากขึ้น แต่จะเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น โดยปกติการเก็บตัวอย่างนิยมให้ห่างกันระหว่าง 30 นาทีถึง 1 ชั่วโมง

3. เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม จะใช้ตารางบันทึกผลแตกต่างกันไปตามแต่ละประเภทของแผนภูมิควบคุม ตัวอย่างที่เก็บได้จะถูกวัด ชั่ง หรือตรวจสอบคุณสมบัติที่ต้องการควบคุม เช่น วัดเส้นผ่านศูนย์กลาง ชั่งน้ำหนัก วัดปริมาตร เป็นต้น ผลการวัดจะถูกบันทึกไว้ตามแต่ละประเภทของแผนภูมิควบคุม เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาเส้นพิกัดควบคุมต่อไป

4. คำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุม

ข้อมูลจากตัวอย่างที่เก็บไว้จะถูกนำไปใช้คำนวณขีดจำกัดควบคุมเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมต่อไป ขีดจำกัดควบคุมประกอบด้วยขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) เส้นกึ่งกลาง (CL) และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) โดยทั่วไปค่าจำนวนเท่าของความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่กำหนดให้ห่างจากค่าเส้นกึ่งกลาง (K) สำหรับขีดจำกัดควบคุมบนและขีดจำกัดควบคุมล่างจะใช้ค่า 3 แต่ในกรณีที่ต้องการควบคุมคุณภาพให้เข้มงวดขึ้นหรือเมื่อความเสียหายอันเกิดจากการผลิตสินค้าไม่ได้ตามข้อกำหนดมีค่าสูง แต่ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ และปรับตั้งเครื่องจักรมีค่าน้อย ค่าของ K อาจลดเหลือ 2.5 หรือ 2 หรือ 1 ถ้าต้องการความเข้มงวดในการควบคุมมากๆ

ในทางตรงกันข้ามถ้าค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ ปรับตั้งเครื่องจักร หรือกระบวนการผลิตมีค่าสูง แต่ค่าความเสียหายจากกระบวนการผลิตสินค้าไม่ตรงตามข้อกำหนดมีค่าน้อย ค่าของ K อาจเพิ่มเป็น 4

ในด้านการสร้างแผนภูมิควบคุม โดยทั่วไปจะเขียนเส้นพิกัดควบคุมลงบนกระดาษกราฟ โดยกำหนดมาตราส่วนตามความเหมาะสม โดยต้องคำนึงถึงความสะดวกในการเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมและความง่ายในการวิเคราะห์แผนภูมิด้วย

สำหรับสูตรในการคำนวณขีดจำกัดควบคุมแสดงดังในตารางที่ 2.2 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 : สูตรในการคำนวณขีดจำกัดควบคุม

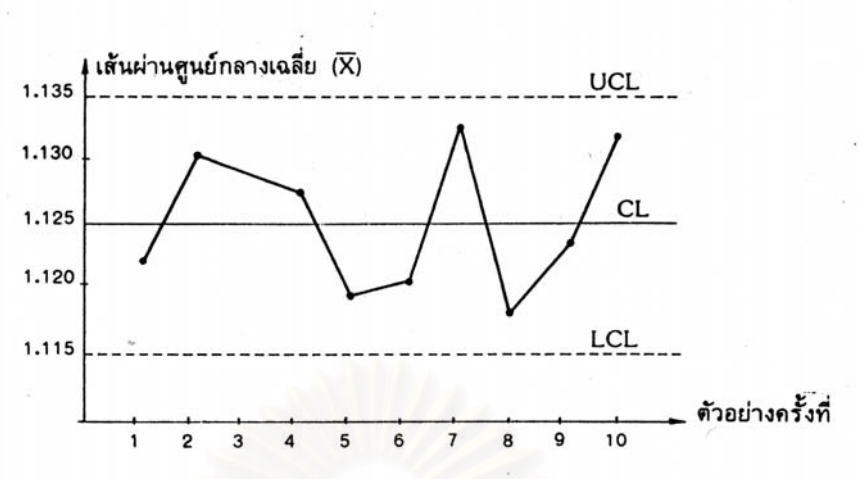
แผนภูมิควบคุม		เส้นกลาง	ขอบเขตควบคุม		สิ่งที่ต้องควบคุม
$\overline{X}$ - R	$\overline{X}$ chart	$\overline{\overline{X}}$	$\overline{\overline{X}} + A_2\,\overline{R}$	$\overline{\overline{X}} - A_2\,\overline{R}$	ค่าเฉลี่ย
	R chart	$\overline{R}$	$D_4\overline{R}$	$D_3\overline{R}$	พิสัย
$\overline{X}$ - s	$\overline{X}$ chart	$\overline{\overline{X}}$	$\overline{\overline{X}} + A_3\bar{s}$	$\overline{\overline{X}} - A_3\bar{s}$	ค่าเฉลี่ย
	s chart	$\bar{s}$	$B_4\bar{s}$	$B_3\bar{s}$	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)
X-MR	X chart	$\overline{X}$	$\overline{X} + 2.66\,\overline{MR}$	$\overline{X} - 2.66\,\overline{MR}$	ค่าใดๆ (X)
	MR chart	$\overline{MR}$	$D_4\overline{MR}$	$D_3\overline{MR}$	การเคลื่อนไหวของพิสัย (MR)
P	p chart	$\bar{p}$	$\bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{P})}{n}}$	$\bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{P})}{n}}$	สัดส่วนของเสีย (p)
C	c chart	$\bar{c}$	$\bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$	$\bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$	จำนวนตำหนิ (c)

<u>หมายเหตุ</u> ค่าของ A_2 , A_3 , B_3 , B_4 , D_3 และ D_4 เป็นค่าคงที่ขึ้นกับจำนวนตัวอย่างในกลุ่มข้อมูล ซึ่งอ่านค่าได้จากตาราง ค. ในภาคผนวก ค.

5. เขียนจุดและวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม

เมื่อได้แผนภูมิควบคุมแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการเขียนจุดของตัวอย่างข้อมูลลงในแผนภูมิควบคุม จะได้จุดดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 2.10

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.10 : ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม

จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม การกระจายของจุดบนแผนภูมิจะแสดงถึงสภาพของกระบวนการผลิตว่าอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ และสมควรหยุดกระบวนการผลิตเพื่อปรับตั้งกระบวนการผลิตใหม่หรือยัง

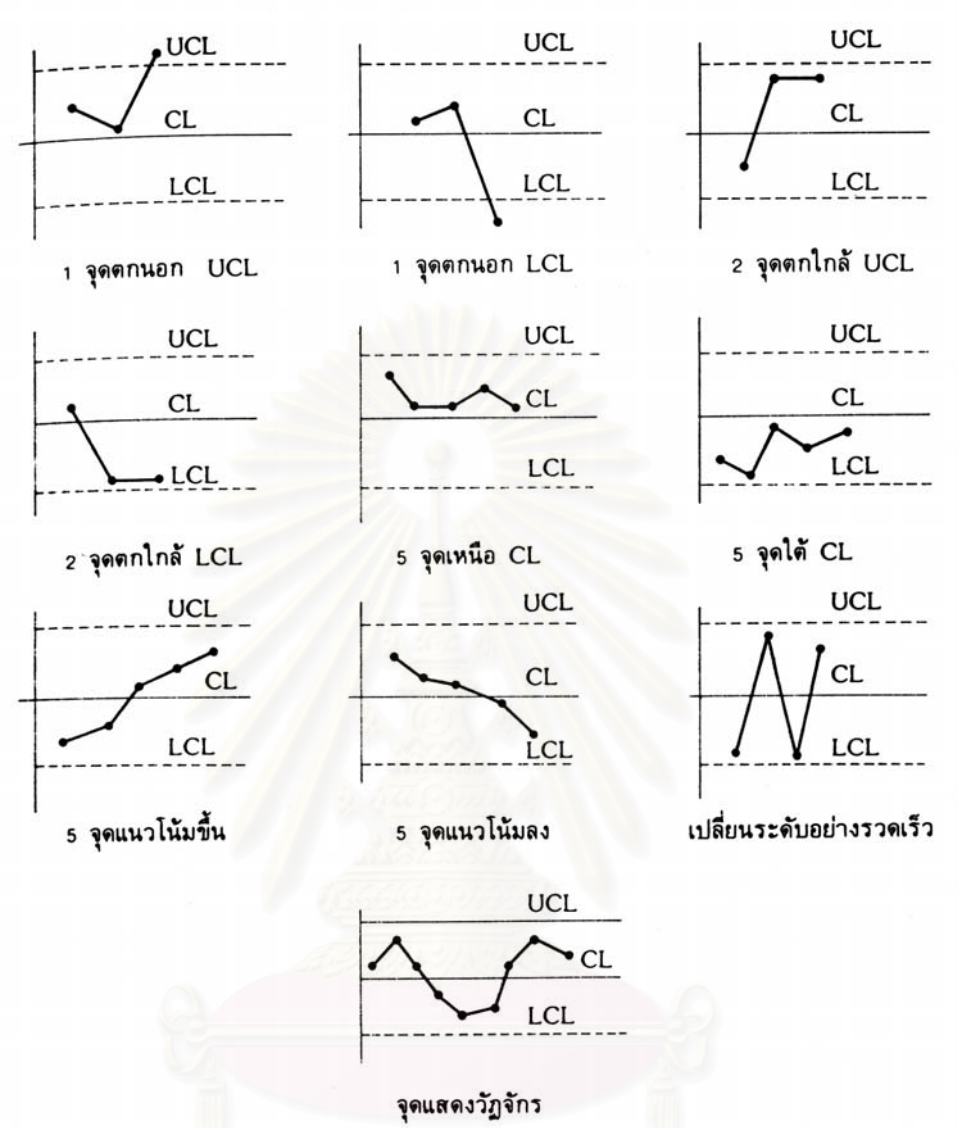
สำหรับกรณีกระบวนการผลิตมีเสถียรภาพ การกระจายของจุดบนแผนภูมิควบคุมจะมีลักษณะดังนี้

1. ข้อมูลจะอยู่ใกล้เส้นกึ่งกลางเป็นส่วนใหญ่
2. มีข้อมูลเพียงส่วนน้อยที่เข้าใกล้ขีดจำกัดควบคุมบนและล่าง
3. โอกาสที่ข้อมูลจะออกนอกเส้นควบคุมมีอยู่น้อยมาก
4. ลักษณะการกระจายของข้อมูลที่เขียนลงในแผนภูมิควบคุมจะมีลักษณะสุ่ม (Random)

โดยปกติถ้าจุดบนแผนภูมิควบคุมแสดงลักษณะใดลักษณะหนึ่งดังต่อไปนี้ ผู้ควบคุมกระบวนการผลิตควรทำการตรวจสอบกระบวนการผลิต เพราะกระบวนการผลิตอาจผิดปกติไปจากเดิม ลักษณะของจุดที่ควรให้ความสำคัญคือ

1. มี 1 จุดตกนอก UCL หรือ LCL
2. มี 2 จุดติดต่อกันเกาะอยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมบนล่าง
3. มี 5 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง
4. มี 5 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นหรือลงตลอด
5. มีจุดที่เปลี่ยนระดับอย่างรวดเร็ว
6. มีจุดที่แสดงวัฏจักร

ตัวอย่างของลักษณะจุดบนแผนภูมิควบคุมที่แสดงความผิดปกติของกระบวนการผลิตแสดงดังในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 : การกระจายของจุดบนแผนภูมิควบคุมที่แสดงความผิดปกติของกระบวนการผลิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ** Visual Basic

ในปัจจุบัน ระบบปฏิบัติการ (Operating System) ในลักษณะของ Windows ได้เข้ามาแทนที่ระบบปฏิบัติการในลักษณะเดิม ซึ่งส่วนใหญ่ที่นิยมใช้กันอยู่คือ MS-DOS เนื่องจากรูปแบบของจอภาพที่ใช้ติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ และผู้ใช้ อยู่ในรูปแบบของ Graphic User Interface (GUI) ที่ใช่รูปภาพแทนคำสั่งต่างๆ ซึ่งต่างจาก MS-DOS ที่รูปแบบของคำสั่งจะอยู่ในรูปแบบของตัวอักษรและเป็นแบบป้อนทีละบรรทัด หรือที่เรียกว่า “Command Line” ซึ่งผู้ใช้จะต้องเรียนรู้และจดจำรูปแบบของแต่ละคำสั่งให้ถูกต้องและแม่นยำ จึงจะใช้งานโปรแกรมนั้นได้เป็นอย่างดี และด้วยเหตุนี้ได้ส่งผลต่อการพัฒนาโปรแกรมเช่นเดียวกัน เนื่องจากโปรแกรมเมอร์ซึ่งแต่เดิมพัฒนาโปรแกรมอยู่บน MS-DOS ต้องเปลี่ยนแปลงรูปแบบและแนวความคิดและหันมาพัฒนาโปรแกรมบน Windows แทน

ภาษา BASIC ถูกสร้างขึ้นในปี 1963 โดย Hohn Keneny และ Thomas Kurt ที่วิทยาลัย Dartmouth ในเบื้องต้นพวกเขามีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาภาษา BASIC ขึ้น เพื่อใช้ในการสอนแนวในการเขียนโปรแกรม (Programming Concept) โดยเน้นให้รูปแบบของภาษาง่ายต่อทั้งการเข้าใจและการใช้งาน รวมทั้งทำงานในลักษณะของ Interpreter ซึ่งแตกต่างจากภาษาคอมพิวเตอร์อื่นๆ ในยุคนั้นที่อาศัย Job Control Language (JCL) และ ขั้นตอนในการ Compile และ Link ผลก็คือ ภาษา BASIC ได้กลายเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในหมู่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล จึงอาจกล่าวได้ว่าภาษา BASIC ได้รับการพัฒนาควบคู่ไปกับการพัฒนาคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ในปี 1970 Microsoft ได้เริ่มผลิตตัวแปรภาษาBASIC ใน ROM ซึ่งเรียกว่า ROM-Based BASIC ขึ้น เช่น ชิป Radio Sheek TRS-80 เป็นต้น ต่อมาได้พัฒนาเป็น GW-BASIC ซึ่งเป็น Interpreter ภาษาที่ใช้กับ MS-DOS และในปี 1982 Microsoft QuickBasic ได้รับการพัฒนาขึ้น โดยการเพิ่มเติมความสามารถในการ Compile ให้เป็น Executed Program รวมทั้งทำให้ BASIC มีความเป็น “Structured Programming” มากขึ้น โดยการตัด Line Number ทิ้งไป เพื่อลบข้อกล่าวหาว่าเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีโครงสร้างในลักษณะ Spaghetti Code (Logical Flow ของภาษาขาดโครงสร้าง) มาใช้รูปแบบของ Subprogram และ User Defined รวมทั้งการใช้ Structured Data Type และการพัฒนาการใช้งานทางด้านกราฟฟิกให้มีการใช้งานในระดับที่สูงขึ้น รวมทั้งมีการใช้เสียงประกอบได้เหมือนกับภาษาคอมพิวเตอร์อื่น เช่น C หรือ Pascal

Visual Basic เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบน Windows เนื่องจากเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้เทคโนโลยีในลักษณะ Visualize ซึ่งเพียงแต่เลือก Control ที่เหมาะสมแล้ววาดลงบน Form ก็สามารถสร้างจอภาพที่ใช้สำหรับติดต่อกับผู้ใช้ รวมทั้งการใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมแบบ Event-driven ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดขั้นตอน

การทำงานให้กับ Control ต่างๆ ที่สร้างขึ้นตามเหตุการณ์ (Event) ต่างๆที่เกิดขึ้น เช่น การเลื่อนเม้าส์หรือการรับข้อมูลจากคีย์บอร์ด ฯลฯ ประกอบกับภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมเป็นภาษา BASIC ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ ที่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลส่วนใหญ่คุ้นเคย จึงส่งผลให้การพัฒนาโปรแกรมบน Windows ด้วย Visual Basic มีขั้นตอนน้อย กระทำได้ง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน จึงทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ได้ภายในเวลา 2-3 ชั่วโมง ก็สามารถพัฒนาโปรแกรมบน Windows ขึ้นเป็นโปรแกรมแรกได้

Visual Basic นี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมขึ้นใช้งาน ที่ใช้ได้ตั้งแต่ผู้ใช้ระดับต้นเพื่อใช้สร้างโปรแกรมง่ายๆบน Windows หรือ โปรแกรมเมอร์ระดับกลางที่จะเรียกใช้ฟังก์ชันการทำงานต่างของ Visual Basic ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนโปรแกรมเมอร์ระดับอาชีพที่จะพัฒนาโปรแกรมในระดับสูงโดยการใช้ Object Linking and Embedding (OLE) และ Application Programming Interface (API) ของ windows มาประกอบในการเขียนโปรแกรม

2.2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- สาโรช บัวบูชา , 2541

เป็นงานวิจัยที่มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์หาตัวแปรต่างๆ ที่มีผลกระทบกับคุณภาพยางผสม และพัฒนาระบบการประกันคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตยางผสมในอุตสาหกรรมผลิตยางรถ ซึ่งในงานวิจัยในนี้ทำการศึกษาจากโรงงานตัวอย่าง พบสาเหตุที่ทำให้เปอร์เซ็นยางผสมเสียมีสาเหตุเนื่องมาจากทางโรงงานดังกล่าวยังไม่มีระบบการประกันคุณภาพ ขาดการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคทางวิศวกรรมคุณภาพ รวมทั้งขาดระบบการควบคุมคุณภาพในกระบวนการที่ดี ส่งผลให้ปัญหาคุณภาพในกระบวนการผสมยางไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เสนอระบบการประกันคุณภาพในกระบวนการผสมยางโดยทำการวิเคราะห์หาข้อบกพร่องและปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาคุณภาพ โดยได้นำเสนอการประยุกต์ใช้หลักการทางสถิติในการควบคุมคุณภาพ และแผนภูมิควบคุม มาใช้ในการควบคุมคุณภาพ

หลังจากนำระบบการประกันคุณภาพในกระบวนการผสมยางและเทคนิคที่เสนอไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต พบว่ามียางเสียคุณภาพต่ำใช้งานไม่ได้ลดลง 28.9 เปอร์เซ็น ยางเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ลดลง 8.4 เปอร์เซ็น และยางเสียส่งคืนจากกระบวนการถัดไปลดลง 17.2 เปอร์เซ็น

- วิเชียร ตรีรัตนวณิช , 2541

วิทยานิพนธ์เรื่องนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนาซอฟท์แวร์สำหรับระบบควบคุมกระบวนการเชิงสถิติแบบตามเวลาจริงเพื่อประยุกต์ใช้งานในพื้นที่การผลิตในส่วนของการควบคุมพารามิเตอร์ของ

ปริมาณที่ได้จากการวัด (Measurement data) และรวมทั้งปริมาณที่ได้จากการวัด (Defect data) ซึ่งโปรแกรมที่เขียนขึ้นนี้มีชื่อว่า SPC-Engine มีความสามารถในการใช้งานในด้าน การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติต่างๆ เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าพิสัย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตลอดจนความสามารถของกระบวนการ รวมทั้งการสร้างแผนภูมิควบคุมชนิดต่างๆและวิเคราะห์ความผิดปกติที่เกิดขึ้นบนแผนภูมิควบคุม

การนำระบบควบคุมกระบวนการเชิงสถิติแบบตามเวลาจริงไปใช้ในพื้นที่การผลิต จะช่วยให้ลดเวลาทำงานและให้ข้อมูลที่ถูกต้องมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยในการเฝ้าติดตามสถานภาพของกระบวนการผลิต ณ เวลาจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- ชุมพล มณฑาทิพย์กุล , 2539

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพสำหรับกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนของผลิตภัณฑ์รางสายไฟฟ้าแบบบันไดให้เหมาะสมกันโรงงานตัวอย่าง โดยได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการควบคุมคุณภาพอันได้แก่ ใบตรวจสอบ แผนภูมิก้างปลา แผนภูมิควบคุม แผนภูมิ กราฟ และวงล้อเดมมิ่ง ซึ่งปัญหาคุณภาพที่เกิดขึ้นเนื่องมาจาก ไม่มีการสร้างข้อกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามาตรฐาน ระบบควบคุมคุณภาพยังไม่ครอบครุมกระบวนการทำงานทั้งหมด ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้เสนอแนวทางการพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพดังนี้ คือ ข้อกำหนดทางคุณภาพที่เป็นมาตรฐาน ระบบควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เป็นมาตรฐาน ระบบควบคุมคุณภาพวัสดุเพื่อการผลิต

- บุญสม ประเสริฐอัครกุล , 2539

เป็นงานวิจัยที่จัดทำขึ้นเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติของสายการผลิตบางส่วนในโรงงานตัวอย่างเพื่อเป็นแนวทางในการวัดประสิทธิผลเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติสำหรับโรงงานตัวอย่างในส่วนงานผลิตชิ้นส่วนเสื้อสูบ ลูกสูบ และแกนเลื่อนลูกสูบ ซึ่งบางจุดงานมีการใช้การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติอย่างไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสม

จากผลการวิจัยได้ปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ 2 ลักษณะ คือ การใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ($\overline{X}$ - R chart) 2 จุดงาน และการใช้ใบตรวจสอบโดยอาศัยแผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง 11 จุดงาน ซึ่งภายหลังการปรับปรุงพบว่าการใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ($\overline{X}$ - R chart) ทำให้ปริมาณการผลิตลดลงจากก่อนการปรับปรุงมาก ส่วนการใช้ใบตรวจสอบ ค่าความเที่ยงตรงในการตรวจสอบเพิ่มขึ้นจากก่อนการปรับปรุง

- ยุทธนา สิทธิสันต์ , 2539

ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อทำการปรับปรุงระบบการตรวจสอบคุณภาพของอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ ซึ่งปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพได้แก่ ปัญหาในการตรวจสอบวัสดุ ปัญหาการตรวจสอบในกระบวนการผลิต และผลิตภัณฑ์สำเร็จ โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงระบบการตรวจสอบคุณภาพโดยการจัดทำแผนการตรวจสอบ ปรับปรุงมาตรฐานการปฏิบัติงาน ปรับปรุงแผนการชักตัวอย่าง ซึ่งในการปรับปรุงนี้มีการนำมาตรฐานกรมทหาร MIL-STD-105E และเทคนิคของ OC-Curve มาประยุกต์ใช้ ภายหลังการปรับปรุงพบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพ และความเชื่อถือในการตรวจสอบ รวมทั้งยังสามารถลดปัญหายุ่งยากในการปฏิบัติงานลงด้วย

- จักรวาล คุณะดิลก , 2538

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อจัดวางระบบควบคุมคุณภาพของอุตสาหกรรมการผลิตภาชนะกระป๋องบรรจุอาหารและปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสีย โดยโรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษาเป็นโรงงานที่ผลิตเหล็กเคลือบแลกเกอร์ กระป๋องและฝา

ซึ่งในการปรับปรุงคุณภาพดังกล่าวได้มุ่งเน้นในการปรับปรุงระบบควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป โดยได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุและการปฏิบัติการแก้ไข การวางแผนควบคุมคุณภาพของแต่ละกระบวนการผลิต การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต การจัดทำเอกสารคู่มือขั้นตอนการดำเนินงานและคู่มือวิธีการปฏิบัติ

- สมควร เทสาภิรัตน์ , 2538

วัตถุประสงค์สำหรับงานวิจัยนี้ เพื่อจัดวางระบบควบคุมคุณภาพของกระบวนการประกอบเตาอบไมโครเวฟให้กับโรงงานตัวอย่างเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงขึ้น และเปอร์เซ็นสัดส่วนของเสียลดลง ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอระบบการควบคุมคุณภาพกระบวนการประกอบเตาอบไมโครเวฟ โดยได้จัดทำระบบการควบคุมคุณภาพของปัจจัยการผลิต และการกำหนดให้มีการควบคุมคุณภาพในแต่ละขั้นตอนสถานีการประกอบที่สำคัญ รวมทั้งกำหนดให้มีการควบคุมคุณภาพระหว่างการประกอบและการนำสถิติ ผังพาเรโต ผังเหตุและผลมาใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลข้อมูลคุณภาพ

- จารุณี เหลืองเพชรงาม , 2536

เป็นผลงานวิจัยที่ทำการศึกษาวิเคราะห์ระบบการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับโรงงานตัวอย่าง ซึ่งเป็นโรงงานผสมคอนกรีตผสมเสร็จที่มีหลายโรงผสม ซึ่งในงานวิจัยดังกล่าวได้นำเสนอ

ถึงระบบการควบคุมคุณภาพโดยมีการจัดโครงสร้างองค์กรการควบคุม จัดระบบการควบคุมคุณภาพ และกำหนดมาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ทั้งนี้ในแต่ละขั้นตอนได้นำเทคนิคการควบคุมคุณภาพมาใช้ได้แก่ ใบตรวจสอบ ผังแสดงเหตุและผล วิธีการทางสถิติและแผนภูมิควบคุมมาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผล และวิเคราะห์หาระดับคุณภาพของคอนกรีต เพื่อช่วยให้เราทราบถึงการเปลี่ยนแปลงไปของกระบวนการผลิตและสามารถแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้ทันก่อนที่จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของคอนกรีตผสมเสร็จ

- Fine , 1997 (บทความนี้ปรากฏอยู่ใน Quality Magazine ,January 1997)

ปัจจุบันมีโปรแกรมซอฟท์แวร์ที่ใช้ช่วยในการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆในแผนภูมิควบคุม ซึ่งสามารถอำนวยความสะดวกอย่างมากต่อพนักงานในการคำนวณหาค่าต่างๆได้โดยง่ายและรวดเร็ว แต่ปัญหาอย่างหนึ่งที่มักจะเกิดขึ้นก็คือ เราจะเลือกแผนภูมิควบคุมชนิดใดถึงจะเหมาะสมกับงานของเรา ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการตัดสินใจเลือกแผนภูมิควบคุมนั้นมีแผนภูมิให้เลือกหลักๆอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart) และ แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute Control Chart)

ซึ่งในการตัดสินใจว่าจะเลือกใช้แผนภูมิชนิดใดๆนั้น จะต้องพิจารณาถึงสิ่งที่ต้องการควบคุมและวัตถุประสงค์ในการควบคุม ในบทความนี้ได้กล่าวถึงหลักการในการพิจารณาเบื้องต้นในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมทั้ง 2 ชนิดไว้พอสังเขป รวมทั้งการกำหนดจำนวนตัวอย่างในการสุ่ม (Sample size) ไว้ด้วย

- Wheeler , 1997 (บทความนี้ปรากฏอยู่ใน Quality Magazine ,January 1997)

คำตอบสำหรับคำถามมากมายที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมกระบวนการผลิต ซึ่งจะช่วยในการขจัดปัญหาที่เกิดขึ้นให้หมดไปได้ในเรื่องการนำแผนภูมิควบคุมไปใช้งาน ในหัวข้อนี้จะเป็นการตอบคำถามสำหรับปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นอยู่บ่อยครั้งในการนำแผนภูมิควบคุมไปใช้ ซึ่งคำตอบเหล่านี้จะช่วยทำให้เราสามารถหลีกเลี่ยงหรือลดความสับสนและความเข้าใจผิดในการใช้แผนภูมิควบคุมได้

เนื้อหาส่วนใหญ่ในบทความนี้จะมุ่งเน้นในการตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับ Process-Control , Process-behavior , charts เช่น วิธีการในการคำนวณขีดจำกัดควบคุม ขนาดของจำนวนตัวอย่างในการสุ่มตรวจสอบเพื่อหาขีดจำกัดควบคุมที่เหมาะสม จำนวนเท่าของความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ห่างจากค่าเส้นกึ่งกลาง (K) ควรมีค่าเท่าใดถึงจะเหมาะสม เป็นต้น

บทที่ 3

หลักการและแนวความคิดในการสร้างระบบสนับสนุนการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม

3.1 บทนำ

โดยหลักการและวิธีในการสร้างแผนภูมิควบคุมชนิดต่างๆ ทั้งแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Charts) และแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute Control Charts) มีวิธีในการสร้างเป็นขั้นตอนดังนี้ (พิชิต สุขเจริญพงษ์ , 2521 : 88 – 92)

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมหรือวัตถุประสงค์ของการควบคุม
2. กำหนดจำนวนตัวอย่างและความถี่ห่างในการเก็บข้อมูล
3. เก็บรวบรวมข้อมูล
4. คำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุม
5. เขียนจุดและวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม

จากหลักการและวิธีการดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นต้นแบบแนวความคิดในการสร้างระบบสนับสนุนการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม เพื่อช่วยให้ผู้ที่จะนำแผนภูมิควบคุมไปใช้มีแนวทางในการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม การกำหนดหน่วยในการวัด และการพิจารณาเงื่อนไขสำคัญในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุม ตลอดจนการกำหนดจำนวนตัวอย่างและการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุม สามารถนำไปปฏิบัติหรือนำไปใช้งานได้โดยง่ายและถูกต้องตามหลักการในการสร้างแผนภูมิควบคุม ซึ่งระบบดังกล่าวที่สร้างขึ้นนี้มีองค์ประกอบหลักแบ่งออกเป็นส่วนที่ 1 : การเลือกใช้แผนภูมิควบคุม และส่วนที่ 2 : การออกแบบพารามิเตอร์ ซึ่งมีขั้นตอนรายละเอียดในแต่ละส่วนดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม
2. กำหนดหน่วยในการวัด
3. เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้
4. พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม

} การเลือกใช้แผนภูมิควบคุม

5. กำหนดจำนวนตัวอย่าง
6. คำนวณขีดจำกัดควบคุม

} การออกแบบพารามิเตอร์

7. อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม

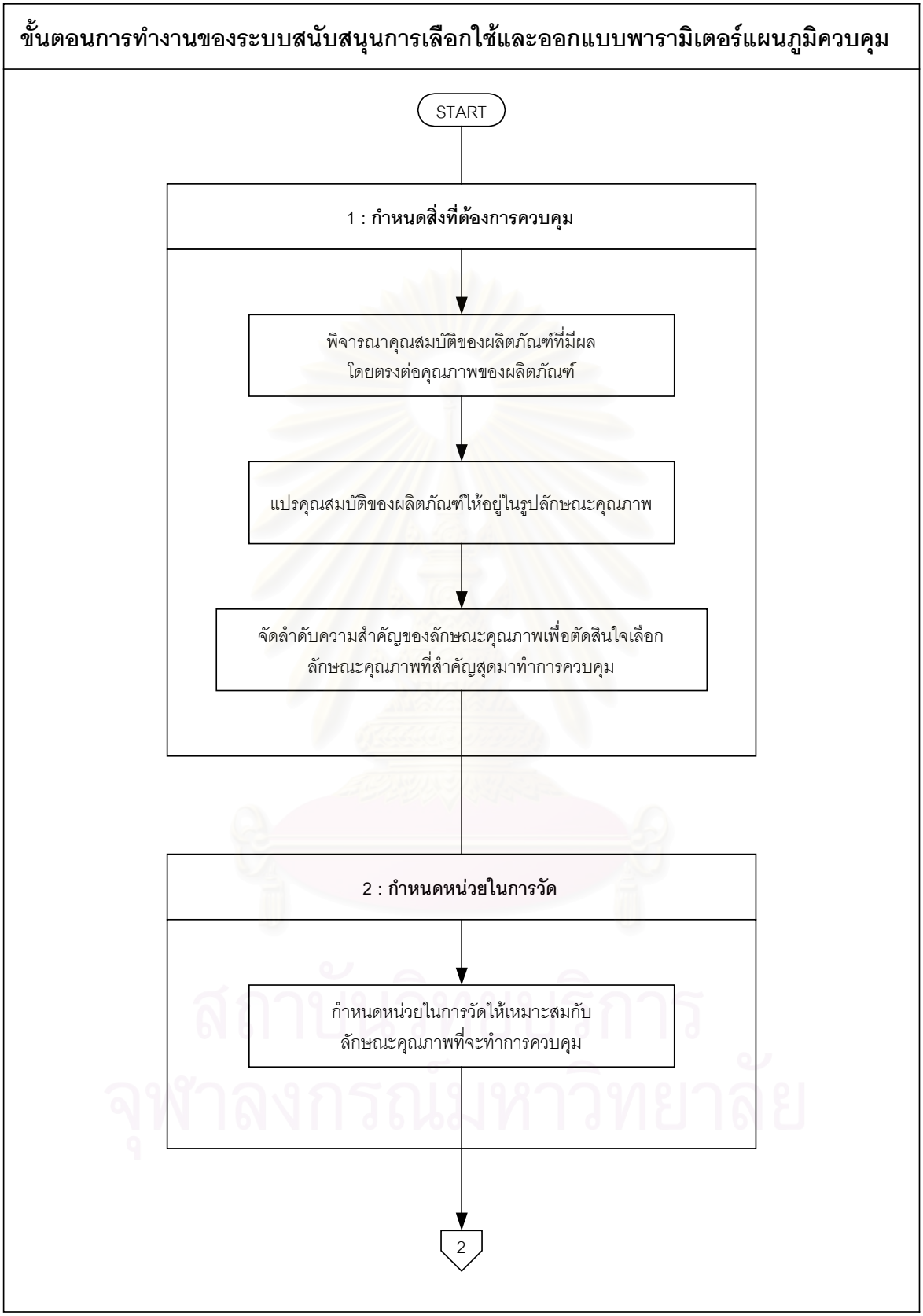
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับระบบสนับสนุนการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุมที่สร้างขึ้นในงานวิจัยดังกล่าวนี้ แม้ว่าจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับแผนภูมิควบคุมทุกชนิดได้ แต่เนื่องจากขอบเขตในการทำงานวิจัยนี้จะทำการพิจารณาเลือกใช้ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและสามารถคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆได้โดยง่าย ดังนั้นชนิดของแผนภูมิควบคุมที่นำมาพิจารณาเลือกใช้ในงานวิจัยนี้มีดังนี้คือ

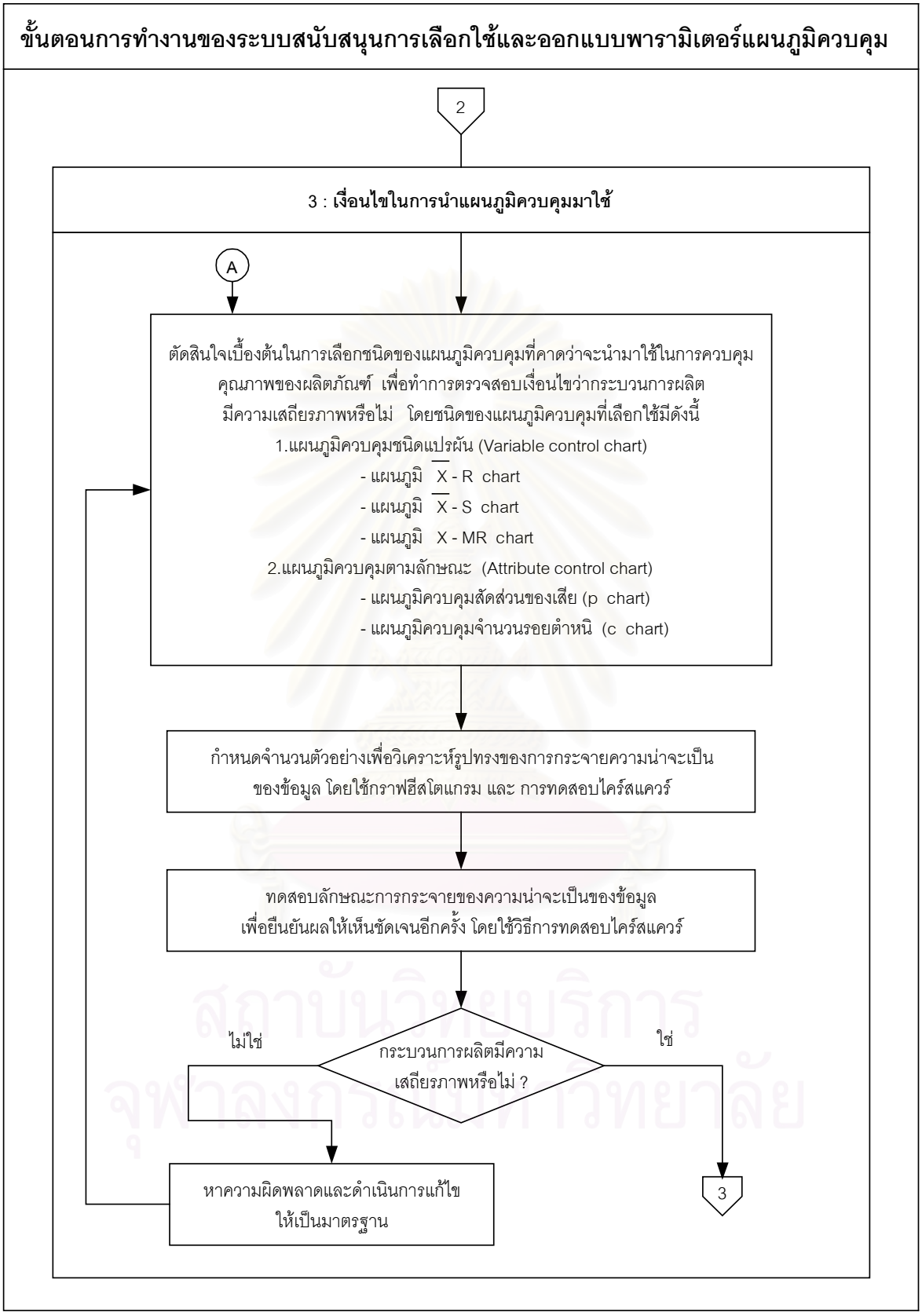
1. แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable control chart) ได้แก่
   - แผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart)
   - แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart)
   - แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)
2. แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute control chart) ได้แก่
   - แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)
   - แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)

3.1.1 ภาพรวมสรุปขั้นตอนการทำงานของระบบสนับสนุนการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม

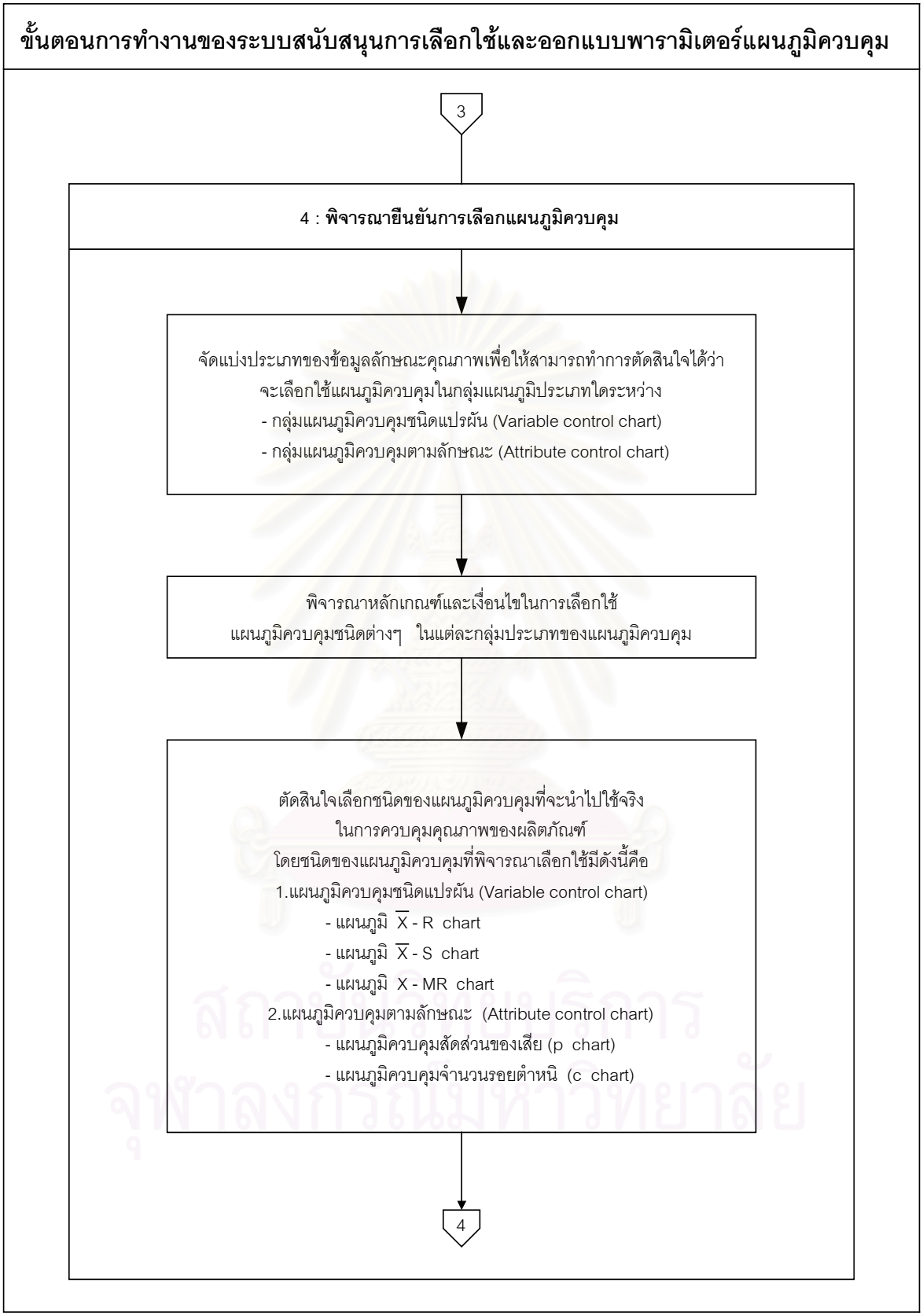
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



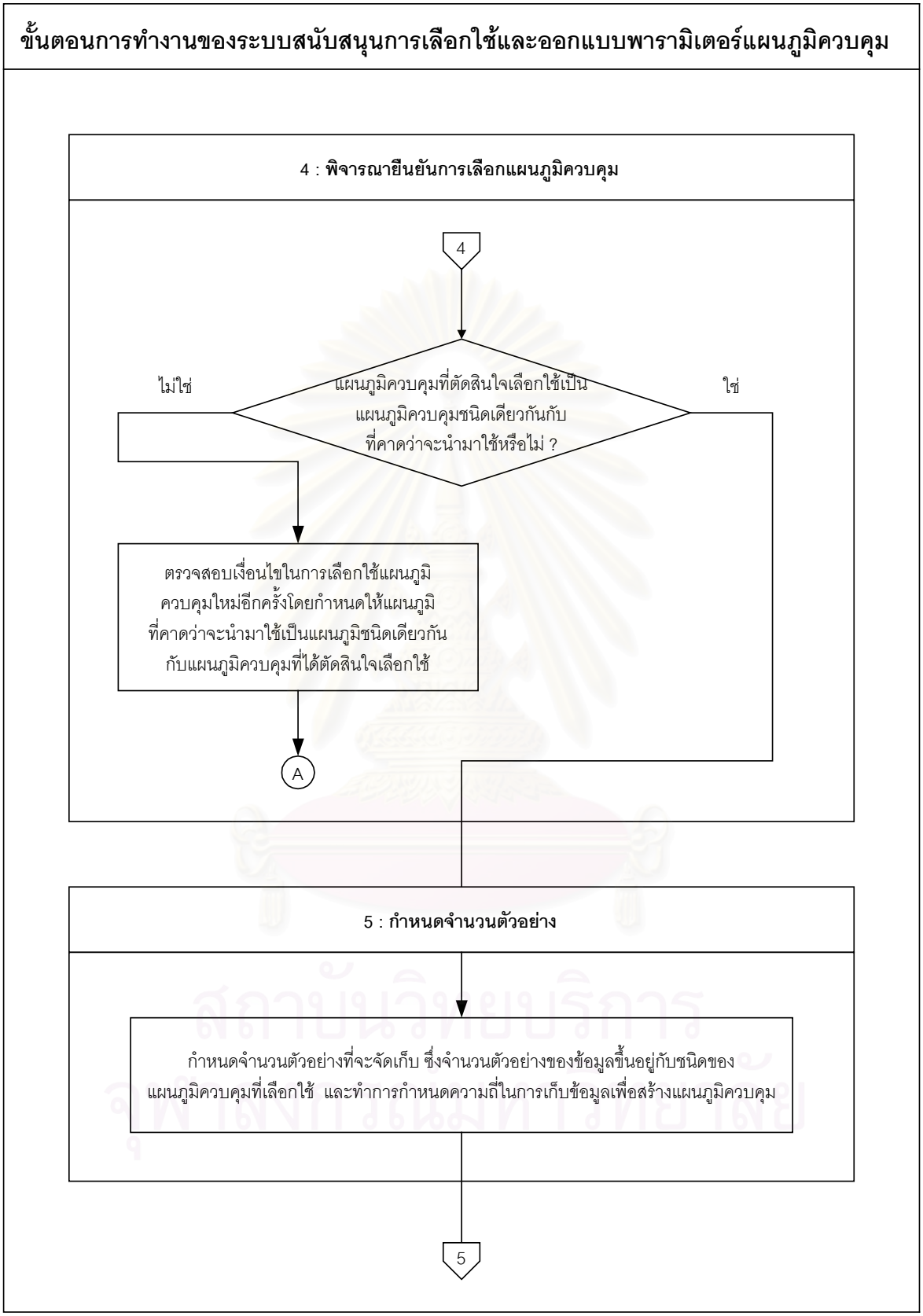
รูปที่ 3.1 : ขั้นตอนการทำงานของระบบ



รูปที่ 3.1 (ต่อ) : ขั้นตอนการทำงานของระบบ



รูปที่ 3.1 (ต่อ) : ขั้นตอนการทำงานของระบบ



รูปที่ 3.1 (ต่อ) : ขั้นตอนการทำงานของระบบ

ขั้นตอนการทำงานของระบบสนับสนุนการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

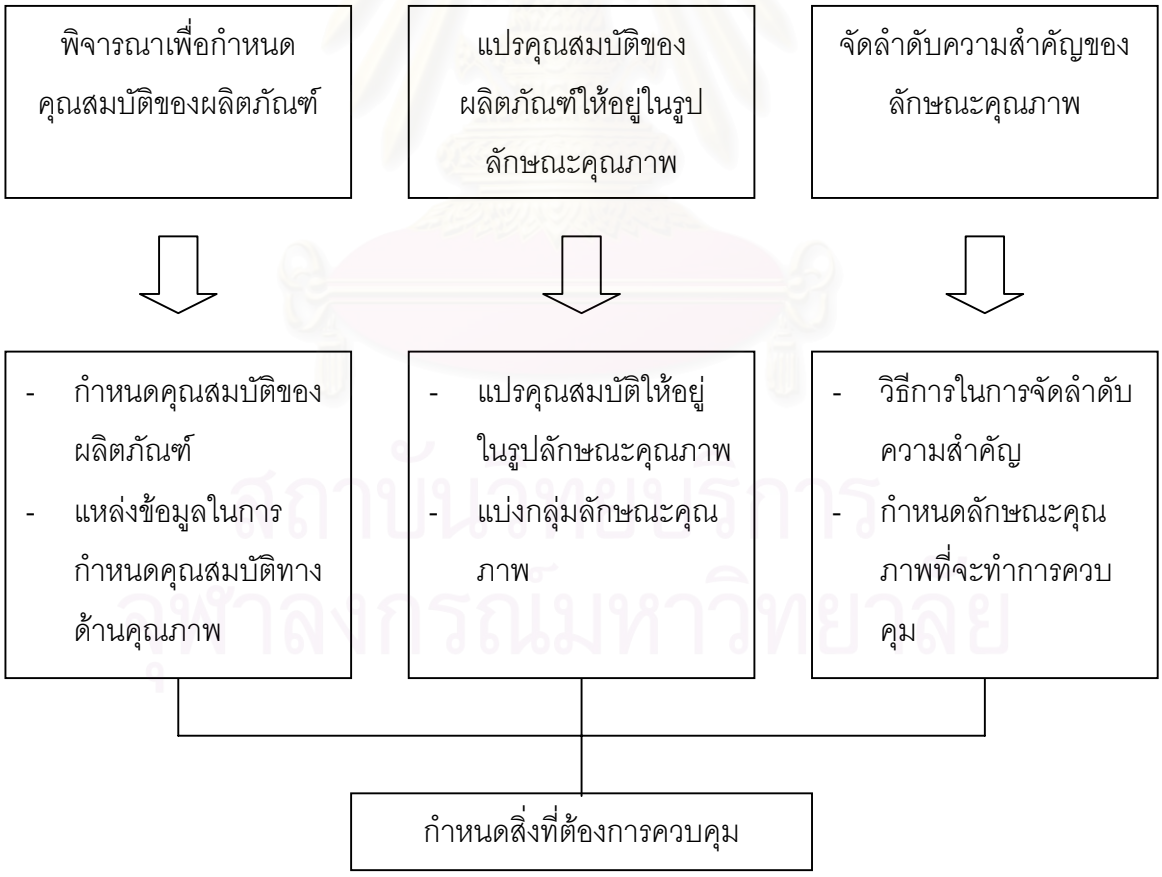
รูปที่ 3.1 (ต่อ) : ขั้นตอนการทำงานของระบบ

3.2 กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม

การกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม หรือวัตถุประสงค์ของการควบคุมขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ผลิต ซึ่งผู้ที่จะนำแผนภูมิควบคุมไปใช้ในลำดับแรกจะต้องตอบคำถามให้ได้ว่า คุณลักษณะหรือลักษณะคุณภาพ (Quality characteristics) อะไรที่ต้องทำการวัดหรือทำการควบคุม เช่น ความยาว มวล เวลา กระแสไฟฟ้า ความหนาแน่น อุณหภูมิ ปริมาตร หรือกำลังส่องสว่างและอื่นๆ การเลือกที่จะควบคุมคุณสมบัติใดขึ้นอยู่กับความสำคัญของคุณสมบัตินั้น ที่จะมีผลต่อคุณภาพสินค้า

ดังนั้นในการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมนี้ มีขั้นตอนในการพิจารณาเพื่อเลือกลักษณะคุณภาพที่สำคัญสุดมาทำการควบคุมดังนี้

1. พิจารณาเพื่อกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์
2. แปรคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ
3. จัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพ



รูปที่ 3.2 : กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม

3.2.1 พิจารณาเพื่อกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

เป็นการพิจารณาถึงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ เช่น ความเหมาะสมในการใช้งาน การตรงต่อมาตรฐานหรือข้อกำหนดต่างๆ ความต้องการของลูกค้าหรือผู้บริโภค เป็นต้น ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือเมื่อคุณสมบัตินั้นๆเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลกระทบทำให้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด หรือไม่มีคุณภาพ หรือมีคุณภาพลดลง

ในการพิจารณาถึงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการควบคุมนั้นสามารถพิจารณาได้จาก

1. ลักษณะของกระบวนการผลิตที่เกิดผิดปกติไปอันเนื่องมาจาก เครื่องจักร คนทำงาน หรือวัตถุดิบ
2. ความเหมาะสมในการใช้งาน (Fitness for use) หมายถึง การทำหน้าที่ได้ตามความคาดหมายของผลิตภัณฑ์นั้นได้อย่างเหมาะสม ซึ่งผลิตภัณฑ์นั้นสามารถทำงานได้ตามหน้าที่หลักของมัน
3. ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการผลิต ที่กำหนดโดยวิศวกร
4. คำสั่งซื้อของลูกค้า หรือข้อกำหนดของลูกค้าที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์
5. ข้อกำหนดมาตรฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ ได้แก่ มาตรฐานอุตสาหกรรม มาตรฐานของสำนักงานอาหารและยา (อย.) ข้อกำหนดหรือสเปคต่างของผลิตภัณฑ์ Shop standard และ Technical standard เป็นต้น

3.2.2 แปรคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ

เมื่อสามารถกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการควบคุมได้เรียบร้อยแล้ว ในบางครั้งคุณสมบัติดังกล่าวที่กำหนดขึ้นนั้นเป็นคุณสมบัติทางด้านนามธรรม จึงจำเป็นที่จะต้องทำการแปรความหมายและทำการจัดกลุ่มของคุณสมบัติดังกล่าวให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงถึงลักษณะและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ในมิติต่างๆ Kramer and Twigg (1966) ได้ทำการจำแนกลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ออกตามลักษณะของการวัดค่า หรือการรับความรู้สึกของผู้บริโภคหรือลูกค้าได้เป็น 3 พวกด้วยกันดังนี้

1. ลักษณะคุณภาพเกี่ยวกับปริมาณ (Quantitative) ซึ่งเป็นลักษณะคุณภาพที่อาจสังเกตได้ หรือสังเกตไม่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดและองค์ประกอบนั้นๆ
2. ลักษณะคุณภาพพวกซ่อนเร้นที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ (Hidden Quality) ซึ่งเป็นลักษณะคุณภาพที่ไม่ปรากฏออกมาเด่นชัด แต่เป็นปัจจัยที่มีผลเกี่ยวข้องที่สำคัญยิ่งต่อความปลอดภัยในการใช้หรือการบริโภค เช่น ปริมาณคุณค่าทางอาหารของสารอาหาร

ต่างๆ , ปริมาณสารเจือปนในผลิตภัณฑ์ และ ปริมาณสารพิษที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

3. ลักษณะคุณภาพพวกที่ปรากฏ หรือแสดงออก (Sensory) ซึ่งเป็นลักษณะคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้หรือรู้สึกได้โดยใช้ประสาทสัมผัสเป็นเครื่องวัดค่าลักษณะคุณภาพที่ปรากฏอยู่ในผลิตภัณฑ์นั้นๆ

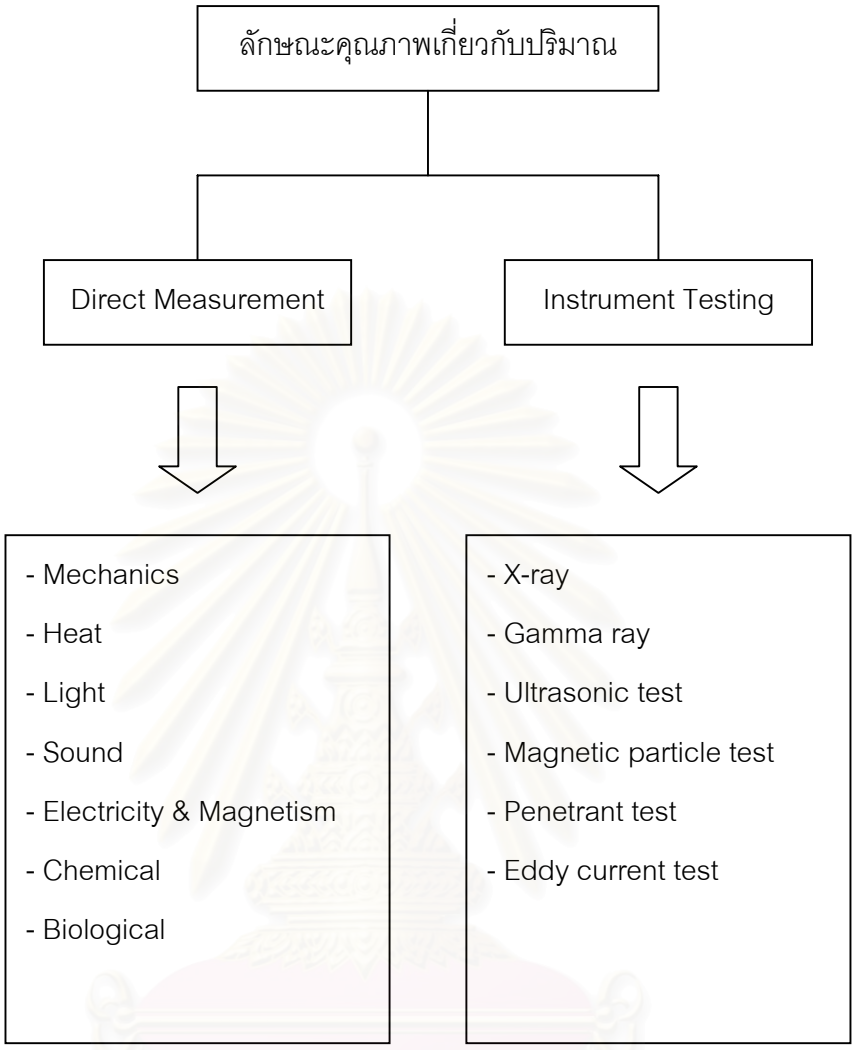
จะเห็นได้ว่าลักษณะคุณภาพในหัวข้อที่ 2 คือ ลักษณะคุณภาพพวกซ่อนเร้นที่อยู่ในผลิตภัณฑ์เป็นลักษณะคุณภาพที่ระบุได้ในเชิงปริมาณของสารต่างๆที่เจือปนหรือปะปนอยู่ในผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำหนัก ปริมาตร เป็นต้น ซึ่งลักษณะคุณภาพดังกล่าวจัดอยู่ในพวกของลักษณะคุณภาพเกี่ยวกับปริมาณ ดังนั้นเพื่อป้องกันความสับสนในที่นี้จึงได้ทำการแบ่งลักษณะคุณภาพออกเป็น 2 พวกเท่านั้นคือ

1. ลักษณะคุณภาพเกี่ยวกับปริมาณ (Quantitative)
2. ลักษณะคุณภาพพวกที่ปรากฏ หรือแสดงออก (Sensory)

3.2.2.1 ลักษณะคุณภาพเกี่ยวกับปริมาณ (Quantitative)

ลักษณะคุณภาพที่จัดอยู่ในพวกนี้เป็นลักษณะคุณภาพที่อาจสังเกตได้ด้วยตนเอง เช่น น้ำหนักมากหรือน้อย หรืออาจไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตนเอง เช่น ปริมาณส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเมื่อต้องการตรวจสอบหรือวัดค่าลักษณะคุณภาพต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ช่วยในการตรวจสอบ ลักษณะคุณภาพในกลุ่มนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังแสดงในรูปที่ 3.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



<u>หมายเหตุ</u> ในการแบ่งกลุ่มลักษณะคุณภาพดังกล่าว เป็นลักษณะคุณภาพพื้นฐานทั่วไปที่นิยมใช้กัน ซึ่งอาจจะไม่ครอบคลุมถึงลักษณะคุณภาพทั้งหมด

รูปที่ 3.3 : ลักษณะคุณภาพเกี่ยวกับปริมาณ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ***Direct Measurement*** ลักษณะคุณภาพที่สามารถวัดค่าได้โดยตรงและวัดค่าได้โดยง่ายโดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ ซึ่งลักษณะคุณภาพในกลุ่มนี้ยังแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆได้ 7 กลุ่มดังนี้

1. กลศาสตร์ (Mechanics)

พารามิเตอร์	Parameter
เวลา	Time
ความถี่	Frequency
ความยาว , ระยะทาง	Length
ความเร็ว	Velocity
ความเร่ง	Acceleration
มวล	Mass
แรง	Force
การดล	Impulse
โมเมนตัม	Momentum
งาน , พลังงาน	Work
กำลัง	Power
พื้นที่	Area
ความดัน	Pressure
ปริมาตร	Volume
ความหนาแน่น	Density

2. ความร้อน (Heat)

พารามิเตอร์	Parameter
พลังงานความร้อน	Heat energy
อุณหภูมิ	Temperature change

3. แสงสว่าง (Light)

พารามิเตอร์	Parameter
ความเข้มของการส่องสว่าง	Luminous intensity

พารามิเตอร์	Parameter
ความส่องสว่าง	Luminous flux
ความสว่าง	Illumination
กำลังของเลนส์	Focus

4. เสียง (Sound)

พารามิเตอร์	Parameter
ความเร็วเสียง	Sound velocity
ความเข้มเสียง	Sound intensity
ระดับความเข้มเสียง	Sound intensity level

5. ไฟฟ้า และ สนามแม่เหล็ก (Electricity & Magnetic)

พารามิเตอร์	Parameter
ประจุไฟฟ้า	Electric charge
แรงเคลื่อนไฟฟ้า	Electromotive force
ความจุไฟฟ้า	Capacitance
กระแสไฟฟ้า	Electric current
พลังงานไฟฟ้า	Electric energy
กำลังไฟฟ้า	Electric power
ความต้านทานไฟฟ้า	Electrical resistance
ความนำไฟฟ้า	Electrical conductivity
ความเข้มของสนามไฟฟ้า	Electrical field strength
การเหนี่ยวนำของแม่เหล็กไฟฟ้า	Electromagnetic inductance
ความเข้มของสนามแม่เหล็ก	Magnetic field intensity
เส้นแรงแม่เหล็ก	Megnetic flux
ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก	Megnetic flux density

6.เคมี (Chemical)

พารามิเตอร์
ปริมาณความชื้น
ความเป็นกรด-ด่าง
ปริมาณสารตกค้าง , สารเติมเต็ม
ความเข้มข้นของสารละลาย
ความกระด้างของน้ำ
ความเสื่อมเสียเนื่องมาจากการเติมออกซิเจน (BOD)

7.ชีววิทยา (Biological)

พารามิเตอร์
จำนวนจุลินทรีย์

<u>หมายเหตุ</u> ชนิดของจุลินทรีย์แบ่งออกเป็น เชื้อรา ยีสต์ และบัคเตรี

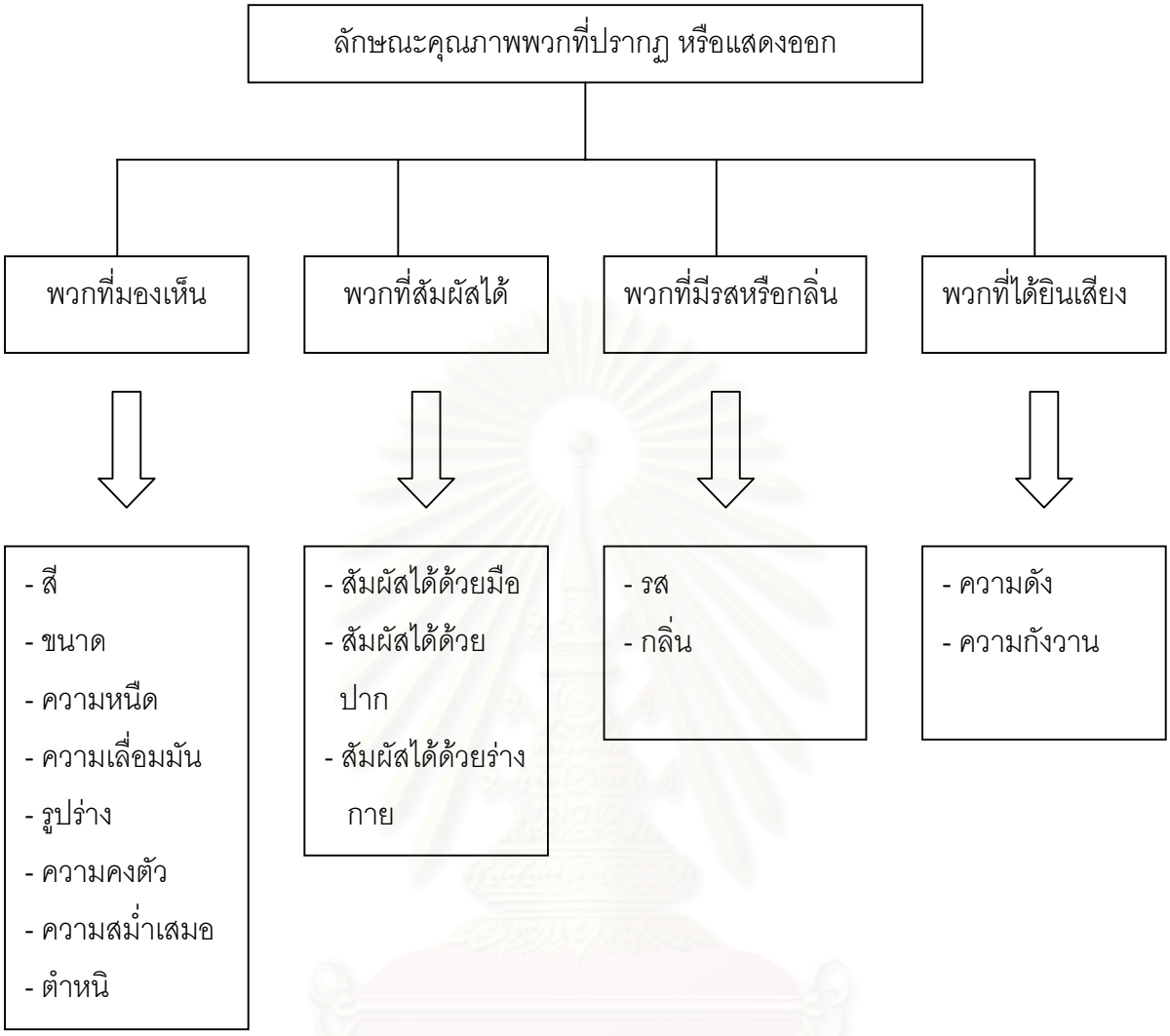
- ***Instrument Testing*** ลักษณะคุณภาพที่ต้องใช้อุปกรณ์ทดสอบเพื่อตรวจหาข้อบกพร่องในวัสดุ หรือตรวจสอบลักษณะสมบัติ โครงสร้างภายใน ซึ่งในที่นี้ได้ยกตัวอย่างในกลุ่มของการทดสอบแบบไม่ทำลาย (Non-destructive test: NDT) ที่นิยมใช้กันและเป็นวิธีการพื้นฐานเบื้องต้น โดยแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มดังนี้

    1. การทดสอบด้วยภาพถ่ายรังสีเอ๊กซ์ (X-ray) เป็นการทดสอบที่ใช้คุณสมบัติในการทะลุผ่าน เพื่อค้นหาหรือตรวจสอบดูความบกพร่อง หรือโครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์ที่เป็นเทหวัตถุทึบแสง เมื่ออิเลคตรอนที่ถูกเร่งให้มีความเร็วสูงวิ่งไปกระทบกับเป้าที่ทำด้วยโลหะหนักจะปลดปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาในลักษณะของการแผ่รังสี พลังงานที่ปลดปล่อยออกมานี้ยิ่งมีความยาวคลื่นสั้นก็ยิ่งจะมีความสามารถทะลุผ่านโลหะได้ดี
    2. การทดสอบด้วยภาพถ่ายรังสีแกมม่า (Gamma ray) เป็นการทดสอบที่ใช้หลักการเช่นเดียวกันกับการทดสอบด้วยภาพถ่ายรังสีเอ๊กซ์ แต่ในการทดสอบวิธีนี้จะใช้ธาตุกัมมันตภาพรังสีจำพวก ^{60}Co , ^{192}Ir หรืออื่นๆที่ปลดปล่อยรังสีแกมม่า ซึ่งมีอำนาจในการทะลุทะลวงในตัวกลางสูง และมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับรังสีเอ็กซ์

3. การทดสอบโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic test) การทดสอบแบบนี้ใช้คลื่นเสียงความถี่สูงที่มีความยาวคลื่นสั้นเกินกว่าที่หูจะได้ยินโดยใช้ความถี่ที่อยู่ในช่วง 0.5 ถึง 15 เมกกะเฮิร์ท (MHz) ส่งแทรกลงไปในวัตถุที่จะทำการทดสอบ เมื่อคลื่นเสียงไปพบกลับความบกพร่องจะสะท้อนกลับขึ้นมายังตัวรับคลื่นเสียงซึ่งจะถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าอีกที
4. การทดสอบด้วยอนุภาคแม่เหล็ก (Magnetic particle test) การทดสอบโดยวิธีนี้จะทำการโรยผงแม่เหล็กลงบนวัตถุด้านที่ทำการทดสอบ ผงแม่เหล็กจะถูกเหนี่ยวนำโดยสนามแม่เหล็กย่อยที่เกิดขึ้นดังกล่าว(แต่ละอนุภาคของผงแม่เหล็กจะถูกเปลี่ยนเป็นแม่เหล็กขนาดเล็ก) และถูกดูดติดกับรอยแตกร้าวนั้น โดยลักษณะการเรียงตัวของผงแม่เหล็กจะแสดงรูปร่างรอยแตกร้าวให้เห็นขนาดใหญ่ขึ้นตั้งแต่หลายเท่าจนถึงหลายสิบเท่า ซึ่งเป็นการง่ายต่อการค้นหารอยร้าวแตกที่เกิดขึ้น
5. การทดสอบโดยใช้สารแทรกซึม (Penetrant test) เป็นวิธีการทดสอบโดยใช้สารแทรกซึมทาไปบนผิวหน้าของรอยหรือวัตถุที่ต้องการตรวจสอบ หากมีความบกพร่องที่ผิวงาน สารนี้จะซึมลงไปในรอยของความบกพร่องจนเต็ม และเมื่อสารแทรกซึมส่วนเกินถูกนำออกจากผิวทดสอบแล้ว (อาจโดยการใช้น้ำหรือใช้สารละลายบางอย่างล้าง ทั้งนี้ขึ้นกับการเลือกสารแทรกซึมมาใช้) ทิ้งไว้เฉพาะแต่ส่วนที่ซึมลงไปในความบกพร่อง จากนั้นจะทาน้ำยาดูดซับเพื่อดูดเอาสารแทรกซึมในความบกพร่องกลับขึ้นมาและแสดงให้เห็นถึงลักษณะของความบกพร่องที่เกิดกับผิวทดสอบ ด้วยวิธีนี้ถึงแม้ว่าความบกพร่องจะมีขนาดเล็กมากๆก็สามารถตรวจพบได้โดยง่าย
6. การทดสอบด้วยกระแสไหลวน (Eddy current test) ในการทดสอบด้วยวิธีนี้ บริเวณทดสอบจะตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้ใช้สำหรับตรวจหาสิ่งแปลกปลอมที่เกิดขึ้นที่ผิวและใต้ผิวของวัสดุจำพวกตัวนำ สนามแม่เหล็กที่ใช้มีความถี่อยู่ในช่วง 500 เฮิร์ท ถึง 500 กิโลเฮิร์ท และสร้างขึ้นจากแท่งตัวนำหรือขดลวดตัวนำที่วางไว้ใกล้กับวัตถุที่ต้องการทดสอบ

3.2.2.2 ลักษณะคุณภาพพวกที่ปรากฏ หรือแสดงออก (Sensory)

ลักษณะคุณภาพในกลุ่มนี้เป็นลักษณะคุณภาพที่ตรวจสอบได้โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า อันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ร่างกาย ของตนเป็นเครื่องวัดค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์ นำมาประเมินผลในการที่จะยอมรับ หรือไม่ยอมรับในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น เนื่องจากไม่สามารถใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการวัดหรือตรวจสอบได้ ซึ่งลักษณะคุณภาพพวกปรากฏนี้แบ่งออกได้ตามการแสดงออกของคุณภาพได้ 4 ประเภทดังแสดงในรูปที่ 3.4



<u>หมายเหตุ</u> ในการแบ่งกลุ่มลักษณะคุณภาพดังกล่าว เป็นลักษณะคุณภาพพื้นฐานทั่วไปที่นิยมใช้กัน ซึ่งอาจจะไม่ครอบคลุมถึงลักษณะคุณภาพทั้งหมด

รูปที่ 3.4 : ลักษณะคุณภาพพวกที่ปรากฏ หรือแสดงออก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ***พวกที่มองเห็น หรือ แสดงออกให้เห็นได้ด้วยตา*** ลักษณะคุณภาพในกลุ่มนี้เป็นลักษณะที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยตา หรืออาจได้รับการถ่ายทอดประสบการณ์จนเป็นที่ยอมรับในคุณภาพนั้น เช่น การสังเกตสีผิวของผลิตภัณฑ์ ซึ่งลักษณะคุณภาพพวกนี้แบ่งออกได้ดังนี้

1. สี
2. ขนาด
3. ความหนืด

4. ความเลื่อมมัน เป็นลักษณะคุณภาพการเห็นอย่างหนึ่งเกิดจากการที่แสดงสว่างส่องมายังพื้นผิวของวัตถุและเกิดการสะท้อนออกโดยที่มุมสะท้อนของแสงอาจเป็นเท่าใดก็ได้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของพื้นผิววัตถุ เป็นเหตุให้เกิดความแตกต่างในการเห็น
5. รูปร่าง
6. ความคงตัว
7. ความสม่ำเสมอกันของผลิตภัณฑ์
8. ตำหนิ หมายถึงความไม่สมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์อันเนื่องจากขาดองค์ประกอบบางอย่างที่จำเป็นต่อความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์นั้น หรือการมีองค์ประกอบบางอย่างเพิ่มขึ้นจนทำให้ความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์นั้นน้อยลง การเกิดตำหนิจึงมีทั้งการขาดหรือเกินของคุณลักษณะคุณภาพที่เราต้องการ เช่น ตำหนิที่เกิดจากการปฏิบัติงาน ตำหนิเกิดจากมีสิ่งแปลกปลอมปนเข้าไปในผลิตภัณฑ์

- ***พวกที่สัมผัสได้*** เป็นลักษณะคุณภาพที่แสดงถึงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยใช้การสัมผัสเพื่อรับความรู้สึกด้วยมือ หรือร่างกาย และด้วยฟันหรือปาก ซึ่งในที่นี้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

1.สัมผัสได้ด้วยมือ เช่น ความอยู่ตัว ความอ่อนนุ่ม ความหยาบ เป็นต้น

2.สัมผัสได้ด้วยปาก เช่น ความฉ่ำ การเป็นกาก กรวดทราย ความกรอบ เป็นต้น

3.สัมผัสได้ด้วยร่างกาย เช่น เย็น ชุ่มฉ่ำ อุ่น ร้อน เป็นต้น

- ***พวกที่มีรสหรือกลิ่น*** เป็นลักษณะคุณภาพที่สามารถประเมินผลคุณภาพได้โดยการชิม หรือการดม ซึ่งในที่นี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

1.รส ซึ่งเป็นความรู้สึกอันเกิดจากรสของการชิม E.C.Croeker (1945) ได้ทำการแบ่งรสออกเป็น 4 รสดังนี้

- รสหวาน
- รสเปรี้ยว
- รสเค็ม
- รสเฝื่อนหรือรสขม

2.กลิ่น คือคุณสมบัติของสารหนึ่งหรือหลายสารซึ่งทำให้เกิดความรู้สึกต่อมนุษย์ โดยการสูดหายใจเข้าไปทางจมูกหรือโพรงจมูก ซึ่งจะก่อให้เกิดความรับรู้แก่ประสาทรับความรู้สึกเรื่องกลิ่นของร่างกาย Schutz (1964) ได้ทำการแบ่งกลิ่นออกเป็น 9 อย่างคือ

- กลิ่นหอม

- กลิ่นไหม้
- กลิ่นเหม็น
- กลิ่นอีเทอร์
- กลิ่นหวาน
- กลิ่นหืน
- กลิ่นน้ำมัน
- กลิ่นโลหะ
- กลิ่นเครื่องเทศ

- ***พวกที่ได้ยินเสียง*** เป็นลักษณะคุณภาพที่สามารถประเมินผลคุณภาพได้โดยการฟังเสียง เช่น เสียงดัง เสียงค่อย เสียงกังวาน เป็นต้น นอกจากนั้นเสียงยังแสดงถึงความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับปัจจัยคุณภาพอื่น เช่น ความกรอบ ความแก่อ่อน ของผลิตภัณฑ์บางชนิด เป็นต้น

3.2.3 จัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพ

หลังจากที่ทำการแปรคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพเรียบร้อยแล้ว ในกรณีที่มีลักษณะคุณภาพที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลายชนิด จะต้องทำการจัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพ เพื่อให้สามารถเลือกคุณลักษณะที่จะทำการควบคุมเป็นลักษณะคุณภาพที่วิกฤตที่สุด หรือเป็นค่าเฉพาะที่สำคัญที่สุดในหมู่คุณลักษณะทั้งหมด

3.2.3.1 วิธีการในการจัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพ

ในกรณีที่มีลักษณะคุณภาพที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลายชนิด จะต้องทำการจัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพ โดยทำการเรียงลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพที่มีผลต่อคุณภาพของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์จากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ซึ่งจะช่วยให้การกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมทำได้ดียิ่งขึ้น

3.2.3.2 กำหนดลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม

พิจารณาเลือกลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม ซึ่งลักษณะคุณภาพที่เลือกมานั้นจะต้องเป็นลักษณะคุณภาพที่มีผลต่อคุณภาพของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์

เมื่อสามารถเลือกและกำหนดได้เรียบร้อยแล้วว่าลักษณะคุณภาพใดที่จะทำการควบคุม จะต้องทำการพิจารณาต่อว่าลักษณะคุณภาพที่ได้เลือกมาแล้วนั้น ค่าของลักษณะคุณภาพดังกล่าวเป็นการควบคุมทางด้านผลิตภัณฑ์ หรือด้านกระบวนการ เนื่องจากลักษณะคุณภาพของผลิต

ภัณฑ์บางชนิดไม่สามารถควบคุมหรือวัดค่าได้โดยตรงที่ตัวผลิตภัณฑ์ ซึ่งจำเป็นต้องทำการควบคุมค่าของลักษณะคุณภาพทางด้านกระบวนการผลิตแทน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์หรือสินค้าดังกล่าวมีคุณภาพ เช่น แรงดัน อุณหภูมิ ความเร็วของกระบวนการผลิต เป็นต้น

- *ในกรณีที่ค่าของลักษณะคุณภาพเป็นการควบคุมทางด้านผลิตภัณฑ์*

เมื่อสามารถเลือกและกำหนดลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมได้เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดหน่วยในการวัดให้สอดคล้องกับลักษณะคุณภาพดังกล่าว

- *ในกรณีที่ค่าของลักษณะคุณภาพเป็นการควบคุมทางด้านกระบวนการ*

ในกรณีนี้จะต้องทำการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ร่วมกัน (Correlation) ของลักษณะคุณภาพกับพารามิเตอร์ของกระบวนการที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อลักษณะคุณภาพดังกล่าว ซึ่งในที่นี้จะใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยแผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) เพื่อให้สามารถเลือกและกำหนดพารามิเตอร์ของกระบวนการที่จะทำการควบคุมได้อย่างถูกต้อง จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการกำหนดหน่วยในการวัดให้สอดคล้องกับลักษณะคุณภาพ

แผนภาพการกระจายเป็นแผนภูมิที่แสดงถึงลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ในที่นี้ก็คือลักษณะคุณภาพ และพารามิเตอร์ของกระบวนการที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อลักษณะคุณภาพว่ามีความสัมพันธ์ร่วมกันอย่างไร ผลของตัวแปรตัวหนึ่งมีผลกับตัวแปรอีกตัวหนึ่งอย่างไร ลักษณะของแผนภูมิการกระจายโดยทั่วไปแสดงเป็นกราฟโดย

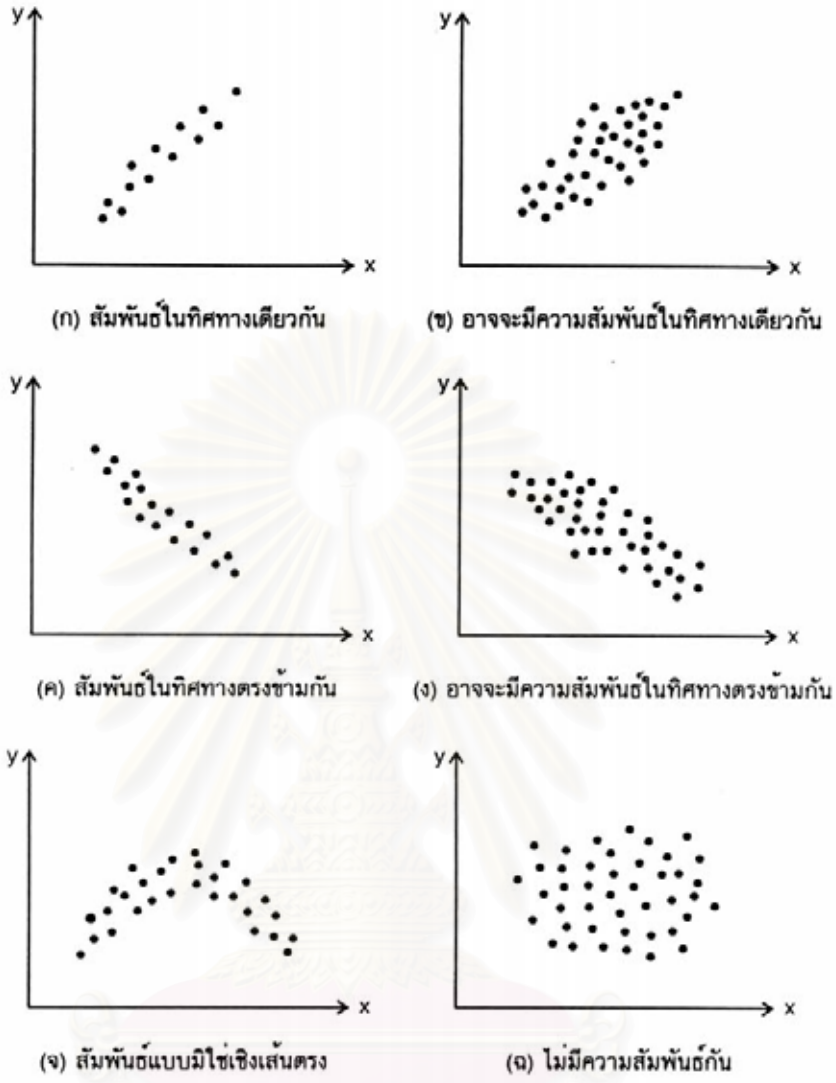
ให้แกน X แทนตัวแปรหรือพารามิเตอร์ที่แสดงถึงสาเหตุ

ให้แกน Y แทนตัวแปรหรือพารามิเตอร์ที่แสดงผล

จากข้อมูลที่ได้จะนำไปเขียนเป็นจุดลงในกราฟ แล้วดูความสัมพันธ์ของตัวแปร

ในการตีความหมายตัวแบบสหสัมพันธ์ของข้อมูลตามแผนภาพการกระจายนี้สามารถตีความหมายได้หลายแบบดังในรูปที่ 3.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.5 : ตัวแบบความสัมพันธ์ในแผนภาพการกระจาย

รูปที่ 3.5 (ก) หมายถึง มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อ X เพิ่ม Y จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย และถ้าหาก X ได้รับการควบคุม Y ก็จะได้รับความควบคุมด้วยโดยธรรมชาติ

รูปที่ 3.5 (ข) หมายถึง กรณีที่อาจจะสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน คือ ถ้า X เพิ่มขึ้น Y น่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยแต่ก็ไม่ค่อยมั่นใจนัก ทางที่ดีกว่าสำหรับกรณีนี้คือควรมีการจำแนกแหล่งที่มาของข้อมูลแล้ววิเคราะห์การจำแนกประเภทของข้อมูลก่อนที่จะมีการสรุปผล

รูปที่ 3.5 (ค) แสดงความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม คือ ถ้า X มีค่าเพิ่มขึ้น Y กลับมีค่าลดลง และถ้าหาก X ได้รับการควบคุม Y ก็ควรจะได้รับการควบคุมโดยธรรมชาติด้วย

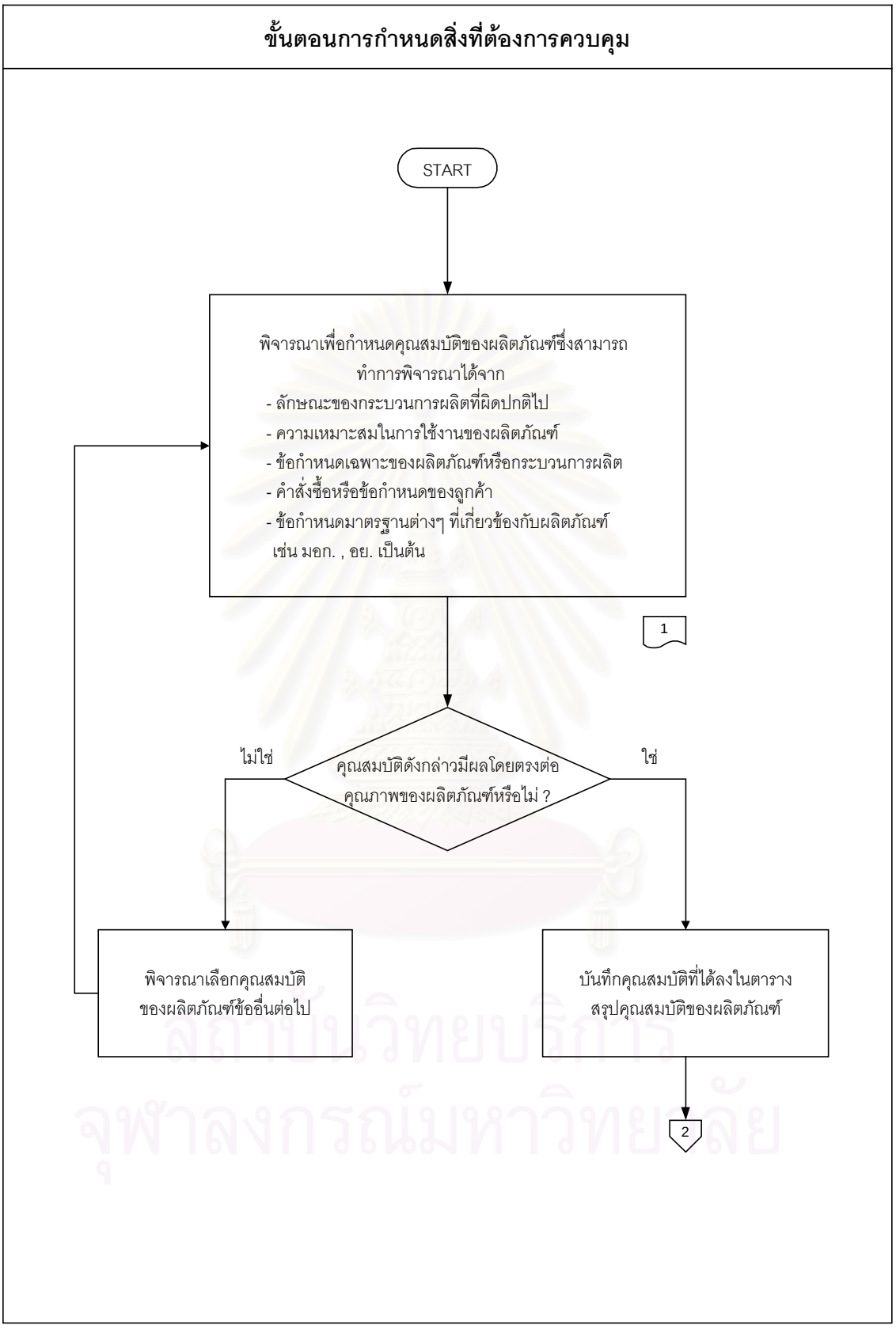
รูปที่ 3.5 (ง) หมายถึง กรณีที่อาจจะมีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม คือ ถ้า X มีค่าเพิ่มขึ้น Y น่าจะมีค่าลดลงแต่ก็ไม่ค่อยมั่นใจนัก โดยอาจจะมีสาเหตุใน Y มากกว่า X ที่พิจารณาก็ได้ แต่ทางที่ดีกว่าสำหรับกรณีนี้คือควรมีการจำแนกแหล่งที่มาของข้อมูลแล้ววิเคราะห์การจำแนกประเภทของข้อมูลก่อนที่จะมีการสรุปผล

รูปที่ 3.5 (จ) แสดงถึงความสัมพันธ์แบบมิใช่เชิงเส้นตรง ซึ่งจะมีความแตกต่างกัน ความสัมพันธ์ในรูปที่ 3.5 (ก) และ (ค) มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นตรง โดยที่รูป (ก) และ (ค) จะหมายความว่าทุกๆหน่วยที่ X เปลี่ยนแปลงไปจะทำให้ Y มีการเปลี่ยนแปลงเท่าเดิมเสมอไม่ว่าที่ค่าใดๆ ของ X ก็ตาม แต่สำหรับในรูป (จ) นั้นที่แต่ละหน่วยของ X ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ Y มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับว่าเป็นการเพิ่มขึ้นของ X ที่ X มีค่าเท่ากับเท่าใด

รูปที่ 3.5 (ฉ) ตัวแบบแสดงถึงความไม่สัมพันธ์กัน โดยก่อนจะทำการสรุปตัวแบบประเภทนี้ควรมีการวิเคราะห์จำแนกปนะเภทข้อมูลก่อน เพราะอาจเป็นไปได้ที่มีความสัมพันธ์กัน แต่เพราะเป็นข้อมูลคนละแหล่งที่มีความแตกต่างกัน จึงทำให้ดูเหมือนว่าไม่มีความแตกต่างกัน

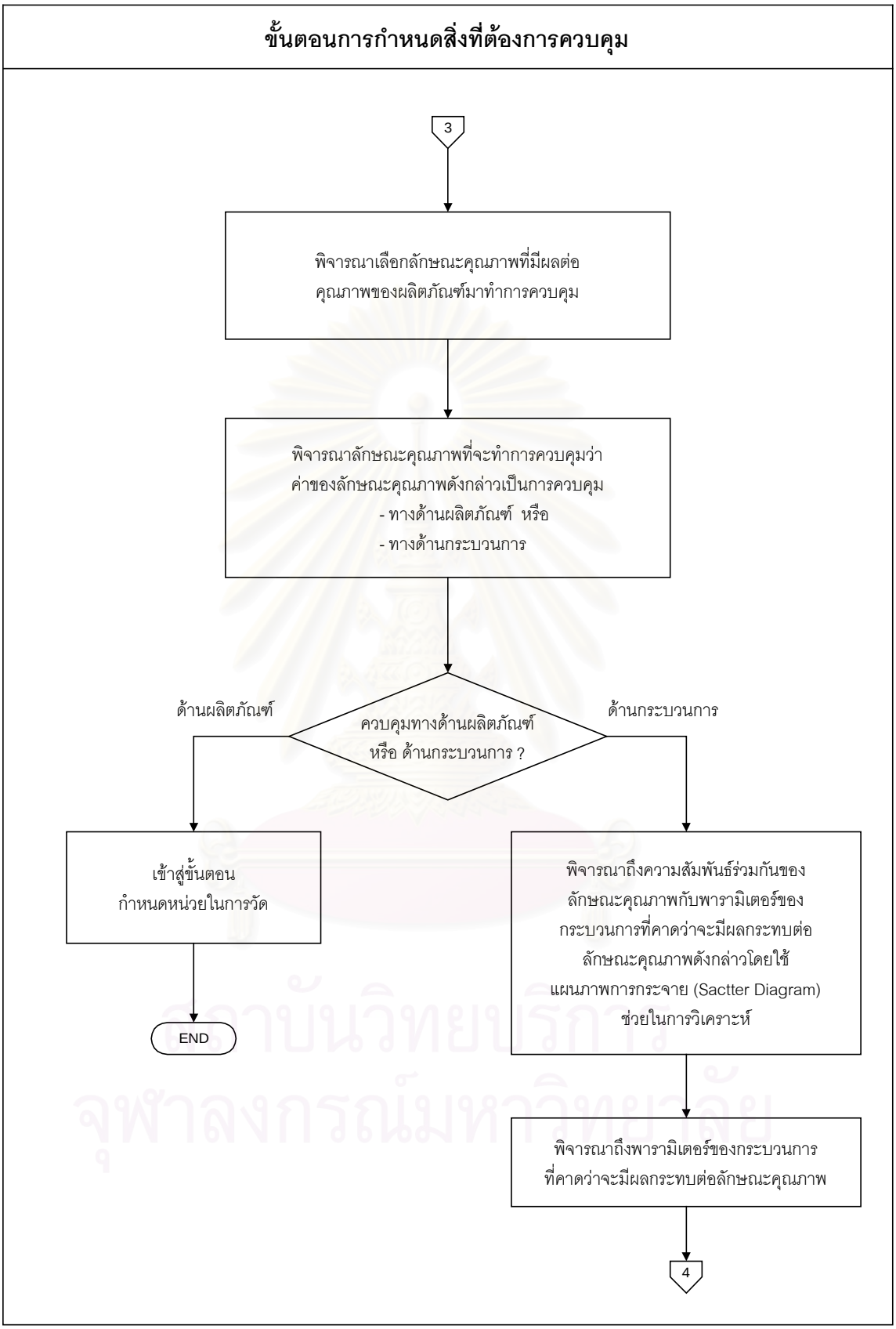
3.2.4 ภาพรวมสรุปขั้นตอนการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

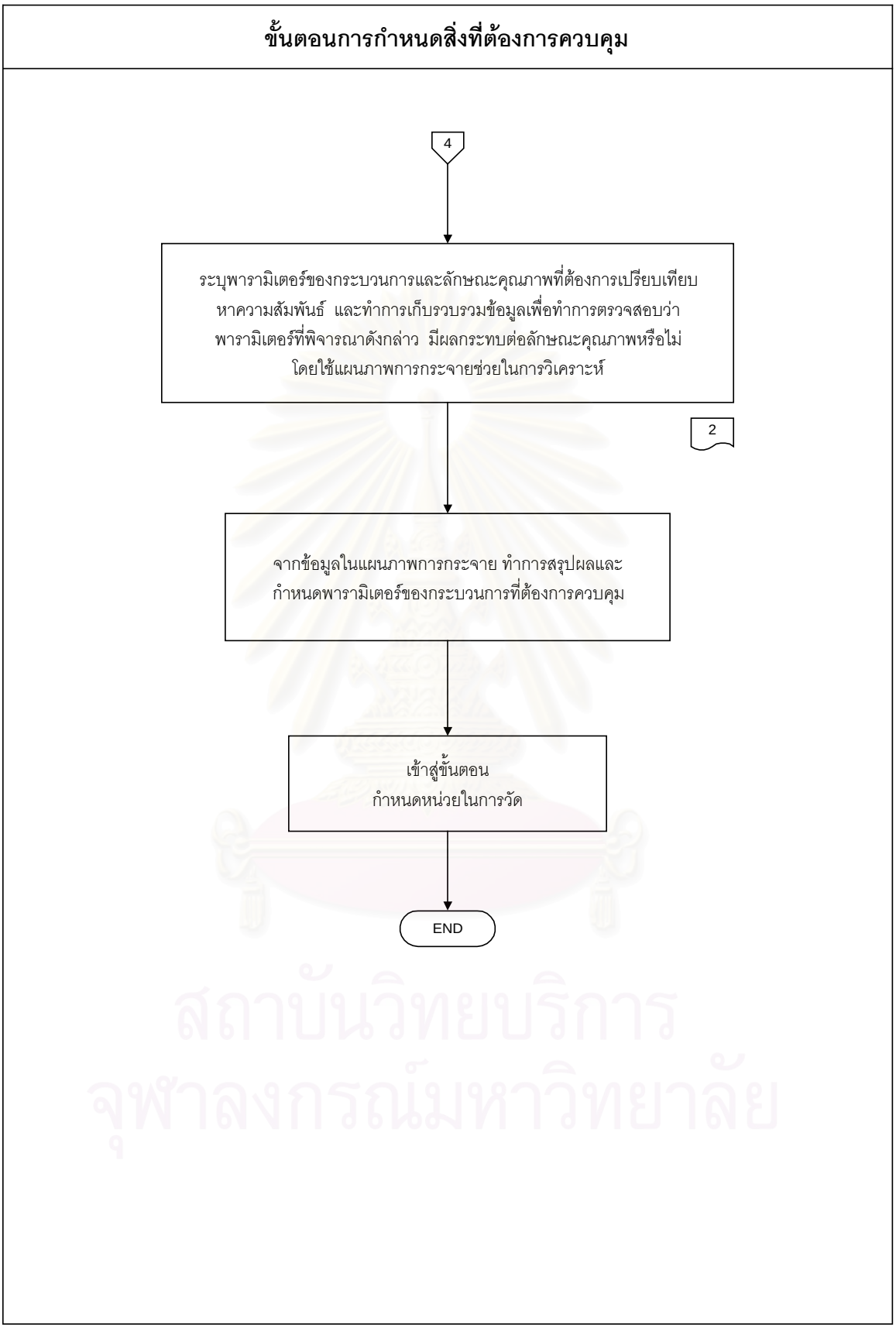


รูปที่ 3.6 : ขั้นตอนการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม

รูปที่ 3.6 (ต่อ) : ขั้นตอนการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม



รูปที่ 3.6 (ต่อ) : ขั้นตอนการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม



รูปที่ 3.6 (ต่อ) : ขั้นตอนการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง	รายละเอียด
1	แบบบันทึกการแจกแจงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์
2	แบบบันทึกข้อมูลเพื่อตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของลักษณะคุณภาพกับพารามิเตอร์ของกระบวนการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.6 (ต่อ) : ขั้นตอนการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม

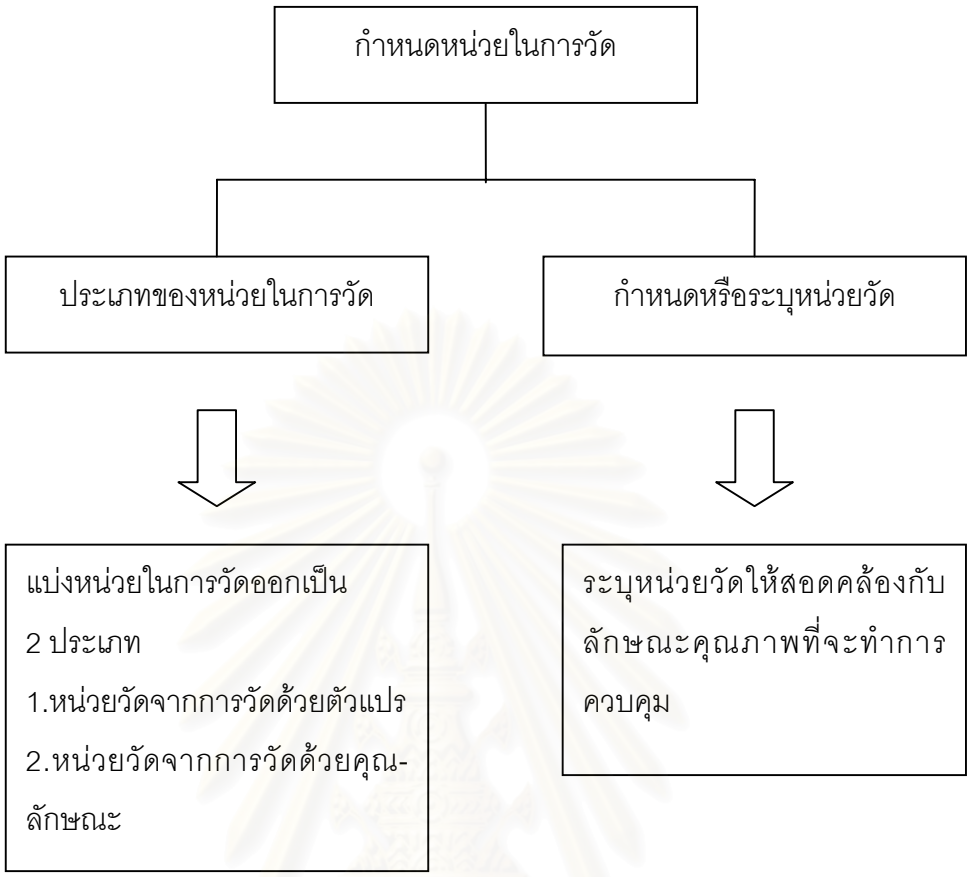
3.3 กำหนดหน่วยในการวัด

เมื่อตัดสินใจได้ว่าจะวัดลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยอะไร เพื่อใช้ในการควบคุมแล้ว ในขั้นตอนถัดมาที่ต้องคำนึงถึงก็คือการกำหนดหน่วยในการวัด ซึ่งจะต้องทำการกำหนดลงไปว่าลักษณะอย่างไรจะมีหน่วยเรียกอย่างไร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการและเกณฑ์ที่ใช้วัด กล่าวคือถ้าวัดด้วยคุณลักษณะการวัดผลิตภัณฑ์ก็เพียงบอกว่าผลิตภัณฑ์นั้นดีหรือเสีย แต่ถ้าวัดด้วยตัวแปรก็จะวัดผลิตภัณฑ์เป็นหน่วยที่วัดออกมา ปัญหาก็คือจะตัดสินใจใช้วิธีอะไรในการวัด ซึ่งการตัดสินใจในส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพทางเศรษฐกิจ หรือลักษณะทางวิศวกรรมว่าตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ด้วยคุณลักษณะหรือตัวแปร กล่าวคือ ถ้าวัดด้วยคุณลักษณะค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก็จะต่ำเพราะพิจารณาเพียงผลิตภัณฑ์นั้นดีหรือเสีย ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่วัดได้ก็ขาดความละเอียดและความแม่นยำในการวัด แต่ถ้าวัดผลิตภัณฑ์ด้วยตัวแปรก็จะวัดผลิตภัณฑ์โดยตรง วัดค่าผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่องมือ ผลการวัดโดยวิธีนี้จะให้ผลการวัดที่มีความถูกต้องแม่นยำและเที่ยงตรงสูง ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก็จะสูงด้วย

ดังนั้นการตัดสินใจว่าจะเลือกใช้หน่วยในการวัดแบบใดจึงขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของวิศวกรหรือผู้ผลิตว่าจะเลือกใช้วิธีใดในการวัด จากนั้นก็ทำการกำหนดหน่วยในการวัดให้สอดคล้องกับลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม ซึ่งในขั้นตอนดังกล่าวนี้มีขั้นตอนในการพิจารณาดังนี้

1. ประเภทของหน่วยในการวัด
2. กำหนดหรือระบุหน่วยวัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.7 : กำหนดหน่วยในการวัด

3.3.1 ประเภทของหน่วยในการวัด

สำหรับประเภทของหน่วยในการวัด ในที่นี้ได้ทำการแบ่งหน่วยวัดออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. หน่วยวัดจากการวัดด้วยตัวแปร
2. หน่วยวัดจากการวัดด้วยคุณลักษณะ

3.3.1.1 หน่วยวัดจากการวัดด้วยตัวแปร

เป็นหน่วยวัดที่ได้จากการวัดลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องมือวัดและทดสอบในเชิงปริมาณ ซึ่งถูกปรับให้อ่านค่าได้ตามหน่วยของมาตรฐานการวัดที่ต้องการ ค่าที่ได้จากการวัดมีลักษณะเป็นแบบแปรผันคือมีลักษณะเป็นแบบต่อเนื่อง ซึ่งหน่วยวัดประเภทนี้สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆได้ 7 กลุ่มดังนี้

1.กลศาสตร์

2.ความร้อน

3.แสงสว่าง

4.เสียง

5.ไฟฟ้า และ สนามแม่เหล็ก

6.เคมี

7.ชีววิทยา

3.3.1.2 หน่วยวัดจากการวัดด้วยคุณลักษณะ

ซึ่งในที่นี้คำว่าคุณลักษณะ (Attribute) ในความหมายทางด้านการควบคุมคุณภาพ หมายถึงลักษณะคุณภาพของสินค้าที่สอดคล้องหรือไม่กับข้อกำหนดมาตรฐานการผลิต การวัดด้วยคุณลักษณะดังกล่าวนี้มีจุดประสงค์ของการวัดเพื่อการยอมรับในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ หรือเพื่อสืบหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ค่าที่ได้จากการวัดด้วยลักษณะนี้ เป็นค่าที่ได้จากการนับสิ่งที่สนใจเทียบกับเกณฑ์ เช่น จำนวนของดี จำนวนของเสีย , จำนวนข้อบกพร่อง เป็นต้น

3.3.2 กำหนดหรือระบุหน่วยวัด

เมื่อทำการเลือกประเภทของหน่วยในการวัดได้เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการระบุหน่วยวัดให้สอดคล้องกับลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม ซึ่งมีรายละเอียดของหน่วยวัดในกลุ่มๆต่างๆดังนี้

3.3.2.1 หน่วยวัดจากการวัดด้วยตัวแปร สำหรับหน่วยวัดที่แสดงในตารางข้างล่างในกลุ่มต่างๆนี้เป็นหน่วยวัดในระบบต่างๆที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือ (นิคม ใจซื่อ และ สุขสันต์ สุขสวัสดิ์ , 2521)

1. ระบบเมตริก (Metric Units)
2. ระบบอังกฤษ (English Units)
3. ระบบหน่วยระหว่างชาติ (International System of Units) หรือเรียกโดยย่อว่า หน่วยเอส ไอ (SI Unit)

ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 กลุ่มย่อยได้ดังในตาราง (Speer , 1995 ; National Institute Standard and Technology [NIST] , Physics Laboratory , 2000)

1.กลศาสตร์ (Mechanics)

พารามิเตอร์	Parameter	Metric Units	English Units	SI Unit
เวลา	Time	วินาที sec	วินาที , นาที , ชั่วโมง , วัน	วินาที s
ความถี่	Frequency	เฮิร์ท Hz	รอบ/วินาที	เฮิร์ท Hz
ความยาว , ระยะทาง	Length	เมตร ,ปีแสง m	นิ้ว , ฟุต , หลา , ไมล์	เมตร m
ความเร็ว	Velocity	เมตร/วินาที m/sec	ฟุต/วินาที , ไมล์/ชั่วโมง	เมตร/วินาที m/sec
ความเร่ง	Acceleration	เมตร/วินาที ^{2} m/sec ^{2}	ฟุต/วินาที^{2}	เมตร/วินาที ^{2} m/sec ^{2}
มวล	Mass	กรัม g	ปอนด์ , สลัก (Slug)	กิโลกรัม Kg
แรง	Force	นิวตัน N , Kg m/sec ^{2}	ออนซ์ , ปอนด์ , ตัน	นิวตัน N
การดล	Impulse	นิวตัน วินาที , กิโลกรัมเมตร/วินาที N s , Kg m/sec	ปอนด์ – วินาที	นิวตัน วินาที N s
โมเมนตัม	Momentum	กิโลกรัมเมตร/วินาที Kg m/sec	สลัก – ฟุต / วินาที	นิวตัน วินาที N s
งาน , พลังงาน	Work	จูล (Joule) J , Kg m^2/sec^2	ฟุต – ปอนด์	จูล J
กำลัง	Power	วัตต์ W , Kg m^2/sec^2	ฟุต – ปอนด์ / วินาที , กำลังม้า	วัตต์ W
พื้นที่	Area	ตารางเมตร m^2	ตารางฟุต , ตารางหลา , เอเคอร์ , ตารางไมล์	ตารางเมตร m^2

พารามิเตอร์	Parameter	Metric Units	English Units	SI Unit
ความดัน	Pressure	ปาสคาล (Pascal) Pa , Kg/m sec^2	ปอนด์/ตารางนิ้ว	ปาสคาล (Pascal) Pa
ปริมาตร	Volume	ลิตร , ลูกบาศก์เมตร m^3	ไพนท (Pint) , ควอท(Quart) , แกลลอน , ลบ.ฟุต , ลบ.หลา	ลูกบาศก์เมตร m^3
ความหนาแน่น	Density	กรัม/ลบ.ซม. g/cm^3	ปอนด์/ลบ.ฟุต	กิโลกรัม/ลบ.เมตร Kg/m^3

2.ความร้อน (Heat)

พารามิเตอร์	Parameter	Metric Units	English Units	SI Unit
พลังงานความร้อน	Heat energy	แคลอรี่ Cal	British Thermal Unit	จูล J
อุณหภูมิ	Temperature change	องศาเซลเซียส (^{o}c), องศาเคลวิน (^{o}K)	องศาฟาเรนไฮต์ (^{o}F)	องศาเคลวิน ^{o}K

3. แสงสว่าง (Light)

พารามิเตอร์	Parameter	Metric Units	SI Unit
ความเข้มของการส่องสว่าง	Luminous intensity	แคนเดลา (Candle) cd	แคนเดลา (Candle) cd
ความส่องสว่าง	Luminous flux	ลูเมนด์ (Lumen) lm	ลูเมนด์ (Lumen) lm
ความสว่าง	Illumination	ลักซ์ (Lux) lx	ลักซ์ (Lux) lx

พารามิเตอร์	Parameter	Metric Units	SI Unit
กำลังของเลนส์	Focus	Diopter , เมตร m	เมตร , เซนติเมตร m , cm

4.เสียง (Sound)

พารามิเตอร์	Parameter	Metric Units	SI Unit
ความเร็วเสียง	Sound velocity	เมตร/วินาที m/sec	เมตร/วินาที m/sec
ความเข้มเสียง	Sound intensity	วัตต์/ตารางเมตร W/m^2	วัตต์/ตารางเมตร W/m^2
ระดับความเข้มเสียง	Sound intensity level	-	Neper Np

<u>หมายเหตุ</u> : หน่วยวัดของระดับความเข้มเสียงที่มีหน่วยวัดเป็นเดซิเบล ($d\beta$) คือสเกลที่นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างขึ้นมาเพื่อบอกความดังของเสียงให้ใกล้เคียงกับความรู้สึกของคนมากขึ้น

5.ไฟฟ้า และ สนามแม่เหล็ก (Electricity & Magnetic)

พารามิเตอร์	Parameter	Metric Units	SI Unit
ประจุไฟฟ้า	Electric charge	คูลอมบ์ (Coulomb) C	คูลอมบ์ (Coulomb) C
แรงเคลื่อนไฟฟ้า	Electromotive force	โวลต์ (Volt) V	โวลต์ (Volt) V
ความจุไฟฟ้า	Capacitance	ฟารัด (Farad) F	ฟารัด (Farad) F
กระแสไฟฟ้า	Electric current	แอมแปร์ A	แอมแปร์ A
พลังงานไฟฟ้า	Electric energy	จูล J	จูล J

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พารามิเตอร์	Parameter	Metric Units	SI Unit
กำลังไฟฟ้า	Electric power	วัตต์ W	วัตต์ W
ความต้านทานไฟฟ้า	Electrical resistance	โอมห์ (Ohm)	โอมห์ (Ohm)
ความนำไฟฟ้า	Electrical conductivity	ซีเมนส์ (Siemens) S	ซีเมนส์ (Siemens) S
ความเข้มของสนามไฟฟ้า	Electrical field strength	โวลต์/เมตร V/m	โวลต์/เมตร V/m
การเหนี่ยวนำของแม่เหล็กไฟฟ้า	Electromagnetic inductance	เฮนรี่ (Henry) H	เฮนรี่ (Henry) H
ความเข้มของสนามแม่เหล็ก	Magnetic field intensity	Oersted (Formerly the Gauss)	แอมแปร์/เมตร A/m
เส้นแรงแม่เหล็ก	Megnetic flux	เวปเบอร์ (Weber) Wb	เวปเบอร์ (Weber) Wb
ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก	Megnetic flux density	เทสลา (Tesla) T	เทสลา (Tesla) T

7. เคมี (Chemical)

พารามิเตอร์	หน่วยวัด
ปริมาณความชื้น	ร้อยละของน้ำหนัก , เปอร์เซ็นความชื้น
ความเป็นกรด-ด่าง	pH ความเป็นกรด-ด่าง , ค่า R_f
ปริมาณสารตกค้าง , สารเติมเต็ม	กรัม , มิลลิกรัม , มิลลิลิตร , มิลลิกรัม/ลิตร (ppm) , เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พารามิเตอร์	หน่วยวัด
ความเข้มข้นของสารละลาย	โมลาริตี้ (M) , เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก, น้ำหนักต่อปริมาตร, เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก , เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร
ความกระด้างของน้ำ	มิลลิกรัม/ลิตร (ppm)
ความเสื่อมเสียเนื่องมาจากการเติมออกซิเจน (BOD)	ppm

8. ชีววิทยา (Biological)

พารามิเตอร์	หน่วยวัด
จำนวนจุลินทรีย์	โคโลนี / กรัม , โคโลนี / มิลลิกรัม , DMC / กรัม , DMC /มิลลิกรัม , MPN / กรัม , MPN /มิลลิกรัม

<u>หมายเหตุ</u>

1.เพ็ญขวัญ ชมปรีดา (2528) กล่าวถึง วิธีตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดว่าวิธีนี้ถือว่าจุลินทรีย์ 1 เซล ในอาหารเมื่อผสมกับอาหารวุ้นแล้ว จะเจริญเป็น 1 โคโลนี

2.DMC : Direct microscopic count คือวิธีการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดจากกล้องจุลทรรศน์โดยตรง (นฤดม บุญ-หลง ,2532 : 264-265)

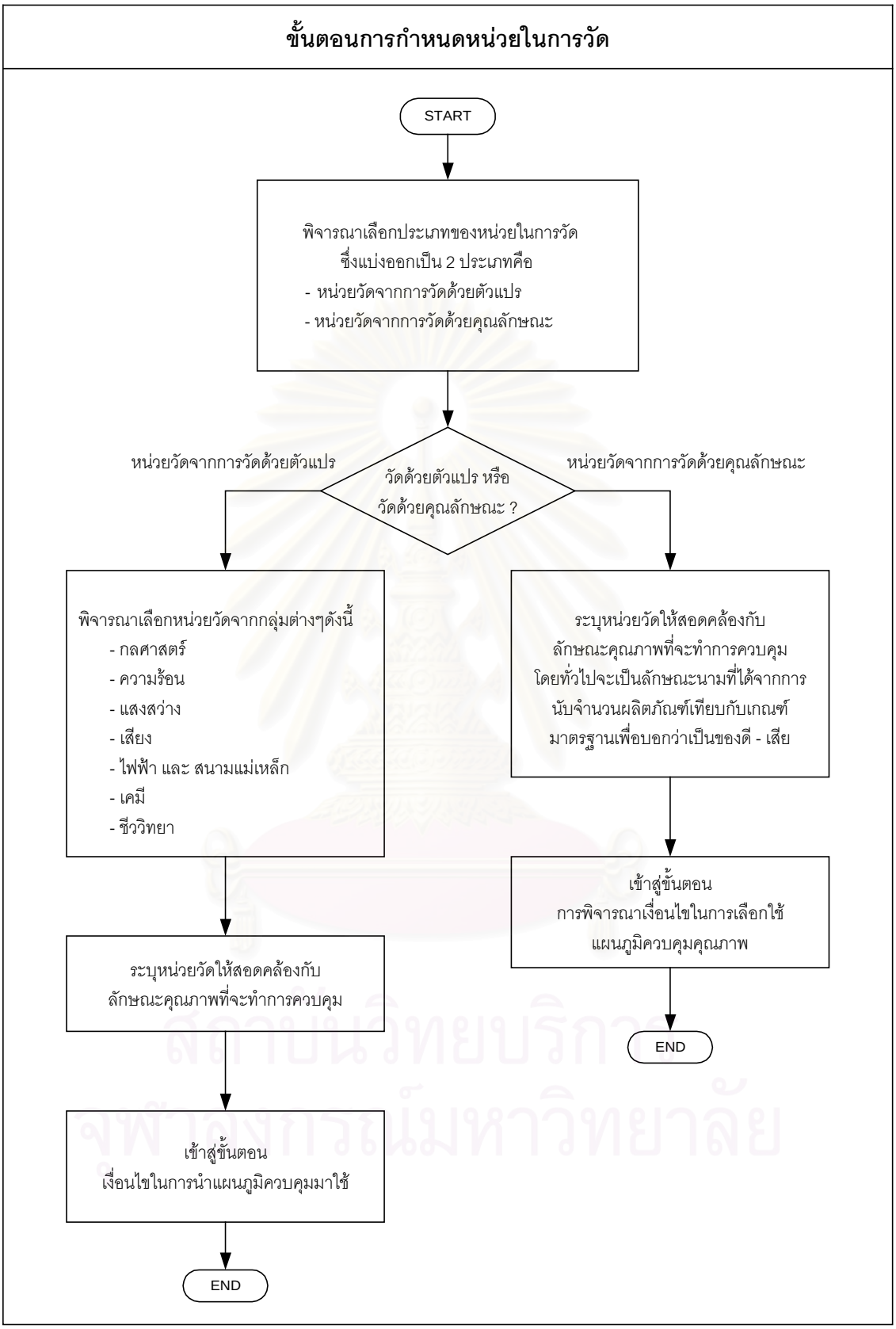
3.MPN : Most Probable Number วิธี MPN นี้ใช้สำหรับประเมินค่าของจุลินทรย์ที่มีปริมาณน้อยมากในผลิตภัณฑ์ (นฤดม บุญ-หลง ,2532 : 265-266)

3.3.2.2 หน่วยวัดจากการวัดด้วยคุณลักษณะ ค่าที่ได้จากการวัดด้วยคุณลักษณะนี้เป็นค่าที่ได้จากการนับสิ่งที่สนใจเทียบกับเกณฑ์ เช่น จำนวนของดี , จำนวนของเสีย , จำนวนข้อบกพร่อง เป็นต้น หรือเป็นการสืบหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์โดยทำการแบ่งเป็นเกรด หรือ ระดับ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น ระดับความเข้มของกลิ่น แบ่งออกเป็น เล็กน้อย ปานกลาง มาก เป็นต้น ดังนั้นหน่วยวัดจากการวัดด้วยคุณลักษณะนี้ จึงเป็นหน่วยของลักษณะนามที่ได้จากการนับจำนวนผลิตภัณฑ์เทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อบอกว่าผลิตภัณฑ์เป็นของดี - ของเสีย, ปกติ – ผิดปกติ , ผ่าน – ไม่ผ่าน ฯลฯ ยกตัวอย่างเช่น

คุณลักษณะ	หน่วยวัด
จำนวนของดี	30 ชิ้น
จำนวนของเสีย	40 ชิ้น
จำนวนแผ่นไม้ที่มีตำหนิ	120 แผ่น

3.3.3 ภาพรวมสรุปขั้นตอนการกำหนดหน่วยในการวัด

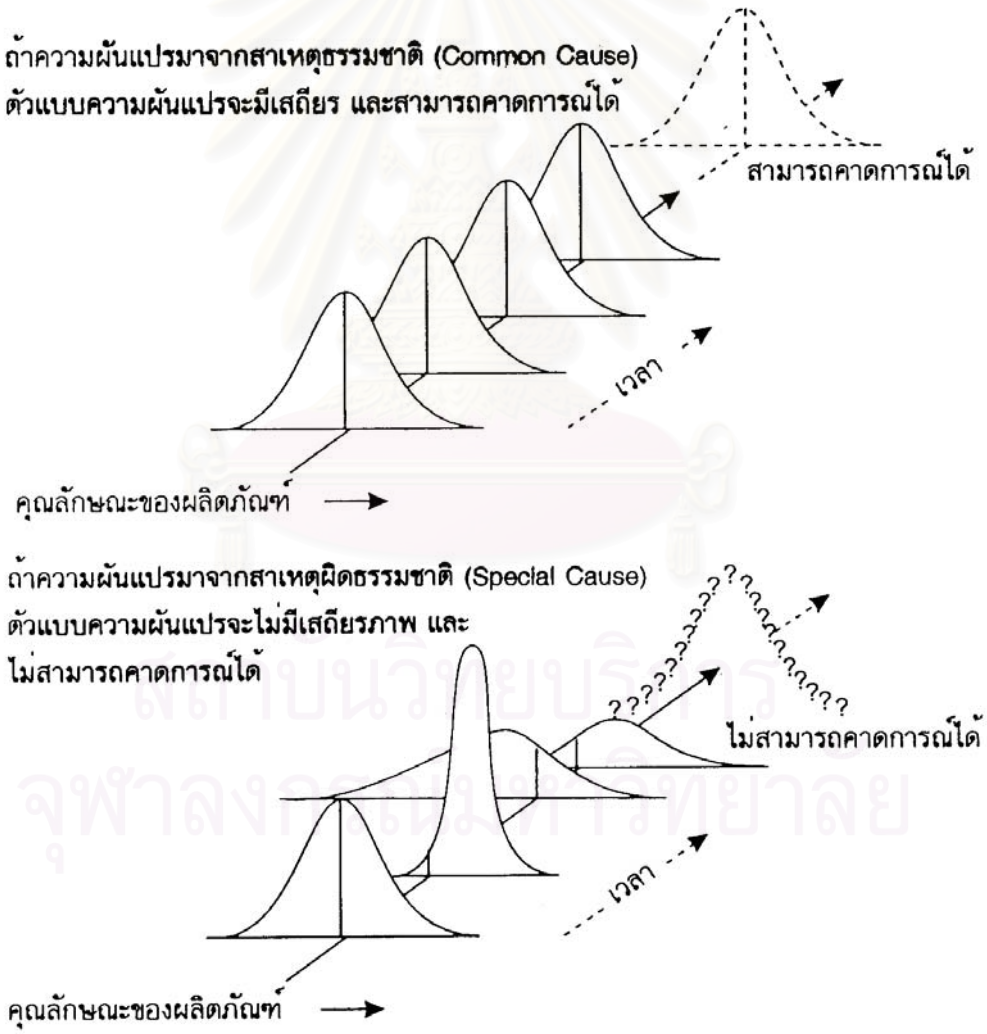
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.8 : ขั้นตอนการกำหนดหน่วยในการวัด

3.4 เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

การควบคุมคุณภาพโดยอาศัยวิธีการทางสถิติมีแนวคิดที่สำคัญคือ การตรวจจับความผันแปรของผลิตภัณฑ์และกระบวนการทำงาน ที่สามารถจำแนกสาเหตุออกได้ 2 ประเภทคือ สาเหตุความผันแปรแบบธรรมชาติ (Assignable Cause) และสาเหตุความผันแปรแบบผิดธรรมชาติ (Special Cause) โดยสาเหตุความผันแปรแบบธรรมชาติ จะทำให้ความผันแปรมีตัวแบบที่สามารถคาดการณ์ได้และอยู่ในสภาวะเสถียรภาพ ในขณะที่สาเหตุความผันแปรแบบผิดธรรมชาติจะทำให้ได้ตัวแบบที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ ทำให้เกิดสภาวะที่ไร้เสถียรภาพ ดังแสดงในรูปที่ 3.9 (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ , 2542 : 215-217)



รูปที่ 3.9 : ลักษณะตัวแบบของความผันแปรด้วยสาเหตุธรรมชาติและสาเหตุผิดธรรมชาติ

ในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพซึ่งเป็นการควบคุมคุณภาพโดยอาศัยวิธีการทางสถิติ ในขั้นแรกจะต้องดำเนินการให้กระบวนการที่เก็บข้อมูลเป็นมาตรฐานก่อนเสมอ เพื่อสร้างความมั่นใจว่า ความผันแปรโดยส่วนใหญ่ของประชากรมาจากสาเหตุโดยธรรมชาติที่สามารถคาดการณ์ตัวแบบได้ และถ้าหากเงื่อนไขของความเป็นมาตรฐานของข้อมูลนี้ไม่เป็นจริงแล้ว ก็จะไม่สามารถประยุกต์สถิติเพื่อการควบคุมคุณภาพได้ เนื่องจากความผันแปรจะมาจากสาเหตุผิดธรรมชาติโดยส่วนใหญ่

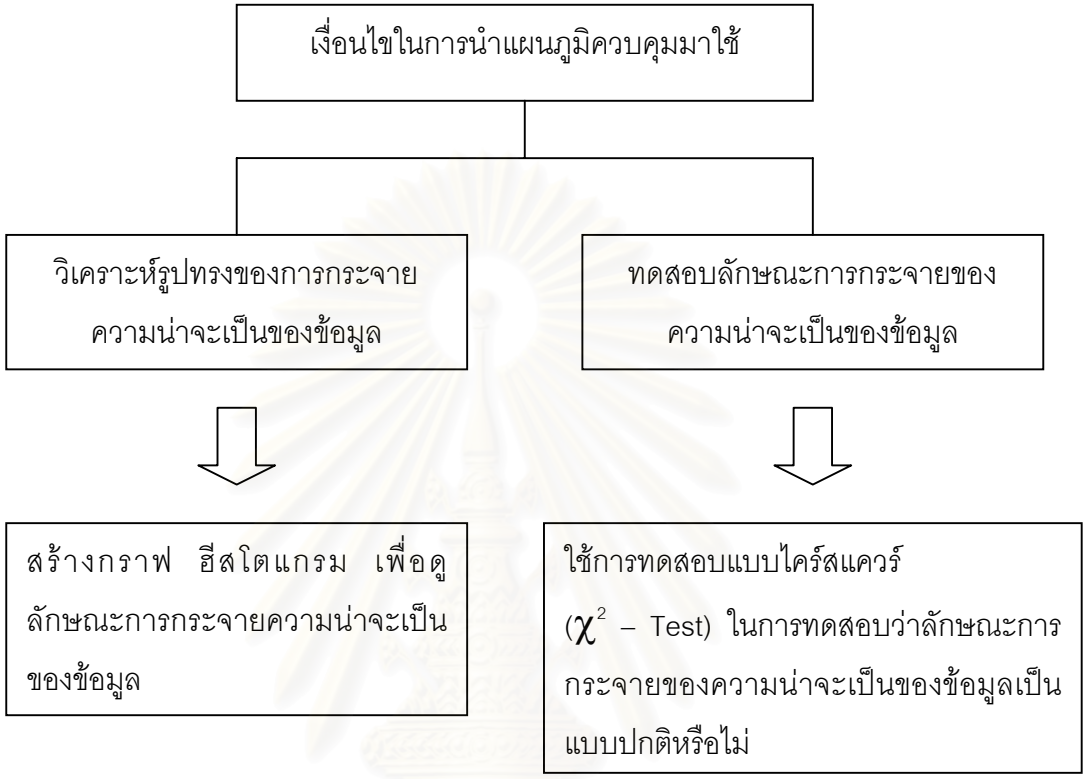
ดังนั้นเมื่อสามารถกำหนดลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมและหน่วยในการวัดได้เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพิจารณาถึงเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพมาใช้ ซึ่งจะต้องทำการตรวจสอบก่อนว่าตัวแบบของความผันแปรสามารถคาดการณ์ได้และอยู่ในสภาวะเสถียรภาพแล้วหรือไม่ โดยตรวจสอบได้จากลักษณะการแจกแจงของข้อมูลลักษณะคุณภาพ ถ้าตัวแบบของความผันแปรสามารถคาดการณ์ได้และอยู่ในสภาวะที่เสถียรภาพแล้ว *ข้อมูลในกระบวนการผลิตที่เหมาะสมจะใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพ ควรจะต้องมีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใด ดังต่อไปนี้*

1. เป็นข้อมูลที่มีลักษณะสมมาตรรอบค่ากลางค่าหนึ่งหรือที่เรียกว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ
2. เป็นข้อมูลหรือสถิติที่ได้รับการแปลงแต่งแล้วมีการแจกแจงแบบปกติ
   ข้อมูลหรือสถิติ ที่สำคัญที่จัดอยู่ในลักษณะนี้ก็คือ ค่าเฉลี่ย หรือค่ารวมของตัวอย่าง ทฤษฎีที่พิสูจน์และสนับสนุนประเด็นนี้คือ ทฤษฎีขีดจำกัดกลาง (Central limit theorem)
3. เป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงในลักษณะอื่นๆ ที่สามารถจะประมาณได้โดยการแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงสำคัญที่สามารถประมาณได้โดยการแจกแจงปกติได้แก่
   3.1 การแจกแจงทวินาม (Binomial Distribution) ในเงื่อนไข
   (1) ขนาดตัวอย่าง (n) ที่ใช้ควรมีขนาดมากกว่า 30 ($n \geq 30$) และ
   (2) ผลคูณของ np และ nq ควรมีค่ามากกว่า 5 ($np \geq 5$ และ $nq \geq 5$)
   จะใช้การแจกแจงปกติประมาณการแจกแจงทินามได้ดี (อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ , 2535 : 185-191)
   3.2 การแจกแจงแบบปัวซอง (Poisson Distribution) ในเงื่อนไข
   ถ้าค่าเฉลี่ย (λ) ของจำนวนครั้งในช่วงเวลา 0 ถึง t มีค่ามากกว่า 10 ($\lambda \geq 10$) การแจกแจงนั้นจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งปกติ ซึ่งขนาดตัวอย่าง (n) จะต้องมีขนาดใหญ่ (Banks ,1989 : 90 , สุมาลี สิงหนิยม , 2528 : 74)

ซึ่งวิธีการในการตรวจสอบเงื่อนไขดังกล่าวมีขั้นตอนดังนี้

1.วิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

2.ทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูล



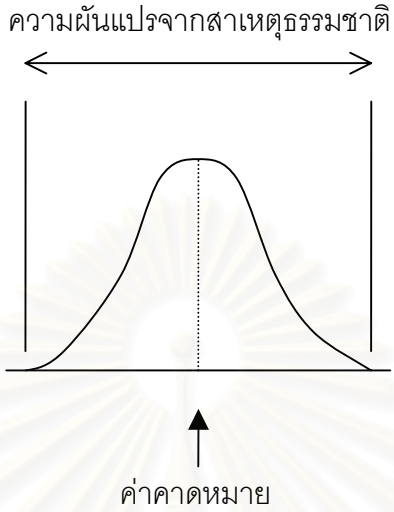
รูปที่ 3.10 : เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

3.4.1. วิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

สำหรับในขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบเงื่อนไข ซึ่งจะทำการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาเพียงบางส่วน เพื่อใช้เป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจากกระบวนการผลิต ด้วยการสุ่มตัวอย่างจากกลุ่มย่อยมา n ตัวอย่าง เป็นจำนวน k กลุ่ม ภายใต้กฎเกณฑ์ที่ว่าถ้าสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติแล้ว การแจกแจงของค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างก็จะมีการแจกแจงเป็นแบบปกติด้วย

ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบเงื่อนไขก็คือ เพื่อดูลักษณะการกระจายของข้อมูลที่ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมาว่า ข้อมูลในกระบวนการผลิตมีลักษณะสมมาตรรอบค่ากลางค่าหนึ่งหรือที่เรียกว่ามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ หรือเป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงในลักษณะอื่นๆ ที่สามารถจะประมาณได้ด้วยการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ซึ่งหากข้อมูลมีลักษณะดังกล่าวแล้ว (ดัง

ในรูปที่ 3.11) แสดงว่าตัวแบบของความแปรผันจะอยู่ในสภาวะเสถียรภาพซึ่งสามารถคาดการณ์ได้ และมีความเหมาะสมที่จะนำแผนภูมิควบคุมมาใช้



รูปที่ 3.11 : ลักษณะของข้อมูลที่สมมาตรหรือมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ

3.4.1.1 วิธีการในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

ในการตรวจสอบความผันแปรนั้น มีความจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ทั้งรูปทรงของความผันแปรค่าการกระจาย ที่ระบุถึงขนาดความผันแปรและแนวโน้มสู่ศูนย์กลาง ซึ่งเครื่องมือตัวหนึ่งที่สามารถใช้อธิบายความผันแปรตามลักษณะดังกล่าวได้ดีมากคือ *ฮีสโตแกรม (Histogram)*

ฮีสโตแกรม เป็นกราฟแท่งที่เขียนอยู่ในรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยที่แกนนอนเป็นแกนที่บอกจุดกึ่งกลางหรือขีดจำกัดบน ขีดจำกัดล่างของอันตรภาคชั้น และส่วนสูงของกราฟแท่งเป็นความถี่ของอันตรภาคชั้นในแต่ละชั้น กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2539) ได้ให้ความหมายของฮีสโตแกรมไว้ว่า กราฟที่แสดงถึงความผันแปรของข้อมูลทั้งแนวโน้มสู่ศูนย์กลาง ค่าการกระจาย และรูปทรงความแปรผัน

3.4.1.2 กำหนดจำนวนตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

ก่อนที่จะเข้าสู่ขั้นตอนในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลโดยใช้ฮีสโตแกรมช่วยในการวิเคราะห์ ควรทำการพิจารณาถึงชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตก่อนเป็นลำดับแรก ทั้งนี้เพื่อให้สามารถกำหนดจำนวนตัวอย่างในการสร้างฮีสโตแกรมรวมทั้งการทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยวิธีไคร์สแควร์ ซึ่งเป็นวิธีการในการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ โดยทำการตรวจสอบว่า

กระบวนการผลิตมีเสถียรภาพหรือไม่ ซึ่งมีขั้นตอนในการกำหนดจำนวนตัวอย่างเพื่อใช้ตรวจสอบเงื่อนไขดังนี้

1. พิจารณาถึงชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ

ทำการตัดสินใจเบื้องต้นว่า แผนภูมิควบคุมชนิดใดที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต โดยทำการพิจารณาเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมจากเงื่อนไขและเกณฑ์ต่างๆดังนี้

1.1 *เงื่อนไขและเกณฑ์ในการเลือกแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart)*

ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมมีหน่วยวัดจากการวัดด้วยตัวแปร ลักษณะคุณภาพเหล่านี้เป็นค่าแปรผัน ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ควรทำการพิจารณาเลือกใช้ควรอยู่ในกลุ่มของแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน ซึ่งในที่นี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1.แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ R ($\overline{X}$ - R Chart)

2.แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - S Chart)

3.แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)

ซึ่งการเลือกแผนภูมิควบคุมในแต่ละประเภทควรพิจารณาเงื่อนไขและเกณฑ์ เพื่อประกอบการตัดสินใจดังนี้

1.ความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n)

2.ความแม่นยำในการวัดการกระจายของข้อมูล

- **<u>กรณีที่1</u> : ความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n) มีค่ามากกว่า 1 ตัวอย่าง และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 ตัวอย่าง** ($2 \leq n \leq 10$)

ควรเลือกใช้แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ R ในการควบคุมคุณภาพ เนื่องจากเมื่อจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่างมีค่าน้อย การวัดการกระจายด้วยพิสัย หรือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งจากตารางที่ 3.1 ได้มาจากการแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 5 เซต เซตหนึ่งประกอบด้วยจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 80 หน่วย จำนวน 20 กลุ่มย่อย โดยใช้พิสัยเฉลี่ย ($\overline{R}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย ($\overline{S}$) ในการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ') และใช้ขนาดตัวอย่าง (n) ที่แตกต่างกัน 3 ค่า คือขนาดตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 2 , 4 และ 8 (Grant and Leavenworth , 1996) สำหรับรายละเอียดและที่มาของค่าต่างๆในตาราง 3.1 อยู่ในภาคผนวก ข.

ตารางที่ 3.1 : เปรียบเทียบการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ')
เมื่อจำนวนตัวอย่างมีขนาด n = 2 , n = 4 และ n = 8

ตัวอย่าง หมายเลข	ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ')					
	ขนาดตัวอย่าง n = 2		ขนาดตัวอย่าง n = 4		ขนาดตัวอย่าง n = 8	
	จาก $\overline{R}$	จาก $\overline{S}$	จาก $\overline{R}$	จาก $\overline{S}$	จาก $\overline{R}$	จาก $\overline{S}$
1 – 80	8.62	8.62	8.94	8.97	9.24	8.98
81 – 160	10.75	10.75	10.51	10.64	10.50	10.58
161 – 240	9.73	9.73	10.51	10.48	9.76	9.89
241 – 320	8.86	8.86	8.89	9.06	8.85	9.02
321 – 400	11.68	11.68	11.56	11.48	11.98	12.17
1 - 400	9.93	9.93	10.08	10.12	10.07	10.13

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นว่าค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ') จากวิธีการทั้ง 2 ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งจะเห็นได้ว่าถ้าการกระจายของข้อมูลมีการกระจายไม่มาก การใช้พิสัยเฉลี่ย ($\overline{R}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย ($\overline{S}$) ในการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ') จะไม่แตกต่างกันมากนัก และสามารถชี้ให้เห็นว่าการใช้ตัวอย่าง 4 หรือ 5 วัดการกระจายด้วยพิสัยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะทำให้ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ') จะไม่แตกต่างกันมากนัก

ดังนั้นเมื่อขนาดตัวอย่าง (n) ในแต่ละกลุ่มย่อยมีขนาดตัวอย่างน้อยๆ การวัดการกระจายด้วยพิสัยจะถูกนำมาใช้สำหรับวัดการกระจายมากกว่าการใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยขนาดตัวอย่างที่ปลอดภัยสำหรับการวัดการกระจายด้วยพิสัย ก็คือขนาดตัวอย่างกลุ่มย่อยละ 4 หรือ 5 ตัวอย่าง แต่นิยมเก็บตัวอย่างครั้งละ 5 ตัวอย่าง เพราะการคำนวณทำได้ง่าย และลดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบข้อมูลลงด้วย

- **<u>กรณีที่2</u> : ความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n) มีค่ามากกว่า 10 ตัวอย่าง (n > 10)**

ควรเลือกใช้แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S เนื่องจากถ้าขนาดกลุ่มย่อยมีขนาดมากกว่า 10 ตัวอย่าง การวัดการกระจายด้วยพิสัยจะมีความผันแปรมากกว่าการวัดการกระจายด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาก ดังนั้นเมื่อจำนวนตัวอย่าง (n) ในแต่ละกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 10 ตัวอย่าง แผนภูมิ S จะให้ผลการควบคุมที่แม่นยำมากกว่าแผนภูมิ R (อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ , 2535 : 96)

- **<u>กรณีที่3</u> : ความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n) มีค่าเท่ากับ 1 ตัวอย่าง (n = 1)**

ควรเลือกใช้แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว เนื่องจากมีหลายกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนตัวอย่างเดียว หรือ n = 1 เช่น การวัดผลที่ได้จากกระบวนการผลิตที่ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ และวัดผลทุกชิ้นที่ผลิตได้ หรืออาจเกิดจากลักษณะการผลิตที่มีอัตราการผลิตช้ำ ซึ่งกว่าจะรอเพื่อเก็บตัวอย่างหลายตัวอย่างจะเสียเวลามาก

ตารางที่ 3.2 : เกณฑ์การตัดสินใจเลือกแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน

ความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n)	แผนภูมิควบคุมที่ควรเลือก
$2 \leq n \leq 10$	$\overline{X}$ - R Chart
$n > 10$	$\overline{X}$ - S Chart
$n = 1$	X – MR Chart

1.2 *เงื่อนไขและเกณฑ์ในการเลือกแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute Control Chart)*

ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมมีหน่วยวัดจากการวัดด้วยคุณลักษณะ ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการนับ ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ควรทำการพิจารณาเลือกใช้ควรอยู่ในกลุ่มของแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ ซึ่งในที่นี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)

2.แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)

ซึ่งการเลือกแผนภูมิควบคุมในแต่ละประเภทควรพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ในการใช้แผนภูมิประกอบการตัดสินใจดังนี้

- **<u>กรณีที่1</u> : สนใจการควบคุมจำนวนชิ้นงานที่เสีย**

ควรเลือกใช้แผนภูมิ p เนื่องจากแผนภูมิประเภทนี้เป็นแผนภูมิเพื่อควบคุมจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับ

- ลักษณะคุณภาพอย่างใดอย่างหนึ่งของสินค้า
- กลุ่มของลักษณะคุณภาพของสินค้า
- ชิ้นส่วนสินค้า
- สินค้าที่ผลิต หรือ จำนวนของสินค้า เป็นต้น

ซึ่งจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจะมีการแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution)

- **<u>กรณีที่2</u> : สนใจการควบคุมจำนวนข้อบกพร่อง**

ควรเลือกใช้แผนภูมิ c เนื่องจากแผนภูมิประเภทนี้เป็นแผนภูมิเพื่อควบคุมจำนวนข้อบกพร่อง รอยตำหนิ หรือ สาเหตุที่ทำให้สินค้าเป็นของเสีย ซึ่งจำนวนข้อบกพร่อง หรือ จำนวนรอยตำหนิในสินค้ามีการแจกแจงแบบปัวซอง (Poisson Distribution) แผนภูมิ c Chart นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้กรรมวิธีการผลิตที่ซับซ้อนซึ่งมีโอกาสที่จะเกิดข้อบกพร่องได้มาก หรือเป็นกระบวนการผลิตเป็นแบบต่อเนื่อง เช่น รอยตำหนิในม้วนกระดาษ จำนวนรอยตำหนิในแผ่นเหล็ก จำนวนฟองอากาศในแผ่นกระจก รอยตำหนิในผ้า เป็นต้น

ตารางที่ 3.3 : เกณฑ์การตัดสินใจเลือกแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ

วัตถุประสงค์ในการใช้แผนภูมิ	แผนภูมิควบคุมที่ควรเลือก
สนใจการควบคุมจำนวนชิ้นงานที่เสีย	p Chart
สนใจการควบคุมจำนวนข้อบกพร่อง	c Chart

2. กำหนดจำนวนตัวอย่างเพื่อสร้างฮีสโตแกรมรวมทั้งการทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยวิธีไคร์สแควร์ เมื่อสามารถตัดสินใจเลือกได้แล้วว่าแผนภูมิควบคุมชนิดใดที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดจำนวนตัวอย่างเพื่อสร้างฮีสโตแกรม โดยทำการกำหนดจำนวนตัวอย่างตามชนิดของแผนภูมิควบคุมที่ได้ทำการตัดสินใจเลือกไว้ตามข้อที่ 1 ซึ่งการกำหนดจำนวนตัวอย่างแบ่งออกตามประเภทของแผนภูมิควบคุมได้ 2 อย่างดังนี้

2.1 *แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart)*

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างฮีสโตแกรม จะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อดูการกระจายของลักษณะคุณภาพ ว่าข้อมูลมีการแจกแจงเป็นแบบปกติหรือไม่ โดยจะทำการกำหนดจำนวนตัวอย่างตามชนิดของแผนภูมิที่คาดว่าจะเลือกใช้ดังนี้

ตารางที่ 3.4 : จำนวนตัวอย่างเพื่อสร้างฮีสโตแกรมสำหรับแผนภูมิชนิดแปรผัน

แผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะเลือกใช้	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
$\overline{X}$ - R Chart	5	30
$\overline{X}$ - S Chart	12	30
X – MR Chart	1	30

2.2 แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute Contol Chart)

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างฮีสโตแกรม จะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อดูการกระจายของจำนวนชิ้นงานที่เสีย หรือ จำนวนข้อบกพร่อง ว่าเป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงในลักษณะอื่นๆ ที่สามารถจะประมาณได้ด้วยการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ โดยจะทำการกำหนดจำนวนตัวอย่างตามชนิดของแผนภูมิที่คาดว่าจะเลือกใช้ดังนี้

1. *แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)*

เนื่องจากจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นมีการแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution) ดังนั้นในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง จะทำการเก็บจำนวนตัวอย่างเพื่อให้สามารถประมาณค่าการแจกแจงทวินามได้ด้วยการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีเงื่อนไขดังนี้

1.ขนาดตัวอย่าง (n) ที่ใช้ควรมีขนาดมากกว่า 30 ($n \geq 30$) และ

2.ผลคูณของ $n\bar{p}$ และ $n\bar{q}$ ควรมีค่ามากกว่า 5 ($n\bar{p} \geq 5$ และ $n\bar{q} \geq 5$)

ดังนั้นการกำหนดจำนวนตัวอย่างเพื่อสร้างฮีสโตแกรมมีขั้นตอนดังนี้คือ

1.เก็บจำนวนตัวอย่าง (n) 30 ตัวอย่าง โดยเก็บข้อมูลทั้งหมด 30 กลุ่ม (k = 30)

2.ทำการคำนวณหาค่าสัดส่วนของเสียโดยประมาณของกระบวนการ ($\bar{p}$) และสัดส่วนของดี ($\bar{q}$)

จากสูตร $\bar{p}$ = จำนวนของเสียทั้งหมด / จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad \text{.....(1)}$$

$$\bar{q} = 1 - \bar{p} \quad \text{.....(2)}$$

<u>หมายเหตุ</u> ในที่นี้ p = ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของเสียในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างทั้งหมด ($\sum n$) มีค่าเท่ากับ 900

3.ตรวจสอบเงื่อนไข $n\bar{p} \geq 5$ และ $n\bar{q} \geq 5$ เป็นจริงหรือไม่

<u>ถ้าเป็นจริง</u> กำหนดจำนวนตัวอย่าง (n) = 30 โดยเก็บข้อมูลทั้งหมด 30 กลุ่ม (k = 30)

<u>ถ้าไม่เป็นจริง</u> กำหนดจำนวนตัวอย่างใหม่ (n_{new}) จากค่า $\bar{p}$ ที่คำนวณได้จากสมการ (1) ด้วยสูตร $n_{new} = 5 / \bar{p}_{\text{จากการคำนวณ}}$

เก็บจำนวนตัวอย่าง (n) = n_{new} โดยเก็บข้อมูลทั้งหมด 30 กลุ่ม (k = 30)

2. แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)

เนื่องจากจำนวนข้อบกพร่อง หรือ จำนวนรอยตำหนิในสินค้ามีการแจกแจงแบบปัวซอง (Poisson Distribution) ดังนั้นในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง จะทำการเก็บจำนวนตัวอย่างเพื่อให้สามารถประมาณค่าการแจกแจงปัวซองได้ด้วยการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีเงื่อนไขดังนี้

1.ค่าเฉลี่ย (λ) ของจำนวนครั้งในช่วงเวลา 0 ถึง t มีค่ามากกว่า 10 ($\lambda \geq 10$) ซึ่งขนาดตัวอย่าง (n) จะต้องมีขนาดใหญ่ นั่นคือ $\bar{c} \geq 10$

ดังนั้นการกำหนดจำนวนตัวอย่างเพื่อสร้างฮีสโตแกรมมีขั้นตอนดังนี้คือ

1.เก็บจำนวนตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 1 หน่วย (1 Standard Unit มีจำนวนตัวอย่างในการสุ่มตรวจสอบ n ชิ้นหรือ n หน่วย) เป็นจำนวน 30 กลุ่ม (k = 30) โดย 1 กลุ่ม ถือเป็น 1 หน่วยมาตรฐาน (Standard Unit หรือ Inspection Unit) เช่น 1 Standard Unit สุ่มโต๊ะมาทำการตรวจสอบ 3 ตัว (Sampling Unit = โต๊ะ 3 ตัว) เป็นต้น

2.นับจำนวนข้อบกพร่องหรือรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วย เช่น 1 Standard Unit = โต๊ะ 3 ตัว ทำการนับรอยตำหนิที่เกิดขึ้นจากการผลิตโต๊ะ 3 ตัว

3.ทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อบกพร่องหรือจำนวนรอยตำหนิโดยประมาณของกระบวนการ ($\bar{c}$)

จากสูตร $\bar{c}$ = จำนวนข้อบกพร่องรวมทั้งหมด / จำนวน Standard Unit ที่ทำการสุ่มตรวจสอบ

= จำนวนข้อบกพร่องรวมทั้งหมด / 30

<u>หมายเหตุ</u> ในที่นี้จำนวน Standard Unit ที่ทำการเก็บรวบรวมมามีทั้งหมด 30 กลุ่มตัวอย่าง

ค่า $\bar{c}$ หมายถึง จำนวนข้อบกพร่อง / 1 หน่วยผลิตภัณฑ์ (Standard Unit)

4.ตรวจสอบเงื่อนไข $\bar{c} \geq 10$ เป็นจริงหรือไม่

<u>ถ้าเป็นจริง</u> เก็บจำนวนตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ซึ่งกำหนดให้ 1 หน่วยมาตรฐาน (Standard Unit) มีจำนวนตัวอย่างในการสุ่มตรวจสอบ (n) ในขนาดเท่าเดิมที่ใช้ในปัจจุบัน

โดยเก็บข้อมูลทั้งหมด 30 กลุ่ม (k = 30)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ถ้าไม่เป็นจริง</u> กำหนดจำนวนตัวอย่างในการสุ่มตรวจสอบใหม่ (n_{new}) โดยเพิ่มจำนวน Sampling Unit เพื่อให้ได้ค่า $\bar{c} \geq 10$ ซึ่งหาค่าดังกล่าวจากค่า $\bar{c}$ ที่คำนวณได้

โดย n_{new} = (10* Sampling Unit) / $\bar{c}$

ดังนั้นกำหนดให้ 1 หน่วยมาตรฐาน (Standard Unit) มีจำนวนตัวอย่างในการสุ่มตรวจสอบ (n) = n_{new}

(หมายถึง 1 Standard Unit มีจำนวน Sampling Unit = n_{new})

โดยเก็บข้อมูลทั้งหมด 30 กลุ่ม (k = 30)

3.4.1.3 ขั้นตอนในการสร้างฮีสโตแกรม

1. เก็บรวบรวมข้อมูลของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อดูการกระจายของข้อมูล โดยมีขนาดของตัวอย่างและจำนวนครั้งในการเก็บข้อมูลตามชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ (ดังในหัวข้อ *กำหนดจำนวนตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล* ที่กล่าวไปแล้วในข้างต้น)
2. หาค่าพิสัยของข้อมูลจากสูตร

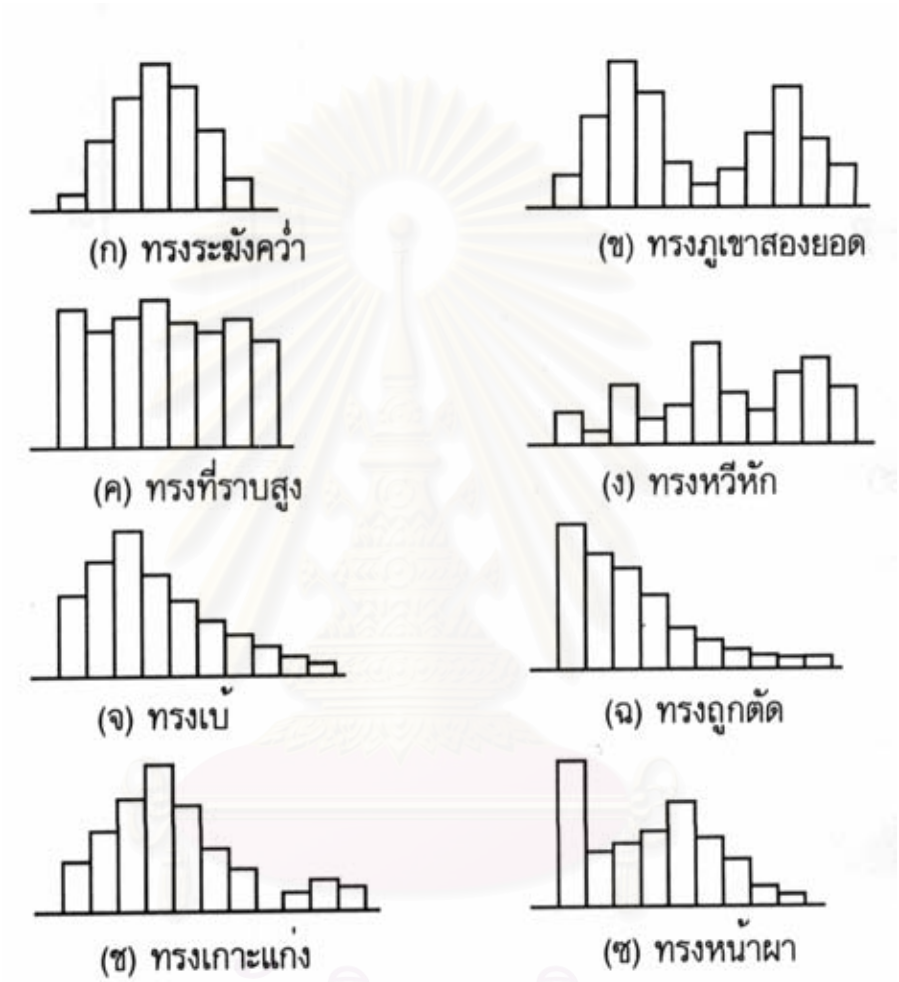
   พิสัย = ข้อมูลที่มีค่ามากที่สุด - ข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุด
3. กำหนดขนาดอันตรภาคชั้น (Class Interval) ที่มีความสะดวกต่อการพลอตกราฟ และพิจารณาถึงความเหมาะสมของขนาดอันตรภาคชั้น โดยพิจารณาว่าจำนวนชั้นที่กำหนดอยู่ในช่วงเหมาะสมหรือไม่ โดยทำการกำหนดจำนวนชั้น และ ขนาดอันตรภาคชั้นจากสูตรดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา , 2538 : 27)

   จำนวนชั้น = 1 + 3.3 log N , เมื่อ N คือจำนวนข้อมูล

   ขนาดอันตรภาคชั้น = พิสัย / จำนวนชั้น
4. ทำการสร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยค่าที่กำหนดจะต้องให้ครอบคลุมค่าทุกค่าของข้อมูลที่เก็บได้ โดยการกำหนดขอบเขตของแต่ละชั้นให้ละเอียดกว่าหน่วยที่วัดได้ละเอียดที่สุดของข้อมูลครึ่งหนึ่งเสมอ เช่น ถ้าข้อมูลเป็นเลขจำนวนเต็มที่มีค่าเพิ่มขึ้นครั้งละ 1 ก็ควรจะให้ขอบเขตชั้นมีความละเอียดเท่ากับ 0.5 ทั้งนี้เพื่อป้องกันปัญหาข้อมูลที่มีค่าเท่ากับขอบเขตชั้นบนของชั้นหนึ่ง และขอบเขตชั้นล่างของอีกชั้นหนึ่ง
5. ทำการเขียนกราฟแสดงฮีสโตแกรมโดยอาศัยข้อมูลจากตารางแจกแจงความถี่และกำหนดให้แกนนอน (X) แทนข้อมูล และแกนตั้ง (Y) แทนความถี่ในแต่ละชั้นของข้อมูล

3.4.1.4 การตีความหมายฮีสโตแกรม

ในที่นี้เป็นการตีความหมายด้านรูปทรงการกระจายเพื่อพิจารณาลักษณะความแปรผันของข้อมูล ในรูปที่ 3.12 แสดงถึงตัวแบบของฮีสโตแกรมที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปที่ผู้วิเคราะห์มีความจำเป็นต้องทำความเข้าใจถึงความหมายของแต่ละตัวแบบ



รูปที่ 3.12 : ตัวแบบทั่วๆไปของฮีสโตแกรม (ที่มา : กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2539))

1. **รูประฆังคว่ำ** (Bell – Shaped Distribution) ดังแสดงในรูปที่ 3.12 (ก) ซึ่งหมายถึงความปกติของข้อมูล กล่าวคือข้อมูลมีค่าส่วนใหญ่เท่ากับค่าหนึ่งตรงกลางแล้วมีการกระจายออกไปอย่างสมมาตรซ้ายและขวา เนื่องจากสาเหตุความผันแปรแบบธรรมชาติ

ในกรณีที่ฮีสโตแกรมมิได้แสดงรูปทรงระฆังคว่ำแล้ว มีความจำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์สาเหตุความผันแปรดังกล่าว โดยมิได้มีความหมายว่าข้อมูลดังกล่าวมีความผิดปกติเสมอไป

2. **รูปทรงภูเขาสองยอด** (Double – Peaked Distribution) ดังแสดงในรูปที่ 3.12 (ข) ซึ่งจะมีความหมายว่าข้อมูลดังกล่าวมาจากแหล่งความผันแปร 2 แหล่งที่มีความแตกต่างกันชัดเจน โดยอาจจะหมายถึงเครื่องจักร กะงาน วัตถุดิบ ฯลฯ ในกรณีนี้มีความจำเป็นต้องแยกข้อมูลทั้งสองชุดออกจากกันก่อนที่จะมีการวิเคราะห์ใดๆต่อไป

3. **รูปทรงที่ราบสูง** (Plateau Distribution) ดังแสดงในรูปที่ 3.12 (ค) ซึ่งเป็นรูปทรงที่ไม่มีฐานนิยมอย่างชัดเจน โดยพื้นฐานแล้วเกิดมาจากข้อมูลที่พิจารณามาจากแหล่งความผันแปรหลายแหล่งที่มีความใกล้เคียงกันมาก จึงจำเป็นต้องกำหนดก่อนว่าข้อมูลดังกล่าวมีความผันแปรมาจากแหล่งใด

4. **รูปทรงหวีหัก** (Comb Distribution) ดังแสดงในรูปที่ 3.12 (ง) ที่มีลักษณะรูปสูงๆต่ำๆ สลับกันไปไม่แน่นอนคล้ายกับหวีที่มีซี่หัก โดยทั่วไปแล้วรูปทรงแบบหวีหักมักเกิดมาจากความคลาดเคลื่อนในข้อมูลที่อาจจะมีผลมาจากการวัด จากการปัดเศษแบบลำเอียง หรืออาจเกิดมาจากความผิดพลาดในการกำหนดชั้นฮีสโตแกรมก็ได้ ดังนั้นจึงควรมีการทบทวนถึงการได้มาซึ่งข้อมูลใหม่รวมถึงการทบทวนวิธีการสร้างฮีสโตแกรมใหม่ด้วย

5. **รูปทรงเบ้** (Skewed Distribution) ดังแสดงในรูปที่ 3.12 (จ) ซึ่งเป็นรูปทรงที่มีค่าฐานนิยมอยู่ทางด้านซ้ายหรือขวา เช่นในรูปที่ 3.12 (จ) มีค่าฐานนิยมอยู่ด้านซ้ายของรูป จะเรียกรูปทรงดังกล่าวว่ารูปทรงเบ้ซ้าย แต่ถ้าหากฐานนิยมอยู่ด้านขวาของรูป ก็จะเรียกรูปทรงดังกล่าวว่ารูปทรงเบ้ซ้าย ในการตีความหมายรูปทรงประเภทนี้ มักเกิดจากมีพิกัดควบคุมที่ด้านใดด้านหนึ่งของการได้ซึ่งข้อมูล เช่น พิกัดของสเปค หรือพิกัดควบคุมอื่นในงานวิศวกรรม ซึ่งโดยมากจะเกิดกับข้อมูลที่ประกอบด้วยการวัดเวลาหรือการนับจำนวน เช่น การเก็บข้อมูลในช่วงระยะเวลาสั้นๆของการดำเนินงาน หรือการนับจำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่องของระบบที่มีการควบคุมดีมากเป็นต้น

6. **รูปทรงถูกตัด** (Truncated Distribution) ดังแสดงในรูปที่ 3.12 (ฉ) ที่มีลักษณะคล้ายรูปทรงระฆังคว่ำและโดนตัดออกไปข้างหนึ่ง โดยการตีความหมายจะต้องพิจารณาถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดการตัดความเบี่ยงเบนของข้อมูลออกไปว่าเกิดมาจากอะไร และมีความหมายประการใด เช่น อาจจะเกิดจากข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบ 100% หรือเป็นข้อมูลที่มาจากข้อมูลที่ผ่านระบบควบคุมอัตโนมัติ เป็นต้น

7. **รูปทรงเกาะแก่ง** (Isolated – Peak Distribution) ดังแสดงในรูปที่ 3.12 (ช) ซึ่งมีลักษณะที่กลุ่มข้อมูลจำนวนไม่มากนักแยกออกไปจากข้อมูลกลุ่มใหญ่คล้ายรูปเกาะแก่ง โดยปกติมักเกิดมาจากความผิดพลาดในการตรวจสอบหรืออุปกรณ์ควบคุม หรือเป็นความไม่สมบูรณ์ของกระบวนการ เป็นต้น

8. **รูปทรงหน้าผา** (Edge – Peak Distribution) ดังแสดงในรูปที่ 3.12 (ซ) ซึ่งมีรูปทรงที่ด้านใดด้านหนึ่งสูงโด่งขึ้นมามาก ในขณะที่อีกด้านหนึ่งมีการกระจายเป็นไปอย่างปกติ ซึ่งโดยปกติแล้ว

ข้อมูลที่มีรูปทรงแบบนี้มีสาเหตุมาจากความไม่ถูกต้องของข้อมูล เช่น ความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูล เป็นต้น

3.4.2. ทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูล

เมื่อทำการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูล ซึ่งเป็นการทดสอบทางสถิติเพื่อยืนยันและสรุปผลให้เห็นชัดเจนอีกครั้ง ว่าข้อมูลในกระบวนการผลิตมีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติหรือเป็นแบบอื่น

สำหรับวิธีการในการทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูล มีวิธีการที่เป็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปอยู่ 2 วิธีคือ

1. การทดสอบแบบไคร์สแควร์ (χ^2- Test) โดยใช้ χ^2 เป็นสถิติสำหรับทดสอบ
2. การทดสอบแบบโคโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ (Kolmogorov – Smirnov Test (K-S))

ในงานทางวิศวกรรมโดยปกตินิยมใช้การทดสอบแบบไคร์สแควร์มากกว่าแบบอื่นๆ ดังนั้นในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการทดสอบแบบไคร์สแควร์เท่านั้น

3.4.2.1 การทดสอบแบบไคร์สแควร์ (χ^2- Test)

วิธีการทดสอบแบบไคร์สแควร์ (χ^2- Test) เป็นการทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของประชากร ซึ่งมีลักษณะสมมติฐานในการทดสอบดังนี้

H_0 : ข้อมูลมีการกระจายของความน่าจะเป็นแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลมีการกระจายของความน่าจะเป็นแบบอื่น

ซึ่งในการทดสอบด้วยวิธีดังกล่าวมีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูล ในขั้นตอนนี้ไม่จำเป็นต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลใหม่ เนื่องจากเราจะนำข้อมูลชุดเดิมที่ใช้สร้างฮีสโตแกรมมาทำการทดสอบสมมติฐาน
2. ประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการกระจายแบบปกติมีพารามิเตอร์ 2 ค่า คือค่าเฉลี่ย (μ) และ ค่าความแปรปรวน (σ^2) ซึ่งมีตัวประมาณค่าดังนี้

การกระจายที่คาดหมาย	พารามิเตอร์	ตัวประมาณค่า	r	ดีกรีของความอิสระ
แบบปกติ	ค่าเฉลี่ย (μ) ค่าความแปรปรวน (σ^2)	ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ($\overline{X}$) ค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง S^2	2	n-3

3. คำนวณหาค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ ซึ่งสถิติที่ใช้ทดสอบคือ χ^2 คำนวณได้จากสูตร

$$\text{สูตร} \quad \chi^2 = \sum_{i=1} (O_i - E_i)^2/E_i$$

โดยที่ k = จำนวนกลุ่มของข้อมูลที่มีค่าต่างกัน

O_i = ค่าความถี่ของข้อมูล (Observed Frequency)

E_i = ค่าความถี่ที่คาดหมายจากการกระจายของความน่าจะเป็นที่ต้องการทดสอบ (Expected frequency) ซึ่งค่าความถี่คาดหมายในแต่ละกลุ่มต้องเท่ากับหรือมากกว่า 5 ถ้ากลุ่มใดมีค่าความถี่น้อยกว่า 5 ให้รวมกับกลุ่มที่ติดกันให้ได้ความถี่มากกว่าหรือเท่ากับ 5

และ χ^2 มีการกระจายของความน่าจะเป็นแบบไคร์สแควร์ ด้วยดีกรีของความอิสระ ν ซึ่งเท่ากับ k-r-1 เมื่อ r คือ จำนวนพารามิเตอร์ของการกระจายของความน่าจะเป็นที่ต้องการทดสอบซึ่งประมาณค่าจากข้อมูลตัวอย่าง

4. เปรียบเทียบค่า χ^2 จากการคำนวณกับค่า χ^2 ที่ได้จากตารางและทำการสรุปผล

- ถ้า $\chi^2 \leq \chi^2_{\alpha, k-r-1}$ (ซึ่งได้จากตารางค่าของการกระจายของความน่าจะเป็นแบบไคร์สแควร์) แสดงว่าไม่มีเหตุผลอย่างเพียงพอที่จะปฏิเสธ H_0 ได้ และสรุปว่าข้อมูลมีการกระจายของความน่าจะเป็นแบบปกติตามสมมติฐานด้วยระดับความมีนัยสำคัญเท่ากับ α ซึ่งแสดงว่าตัวแบบของความแปรผันจะอยู่ในสภาวะเสถียรภาพซึ่งสามารถคาดการณ์ได้ และมีความเหมาะสมที่จะนำแผนภูมิควบคุมมาใช้
- ถ้า $\chi^2 > \chi^2_{\alpha, k-r-1}$ (ซึ่งได้จากตารางค่าของการกระจายของความน่าจะเป็นแบบไคร์สแควร์) แสดงว่ามีเหตุผลเพียงพอที่จะปฏิเสธ H_0 และสรุปว่าข้อมูลมีการกระจายของความน่าจะเป็นแบบอื่นด้วยระดับความมีนัยสำคัญเท่ากับ α ซึ่งไม่เหมาะสมหรือยังไม่ควรที่จะนำแผนภูมิควบคุมแบบมาตรฐานมาใช้

<u>หมายเหตุ</u> แผนภูมิควบคุมแบบมาตรฐานในที่นี้ได้แก่

1.แผนภูมิ $\overline{X}$

2.แผนภูมิ S

3.แผนภูมิ R

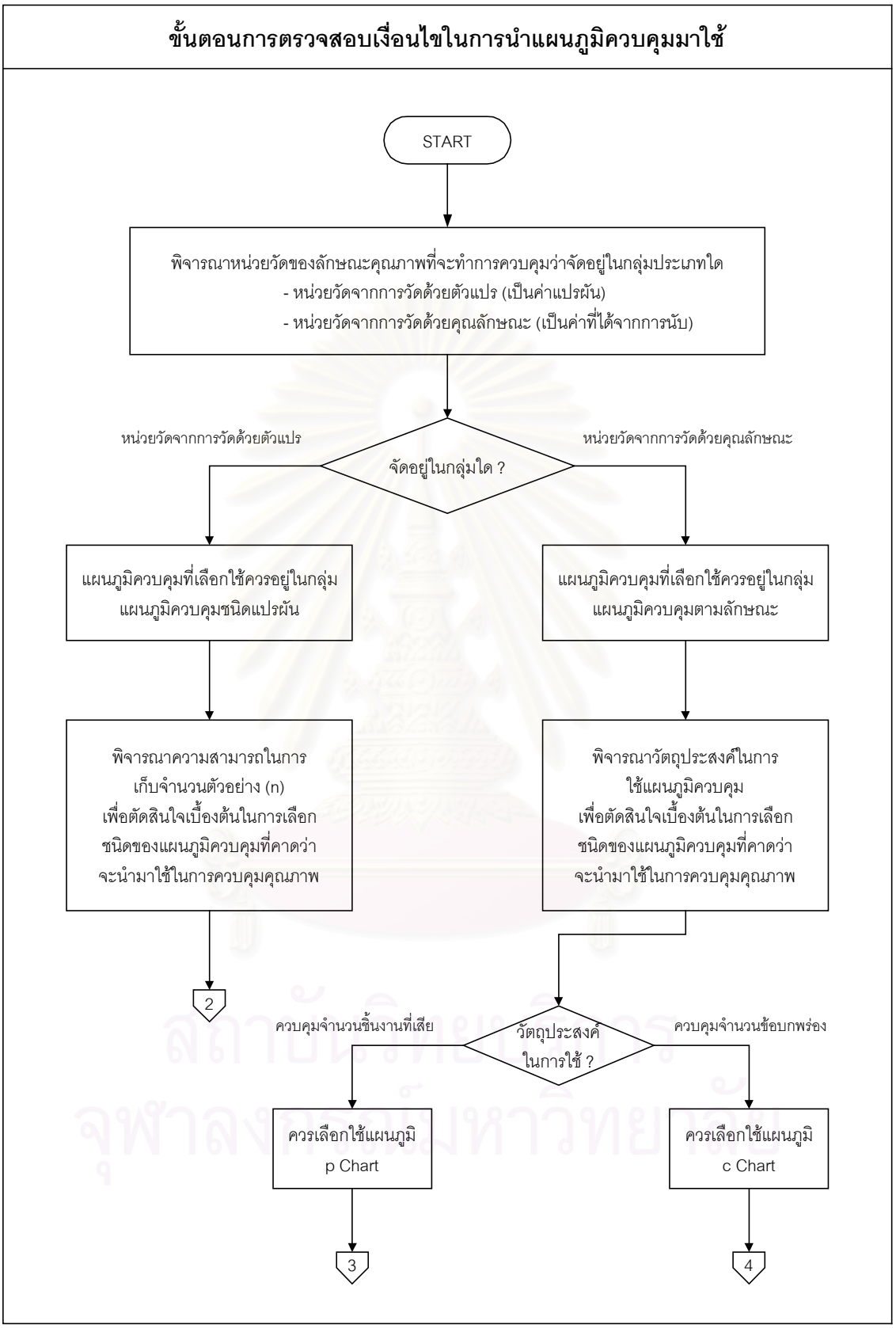
4.แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X-MR Chart)

5.แผนภูมิ p

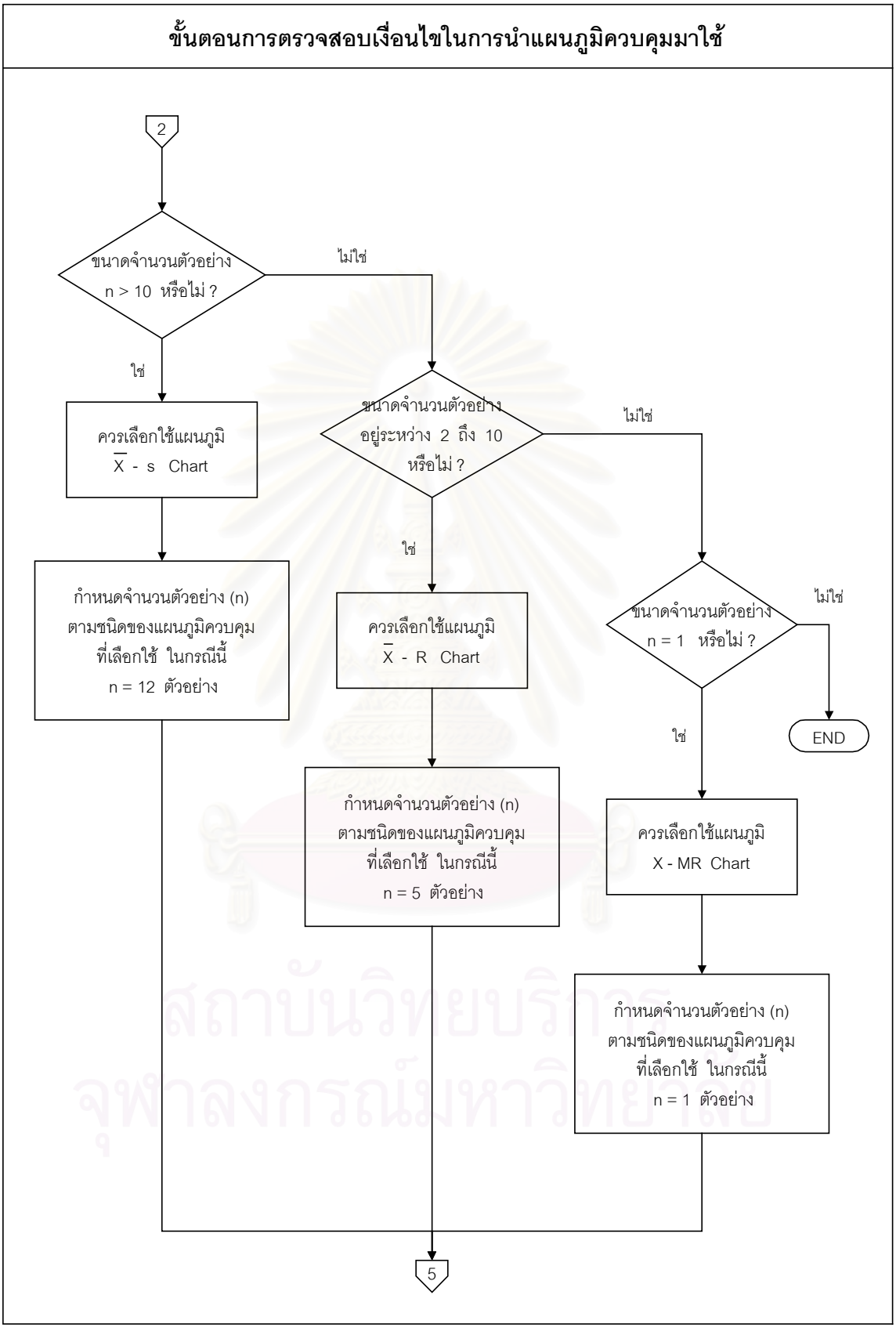
6.แผนภูมิ c

3.4.3 ภาพรวมสรุปขั้นตอนการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

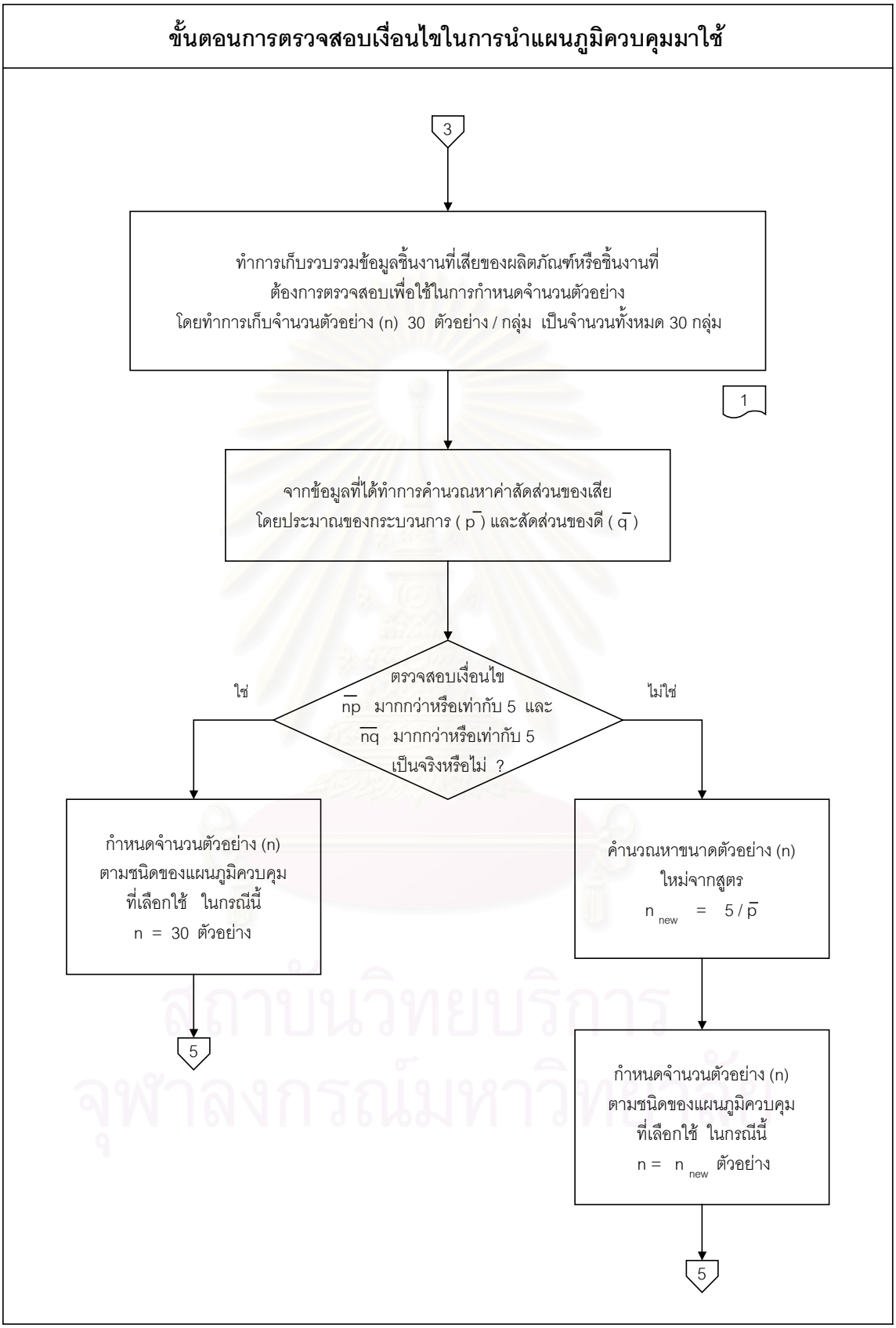
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



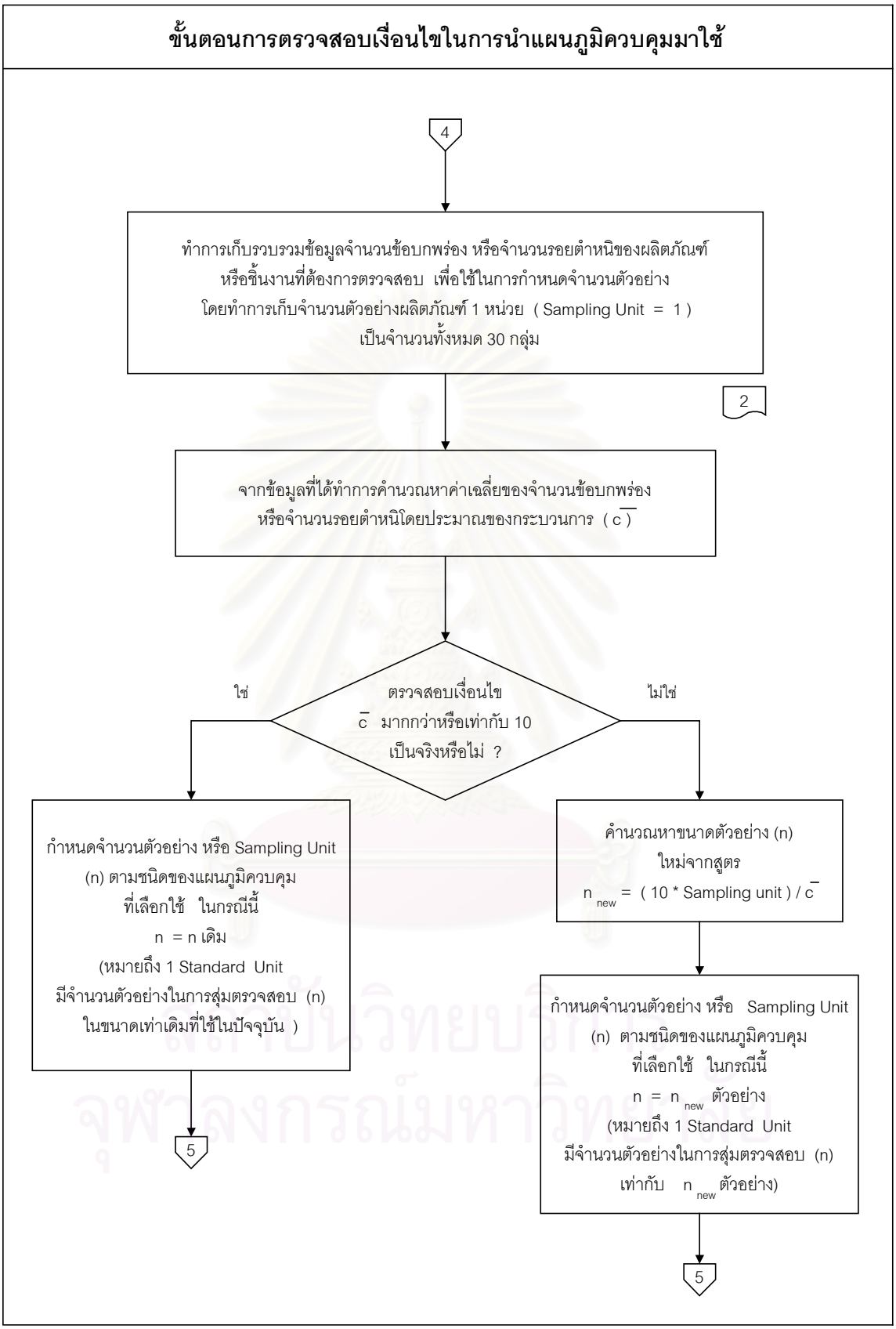
รูปที่ 3.13 : ขั้นตอนการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้



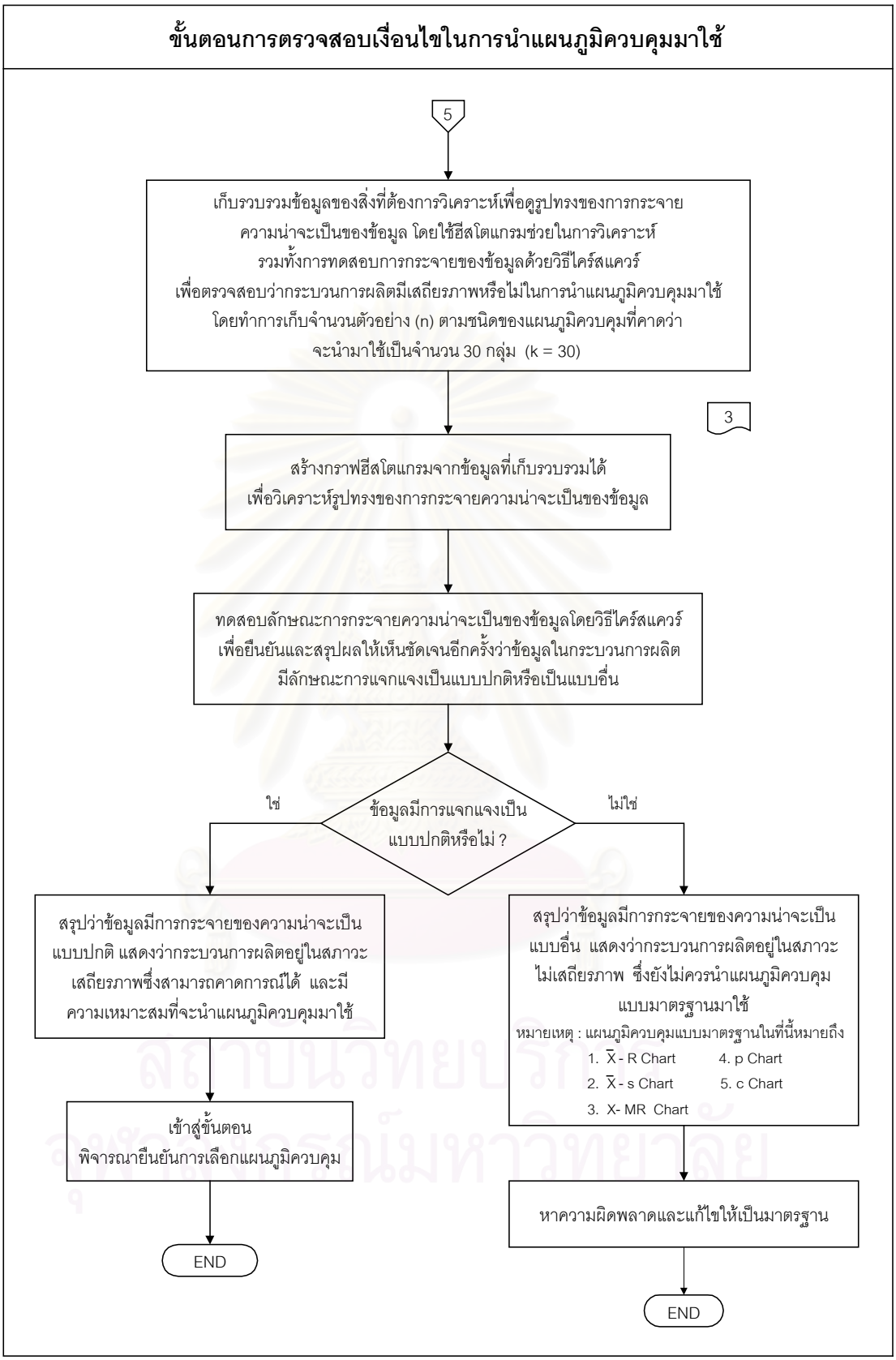
รูปที่ 3.13 (ต่อ) : ขั้นตอนการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้



รูปที่ 3.13 (ต่อ) : ขั้นตอนการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้



รูปที่ 3.13 (ต่อ) : ขั้นตอนการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้



รูปที่ 3.13 (ต่อ) : ขั้นตอนการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

เอกสารอ้างอิง	รายละเอียด
1	แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุม สัดส่วนของเสีย (p chart) เพื่อช่วยกำหนดจำนวนตัวอย่างในการวิเคราะห์ รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล
2	แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุม จำนวนรอยตำหนิ (c Chart) เพื่อช่วยกำหนดจำนวนตัวอย่างในการวิเคราะห์ รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล
3	แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของ การกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

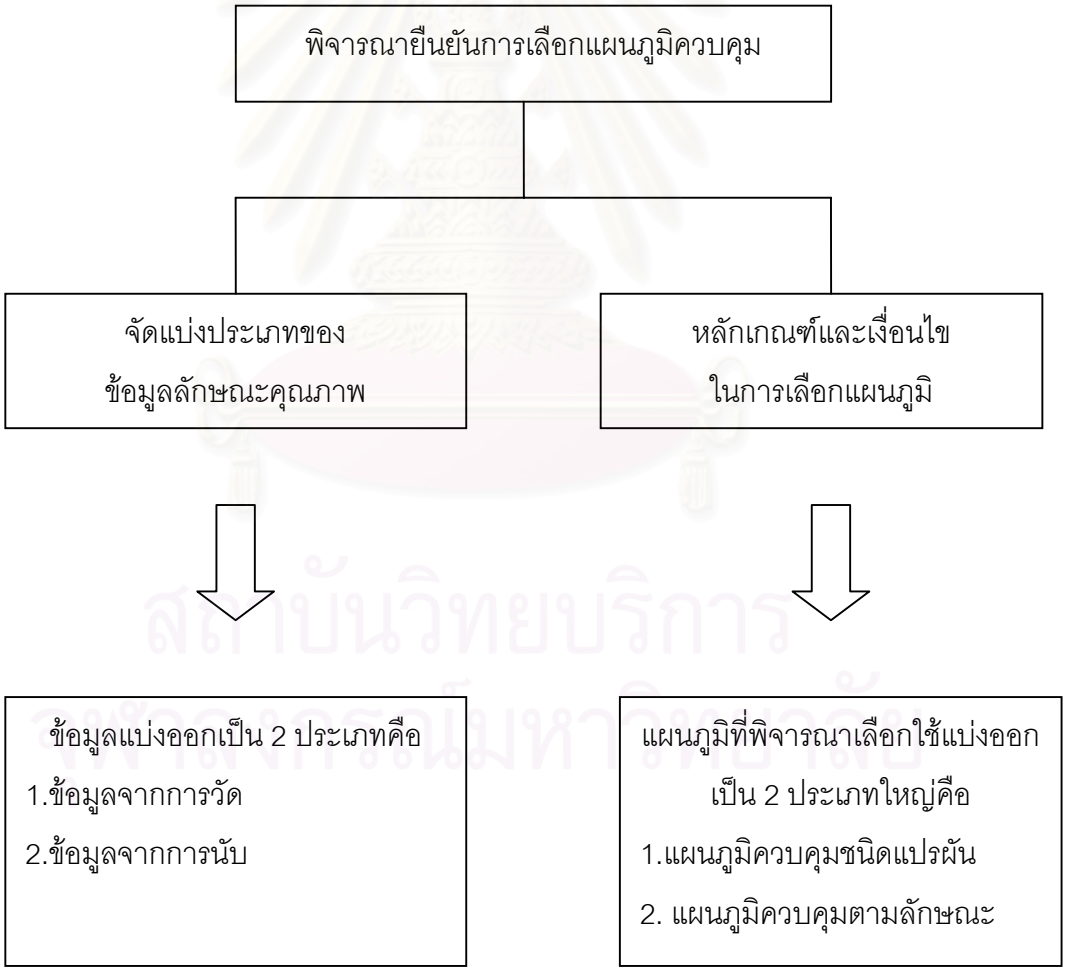
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.13 (ต่อ) : ขั้นตอนการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

3.5 พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม

ในขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาตัดสินใจครั้งสุดท้าย (Final Decision) ในการเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมที่จะนำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพให้เหมาะสมกับลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการควบคุม เพื่อให้สามารถกำหนดจำนวนตัวอย่างและคำนวณขีดจำกัดควบคุม (Control Limit) เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมต่อไป สำหรับแผนภูมิควบคุมที่นำมาพิจารณาเลือกใช้ในที่นี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart) และแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute Control Chart) ซึ่งมีขั้นตอนในการพิจารณาเลือกใช้แผนภูมิควบคุมชนิดต่างๆ ดังนี้คือ

1. จัดแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ
2. หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกแผนภูมิ



รูปที่ 3.14 : พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม

3.5.1 จัดแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ

เนื่องจากแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ทำการพิจารณาเลือกใช้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ

1. แผนภูมิควบคุมค่าวัด หรือ แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart)
2. แผนภูมิควบคุมค่านับ หรือ แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute Control Chart)

จึงจำเป็นที่จะต้องทำการจัดแบ่งข้อมูลลักษณะคุณภาพ เพื่อให้สามารถทำการตัดสินใจเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุมได้ว่า แผนภูมิควบคุมคุณภาพในกลุ่มประเภทใดที่เราจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ เมื่อสามารถเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิได้เรียบร้อยแล้ว จากนั้นจะทำการพิจารณาในรายละเอียดของเงื่อนไขและเกณฑ์ต่างๆอีกครั้ง เพื่อเลือกหรือกำหนดชนิดของแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่จะนำไปใช้

ในการจัดแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพนั้น จะพิจารณาจากลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม และหน่วยในการวัดว่ามีหน่วยวัดเป็นแบบใด ซึ่งโดยทั่วไปข้อมูลลักษณะคุณภาพจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1.ข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการวัด

2.ข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการนับ

3.5.1.1 ข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการวัด (Measurement Data)

เป็นข้อมูลของลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการควบคุม โดยส่วนใหญ่เป็นลักษณะคุณภาพเกี่ยวกับปริมาณและมีหน่วยวัดจากการวัดด้วยตัวแปร ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้มาจากการวัดด้วยอุปกรณ์วัดและทดสอบในเชิงปริมาณ ข้อมูลจะแสดงคุณลักษณะทางกายภาพ กลศาสตร์ ความร้อน แสงสว่าง เสียง ไฟฟ้า เคมี หรือ ชีววิทยา เช่น น้ำหนัก เวลา ความยาว ปริมาตร ฯลฯ การวิเคราะห์ข้อมูลประเภทนี้ ผู้วิเคราะห์มีความจำเป็นต้องให้ความสนใจถึงคุณสมบัติของระบบการวัดด้วย โดยข้อมูลประเภทนี้เป็นค่าแปรผันและมีลักษณะเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous)

3.5.1.2 ข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการนับ (Enumerate Data)

เป็นข้อมูลของลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการควบคุม โดยส่วนใหญ่เป็นลักษณะคุณภาพพวกที่ปรากฏหรือแสดงออกและมีหน่วยวัดจากการวัดด้วยคุณลักษณะ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้มาจากการนับสิ่งที่สนใจเทียบกับเกณฑ์ เช่น จำนวนข้อบกพร่อง จำนวนของดี – เสีย ฯลฯ ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลประเภทนี้ ผู้วิเคราะห์จะต้องสนใจถึงความเป็นมาตรฐานของเกณฑ์ด้วย โดยข้อมูลประเภทนี้จะมีลักษณะเป็นแบบช่วง (Discrete)

ข้อมูลลักษณะคุณภาพในกลุ่มนี้โดยทั่วไปเป็นข้อมูลที่ได้จากการประเมินค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory Quality) ต่างๆของผลิตภัณฑ์ อันประกอบด้วย คุณภาพจากการเห็น จากการสัมผัส จากกลิ่นรส และจากเสียง โดยทำการประเมินค่าคุณภาพเพื่อยอมรับหรือไม่ยอมรับในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ หรือทำการประเมินค่าคุณภาพเพื่อสืบหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์โดยทำการแบ่งเป็นเกรด หรือเป็นระดับคุณภาพ หรือเป็นการให้คะแนน ซึ่งวิธีการต่างๆในการประเมินค่าที่ใช้กันโดยทั่วไปมีดังนี้ (จินตนา อุปดิสสกุล , 2524)

1. การเสนอตัวอย่างเดี่ยว (Single Stimulus)
2. การเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ (Paired Comparison Test)
3. การเปรียบเทียบตัวอย่างคู่กับตัวอย่างมาตรฐาน (Duo-Trio Test)
4. การเปรียบเทียบหลายตัวอย่าง
5. การเลือกตัวอย่างคี่จากสามตัวอย่าง (Triangle Test)
6. การเรียงลำดับ (Ranking)
7. การให้คะแนน (Scoring Test)
8. การให้อัตราความชอบ (Hedonic Scale Method)
9. การทำให้เจือจาง (Dilution Test)
10. การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Sensory Analysis)
    - 10.1. วิธีสืบหาเรื่องราวกลิ่นรส (Flavor Profile Method)
    - 10.2. วิธีสืบหาเรื่องราวเนื้อสัมผัส (Texture Profile Method)

3.5.2 หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกแผนภูมิ

สำหรับหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกแผนภูมิควบคุม ได้ทำการแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักๆคือ

1. หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม ระหว่างกลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart) กับ กลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute Control Chart)
2. หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมในกลุ่มประเภทของแผนภูมิที่ได้เลือกไว้ในข้อที่ 1 โดยชนิดของแผนภูมิทั้ง 2 ประเภทประกอบไปด้วยแผนภูมิชนิดต่างๆดังนี้คือ

    2.1. แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart) ได้แก่

    - แผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart)

- แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart)
- แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)

2.2. แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute control chart) ได้แก่

- แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)
- แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)

3.5.2.1 หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม

ในขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาถึงหลักเกณฑ์และเงื่อนไขเพื่อทำการตัดสินใจเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม ระหว่างกลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart) กับ กลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute Control Chart) โดยมีหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการพิจารณาตัดสินใจเลือกดังนี้

1.*ประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม*

จากการจัดแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพในหัวข้อที่ 3.5.1 ที่ได้ทำการแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการวัด และข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการนับ ทำให้สามารถสร้างหลักเกณฑ์ในการเลือกประเภทกลุ่มของแผนภูมิควบคุมได้ดังนี้

<u>กรณีที่ 1</u> : เมื่อข้อมูลลักษณะคุณภาพจัดอยู่ในกลุ่มประเภทข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการวัด

ควรตัดสินใจเลือกกลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart) เนื่องจากแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันเป็นแผนภูมิควบคุมที่ใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตสำหรับคุณสมบัติหรือลักษณะคุณภาพที่วัดค่าได้ในเชิงปริมาณ ซึ่งเป็นค่าแปรผันและมีลักษณะเป็นแบบต่อเนื่อง

<u>กรณีที่ 2</u> : เมื่อข้อมูลลักษณะคุณภาพจัดอยู่ในกลุ่มประเภทข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการนับ

ควรตัดสินใจเลือกกลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute Control Chart) เนื่องจากแผนภูมิควบคุมตามลักษณะเป็นแผนภูมิควบคุมที่ใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตสำหรับคุณสมบัติหรือลักษณะคุณภาพที่ไม่จำเป็นต้องทราบถึงรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ในเชิงปริมาณมากนักเพียงแต่ต้องการทราบถึงคุณลักษณะ (Attribute) ของผลิตภัณฑ์

ว่า ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ มีข้อบกพร่องหรือตำหนิ ที่พบในผลิตภัณฑ์มากน้อยแค่ไหน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้มาจากการนับสิ่งที่สนใจเทียบกับเกณฑ์

2.*ข้อจำกัดในการใช้งาน*

เนื่องจากแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันมีข้อจำกัดในการใช้งาน ข้อแรกคือ แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันไม่สามารถใช้ในการควบคุมลักษณะคุณภาพที่ไม่สามารถวัดค่าได้ เช่น ความสวยงาม สภาพความเก่าใหม่ เป็นต้น ข้อจำกัดประการที่สองคือ สินค้าหนึ่งๆจะประกอบด้วยลักษณะคุณภาพมากมายหลายอย่าง สินค้าบางชนิดอาจมีลักษณะคุณภาพนับร้อยอย่าง เนื่องจากแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันจะใช้ควบคุมลักษณะคุณภาพได้เพียง 1 อย่างต่อ 1 แผนภูมิควบคุม ดังนั้นถ้าสินค้ามีลักษณะคุณภาพนับร้อยอย่าง ก็จำเป็นจะต้องมีแผนภูมิควบคุมนับจำนวนร้อยด้วยกัน แผนภูมิควบคุมตามลักษณะจะช่วยลดความจำเป็นในการใช้แผนภูมิควบคุมหลายๆแผ่นลงได้ โดยอาจใช้แผนภูมิควบคุมเพียงแผนภูมิเดียว เพื่อควบคุมลักษณะคุณภาพหลายๆอย่างพร้อมๆกัน ทำให้สามารถสร้างหลักเกณฑ์ในการเลือกประเภทกลุ่มของแผนภูมิควบคุมได้ดังนี้

ตารางที่ 3.5 : หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม

หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกใช้แผนภูมิ	รายละเอียด	
	กลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน	กลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ
1.ประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	ข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการวัด	ข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการนับ
2. ข้อจำกัดในการใช้งาน	ใช้ควบคุมลักษณะคุณภาพได้<u>เพียง 1 อย่าง</u> ต่อหนึ่งแผนภูมิควบคุม	ใช้ควบคุมลักษณะคุณภาพได้<u>มากกว่า 1 อย่าง</u> ต่อหนึ่งแผนภูมิควบคุม

3.5.2.2 หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุม

เมื่อทำการตัดสินใจเลือกได้ว่าจะใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพในกลุ่มใดแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการตัดสินใจเลือกหรือกำหนดชนิดของแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่จะนำไปใช้ ซึ่งชนิดของแผนภูมิควบคุมที่พิจารณาเลือกใช้ในที่นี้แบ่งออกได้ดังนี้

- ***กลุ่มที่ 1 : แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน*** *(Variable Control Chart)* ***ได้แก่***

1. แผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart) โดยมีหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกดังนี้

1.1. มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการควบคุมแนวโน้มสู่ศูนย์กลาง หรือค่าเฉลี่ย และการกระจายของลักษณะคุณภาพ

1.2. ความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n) มีค่าตั้งแต่ 2 ถึง 10 ตัวอย่าง เนื่องจากเมื่อจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่างมีค่าน้อย การวัดการกระจายด้วยพิสัย หรือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะไม่แตกต่างกันมากนัก

1.3. สามารถคำนวณค่าเฉลี่ยของกลุ่มย่อยได้โดยง่าย

1.4. เมื่อการกระจายของข้อมูลในกลุ่มย่อยมีน้อย

2. แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart) โดยมีหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกดังนี้

2.1. มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการควบคุมแนวโน้มสู่ศูนย์กลาง หรือค่าเฉลี่ย และการกระจายของลักษณะคุณภาพ

2.2. ความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n) มีค่ามากกว่า 10 ตัวอย่าง เนื่องจากถ้าขนาดกลุ่มย่อยมีขนาดมากกว่า 10 ตัวอย่าง การวัดการกระจายด้วยพิสัยจะมีความผันแปรมากกว่าการวัดการกระจายด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาก ดังนั้นเมื่อจำนวนตัวอย่าง (n) ในแต่ละกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 10 ตัวอย่าง แผนภูมิ S จะให้ผลการควบคุมที่แม่นยำมากกว่าแผนภูมิ R (อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ , 2535 : 96)

2.3. สามารถคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้โดยง่าย

2.4. เมื่อการกระจายของข้อมูลในกลุ่มย่อยมีมาก

3. แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart) โดยมีหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกดังนี้

3.1. ความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n) มีค่าเท่ากับ 1 ตัวอย่าง

3.2. การวัดผลที่ได้จากกระบวนการผลิตที่ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ และวัดผลทุกชิ้นที่ผลิตได้

3.3. ลักษณะการผลิตที่มีอัตราการผลิตช้า ซึ่งกว่าจะรอเพื่อเก็บตัวอย่างหลายตัวอย่างจะเสียเวลามาก

3.4. เหมาะสำหรับใช้กับกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่อง เช่น กระบวนการผลิตกระดาษ กระบวนการผลิตทางเคมี

3.5. ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น สารเคมี ก๊าซ เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.6 : หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกชนิดของแผนภูมิในควบคุมในกลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart)

หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกใช้แผนภูมิ	รายละเอียด	ชนิดของแผนภูมิควบคุม
วัตถุประสงค์ในการควบคุม	ควบคุมแนวโน้มสู่ศูนย์กลาง หรือค่าเฉลี่ยและการกระจายของลักษณะคุณภาพ	$\overline{X}$ - R Chart , $\overline{X}$ - s Chart
ความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n)	$2 \leq n \leq 10$	$\overline{X}$ - R Chart
	$n > 10$	$\overline{X}$ - s Chart
	$n = 1$	X – MR Chart
การคำนวณค่าเฉลี่ย หรือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สามารถคำนวณค่าเฉลี่ยของกลุ่มย่อยได้โดยง่าย	$\overline{X}$ - R Chart
	สามารถคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้โดยง่าย	$\overline{X}$ - s Chart
การกระจายของข้อมูลในกลุ่มย่อย	การกระจายของข้อมูลในกลุ่มย่อยมีน้อย	$\overline{X}$ - R Chart
	การกระจายของข้อมูลในกลุ่มย่อยมีมาก	$\overline{X}$ - s Chart
ลักษณะกระบวนการ และผลิตภัณฑ์	การวัดผลที่ได้จากกระบวนการผลิตที่ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ และวัดผลทุกชิ้นที่ผลิตได้	X – MR Chart
	ลักษณะการผลิตที่มีอัตราการผลิตซ้ำ ซึ่งกว่าจะรอเพื่อเก็บตัวอย่างหลายตัวอย่างจะเสียเวลามาก	X – MR Chart
	เหมาะสำหรับใช้กับกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่อง เช่น กระบวนการผลิตกระดาษ กระบวนการผลิตทางเคมี	X – MR Chart
	ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น สารเคมี ก๊าซ เป็นต้น	X – MR Chart

- ***กลุ่มที่ 2 : แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute control chart) ได้แก่***

1. แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart) โดยมีหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกดังนี้

   1.1. วัตถุประสงค์ของการใช้แผนภูมิ คือใช้เพื่อการควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับลักษณะคุณภาพอย่างใดอย่างหนึ่งของสินค้า หรือ กลุ่มของลักษณะคุณภาพของสินค้า

   1.2. สนใจควบคุมจำนวนชิ้นงานที่เสีย

2. แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart) โดยมีหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกดังนี้

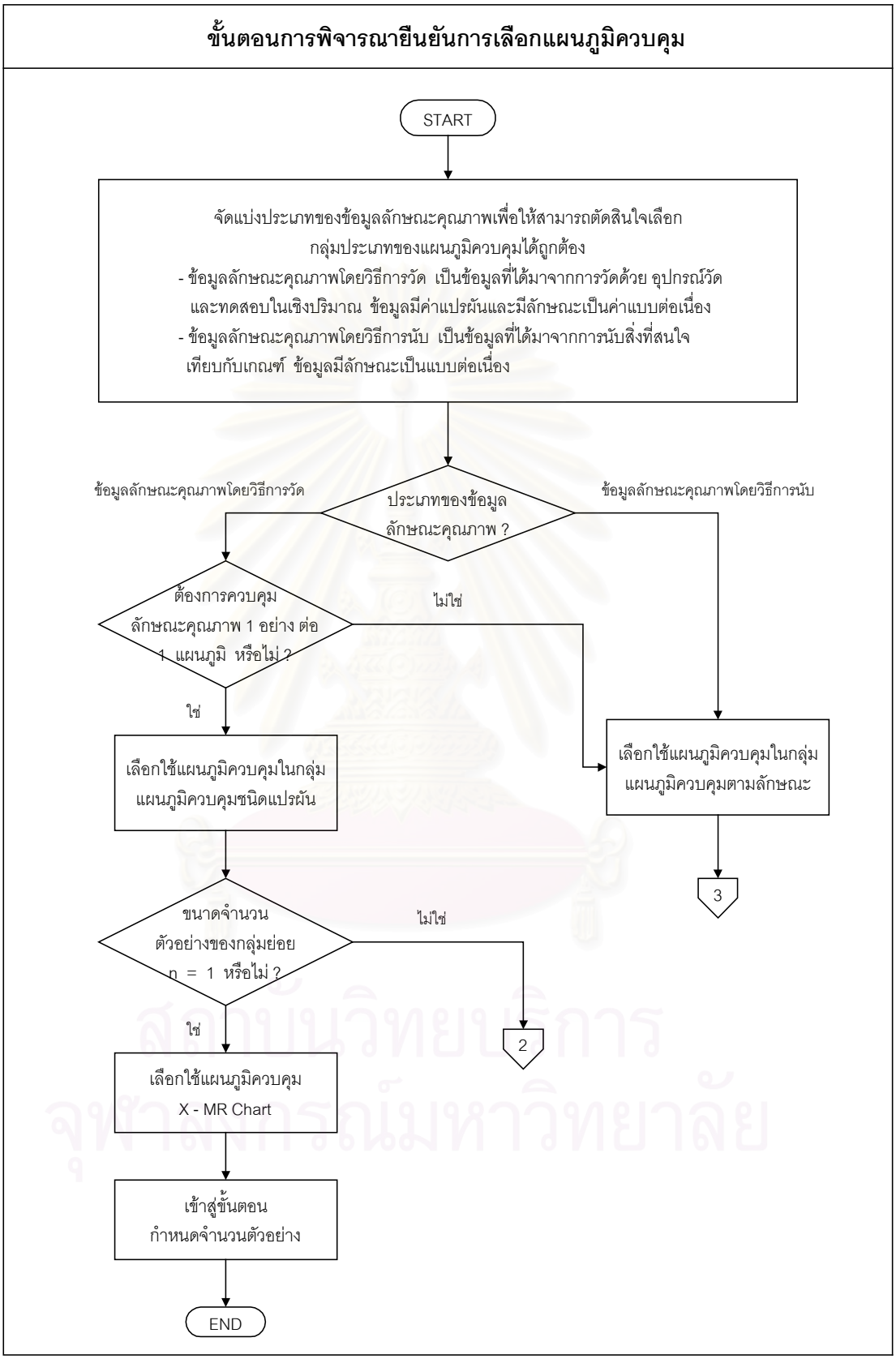
   2.1. วัตถุประสงค์ของการใช้แผนภูมิ คือใช้เพื่อการควบคุมจำนวนข้อบกพร่องของลักษณะคุณภาพอย่างใดอย่างหนึ่งของสินค้า หรือ กลุ่มของลักษณะคุณภาพของสินค้า

   2.2. สนใจการควบคุมจำนวนข้อบกพร่อง รอยตำหนิ หรือสาเหตุที่ทำให้สินค้าเป็นของเสีย

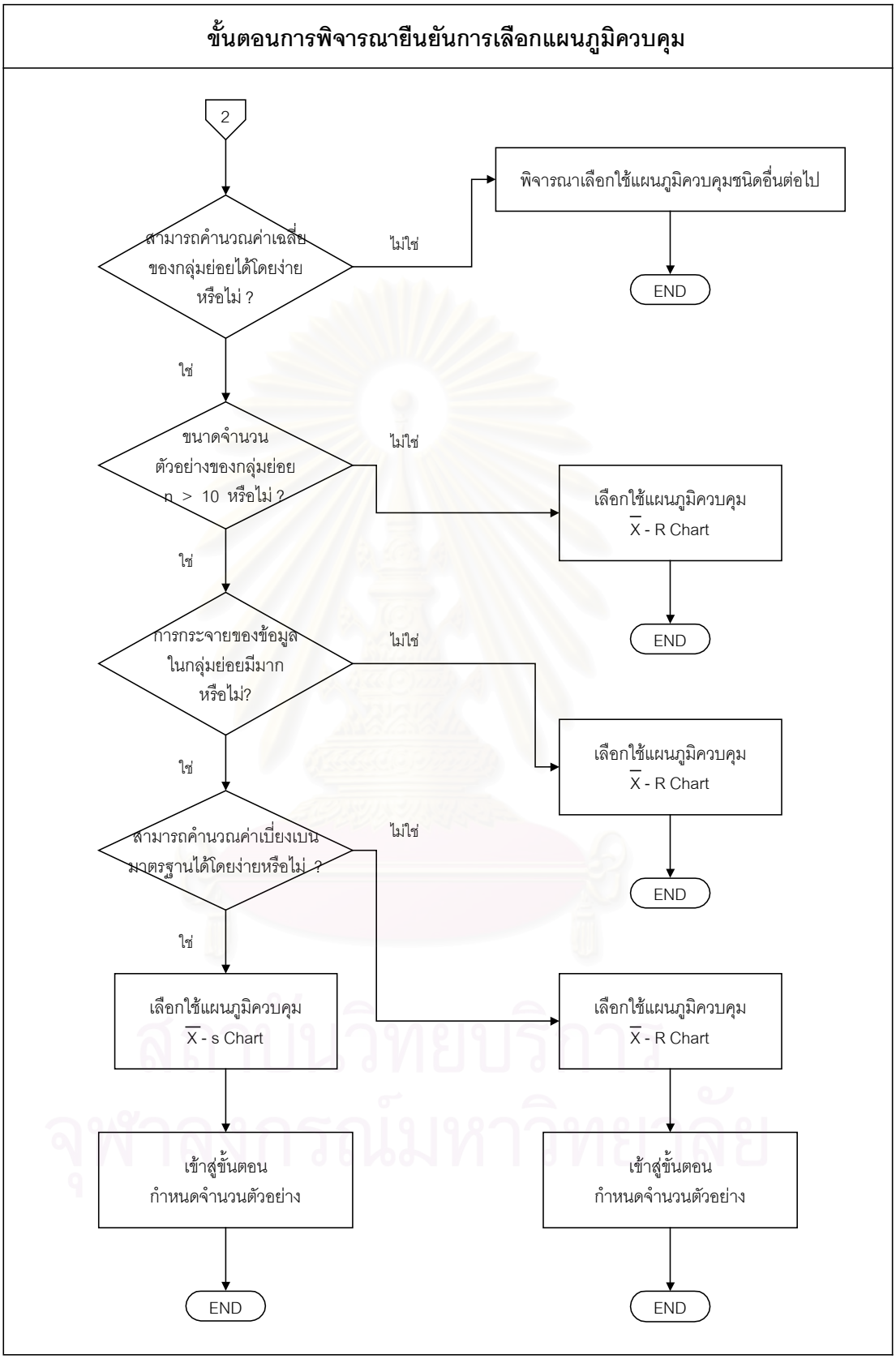
ตารางที่ 3.7 : หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกชนิดของแผนภูมิในควบคุมในกลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute control chart)

หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกใช้แผนภูมิ	รายละเอียด	ชนิดของแผนภูมิควบคุม
วัตถุประสงค์ของการใช้แผนภูมิควบคุม	ควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับลักษณะคุณภาพอย่างใดอย่างหนึ่งของสินค้า หรือ กลุ่มของลักษณะคุณภาพของสินค้า	p Chart
	ควบคุมจำนวนข้อบกพร่องของลักษณะคุณภาพอย่างใดอย่างหนึ่งของสินค้า หรือ กลุ่มของลักษณะคุณภาพของสินค้า	c Chart
สิ่งที่สนใจในการควบคุม	จำนวนชิ้นงานที่เสีย	p Chart
	จำนวนข้อบกพร่อง รอยตำหนิ หรือสาเหตุที่ทำให้สินค้าเป็นของเสีย	c Chart

3.5.3 ภาพรวมสรุปขั้นตอนการพิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม

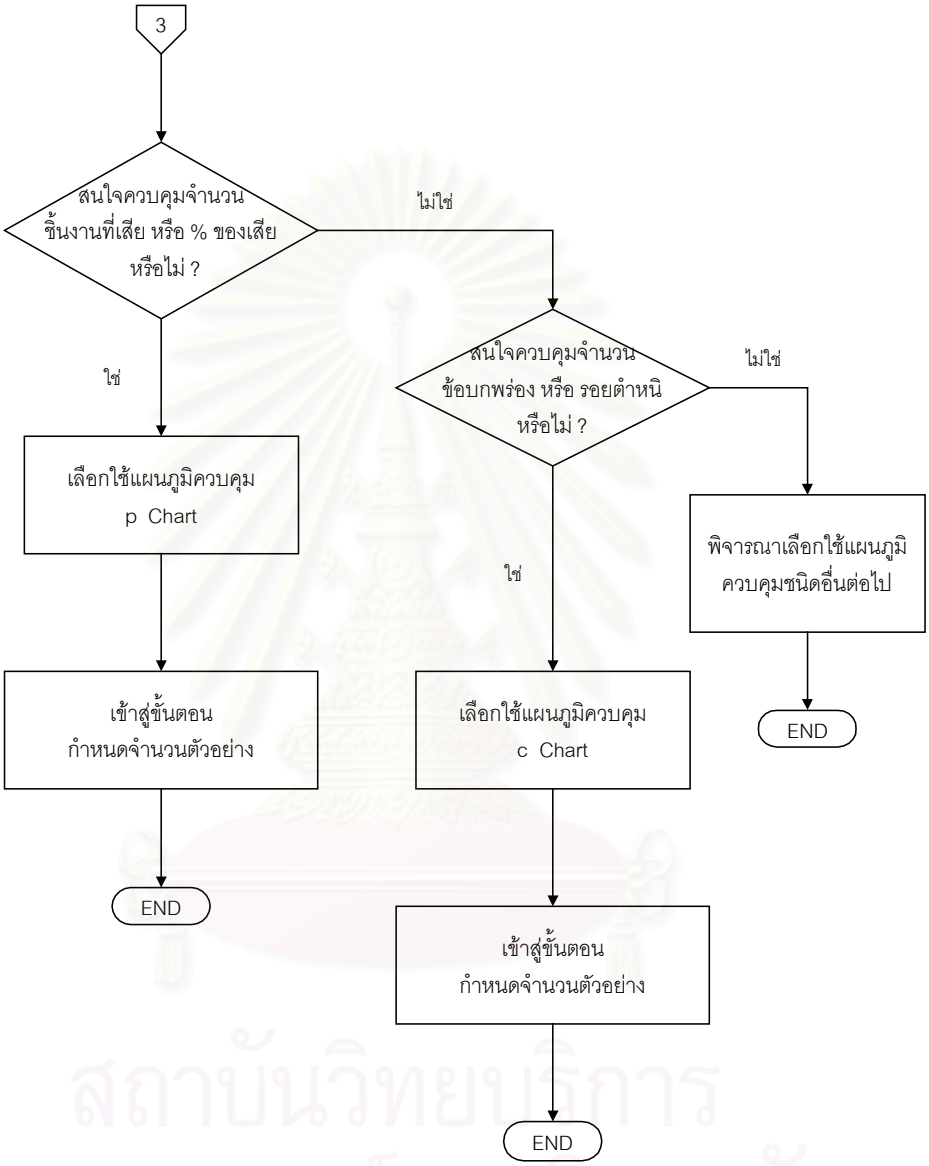


รูปที่ 3.15 : ขั้นตอนการพิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม



รูปที่ 3.15 (ต่อ) : ขั้นตอนการพิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม

ขั้นตอนการพิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม



รูปที่ 3.15 (ต่อ) : ขั้นตอนการพิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม

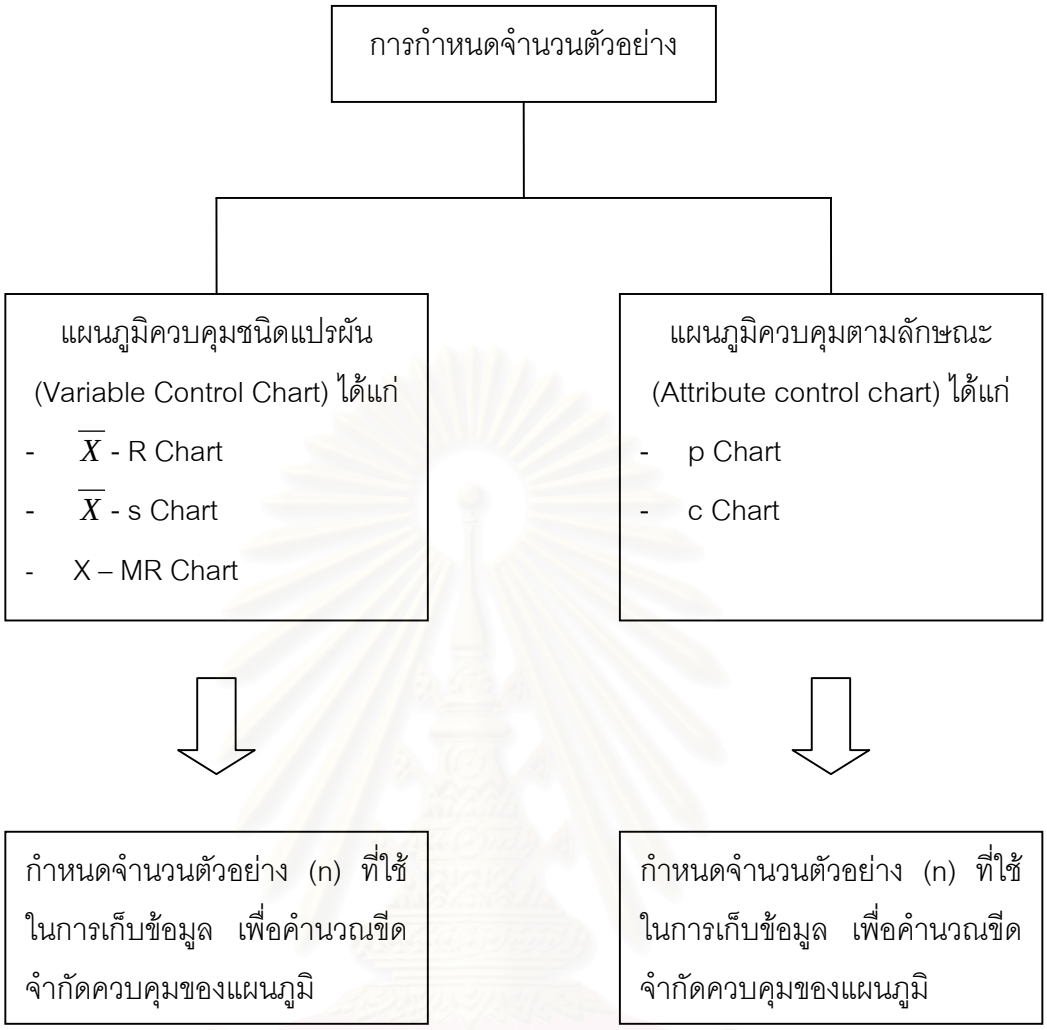
3.6 กำหนดจำนวนตัวอย่าง

จำนวนตัวอย่างที่จะทำการเก็บนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ ปริมาณการผลิตของกระบวนการ และค่าใช้จ่ายในการเก็บและทดสอบตัวอย่าง เนื่องจากแผนภูมิควบคุมที่นำมาพิจารณาเลือกใช้ในงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆคือ

1. แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart) ได้แก่
   - แผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart)
   - แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart)
   - แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)
2. แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute control chart) ได้แก่
   - แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)
   - แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)

ดังนั้นในการกำหนดจำนวนตัวอย่างในหัวข้อนี้จะทำการแบ่งตามชนิดของแผนภูมิควบคุมคุณภาพดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.16 : กำหนดจำนวนตัวอย่าง

3.6.1 การกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart)

3.6.1.1 แผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart)

การกำหนดจำนวนตัวอย่างที่จะจัดเก็บไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนตายตัว โดยทั่วไปการสร้างแผนภูมิ $\overline{X}$ - R Chart มักเก็บตัวอย่าง (n) ครั้งละ 4 , 5 หรือ 6 ตัวอย่าง และใช้จำนวนกลุ่มย่อย (k) ตั้งแต่ 20 ถึง 25 กลุ่มย่อยขึ้นไป แต่ถ้ามีความจำเป็นบางอย่างอาจจะอนุโลมให้ใช้จำนวนกลุ่มย่อยน้อยกว่า 25 ได้ แต่การใช้จำนวนกลุ่มย่อยน้อย จะต้องแน่ใจถึงประวัติของคุณภาพว่า มีความผันแปรไม่มากนัก (Montgomery , 1991)

ในการใช้จำนวนตัวอย่าง (n) ในแต่ละกลุ่มย่อยน้อยๆจะเกิดความน่าเชื่อถือในการในการประมาณค่าทางสถิติในแต่ละกลุ่มย่อยหรือไม่ คำตอบก็คือยังมีความน่าเชื่อถือทางสถิติเช่นกัน ดัง

ที่ได้กล่าวไว้แล้ว ในเรื่องการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ') โดยใช้พิสัยเฉลี่ย ($\overline{R}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย ($\overline{S}$) ซึ่งจากข้อมูลในตารางที่ 3.1 : เปรียบเทียบการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ) เมื่อจำนวนตัวอย่างมีขนาด n = 2 , n = 4 และ n = 8 พบว่าการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ') โดยใช้พิสัยเฉลี่ย ($\overline{R}$) มีค่าความผิดพลาดในการประมาณค่า (error) น้อยกว่า 2 เปอร์เซ็น และสามารถชี้ให้เห็นว่าการใช้ตัวอย่าง 4 หรือ 5 วัดการกระจายด้วยพิสัยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะทำให้ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ) จะไม่แตกต่างกันมากนัก

สำหรับการกำหนดจำนวนตัวอย่างในแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ - R Chart ได้มีผู้ให้คำแนะนำต่างๆ ไว้ดังนี้

1.Duncan (1986) : ด้วยจำนวนกลุ่มย่อย (k) ในการเก็บตัวอย่างที่เท่ากัน การเก็บจำนวนตัวอย่าง 4 หรือ 5 ตัวอย่าง จะมีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบหรือทดสอบน้อยกว่าจำนวนตัวอย่างที่มากๆ รวมทั้งการคำนวณก็ทำได้ง่ายกว่า ถ้าขนาดตัวอย่าง (n) มากกว่า 10 ตัวอย่างแล้ว แผนภูมิ R – Chart จะใช้งานได้ไม่ดีนัก เนื่องจากการวัดการกระจายด้วยพิสัยจะมีความผันแปรมากกว่าการวัดการกระจายด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาก

2.Duncan (1986) : เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) มากกว่า 12 ตัวอย่างแล้ว การวัดการกระจายด้วยพิสัยจะมีประสิทธิภาพลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งไม่ควรใช้แผนภูมิ R – Chart ในการควบคุมการกระจายของกระบวนการผลิต

3.Montgomery (1991) : การวัดการกระจายด้วยพิสัยจะใช้งานได้ดีเมื่อขนาดตัวอย่าง (n) มีค่าอยู่ระหว่าง 2 ถึง 5 ตัวอย่าง ($2 \leq n \leq 5$) เมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าเพิ่มมากขึ้น ความสามารถในการวัดการกระจายของข้อมูลจะลดลง

4.Banks (1989) : การวัดการกระจายด้วยพิสัยจะใช้งานได้ดีเมื่อขนาดตัวอย่าง (n) มีค่าอยู่ระหว่าง 4 ถึง 8 ตัวอย่าง ($4 \leq n \leq 8$)

5.อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ (2535) : ขนาดตัวอย่างที่ปลอดภัยสำหรับการวัดการกระจายด้วยพิสัย ก็คือขนาดตัวอย่าง (n) กลุ่มย่อยละ 4 หรือ 5 ตัวอย่าง

ดังนั้นในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ - R Chart เมื่อพิจารณาจากข้อสมมติฐานในทางทฤษฎีแล้ว การกำหนดขนาดของจำนวนตัวอย่าง (n) ควรมีขนาดอยู่ระหว่าง 2 ถึง 10 ตัวอย่าง ($2 \leq n \leq 10$) โดยขนาดตัวอย่างที่ปลอดภัยสำหรับการวัดการกระจายด้วยพิสัย ก็คือขนาดตัวอย่าง (n) กลุ่มย่อยละ 4 หรือ 5 ตัวอย่าง ทั้งนี้ในการกำหนดจำนวนตัวอย่างดังกล่าวควรพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการเก็บและทดสอบตัวอย่างประกอบการตัดสินใจเลือกใช้ด้วย ว่าขนาดตัวอย่าง (n) จำนวนเท่าไร (ในช่วง $2 \leq n \leq 10$) ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.6.1.2 แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart)

สำหรับแผนภูมิควบคุม s Chart นั้น จะมีความสามารถในการวัดการกระจายของข้อมูลมากกว่าแผนภูมิ R Chart โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อจำนวนตัวอย่าง (n) ในแต่ละกลุ่มย่อย (k) มีค่ามาก โดยทั่วไปเมื่อจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อยมากกว่า 10 ตัวอย่าง แผนภูมิควบคุม s Chart จะให้ผลการควบคุมที่แม่นยำกว่าแผนภูมิ R Chart

ในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง (n) ในแต่ละกลุ่มย่อย (k) ถ้าขนาดของตัวอย่างเพิ่มขึ้น เส้นพิกัดควบคุมจะเข้าใกล้ค่ากึ่งกลาง (Central Value) มากขึ้น ซึ่งทำให้แผนภูมิควบคุมสามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงของขบวนการให้มีการเปลี่ยนแปลงลดน้อยลง แต่ในขณะเดียวกัน เมื่อขนาดของจำนวนตัวอย่างเพิ่มขึ้นต้นทุนในการตรวจสอบต่อกลุ่มก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จากการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ') ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย ($\overline{S}$) โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้ $\sigma' = \overline{S} / c_4$ ซึ่งจากตาราง ค. ตัวประกอบสำหรับแผนภูมิควบคุม (ในภาคผนวก ค.) เมื่อพิจารณาค่า c_4 จะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนตัวอย่าง (n) มีค่ามากกว่า 25 ตัวอย่างขึ้นไป การเพิ่มขึ้นของจำนวนตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจากเดิม 5 ตัวอย่าง ค่าของ c_4 มีค่ากลับเพิ่มขึ้นน้อยมาก (เพิ่มขึ้นประมาณ 0.001) ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบหรือทดสอบผลิตภัณฑ์แล้วอาจให้ผลไม่คุ้มค่า

<u>ตัวอย่าง</u> ค่า c_4 จากตาราง ค. ตัวประกอบสำหรับแผนภูมิควบคุม (ในภาคผนวก ค.)

เมื่อ n = 25 , c_4 = 0.990 และ n = 40 , c_4 = 0.991

$\therefore$ ดังนั้น ค่าของ c_4 ที่เพิ่มจากเดิม = 0.001 เมื่อเพิ่มจำนวนตัวอย่างจาก 25 เป็น 30 ตัวอย่าง

สำหรับการกำหนดจำนวนตัวอย่างในแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ - s Chart ได้มีผู้ให้คำแนะนำต่างๆ ไว้ดังนี้

1.Montgomery (1991) : ขนาดจำนวนตัวอย่างที่ใช้สำหรับแผนภูมิ $\overline{X}$ - s Chart ควรมีขนาดตัวอย่าง (n) ที่มากกว่า 10 (n >10)

2.อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ (2535) : ถ้าต้องการคุณภาพของการวัดการกระจายของข้อมูลในแต่ละกลุ่มย่อยสูง เมื่อจำนวนตัวอย่าง (n) มากกว่า 10 ตัวอย่าง (n > 10) ในแต่ละกลุ่มย่อย (k) ควรใช้แผนภูมิ s Chart ในการวัดการกระจายของข้อมูลในแต่ละกลุ่มย่อย

ดังนั้นในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ - s Chart ขนาดของจำนวนตัวอย่าง (n) ควรมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 10 ตัวอย่างถึง 25 ตัวอย่าง ($10 < n \leq 25$) เนื่องจากเมื่อขนาดของตัวอย่างเพิ่มขึ้น เส้นพิกัดควบคุมจะเข้าใกล้ค่ากึ่งกลาง (Central Value) มากขึ้น

ซึ่งทำให้แผนภูมิควบคุมสามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงของขบวนการให้มีการเปลี่ยนแปลงลดน้อยลง แต่ในขณะเดียวกัน เมื่อขนาดของจำนวนตัวอย่างเพิ่มขึ้นต้นทุนในการตรวจสอบต่อกลุ่มก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเมื่อจำนวนตัวอย่าง (n) ในแต่ละกลุ่มย่อย (k) มีค่ามากกว่า 25 ตัวอย่างแล้ว (n > 25) การประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย ($\overline{S}$) ที่ได้จะมีค่าที่เข้าใกล้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ) เพิ่มขึ้นน้อยมาก (เพิ่มขึ้นประมาณ 0.001) ซึ่งอาจไม่คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบที่เพิ่มขึ้น

3.6.1.3 แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)

ขนาดตัวอย่าง (n) สำหรับแผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart) มีค่าเท่ากับ 1 ตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย (k)

ทั้งนี้ในการเก็บข้อมูลเพื่อทำการสร้างแผนภูมิควบคุมในแต่ละชนิด ควรทำการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างน้อย 20 ถึง 25 กลุ่มย่อยขึ้นไป ($k \geq 20$ หรือ $k \geq 25$) แต่ถ้ามีความจำเป็นบางอย่างอาจจะอนุโลมให้ใช้จำนวนกลุ่มย่อยน้อยกว่า 25 ได้ แต่การใช้จำนวนกลุ่มย่อยน้อย จะต้องแน่ใจถึงประวัติของคุณภาพว่า มีความผันแปรไม่มากนัก (Montgomery , 1991)

3.6.2 การกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute control chart)

3.6.2.1 แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)

ในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับแผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart) มีวิธีในการกำหนดจำนวนตัวอย่างเพื่อประสิทธิผลในการควบคุม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 วิธีดังนี้คือ (Duncan , 1986)

1.กำหนดตามจำนวนของเสีย (Nonconforming item) ที่เกิดขึ้น กล่าวคือ ถ้าสัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต ($\overline{p}$) มีค่าน้อย จำนวนตัวอย่างควรมีขนาดใหญ่เพียงพอสำหรับเมื่อทำการสุ่มตรวจสอบผลิตภัณฑ์แล้ว สามารถตรวจพบของเสียในกลุ่มตัวอย่างที่ทำการตรวจสอบได้ หรือจำนวนตัวอย่างที่ใช้ต้องมีขนาดใหญ่มากพอที่จะตรวจพบของเสียจำนวนหนึ่งในระดับความน่าจะเป็นที่กำหนด ที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต

<u>ตัวอย่าง</u> ต้องการให้ตรวจพบของเสียน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชิ้น ร้อยละ 10 ในการเก็บตัวอย่างจากกระบวนการผลิตที่มีค่าสัดส่วนของเสียโดยประมาณของกระบวนการ ($\overline{p}$) เท่ากับ 0.07

สูตร n = $n p_{\alpha} / \overline{p}$

จากตาราง $n p_{\alpha}$ = $n p_{0.10}$ = 5.322

$\bar{p}$ = 0.07

$\therefore$ n = 5.322 / 0.07

= 76.03 หรือ ประมาณ 76 ตัวอย่าง

2.วิธีของ Rice กล่าวคือ ร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างที่นำมาตรวจสอบ จำนวนตัวอย่าง (n) ควรมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะตรวจพบของเสียอย่างน้อย 1 ชิ้น

ดังนั้นสูตรในการหา $n = \frac{(np_{0.90}; c \geq 1)}{\bar{p}}$

$= \frac{(np_{0.10}; c \geq 0)}{\bar{p}}$

$\therefore \quad n = \frac{2.303}{\bar{p}}$

<u>ตัวอย่าง</u> จงกำหนดขนาดของตัวอย่างที่กระบวนการผลิตมีค่าสัดส่วนของเสียโดยประมาณของกระบวนการ ($\bar{p}$) เท่ากับ 0.01

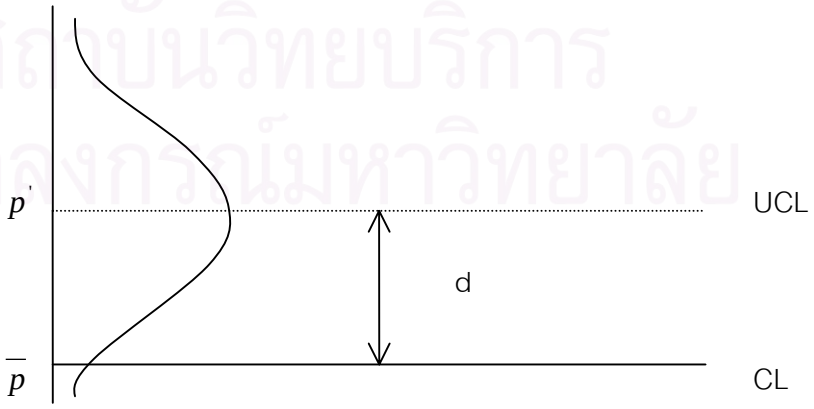
แทนค่าสูตร $n = \frac{2.303}{\bar{p}}$

= 2.303 / 0.01

$\therefore$ = 230.3 หรือประมาณ 230 ตัวอย่าง

3.วิธีตรวจจับการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ใช้ควรมีความน่าจะเป็นที่ระดับที่กำหนดได้เป็น 0.5 ที่จะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงไปของสัดส่วนของเสียจากกระบวนการผลิต ในครั้งแรกของการสุ่มชักตัวอย่าง

ดังนั้นสูตรในการหาจำนวนตัวอย่างมีดังนี้



จาก UCL = p'

$$p' = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$n = \frac{9 * \bar{p}(1-\bar{p})}{(p'-\bar{p})^2}$$

<u>ตัวอย่าง</u> ถ้า $\bar{p}$ = 0.07 ต้องการความน่าจะเป็นที่ระดับที่กำหนดได้เป็น 0.5 ที่จะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงไปของสัดส่วนของเสียจากกระบวนการผลิตที่มีค่าเท่ากับ 0.12 (p' = 0.12) ในครั้งแรกของการสุ่มชักตัวอย่าง

แทนค่าสูตร $n = \frac{9 * \bar{p}(1-\bar{p})}{(p'-\bar{p})^2}$

$= \frac{9 * 0.07(1-0.07)}{(0.12-0.07)^2}$

= 234.36 หรือประมาณ 234 ตัวอย่าง

ในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับแผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart) ในที่นี้ได้เลือกใช้วิธีที่ 3 ในการกำหนดจำนวนตัวอย่างเนื่องจากสามารถคำนวณค่า n จากข้อมูลโดยตรงได้ง่ายโดยไม่ต้องเปิดตารางหาค่า n p_α

3.6.2.2 แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)

ในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับแผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart) มีวิธีในการกำหนดจำนวนตัวอย่างดังนี้คือ (Duncan , 1986)

ถ้าต้องการความน่าจะเป็นที่ระดับที่กำหนดได้เป็น 0.5 ที่จะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงไปของจำนวนรอยตำหนิหรือจำนวนข้อบกพร่องจากกระบวนการผลิตต่อหน่วยมาตรฐาน (Standard Unit) ที่ทำการตรวจสอบ ในครั้งแรกของการสุ่มชักตัวอย่าง

จากสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุม

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}/k}$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}/k}$$

สูตรในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง (Sampling Unit) คือ

$$d = 3\sqrt{\bar{c}/k}$$

เมื่อ k หมายถึง จำนวนหน่วยมาตรฐาน (Standard Unit) ที่ใช้ในการสุ่มตรวจสอบ ซึ่งอาจมีค่า น้อยกว่า หรือมากกว่า หรือเท่ากับ 1

d หมายถึง จำนวนรอยตำหนิหรือจำนวนข้อบกพร่องที่เปลี่ยนแปลงไปต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (Standard Unit) ที่ใช้ในการสุ่มตรวจสอบ

$\bar{c}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของจำนวนรอยตำหนิหรือข้อบกพร่องของกระบวนการผลิต

<u>ตัวอย่าง</u> ค่าเฉลี่ยของจำนวนรอยตำหนิหรือข้อบกพร่องที่ตรวจพบบนเครื่องวิทยุ ($\bar{c}$) มีค่า 40 ต้องการความน่าจะเป็นที่ระดับ 0.5 ที่จะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงไปของจำนวนรอยตำหนิหรือจำนวนข้อบกพร่องต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (1 Standard Unit = วิทยุ 5 เครื่อง) ที่มีค่าเท่ากับ 25 (d = 25) ในครั้งแรกของการสุ่มชักตัวอย่าง

แทนค่าสูตร $d = 3\sqrt{\bar{c}/k}$

$25 = 3\sqrt{40/k}$

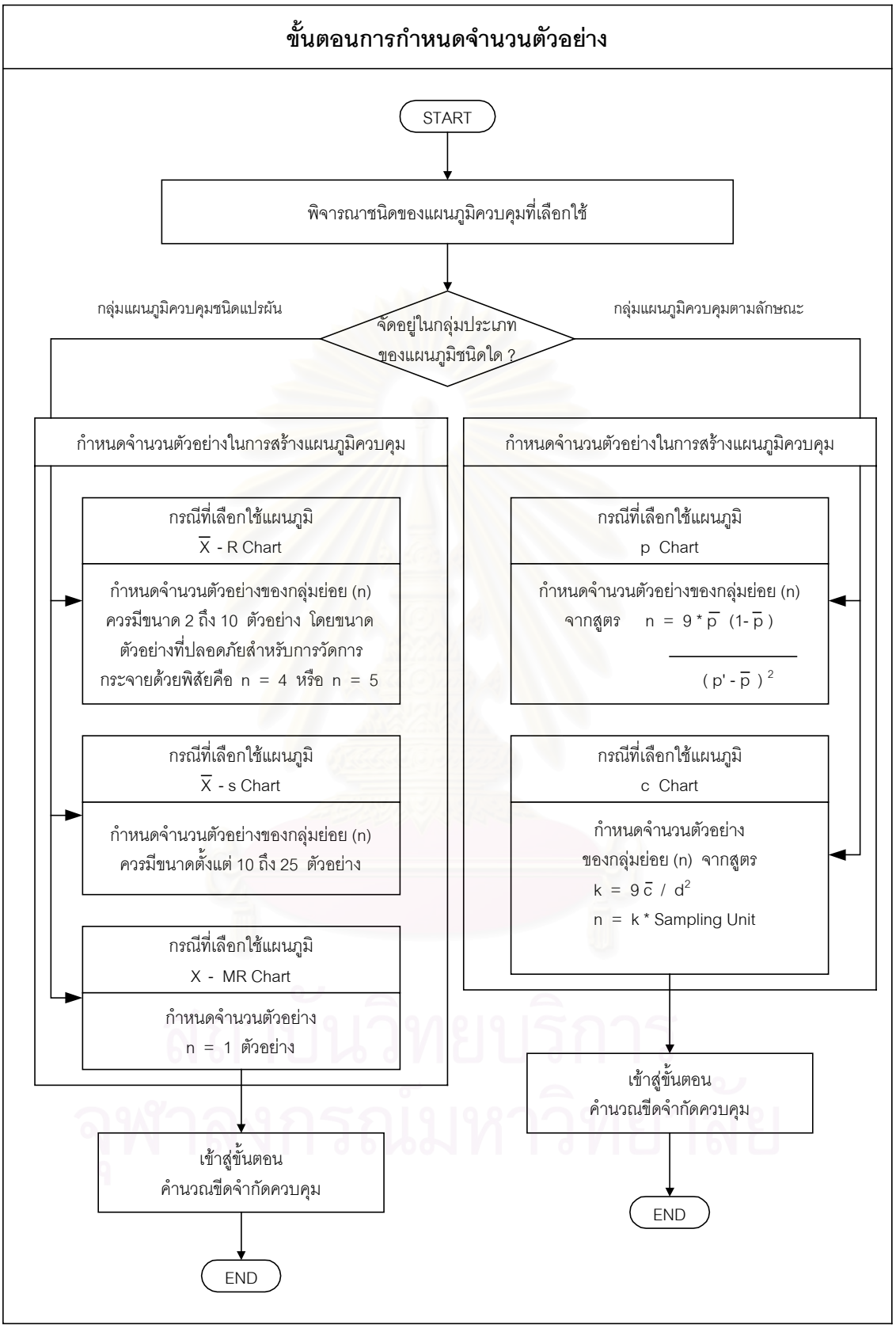
$\therefore \quad k = \frac{9(40)}{625}$

$= 0.58$ ประมาณ 0.6

ดังนั้น จำนวนหน่วยมาตรฐาน (Standard Unit) ที่ใช้ในการสุ่มตรวจสอบเท่ากับ 0.6 หรือ จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการสุ่มตรวจสอบ (Sampling Unit) มีค่าเท่ากับ 3 เครื่อง (0.6*5)

3.6.3 ภาพรวมสรุปขั้นตอนการกำหนดจำนวนตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.17 : ขั้นตอนการกำหนดจำนวนตัวอย่าง

3.7 คำนวณขีดจำกัดควบคุม

ข้อมูลจากตัวอย่างที่ทำการเก็บรวบรวมเพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม จะถูกนำไปใช้คำนวณขีดจำกัดควบคุมเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมต่อไป ประกอบด้วยขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) เส้นกึ่งกลาง (CL) และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) ทั้งนี้การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิจะขึ้นอยู่กับชนิดของแผนภูมิที่เลือกใช้และจำนวนตัวอย่างที่ทำการสุ่มไว้ โดยทำการคำนวณได้จากความสัมพันธ์ดังนี้ (พิชิต สุขเจริญพงษ์ , 2521)

$$UCL = E(C) + K\sqrt{Var(C)}$$

$$CL = E(C)$$

$$LCL = E(C) - K\sqrt{Var(C)}$$

เมื่อ ULC เป็นค่าขีดจำกัดควบคุมบน

CL เป็นค่าเส้นกึ่งกลาง

LCL เป็นค่าขีดจำกัดควบคุมล่าง

E(C) เป็นค่าเฉลี่ยของสิ่งที่ต้องการควบคุม

Var (C) เป็นค่าความแปรปรวนของสิ่งที่ต้องการควบคุม

ดังนั้น $\sqrt{Var(C)}$ จึงเป็นค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของสิ่งที่ต้องการควบคุม

K เป็นจำนวนเท่าของความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่กำหนดให้ห่างจากค่าเส้นกึ่งกลาง ซึ่งในที่นี้กำหนดให้ค่า K = 3

ในการกำหนดค่า K = 3 เนื่องจากในการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงก็คือขอบเขตสำหรับการควบคุมคุณภาพ โดยทั่วไปถ้ากระบวนการผลิตอยู่ในระดับเฉลี่ย ความผันแปรเนื่องจากการผลิตมีน้อย การใช้ขอบเขตควบคุมคุณภาพสำหรับการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ จะใช้ขอบเขตควบคุมที่ให้จำนวนผลิตภัณฑ์เสียตกนอกขอบเขตของการควบคุมคุณภาพน้อยๆ นั่นคือขอบเขต $E(C) \pm 3\sqrt{Var(C)}$ ดังนั้นในที่นี้จึงกำหนดให้ค่า K มีค่าเท่ากับ 3

เนื่องจากแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่นำมาพิจารณาเลือกใช้ในงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆดังนี้ คือ

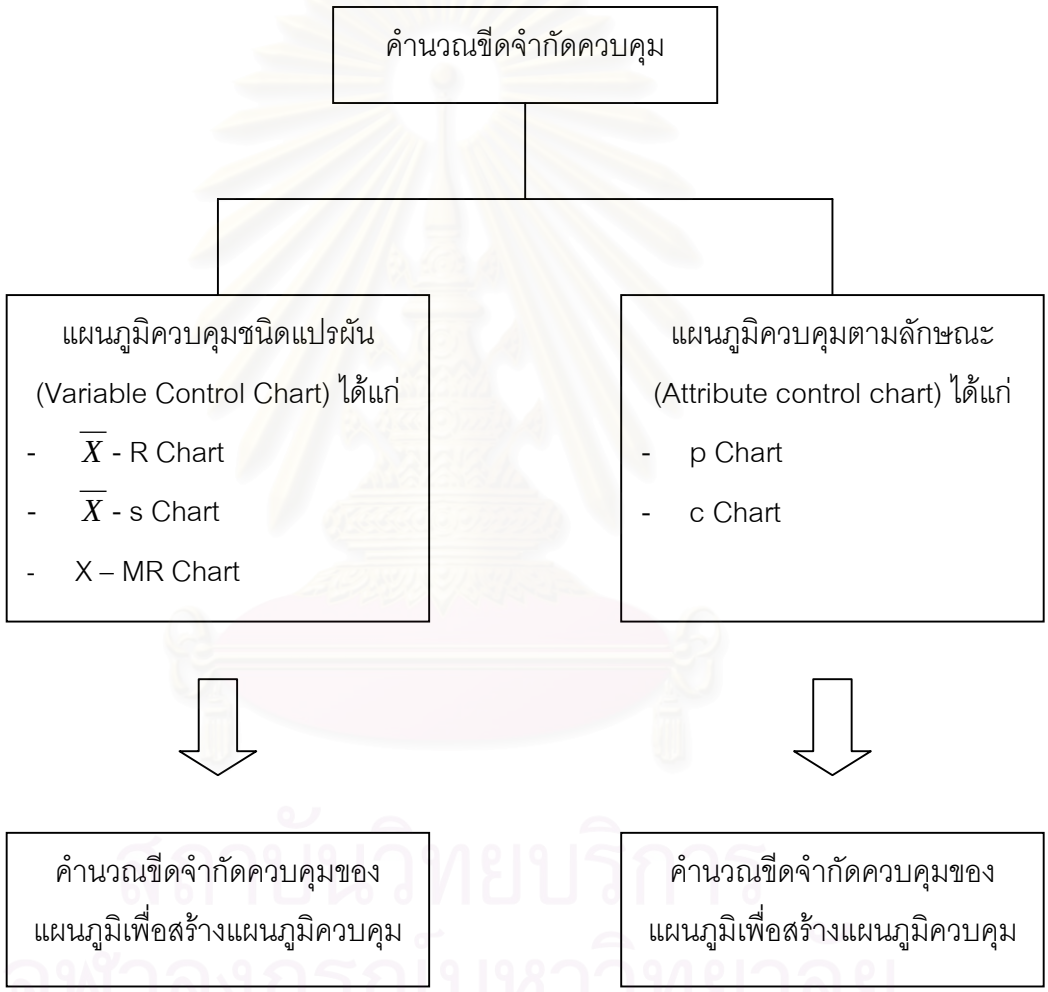
1. แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart) ได้แก่
   - แผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart)
   - แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart)

- แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)

2. แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute control chart) ได้แก่

- แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)
- แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)

ดังนั้นในการคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิในหัวข้อนี้จะทำการแบ่งตามชนิดของแผนภูมิควบคุมคุณภาพดังนี้



รูปที่ 3.18 : คำนวณขีดจำกัดควบคุม

3.7.1 การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart)

ขีดจำกัดของแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ และ R คำนวณได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้คือ (พิชิต สุขเจริญพงษ์ , 2521)

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{k} \overline{Xi}}{k}$$

$$\overline{R} = \frac{\sum_{i=1}^{k} Ri}{k}$$

เมื่อ $\overline{\overline{X}}$ คือค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

$\overline{R}$ คือค่าเฉลี่ยของพิสัยของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

$\overline{Xi}$ คือค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ i ใดๆ

Ri คือค่าพิสัยของกลุ่มตัวอย่างที่ i ใดๆ

k คือจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ดังนั้นขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ Chart คือ

ขีดจำกัดควบคุมบน UCL = $\overline{\overline{X}} + A_2 \overline{R}$

เส้นกึ่งกลาง CL = $\overline{\overline{X}}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง LCL = $\overline{\overline{X}} - A_2 \overline{R}$

ดังนั้นขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม R Chart คือ

ขีดจำกัดควบคุมบน UCL = $D_4 \overline{R}$

เส้นกึ่งกลาง CL = $\overline{R}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง LCL = $D_3 \overline{R}$

ค่าของ A_2 , D_3 และ D_4 เป็นค่าคงที่ขึ้นกับจำนวนตัวอย่างในกลุ่มข้อมูล ซึ่งอ่านได้จากตาราง ค. ในภาคผนวก ค.

สำหรับแผนภูมิ $\overline{X}$ Chart ค่าของขีดจำกัดควบคุมบนและล่างจะสมมาตรกับเส้นกึ่งกลางคือห่างจากเส้นกึ่งกลางเท่ากัน ในทางทฤษฎีขีดจำกัดควบคุมบนและล่างของแผนภูมิควบคุม

R Chart ควรจะสมมาตรเช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากในกรณีที่จำนวนตัวอย่าง (n) มีค่าน้อยกว่า 6 ค่าของขีดจำกัดควบคุมล่างจะมีค่าน้อยกว่าศูนย์ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่พิสัยจะมีค่าติดลบ ดังนั้นค่าของ D_3 จึงกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์ เมื่อจำนวนตัวอย่างน้อยกว่า 6

3.7.2 การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart)

ขีดจำกัดของแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ - s Chart คำนวณได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้คือ (พิชิต สุขเจริญพงษ์ , 2521)

$$S = \sqrt{\frac{n\sum_{i=1}^{n} X_i - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)^2}{n(n-1)}}$$

$$\overline{S} = \frac{\sum_{i=1}^{k} S_i}{k}$$

เมื่อ S คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

X_i คือค่าที่วัดได้ของแต่ละตัวอย่าง

$\overline{S}$ คือค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

n คือจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

k คือจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ดังนั้นขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ Chart คือ

ขีดจำกัดควบคุมบน UCL = $\overline{\overline{X}} + A_3\,\overline{S}$

เส้นกึ่งกลาง CL = $\overline{\overline{X}}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง LCL = $\overline{\overline{X}} - A_3\,\overline{S}$

ดังนั้นขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม s Chart คือ

ขีดจำกัดควบคุมบน UCL = $B_4\,\overline{S}$

เส้นกึ่งกลาง CL = $\overline{S}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง LCL = $B_3\,\overline{S}$

ค่าของ A_3 , B_3 และ B_4 เป็นค่าคงที่ขึ้นกับจำนวนตัวอย่างในกลุ่มข้อมูล ซึ่งอ่านได้จากตาราง ค. ในภาคผนวก ค.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.7.3 การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)

ขีดจำกัดของแผนภูมิควบคุม X – MR Chart คำนวณได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้คือ (พิชิต สุขเจริญพงษ์ , 2521)

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{k} Xi}{k}$$

$$MR_i = \left|X_i - X_{i-1}\right| \quad \text{เมื่อ } i = 2,3,4,\ldots,k$$

$$\overline{MR} = \frac{\sum_{i=2}^{k} MR_i}{k-1}$$

เมื่อ X_i คือค่าที่วัดได้ของแต่ละตัวอย่าง

$\overline{X}$ คือค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

MR คือค่าผลต่างระหว่างข้อมูลเดี่ยว (X_i) ที่ติดกัน

$\overline{MR}$ คือค่าเฉลี่ยของค่าผลต่างระหว่างข้อมูลเดี่ยวที่ติดกัน

k คือจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ดังนั้นขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ Chart คือ

ขีดจำกัดควบคุมบน UCL $= \overline{X} + 3\frac{\overline{MR}}{d_2}$

$= \overline{X} + 2.66\ \overline{MR}$

เส้นกึ่งกลาง CL $= \overline{X}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง LCL $= \overline{X} - 3\frac{\overline{MR}}{d_2}$

$= \overline{X} - 2.66\ \overline{MR}$

ดังนั้นขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม MR Chart คือ

ขีดจำกัดควบคุมบน UCL $= D_4\ \overline{MR}$

เส้นกึ่งกลาง CL $= \overline{MR}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง LCL $= D_3\ \overline{MR}$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าของ d_2 , D_3 และ D_4 เป็นค่าคงที่ขึ้นกับจำนวนตัวอย่างในกลุ่มข้อมูล ซึ่งอ่านได้จากตาราง ค. ในภาคผนวก ค.

3.7.4 การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)

ขีดจำกัดของแผนภูมิควบคุม p Chart คำนวณได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้คือ (พิชิต สุขเจริญพงษ์ , 2521)

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i p_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i}$$

เมื่อ p ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของเสียในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

n คือจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

k คือจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ดังนั้นขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม p Chart คือ

ขีดจำกัดควบคุมบน UCL $= \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

เส้นกึ่งกลาง CL $= \bar{p}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง LCL $= \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

3.7.5 การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)

ขีดจำกัดของแผนภูมิควบคุม c Chart คำนวณได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้คือ (พิชิต สุขเจริญพงษ์ , 2521)

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^{k} c_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i}$$

เมื่อ $\bar{c}$ คือค่าเฉลี่ยของจำนวนรอยตำหนิหรือจำนวนข้อบกพร่อง

n คือจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

k คือจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ดังนั้นขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม c Chart คือ

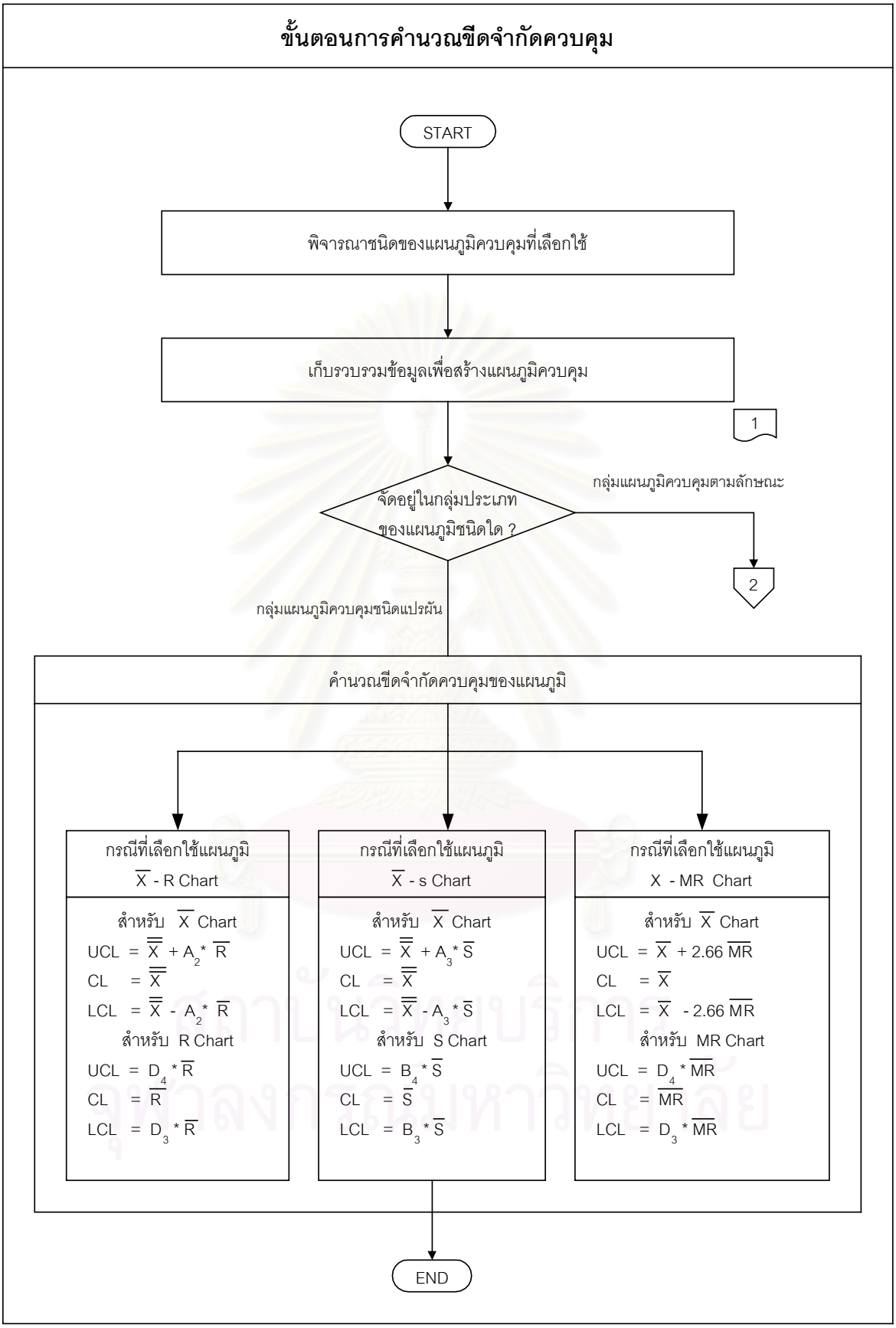
ขีดจำกัดควบคุมบน UCL = $\bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$

เส้นกึ่งกลาง CL = $\bar{c}$

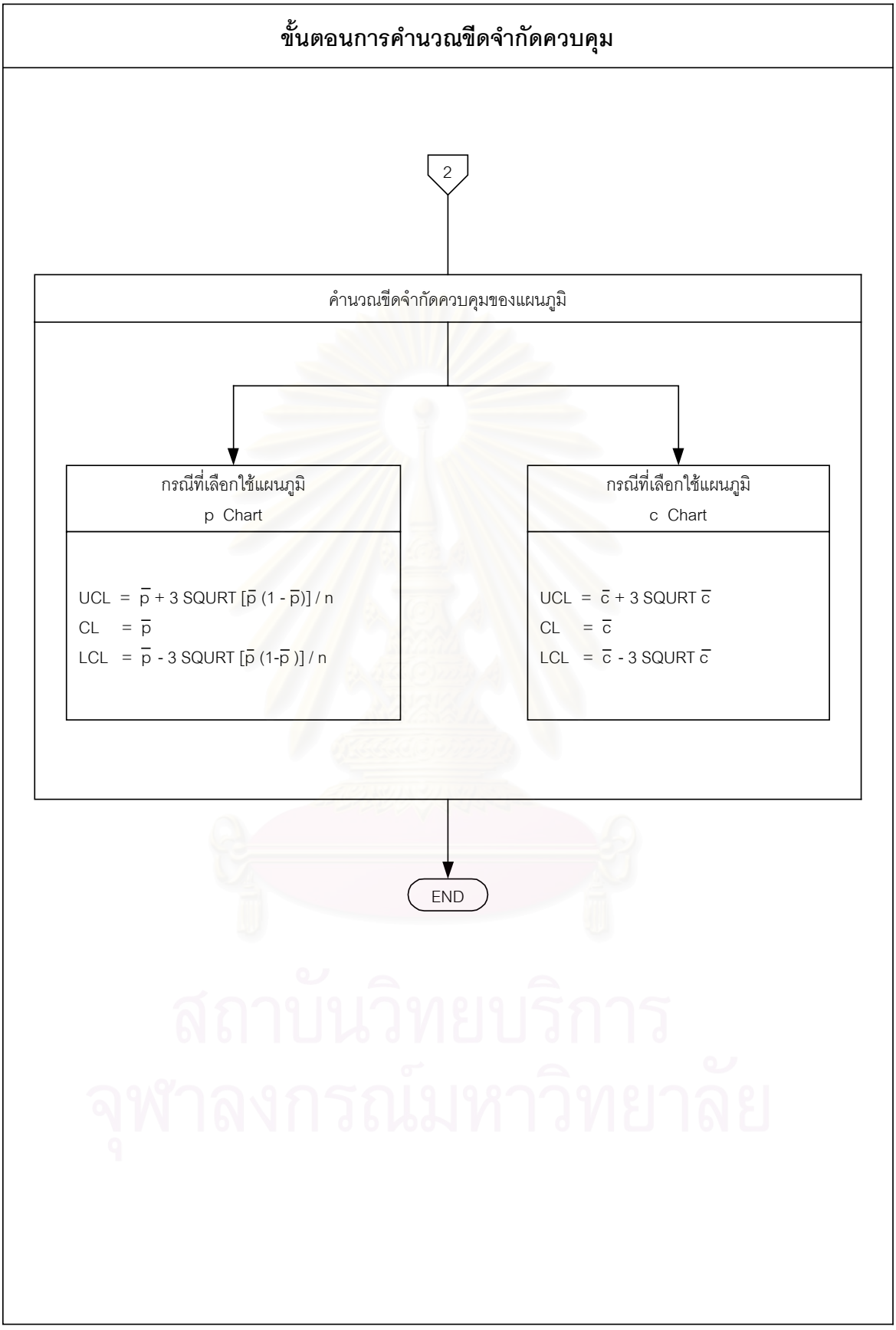
ขีดจำกัดควบคุมล่าง LCL = $\bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$

3.7.6 ภาพรวมสรุปขั้นตอนการคำนวณขีดจำกัดควบคุม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.19 : ขั้นตอนการคำนวณขีดจำกัดควบคุม



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.19 (ต่อ) : ขั้นตอนการคำนวณขีดจำกัดควบคุม

เอกสารอ้างอิง	รายละเอียด
1	แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุม เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.19 (ต่อ) : ขั้นตอนการคำนวณขีดจำกัดควบคุม

3.8 อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม

การอ่านความหมายของแผนภูมิควบคุมคุณภาพจากข้อมูลและค่าทางสถิติที่ทำการพล็อตลงบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพ การกระจายของจุดบนแผนภูมิจะแสดงถึงสถานภาพของกระบวนการผลิตนั้นๆได้ว่า กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ และสมควรหยุดกระบวนการผลิตเพื่อปรับตั้งกระบวนการผลิตใหม่หรือยัง

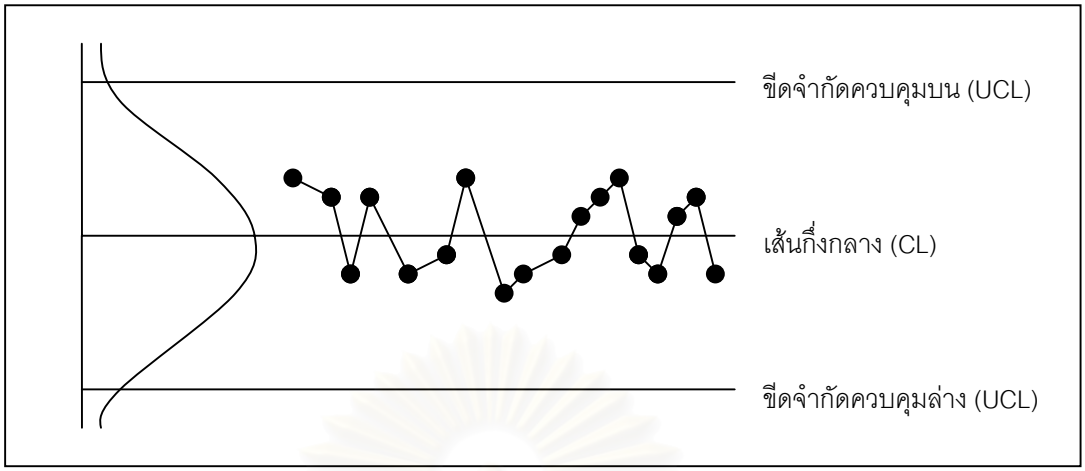
การอ่านความหมายของแผนภูมิควบคุมจะทำการพิจารณาถึงสภาวะในแผนภูมิควบคุมคุณภาพซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 สภาวะคือ (อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ , 2535)

1. ความสมดุลย์ในแผนภูมิควบคุมคุณภาพ
2. ความไม่สมดุลย์ในแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่อยู่เหนือหรือใต้เส้นกึ่งกลาง (Center line)
3. การวิเคราะห์จุดของข้อมูลที่ตกนอกเส้นควบคุมคุณภาพ (Control limit)

3.8.1 ความสมดุลย์ในแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

ในการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ จุดประสงค์ก็เพื่อป้องกันการผลิตเปลี่ยนแปลงไปโดยไม่จำเป็น ถ้ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมจุดต่างๆของข้อมูลบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพควรจะอยู่รอบๆค่าเฉลี่ยภายในขอบเขตของการควบคุม ดังรูป 3.20 ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความสมดุลย์ ในแผนภูมิควบคุมคุณภาพดังนี้

1. ประมาณ 2 หรือ 3 จุด บนแผนภูมิควบคุมคุณภาพควรอยู่บนหรือล่างเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย
2. มีจุดที่น้อยที่สุดอยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit) และขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower control limit)
3. ที่ตั้งของจุดควรจะอยู่ข้ามไปข้ามมาบนเส้นกึ่งกลาง หรือเส้นค่าเฉลี่ย
4. จุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพควรที่จะสมดุลย์กันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลางกลาง หรือเส้นค่าเฉลี่ย
5. ไม่มีจุดใดเลยตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน และขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ



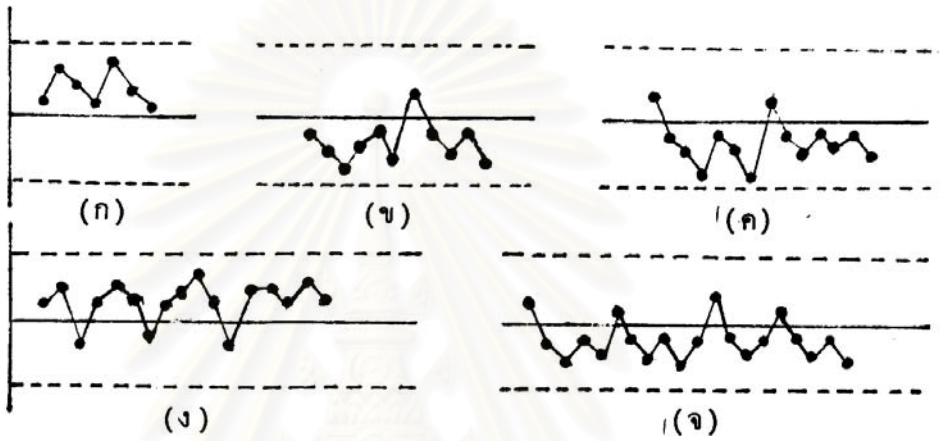
รูปที่ 3.20 : แสดงลักษณะความสมดุลย์ของจุดข้อมูลบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

3.8.2 ความไม่สมดุลย์ในแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่อยู่เหนือหรือใต้เส้นกึ่งกลาง

เมื่อเกิดความผิดปกติในแผนภูมิควบคุมคุณภาพ กล่าวคือมีจุดหนึ่งจุดใดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่างนั้น แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุมจะต้องมีการปรับปรุงกระบวนการผลิต หรือดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งภายในกระบวนการผลิตนั้น ซึ่งการเกิดความผิดปกติดังกล่าวอันเนื่องมาจากความผันแปรที่เกิดขึ้นนี้ จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความไม่สมดุลย์ในแผนภูมิควบคุมคุณภาพ จนมีผลทำให้จุดใดจุดหนึ่งตกนอกขีดจำกัดควบคุมคุณภาพ และการที่จะมีการปรับปรุงอย่างใดอย่างหนึ่งในกระบวนการผลิตให้ทันกับเหตุการณ์ที่กระบวนการผลิตจะเปลี่ยนไป แผนภูมิควบคุมคุณภาพจะมีส่วนในการพิจารณาความไม่สมดุลย์ของกระบวนการผลิตเพื่อการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิต ก่อนที่กระบวนการผลิตจะไม่อยู่ในการควบคุมดังนี้

1. สำหรับจุดของข้อมูลบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพ 7 จุดหรือมากกว่า 7 จุดที่ต่อเนื่องกันที่อยู่เหนือเส้นกึ่งกลาง หรืออยู่ใต้เส้นกึ่งกลาง แสดงว่าเกิดความไม่สมดุลย์เกิดขึ้น ดังรูป 3.21 (ก)
2. สำหรับจุดของข้อมูลบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพ เมื่อไรก็ตามที่มี 11 จุดอยู่ภายในขอบเขตควบคุมคุณภาพ แล้วมี 10 จุดที่อยู่เหนือเส้นกึ่งกลางหรือใต้เส้นกึ่งกลาง แสดงว่าเกิดความไม่สมดุลย์ ดังรูป 3.21 (ข)
3. สำหรับจุดของข้อมูลบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพ เมื่อไรก็ตามที่มี 14 จุดอยู่ภายในขอบเขตควบคุมคุณภาพ แล้วมีอย่างน้อยที่สุด 12 จุดอยู่เหนือเส้นกึ่งกลางหรือใต้เส้นกึ่งกลาง แสดงว่าเกิดความไม่สมดุลย์ ดังรูป 3.21 (ค)

4. สำหรับจุดของข้อมูลบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพ เมื่อไรก็ตามที่มี 17 จุดอยู่ภายในขอบเขตควบคุมคุณภาพ แล้วมีอย่างน้อยที่สุด 14 จุดอยู่เหนือเส้นกึ่งกลางหรือใต้เส้นกึ่งกลาง แสดงว่าเกิดความไม่สมดุลย์ ดังรูป 3.21 (ง)
5. สำหรับจุดของข้อมูลบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพ เมื่อไรก็ตามที่มี 20 จุดอยู่ภายในขอบเขตควบคุมคุณภาพ แล้วมีอย่างน้อยที่สุด 16 จุดอยู่เหนือเส้นกึ่งกลางหรือใต้เส้นกึ่งกลาง แสดงว่าเกิดความไม่สมดุลย์ ดังรูป 3.21 (จ)



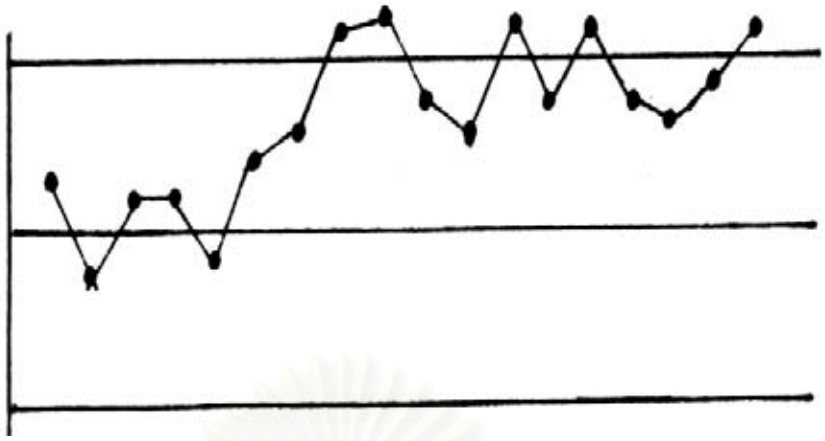
รูปที่ 3.21 : แสดงลักษณะความไม่สมดุลย์ของจุดข้อมูลบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่อยู่เหนือหรือใต้เส้นกึ่งกลาง

3.8.3 การวิเคราะห์จุดของข้อมูลที่ตกนอกเส้นควบคุมคุณภาพ (Control limit)

ในการควบคุมคุณภาพด้วยแผนภูมิควบคุมคุณภาพ เมื่อมีจุดตกนอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ ผู้ผลิตจะต้องมีการวิเคราะห์หาสาเหตุแล้วต้องรีบแก้ไขสาเหตุที่เกิดขึ้นทันที ซึ่งการแสดงออกของข้อมูลในแผนภูมิควบคุมคุณภาพ จะสามารถช่วยบอกถึงสาเหตุที่ทำให้จุดของข้อมูลตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ ว่าเกิดจากสาเหตุใดทั้งในแผนภูมิควบคุมคุณภาพ $\overline{X}$ และ R หรือ s ดังนี้

3.8.3.1 การเปลี่ยนแปลงจุดของข้อมูลที่กระโดดตกออกนอกขอบเขตควบคุมเปลี่ยนแปลงในระดับเดียวกัน

การเปลี่ยนแปลงชนิดนี้ก็คือ การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยในแผนภูมิควบคุมคุณภาพ $\overline{X}$ หรือการเปลี่ยนแปลงของการกระจายในแผนภูมิควบคุมการกระจาย R หรือ s เปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูลไปทั้งระดับดังรูป 3.22



รูปที่ 3.22 : แสดงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงจุดข้อมูลตกนอกขอบเขตควบคุมไปในระดับเดียวกัน

สำหรับสาเหตุของจุดของข้อมูลเปลี่ยนแปลงตกนอกขอบเขตควบคุมคุณภาพไปในระดับเดียวกันของแผนภูมิควบคุมเฉลี่ย $\overline{X}$ ในกระบวนการผลิตอาจเกิดเนื่องมาจาก

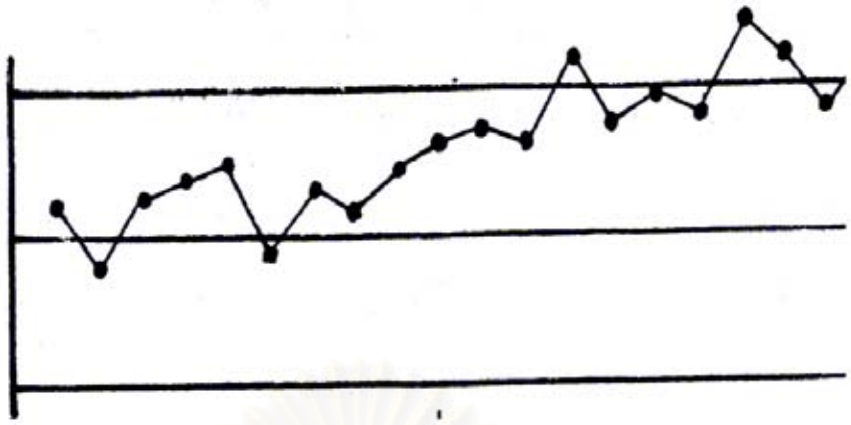
- ความไม่ตั้งใจในการกำหนดกระบวนการผลิต หรือ
- อาจเกิดจากผู้ควบคุมการผลิตขาดประสพการณ์ หรือ
- อาจเกิดจากผู้ควบคุมการผลิตคนใหม่ หรือ
- อาจเนื่องมาจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตมีความแตกต่างกันในแต่ละล็อต หรือ
- อาจเนื่องมาจากความผิดพลาดของเครื่องจักรบางส่วน

และสำหรับสาเหตุของจุดของข้อมูลเปลี่ยนแปลงตกนอกขอบเขตควบคุมการกระจาย s หรือ R อาจเกิดเนื่องมาจาก

- ความผันแปรของผู้ควบคุมการผลิตขาดประสพการณ์ หรือ
- อาจเกิดจากเครื่องมือต่างๆที่เปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหัน หรือ
- อาจเกิดจากความผันแปรของวัตถุดิบที่เข้ามาใหม่

3.8.3.2 การเปลี่ยนแปลงเป็นลักษณะแนวโน้ม

การเปลี่ยนแปลงนี้ จะแสดงลักษณะจุดของข้อมูลบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเรียงกันค่อยๆสูงขึ้น หรือเรียงกันค่อยๆลดลงในแผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย $\overline{X}$ หรือแผนภูมิควบคุมคุณภาพการกระจาย R หรือ s ดังรูป 3.23



รูปที่ 3.23 : แสดงจุดของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตควบคุมคุณภาพแสดงลักษณะเป็นแนวโน้ม

สำหรับสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงจุดของข้อมูลเป็นลักษณะแนวโน้มของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ $\overline{X}$ อาจเกิดเนื่องมาจาก

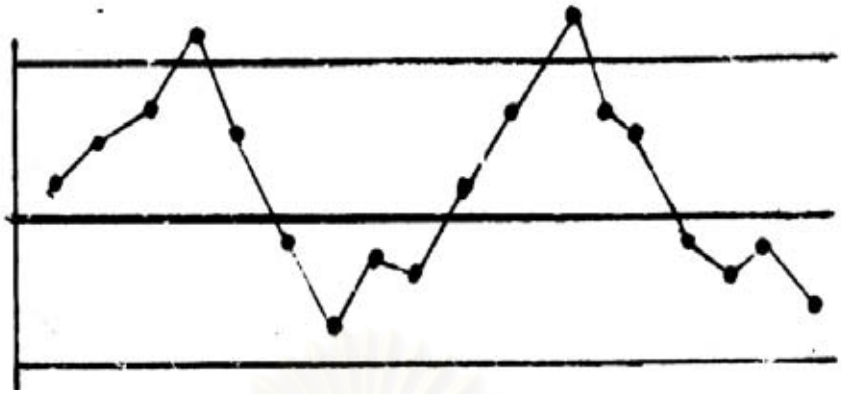
- เครื่องมือหรือเครื่องจักรสึกหรอ หรือ
- อาจเกิดจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเริ่มเสื่อมลงทีละน้อยๆ หรือ
- อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความชื้นทีละน้อยๆ หรือ
- อาจเกิดจากความเหนียวในกระบวนการผลิตทางเคมี

และสำหรับสาเหตุจุดของข้อมูลเปลี่ยนแปลงเป็นลักษณะแนวโน้ม ในแผนภูมิวัดการกระจาย s และ R อาจเนื่องมาจาก

- การแก้ไขคนงานให้มีการทำงานดีขึ้น หรือ
- อาจเนื่องจากการทำงานของคน อาจขาดความตั้งใจในการทำงาน ทำให้แสดงแนวโน้มในแผนภูมิการกระจายลดลง

3.8.3.3 การเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงซ้ำ (วัฐจักร)

เมื่อจุดของข้อมูลบนแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ หรือ R หรือ s แสดงช่วงจุดข้อมูลเปลี่ยนช่วงซ้ำในช่วงเวลาสูงขึ้นแล้วลดลง เปลี่ยนไปเป็นลักษณะเดียวกัน ดังรูป 3.24



รูปที่ 3.24 : แสดงจุดของข้อมูลเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงซ้ำ

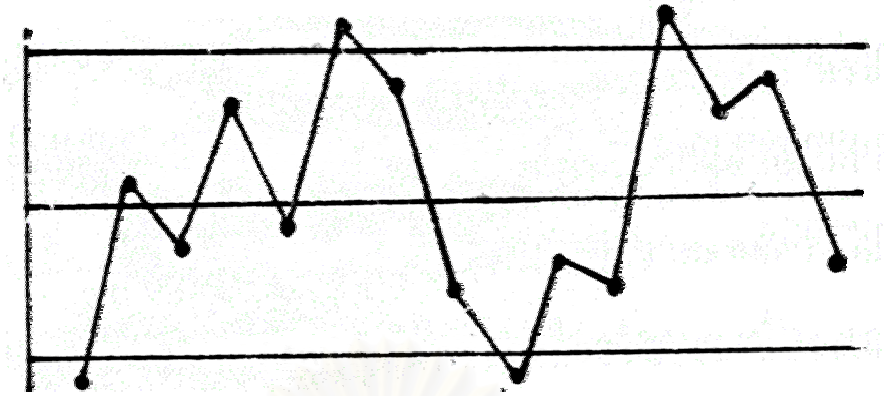
สำหรับสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของจุดของข้อมูลตกนอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ $\overline{X}$ เป็นช่วงสูงขึ้นแล้วลดลงอาจเกิดเนื่องมาจาก

- ผลกระทบของฤดูกาลของวัตถุดิบใหม่ที่เข้ามา หรือ
- อาจเนื่องมาจากผลกระทบของอุณหภูมิและความชื้น หรือ
- อาจเกิดจากการเปลี่ยนผู้ควบคุมการผลิตในช่วงเวลาต่างๆ

และสำหรับสาเหตุของจุดของข้อมูลตกนอกขอบเขตควบคุมการกระจาย s หรือ R เป็นช่วงสูงขึ้นแล้วลดลงอาจเกิดเนื่องมาจากผู้ควบคุมการผลิตเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตัวผู้ควบคุมการผลิตเองอันเนื่องมาจากความเบื่อหน่าย เมื่อทำงานไปนานๆ ขึ้น และจะทำงานได้ดีในช่วงต้นๆของการทำงาน จึงทำให้ลักษณะของแผนภูมิการกระจายเปลี่ยนไปดังรูป 3.24

3.8.3.4 การเปลี่ยนแปลงประชากรทั้ง 2 ด้าน

เมื่อจุดของข้อมูลตกในและนอกบริเวณขีดจำกัดควบคุมบน และ ขีดจำกัดควบคุมล่าง จะกล่าวว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของประชากรไปทั้ง 2 ด้านบนแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ หรือ R หรือ s ดังรูป 3.25



รูปที่ 3.25 : แสดงจุดของข้อมูลเปลี่ยนแปลงทั้ง 2 ด้าน

สำหรับสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้ในแผนภูมิควบคุมคุณภาพ $\overline{X}$ อาจเกิดเนื่องมาจาก

- ความแตกต่างอย่างมากของคุณภาพวัตถุดิบ หรือ
- อาจเกิดจากความแตกต่างอย่างมากในการตรวจสอบวิธีการผลิตหรือเครื่องมือการผลิต

และสำหรับสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงในแผนภูมิควบคุมการกระจาย s หรือ R อาจเกิดเนื่องมาจากความแตกต่างของวัตถุดิบจากผู้ขาย

ความผิดพลาดเป็นรูปแบบหนึ่ง ที่ทำให้จุดของข้อมูลตกนอกขอบเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ $\overline{X}$ หรือ s หรือ R ซึ่งสาเหตุจากความผิดพลาดนี้อาจเกิดเนื่องจาก

- ขาดการตั้งเครื่องมือก่อนการผลิต หรือ
- อาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนในการคำนวณ หรือ
- สุ่มตัวอย่างจากความแตกต่างของ 2 ประชากร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การออกแบบและการพัฒนาโปรแกรม

การออกแบบและการพัฒนาโปรแกรมสำหรับระบบสนับสนุนการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุมในงานวิจัยดังกล่าวนี้ จะนำเอาหลักการและแนวความคิดที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 มาทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมดังกล่าวนี้เป็นเครื่องมือที่ช่วยเหลือให้ผู้ใช้สามารถทำการตัดสินใจเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุมได้

4.1 การออกแบบโปรแกรม

สำหรับการออกแบบโปรแกรมในการตัดสินใจเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม มีองค์ประกอบหลักๆของโปรแกรมดังนี้คือ

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม
2. กำหนดหน่วยในการวัด
3. เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้
4. พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม
5. กำหนดจำนวนตัวอย่าง
6. คำนวณขีดจำกัดควบคุม
7. อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม

ทั้งนี้การออกแบบการทำงานของโปรแกรม จะออกแบบให้โปรแกรมมีขั้นตอนการทำงานเช่นเดียวกับขั้นตอนการทำงานของระบบสนับสนุนการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3

4.1.1 กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม

การออกแบบความสามารถในการทำงานของโปรแกรมในส่วนนี้มี 5 ข้อหลักๆคือ

1.ป้อนข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เข้าสู่ระบบเพื่อทำการกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

2.แปรคุณสมบัติให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ ซึ่งโปรแกรมควรจะถูกพัฒนาให้สามารถทำการจัดแบ่งกลุ่มของลักษณะคุณภาพตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.2.2 โดยในการแบ่งกลุ่มของลักษณะคุณภาพดังกล่าว ควรให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มเติมกลุ่มของลักษณะคุณภาพ , ลักษณะคุณภาพ รวมทั้งรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะคุณภาพที่นอกเหนือจากในหัวข้อ 3.2.2 ได้เช่นกัน

3.จัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพ ทำการออกแบบให้ผู้ใช้สามารถจัดลำดับความสำคัญได้ตามต้องการ ซึ่งลักษณะคุณภาพที่สำคัญสุดจะถูกเรียงลำดับไว้เป็นค่าแรก

4.กำหนดลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม เมื่อผู้ใช้ทำการกำหนดลักษณะคุณภาพที่จะควบคุมได้เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมควรทำการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้สามารถเรียกขึ้นมาใช้ได้ในส่วนอื่นๆต่อไป

5.ตรวจสอบหาความสัมพันธ์ร่วมกัน การออกแบบโปรแกรมในส่วนนี้ เป็นส่วนของการตรวจสอบหาความสัมพันธ์ร่วมกัน (Correlation) ของลักษณะคุณภาพกับพารามิเตอร์ของกระบวนการที่มีผลต่อลักษณะคุณภาพ ซึ่งโปรแกรมจะทำการตรวจสอบในกรณีที่พารามิเตอร์ที่ทำการควบคุมอ่านค่าหรือวัดค่าได้จากกระบวนการเท่านั้น โดยการออกแบบในส่วนนี้ โปรแกรมจะทำการรับข้อมูล (ที่เป็นตัวเลข) ของลักษณะคุณภาพ กับพารามิเตอร์ของกระบวนการเข้าสู่ระบบ และทำการพลอตกราฟเป็นรูปแผนภาพการกระจาย (Scatter diagram) เพื่อตรวจดูความสัมพันธ์ของข้อมูล รวมทั้งออกแบบให้ผู้ใช้สามารถทำการสรุปผลที่ได้จากแผนภาพการกระจายดังกล่าวด้วย

4.1.2 กำหนดหน่วยในการวัด

การออกแบบความสามารถในการทำงานของโปรแกรมในส่วนนี้มี 3 ข้อหลักๆคือ

1.ระบุลักษณะคุณภาพที่ต้องการกำหนดหน่วยวัด การออกแบบในส่วนนี้โปรแกรมควรจะสามารถดึงข้อมูลลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมจากฐานข้อมูลที่ได้จัดเก็บไว้แล้วมาแสดงให้ผู้ใช้เห็นว่า มีลักษณะคุณภาพชนิดใดบ้างที่ต้องทำการกำหนดหน่วยในการวัด

2.เลือกกลุ่มประเภทของหน่วยในการวัด ซึ่งโปรแกรมควรจะถูกพัฒนาให้สามารถทำการจัดแบ่งกลุ่มประเภทของหน่วยวัดตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.3.1

3.กำหนดหรือระบุหน่วยวัด การออกแบบโปรแกรมในส่วนนี้ควรออกแบบให้สามารถทำการระบุหน่วยวัดของลักษณะคุณภาพตามกลุ่มต่างๆที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.3.2 โดยในระบุหน่วยวัดของลักษณะคุณภาพดังกล่าว ควรให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มเติมกลุ่มของหน่วยวัด และ หน่วยวัด ที่นอกเหนือจากในหัวข้อ 3.3.2 ได้เช่นกัน

4.1.3 เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

ในส่วนนี้เป็นส่วนที่ออกแบบขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ ซึ่งการออกแบบการทำงานของโปรแกรมในส่วนนี้มี 3 ข้อหลักๆคือ

1.กำหนดจำนวนตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล การออกแบบโปรแกรมในส่วนนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้คือ

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการระบุลักษณะคุณภาพที่ต้องการวิเคราะห์ การออกแบบในส่วนนี้โปรแกรมควรจะสามารถดึงข้อมูลลักษณะคุณภาพที่จะควบคุมจากฐานข้อมูลที่ได้จัดเก็บไว้แล้ว มาแสดงให้ผู้ใช้เห็นว่ามีลักษณะคุณภาพชนิดใดบ้างที่ต้องทำการวิเคราะห์

ขั้นตอนที่ 2 การตัดสินใจเลือกกลุ่มและชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ การออกแบบในส่วนนี้โปรแกรมควรจะแสดงเงื่อนไขและเกณฑ์ต่างๆในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมแต่ละชนิด เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกเงื่อนไขและเกณฑ์ที่เหมาะสมกับความต้องการ ซึ่งโปรแกรมจะทำการประมวลผลจากเงื่อนไขต่างๆที่ผู้ใช้เลือก และแสดงคำตอบให้ผู้ใช้ทราบว่าแผนภูมิควบคุมชนิดใดที่ควรเลือกใช้ นอกจากนี้ควรออกแบบโปรแกรมให้มีส่วนของการยืนยันคำตอบของผู้ใช้ด้วยว่าสรุปแล้วแผนภูมิควบคุมชนิดใดที่ผู้ใช้คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดจำนวนตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

2.วิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล เนื่องจากวิธีในการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้ ใช้ฮีสโตแกรมมาช่วยในการวิเคราะห์ ดังนั้นการออกแบบในส่วนนี้จึงออกแบบโปรแกรมให้ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลลักษณะคุณภาพ (ที่เป็นตัวเลข) เข้าสู่ระบบและทำการสร้างกราฟฮีสโตแกรม (Histogram) รวมทั้งออกแบบให้ผู้ใช้สามารถทำการสรุปผลที่ได้จากฮีสโตแกรม ดังกล่าวด้วย

3.ทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูล การทดสอบดังกล่าวนี้ได้นำการทดสอบแบบไคร์สแควร์ (χ^2- Test) มาใช้ ดังนั้นการออกแบบโปรแกรมในส่วนนี้โปรแกรมควรจะช่วยเหลือผู้ใช้ในเรื่องของการคำนวณทั้งหมด โดยนำข้อมูลต่างๆมาทำการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบ

4.1.4 พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม

การออกแบบความสามารถในการทำงานของโปรแกรมในส่วนนี้มี 2 ข้อหลักๆคือ

1.จัดแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ การออกแบบโปรแกรมในส่วนนี้ เมื่อผู้ใช้ทำการเลือกลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุมแล้ว โปรแกรมควรจะทำการจัดแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพให้ โดยจะแสดงคำตอบให้ผู้ใช้ทราบทันทีว่า

ลักษณะคุณภาพดังกล่าวเป็นข้อมูลประเภทใด และผู้ใช้ควรพิจารณาเลือกใช้แผนภูมิควบคุมในกลุ่มใด

2.การพิจารณายืนยันการเลือกใช้แผนภูมิควบคุม การออกแบบในส่วนนี้โปรแกรมจะแสดงเงื่อนไขในการเลือกกลุ่มและชนิดของแผนภูมิควบคุมให้ผู้ใช้ทำการพิจารณาเลือกตามความต้องการ

4.1.5 กำหนดจำนวนตัวอย่าง

การออกแบบความสามารถในการทำงานของโปรแกรมในส่วนนี้มี 2 ข้อหลักๆคือ

1.การกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับกลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน เป็นการออกแบบให้โปรแกรมสามารถแสดงจำนวนตัวอย่างของแผนภูมิควบคุมแต่ละชนิดที่ผู้ใช้เลือกใช้

2.การกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับกลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ การออกแบบในส่วนนี้ควรออกแบบให้โปรแกรมสามารถคำนวณหาขนาดจำนวนตัวอย่าง เมื่อมีการป้อนค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งโปรแกรมจะแสดงค่าผลลัพธ์จากการคำนวณให้ ทั้งนี้สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาจำนวนตัวอย่างดังกล่าว จะใช้สูตรตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.6.2

4.1.6 คำนวณขีดจำกัดควบคุม

การออกแบบความสามารถในการทำงานของโปรแกรมในส่วนนี้มี 5 ข้อหลักๆคือ

1.บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะคุณภาพเพื่อคำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุม การออกแบบในส่วนนี้ โปรแกรมควรถูกพัฒนาให้สามารถดึงข้อมูลในฐานข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้มาใช้ ซึ่งได้แก่ข้อมูล

- ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม
- พารามิเตอร์ของกระบวนการ
- หน่วยวัด
- จำนวนตัวอย่าง
- ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้

ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะแสดงขึ้นมาโดยเชื่อมโยงกับชื่อของผลิตภัณฑ์ และการออกแบบโปรแกรมในส่วนนี้ควรจะต้องมีส่วนที่ป้อนข้อมูล (ที่เป็นตัวเลข) ของลักษณะคุณภาพเพื่อใช้ในการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุม

2.การคำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุม การออกแบบในส่วนนี้ควรออกแบบให้โปรแกรมสามารถทำการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมจากข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่ระบบ

และทำการสร้างแผนภูมิควบคุมซึ่งเป็นการแสดงผลทางด้านกราฟฟิก ทั้งนี้ข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่โปรแกรมและแผนภูมิควบคุมที่สร้างขึ้นในขั้นตอนนี้ จะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้สามารถเรียกกลับขึ้นมาดูใหม่และสามารถทำการพิมพ์เป็นรายงานออกมาได้

3.การส่งข้อมูลออกสู่ภายนอก (Data Exporting) การออกแบบในส่วนนี้เป็นการออกแบบให้โปรแกรมสามารถส่งผ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลไปสู่แอพพลิเคชั่นอื่นๆที่รันภายใต้ Windows ในที่นี้ได้เลือกใช้โปรแกรม Seagate Crystal Report Professional V.7.0 เป็นแอพพลิเคชั่นที่ใช้รองรับข้อมูลที่ส่งจากฐานข้อมูล การออกแบบในส่วนนี้จะมีส่วนที่ใช้ในการค้นหาข้อมูลก่อนที่จะส่งข้อมูลออกสู่ภายนอก โดยใช้วันที่บันทึกข้อมูลของผลิตภัณฑ์เป็นตัวแปรที่ใช้ในการค้นหาข้อมูล

4.การสร้างข้อมูลใหม่ การออกแบบในส่วนนี้เป็นการออกแบบเพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้ ซึ่งผู้ใช้สามารถที่จะสร้างข้อมูลขึ้นมาใหม่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ลักษณะคุณภาพ พารามิเตอร์ของกระบวนการ และข้อมูลอื่นๆที่ใช้ในการคำนวณขีดจำกัดควบคุมโดยไม่ต้องผ่านการทำงานของโปรแกรมในส่วนก่อนหน้านี้ได้ เนื่องจากในบางครั้งผู้ใช้มีข้อมูลสำหรับการสร้างแผนภูมิควบคุมทั้งหมดอยู่แล้ว ดังนั้นการออกแบบในส่วนนี้ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมเฉพาะในส่วนของการคำนวณขีดจำกัดควบคุมและการสร้างแผนภูมิได้

5.การเพิ่มลักษณะคุณภาพ การออกแบบในส่วนนี้เป็นการออกแบบเพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการเพิ่มเติมลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อทำการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุม และสร้างแผนภูมิควบคุม ซึ่งข้อมูลที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่โปรแกรมจะทำการจัดเก็บลงในฐานข้อมูลและสามารถเรียกกลับขึ้นมาดูใหม่ได้

4.1.7 อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม

การออกแบบในส่วนนี้เป็นการออกแบบโปรแกรมให้สามารถแสดงคำแนะนำและความรู้เกี่ยวกับสภาวะประเภทต่างๆของแผนภูมิควบคุมได้

4.2 การพัฒนาโปรแกรม

4.2.1 การพัฒนาโปรแกรม

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับระบบสนับสนุนการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม เป็นการออกแบบซอฟต์แวร์ (Software) ที่ทำงานบน Windows เพื่อตอบสนองการใช้งานคอมพิวเตอร์อย่างกว้างขวาง เนื่องจากในปัจจุบันระบบปฏิบัติการ (Operating System) ใน

ลักษณะของ Windows ได้เข้ามาแทนที่ระบบปฏิบัติการในลักษณะเดิม ซึ่งส่วนใหญ่ที่นิยมใช้กันอยู่คือ MS-DOS ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน จึงนิยมที่จะพัฒนาโปรแกรมบน Windows แทน เพราะสามารถกระทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น เนื่องจากมีการใช้เทคโนโลยีทางด้าน Visualize เข้ามาประกอบในการออกแบบจอภาพ

สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือก Microsoft Access 97 และ Microsoft Visual Basic Version 6.0 Enterprise Edition เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาโปรแกรม ทั้งนี้เนื่องจาก Visual Basic เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบน Windows และเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่สามารถสร้างจอภาพติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบกับภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมเป็นภาษา BASIC จึงส่งผลให้การพัฒนาโปรแกรมบน Windows ด้วย Visual Basic มีขั้นตอนน้อย กระทำได้ง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน

4.2.2 ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม

ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างจอภาพของโปรแกรม

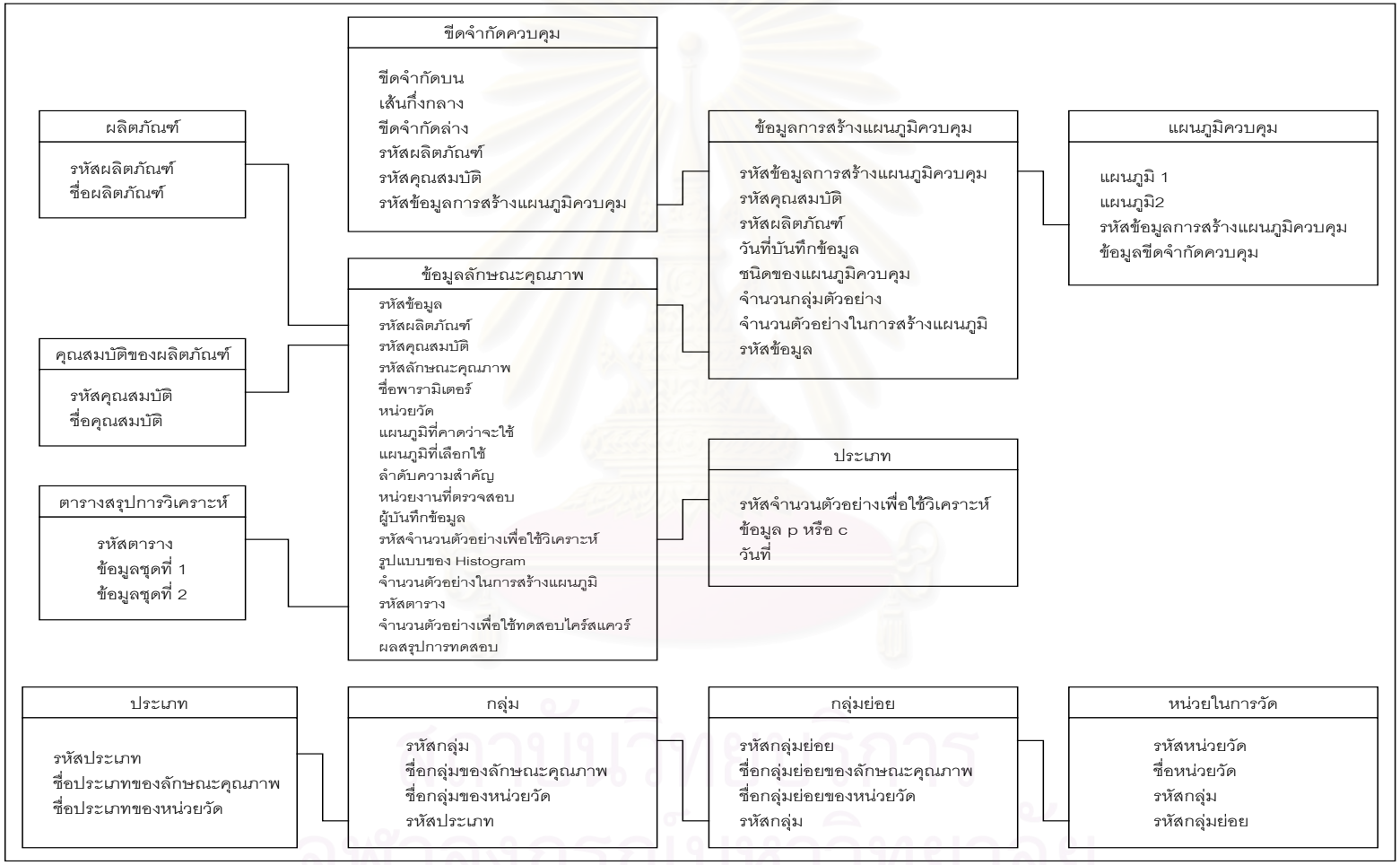
การออกแบบในขั้นตอนนี้เป็นส่วนที่สำคัญ เนื่องจากเป็นการออกแบบสร้างจอภาพเพื่อใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้หรือที่เรียกว่า การออกแบบ User Interface ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะนำ Form ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้สำหรับสร้างจอภาพของโปรแกรมมาออกแบบโดยนำเอา Control ต่างๆใน Toolbox (เป็นแถบเครื่องมือที่ประกอบไปด้วย Icon ต่างๆที่เรียกว่า “Control” ซึ่งจะใช้ร่วมกับ Form เพื่อสร้างจอภาพ) ที่ต้องการใช้งานมาวาดไว้บน Form

ขั้นตอนที่ 2 เขียนโปรแกรม

เมื่อวาง control ต่างๆลงบน Form เป็นที่เรียบร้อยแล้ว (Control ต่างๆเมื่อถูกนำมาวาดไว้บน Form จะเรียกว่า “Object”) ขั้นตอนต่อมาคือการเขียน code โปรแกรมเพื่อกำหนดการทำงานให้กับแต่ละ Object ภายใต้เหตุการณ์ต่างๆ (Event) ที่จะเกิดขึ้นกับจอภาพที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.3 การออกแบบฐานข้อมูล



รูปที่ 4.2 : ฐานข้อมูลของโปรแกรม

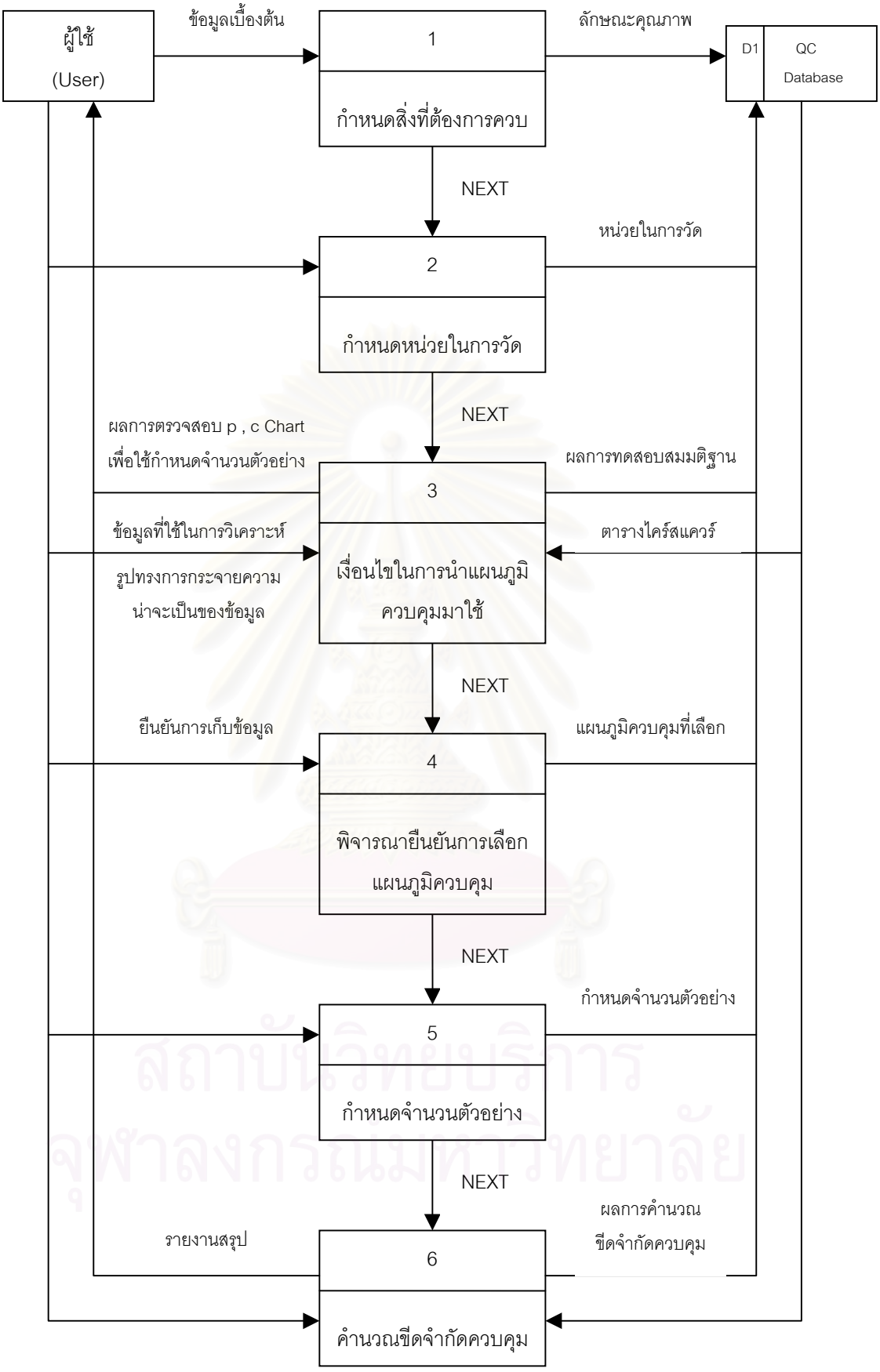
4.2.4 กระบวนการทำงานของโปรแกรม

สำหรับการทำงานของโปรแกรมถูกออกแบบให้แบ่งการทำงานออกเป็น 7 ส่วนหลักๆดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม
2. กำหนดหน่วยในการวัด
3. เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้
4. พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม
5. กำหนดจำนวนตัวอย่าง
6. คำนวณขีดจำกัดควบคุม
7. อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม

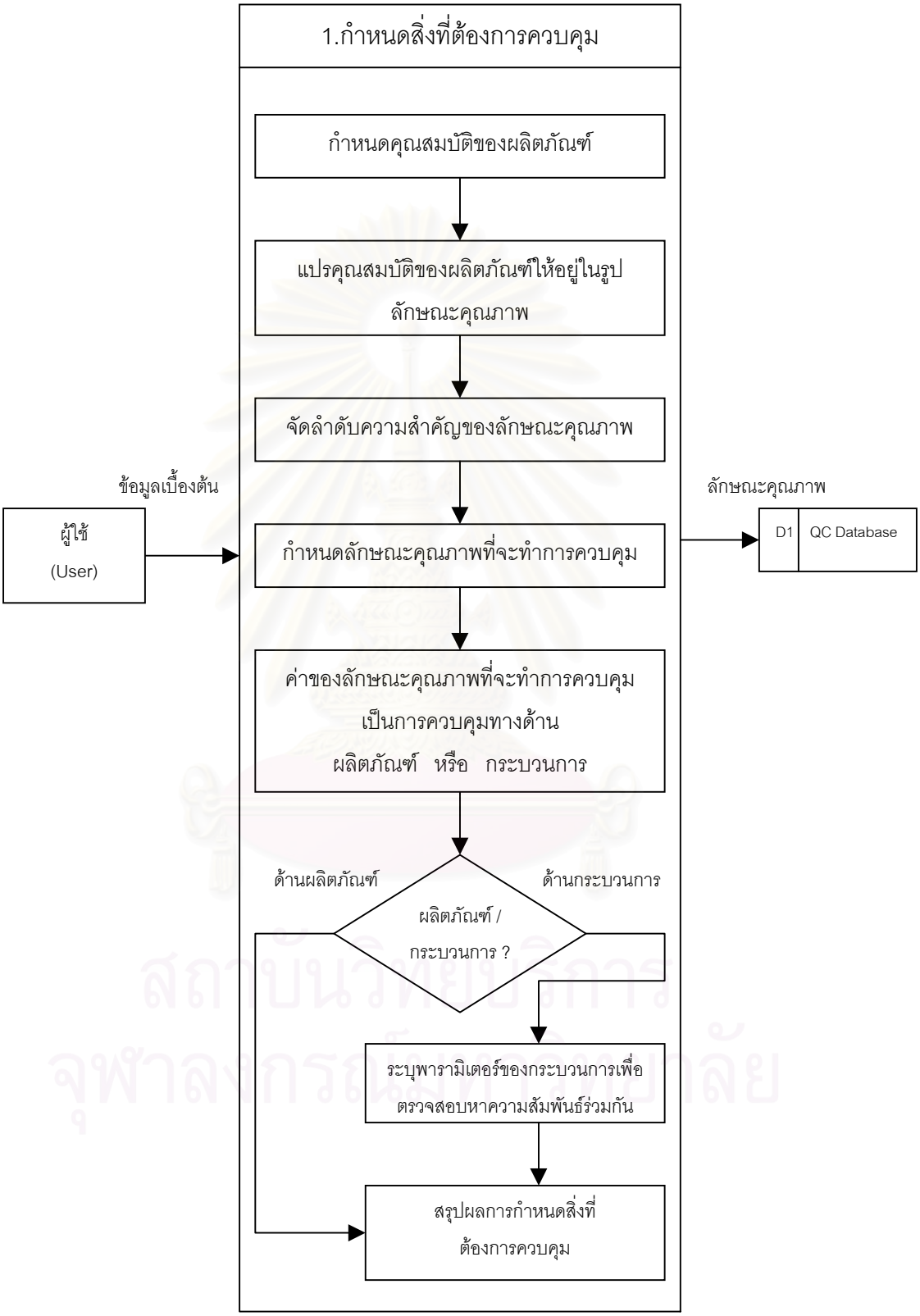
โดยที่กระบวนการทำงานของโปรแกรมหลักส่วนที่ 1 ถึง 6 มีการทำงานตามขั้นตอนดังในรูปที่ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



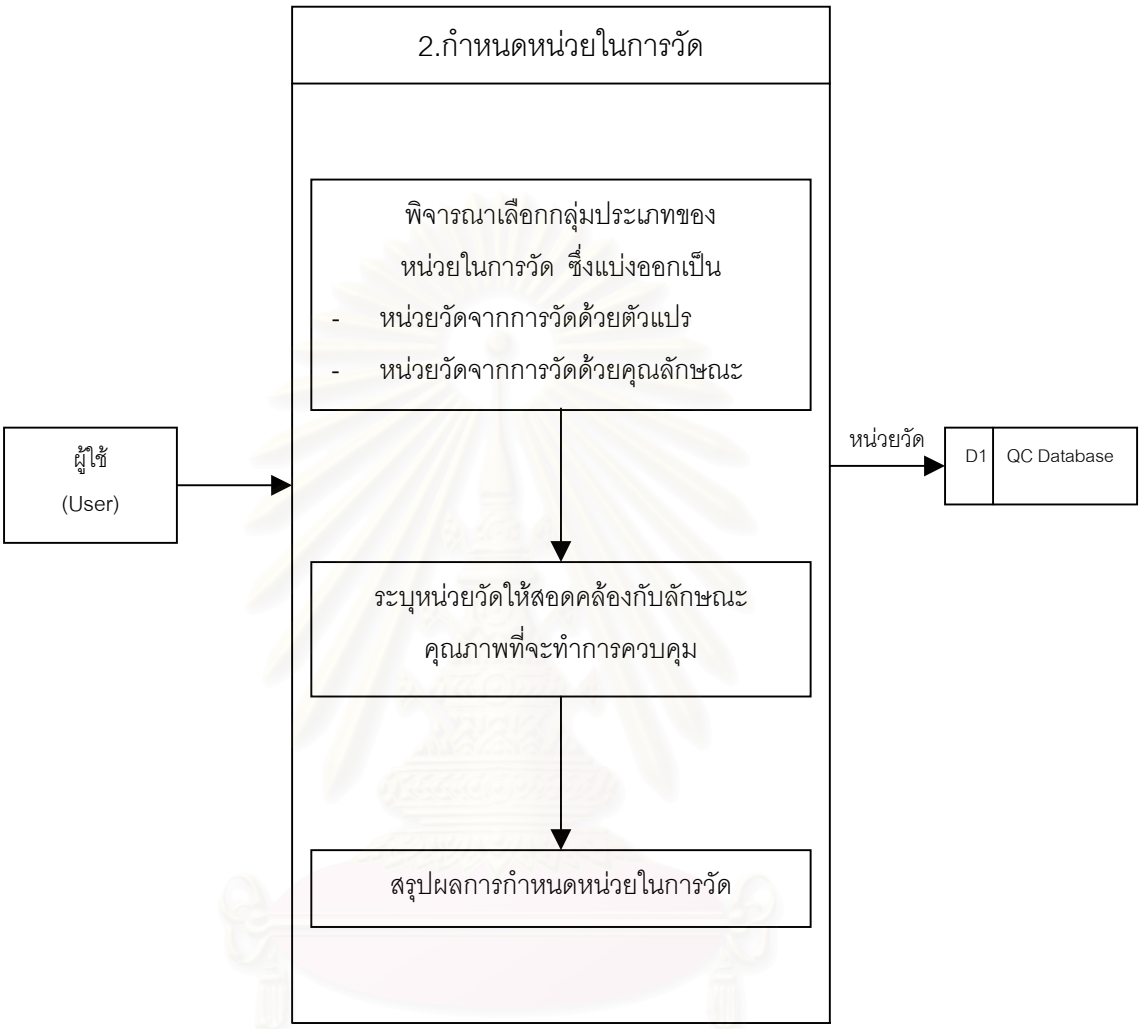
รูปที่ 4.2 : แสดงโครงสร้างหลักของโปรแกรม

4.2.4.1. กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม



รูปที่ 4.3 : แสดงการทำงานของส่วน “ กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม ”

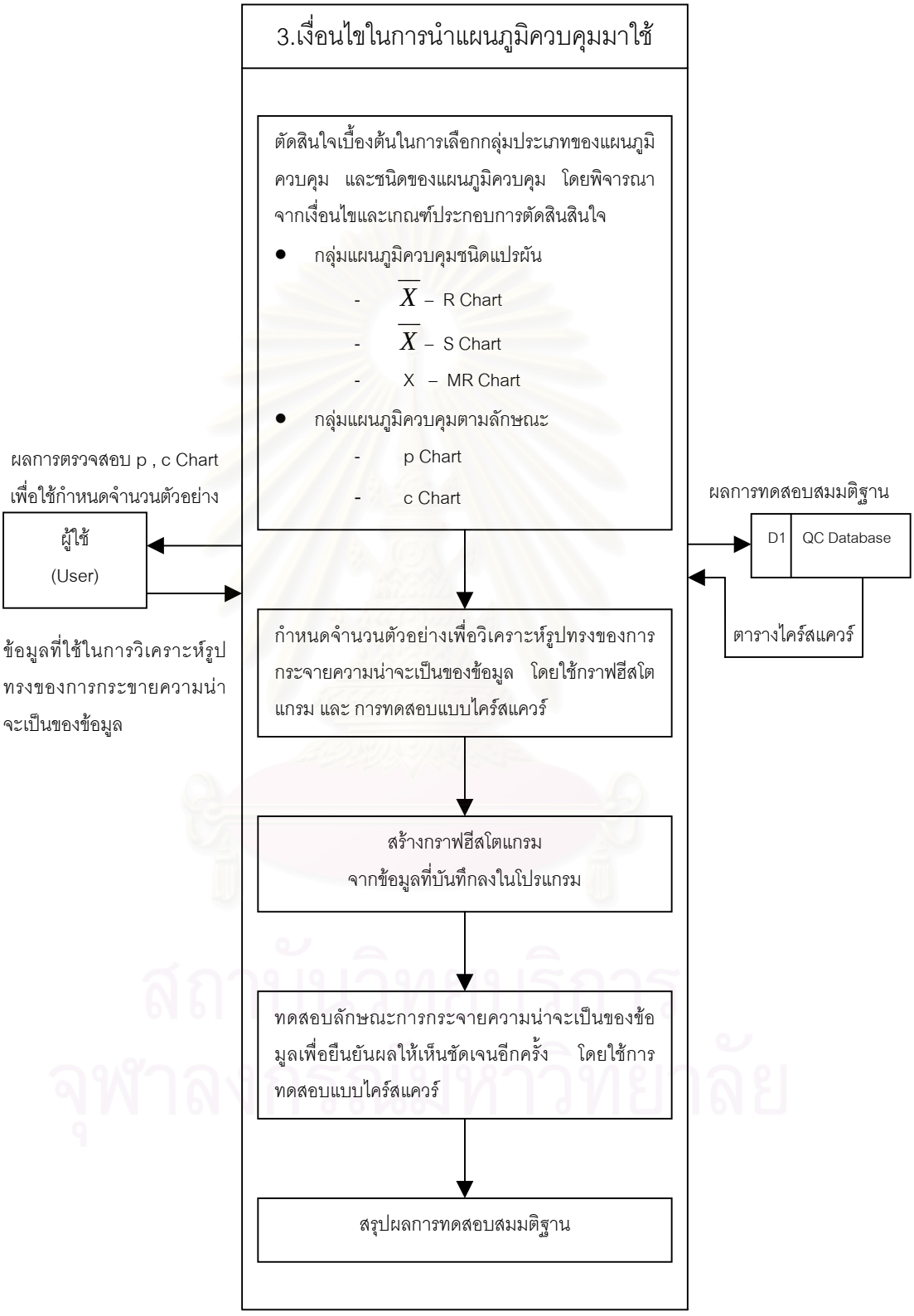
4.2.4.2. กำหนดหน่วยในการวัด



รูปที่ 4.4 : แสดงการทำงานของส่วน “ กำหนดหน่วยในการวัด ”

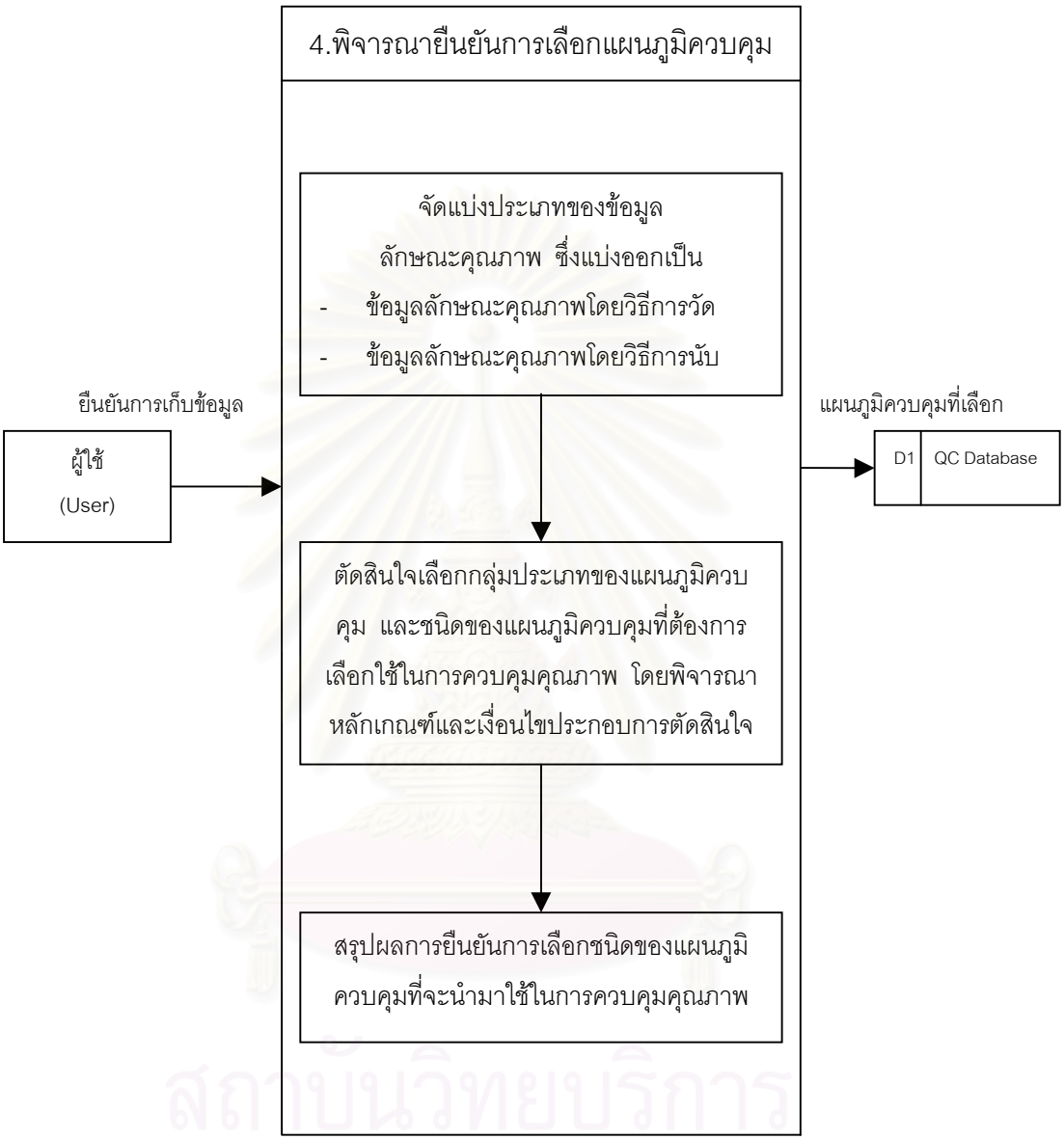
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.4.3. เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้



รูปที่ 4.5 : แสดงการทำงานของส่วน “ เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ ”

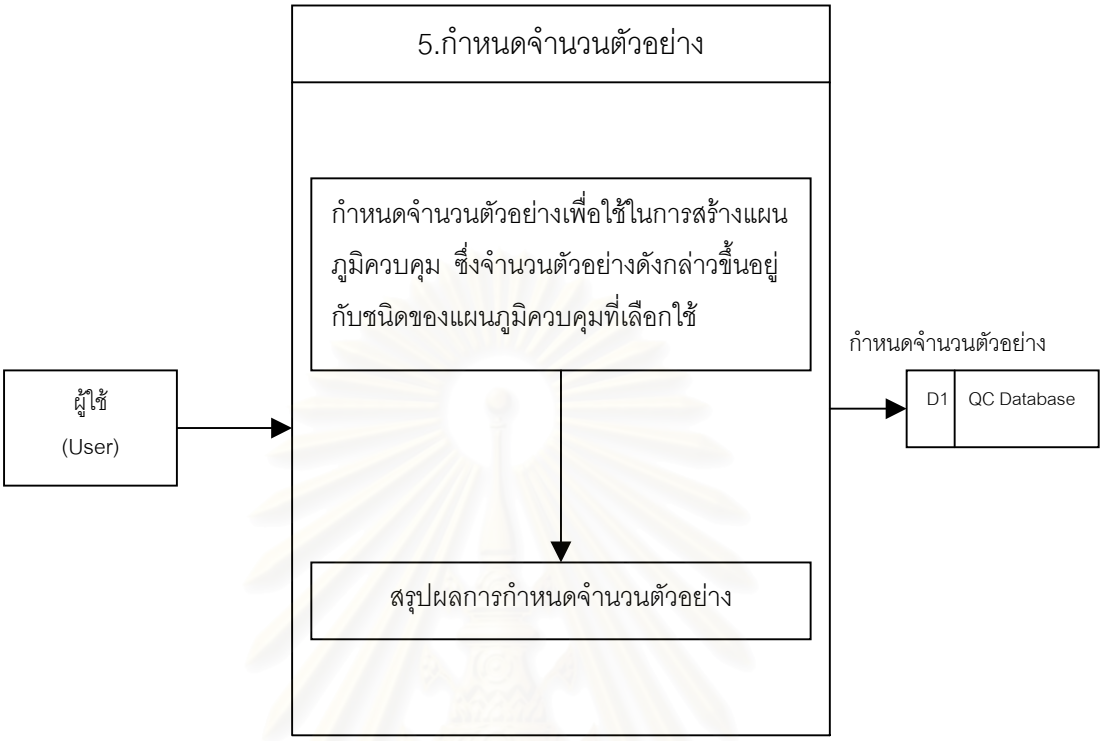
4.2.4.4. พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม



รูปที่ 4.6 : แสดงการทำงานของส่วน “ พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม ”

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

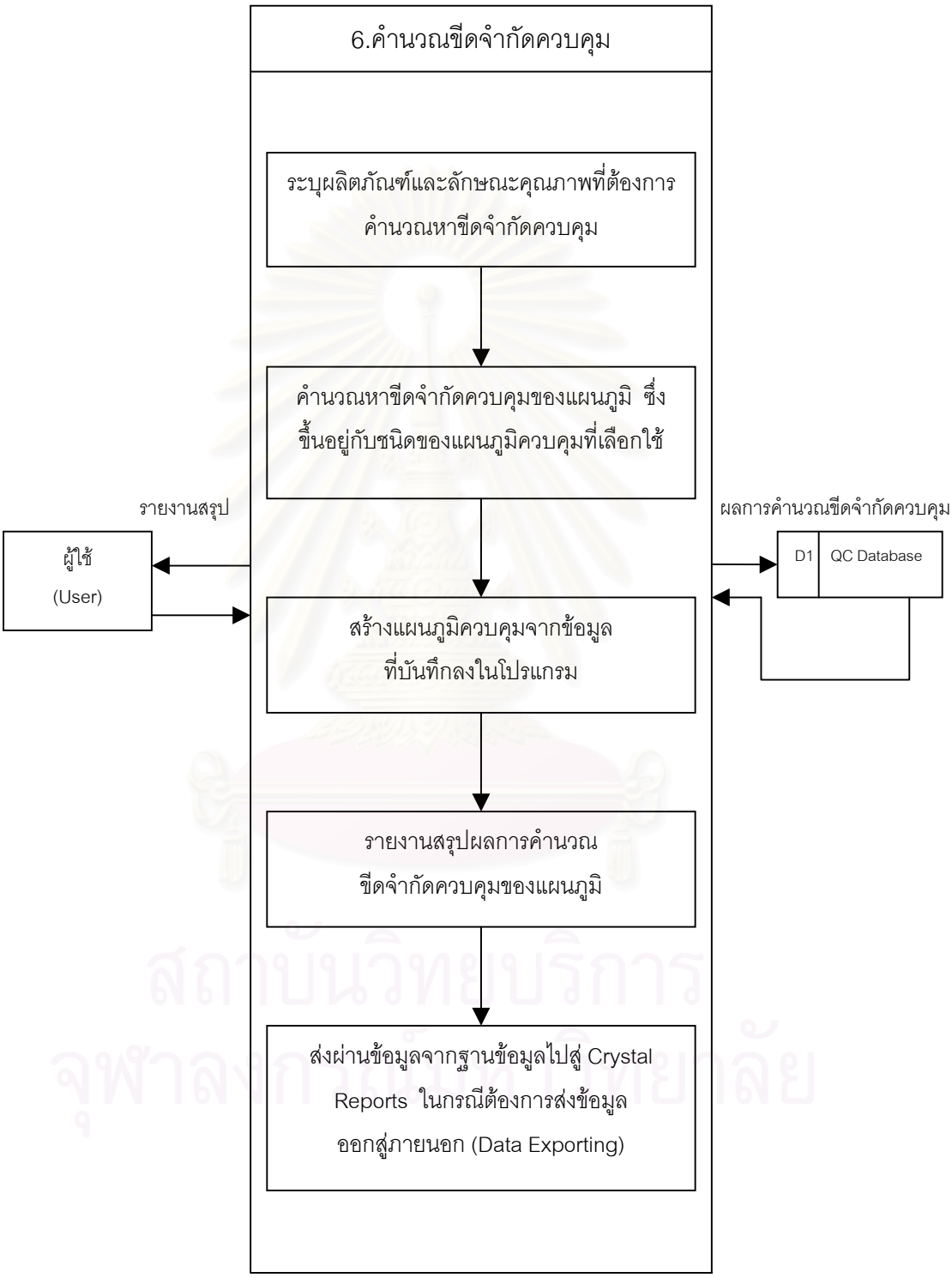
4.2.4.5. กำหนดจำนวนตัวอย่าง



รูปที่ 4.7 : แสดงการทำงานของส่วน " กำหนดจำนวนตัวอย่าง "

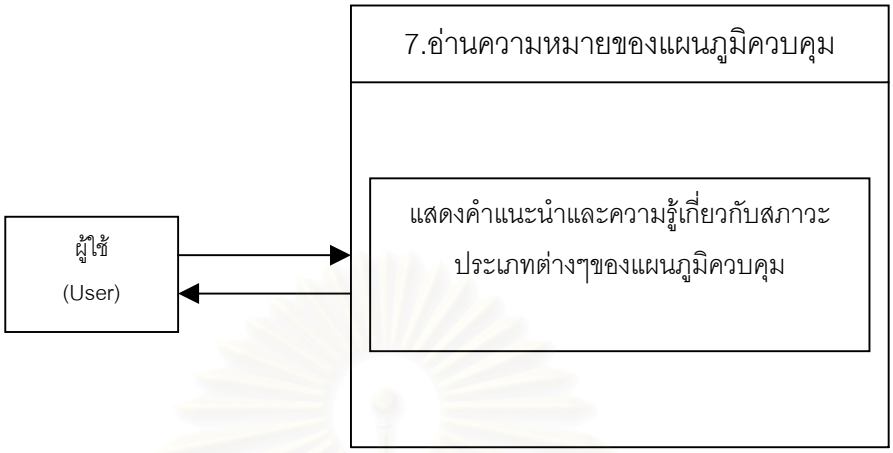
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.4.6. คำนวณขีดจำกัดควบคุม



รูปที่ 4.8 : แสดงการทำงานของส่วน “ คำนวณขีดจำกัดควบคุม ”

4.2.4.7. อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม



รูปที่ 4.9 : แสดงการทำงานของส่วน " อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม "

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การสาธิตการทำงานของโปรแกรม

สำหรับตัวอย่างสาธิตและการทดสอบการทำงานของโปรแกรม Control chart selection and Parameter design (CCSP) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่จัดทำขึ้นในงานวิจัยดังกล่าวนี้ โดยนำเอาหลักการและแนวความคิดในการสร้างระบบสนับสนุนการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุมที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 มาทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม เพื่อเป็นเครื่องมือที่ช่วยเหลือให้ผู้ใช้สามารถทำการตัดสินใจเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุมได้

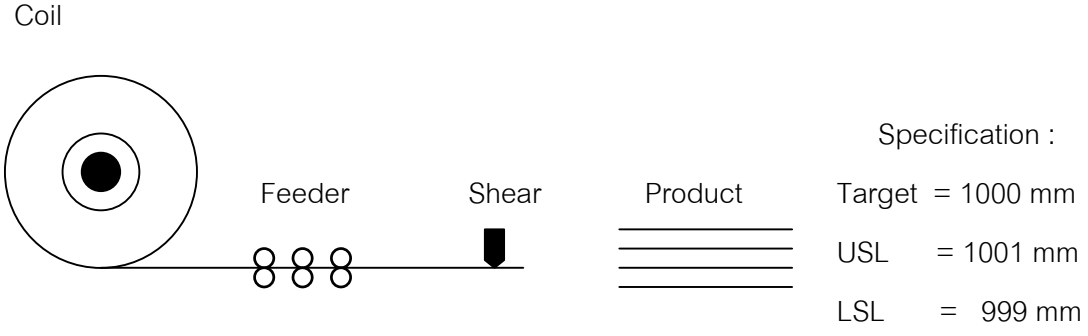
การสาธิตโปรแกรมที่จะนำเสนอในบทนี้ เป็นการนำเอาข้อมูลทั้งหมดจากตัวอย่างสาธิตป้อนเข้าสู่โปรแกรม เพื่อเป็นการทดสอบการใช้งานโปรแกรม และแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในส่วนต่างๆ ซึ่งมีตัวอย่างสาธิตทั้งหมด 4 ตัวอย่างดังนี้

1. Stainless steel meter sticks
2. สับปะรดกระป๋อง
3. Mild steel sheet metal
4. แผ่นกระเบื้องเคลือบ

ทั้งนี้ในการใช้งานหรือขั้นตอนการทำงานในแต่ละส่วนสามารถดูคู่มือการใช้งานโปรแกรม Control chart selection and Parameter design (CCSP) ในภาคผนวก ก. ประกอบไปด้วย จะทำให้เข้าใจขั้นตอนการทำงานมากขึ้น

5.1 Stainless steel meter sticks

โรงงานผลิต Stainless steel meter sticks ต้องการที่จะควบคุมกระบวนการตัดขดลวดสแตนเลส (Coil) เพื่อนำมาผลิต Meter sticks ซึ่งมีข้อกำหนด (Tolerance limits) ความยาวของแท่ง Meter stick คือ 1000 ± 1 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นข้อกำหนดของลูกค้ารายหนึ่ง ที่ต้องการนำ Meter sticks ดังกล่าวไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องมือวัดต่างๆ ทั้งนี้โรงงานดังกล่าวมีกระบวนการผลิต Meter stick ดังในรูป



รูปที่ 5.1 : กระบวนการผลิต Meter stick

เมื่อพิจารณาถึงข้อกำหนดของลูกค้าแล้ว ลักษณะคุณภาพที่สำคัญที่สุดที่ต้องทำการควบคุม คือ ความยาวของ Meter stick ถึงแม้ว่าความต้องการของลูกค้าต้องการที่จะให้ความยาวของ Meter stick มีความยาวเท่ากับ 1 เมตรพอดี แต่ในการผลิตจริงไม่สามารถที่จะผลิตแท่ง Meter stick แต่ละแท่งให้มีความยาวเท่ากับ 1 เมตรได้ เนื่องจากมีปัจจัยทางด้าน วัตถุดิบ กระบวนการผลิต และอื่นๆอีกเข้ามาเกี่ยวข้อง

ดังนั้นหัวหน้าฝ่ายผลิตต้องการที่จะควบคุมคุณภาพของแท่ง Meter stick โดยต้องการควบคุมความยาวให้มีความยาวอยู่ในช่วง 1000 $\pm$ 1 mm ซึ่งหัวหน้าฝ่ายมีความต้องการที่จะนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ ซึ่งเขาคิดว่าน่าจะนำแผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ R มาใช้ในการควบคุมคุณภาพ

หมายเหตุ : ที่มาของข้อมูลในตัวอย่างสาธิตดังกล่าวนี้มาจาก William J.Kolarik , Creating Quality , International Edition (Singapore : McGraw-Hill , 1995) และข้อมูลบางส่วนได้ทำการจำลอง (Simulate) ข้อมูลมาเนื่องจากข้อมูลในตัวอย่างสาธิตมีไม่เพียงพอ

5.1.1 สาธิตการนำโปรแกรม Control chart selection and Parameter design (CCSP) มาช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม สำหรับควบคุมคุณภาพ Meter sticks

จากข้อมูลในตัวอย่างสาธิตข้างต้น เมื่อนำโปรแกรม CCSP มาช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม ซึ่งเมื่อเข้าสู่โปรแกรมดังกล่าวแล้ว การใช้งานโปรแกรมจะเริ่มต้นที่ขั้นตอนการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมที่เมนูย่อย 2 จนถึง ขั้นตอนการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิที่เมนูย่อย 7 ดังนี้

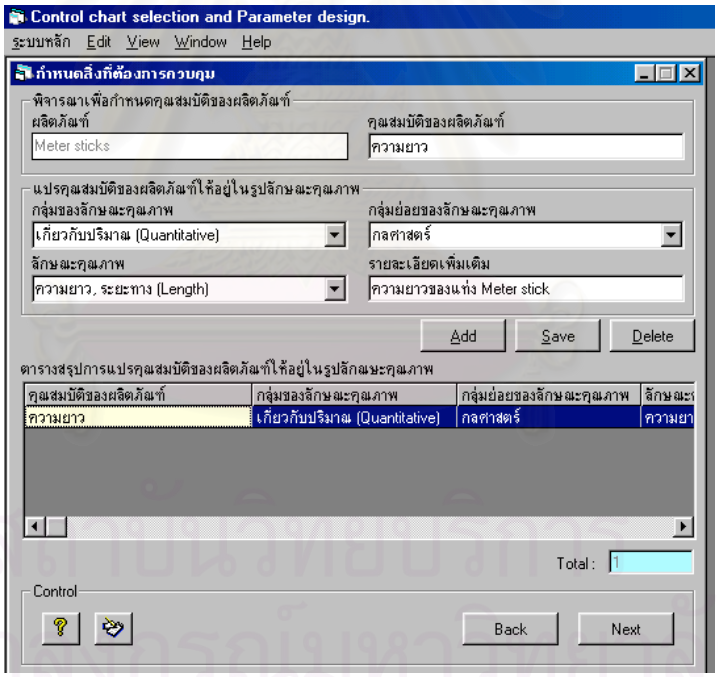
- กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม

การกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมหรือวัตถุประสงค์ของการควบคุมขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ผลิต ซึ่งจากตัวอย่างสาธิตในข้อนี้ทำให้ทราบถึงข้อมูลต่างๆดังนี้

ข้อกำหนดของลูกค้า	คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์	ลักษณะคุณภาพ
ความยาวของแท่ง Meter stick 1000 $\pm$ 1 mm	ความยาว	ความยาวของแท่ง Meter stick

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

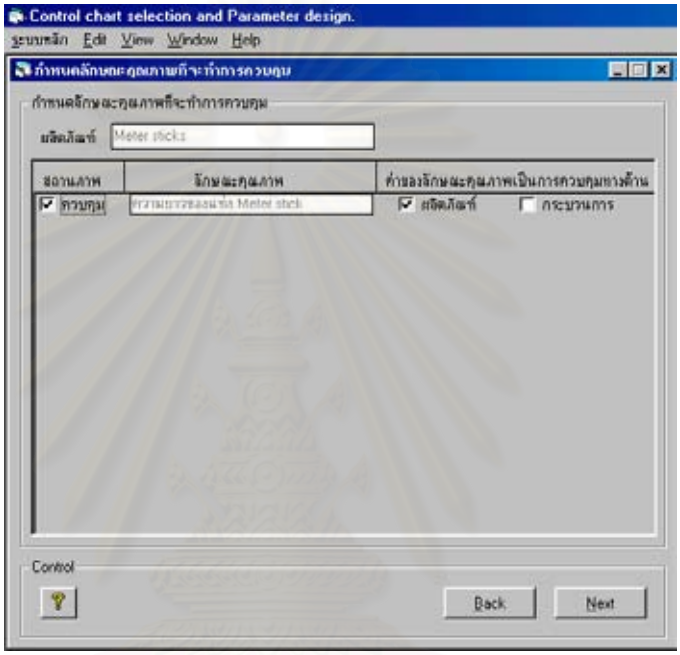
1.กำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ และแปรคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ ซึ่งมีข้อมูลที่ Input ลงในโปรแกรมดังนี้



2.จัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพเพื่อเลือกลักษณะคุณภาพที่สำคัญสุดมาทำการควบคุม (ในกรณีที่มีลักษณะคุณภาพมากกว่า 1 ตัว) ซึ่งในตัวอย่างนี้มีเพียง 1 ตัวเท่านั้นจึงไม่ต้องจัดลำดับ

3.กำหนดลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม ซึ่งจากตัวอย่างสาธิตมีข้อมูลที่ Input ลงในโปรแกรมดังนี้คือ

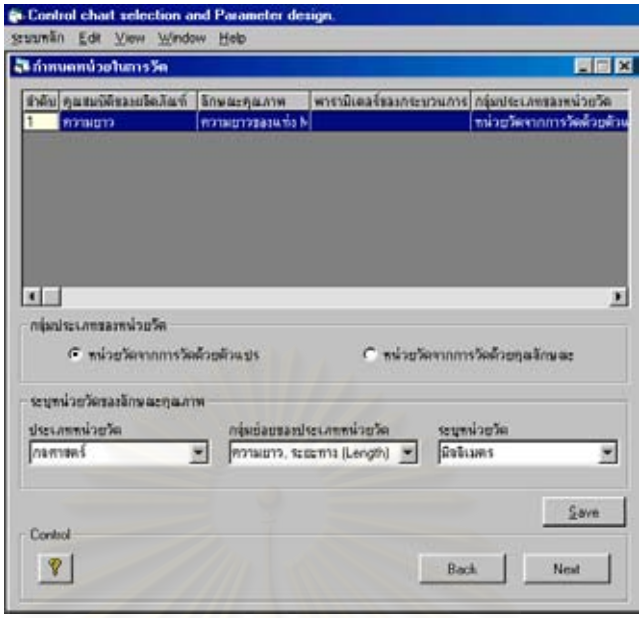
ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	ค่าของลักษณะคุณภาพเป็นการควบคุมทางด้าน
ความยาวของแท่ง Meter stick	ผลิตภัณฑ์



- กำหนดหน่วยในการวัด

ในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดหน่วยในการวัดให้สอดคล้องกับลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม ให้ทำการ Input ข้อมูลลงในโปรแกรม เพื่อกำหนดหน่วยในการวัด ซึ่งมีข้อมูลที่ Input ลงในโปรแกรมดังนี้

กลุ่มประเภทของหน่วยวัด	ประเภทหน่วยวัด	กลุ่มย่อยของประเภทหน่วยวัด	หน่วยวัด
หน่วยวัดจากการวัดด้วยตัวแปร	กลศาสตร์	ความยาว , ระยะทาง (Length)	มิลลิเมตร



- ตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

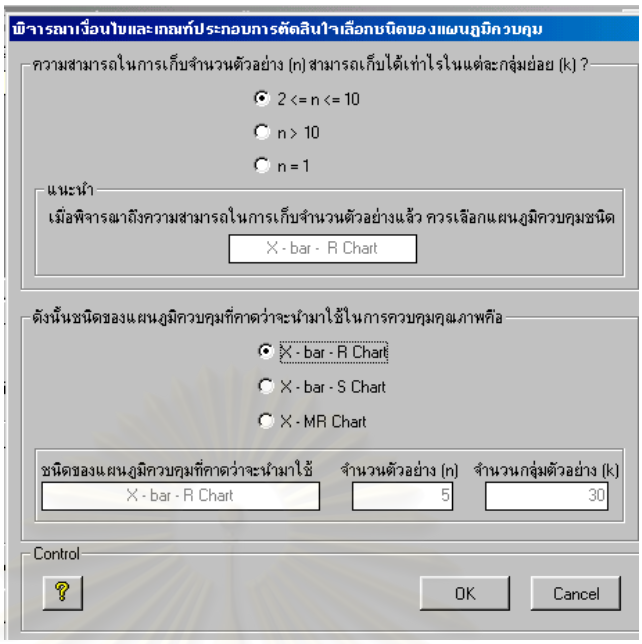
ในขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อดูลักษณะการกระจายของข้อมูลในกระบวนการผลิตว่ามีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติหรือไม่ หากข้อมูลมีลักษณะดังกล่าวแล้วแสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในสภาวะเสถียรภาพซึ่งสามารถคาดการณ์ได้ และมีความเหมาะสมที่จะนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ ซึ่งวิธีที่นำมาใช้ในการตรวจสอบคือ ฮีสโตแกรม และ การทดสอบแบบไคร์สแควร์

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

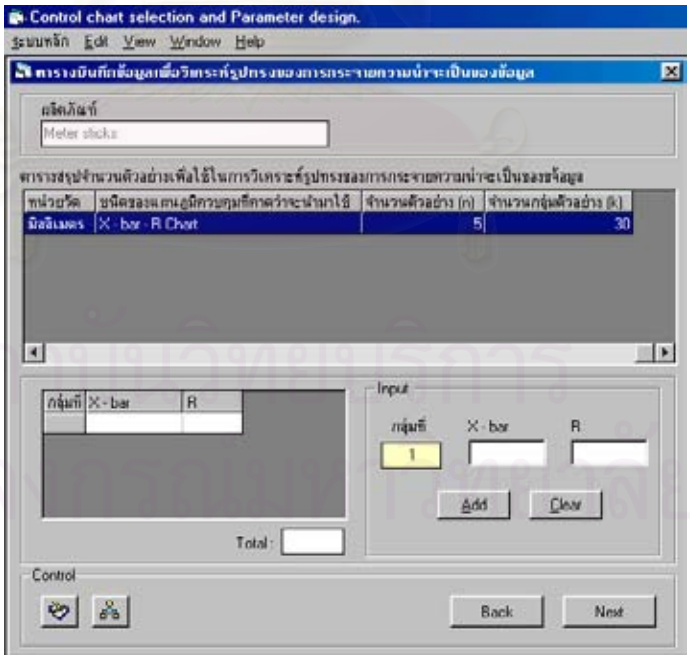
1.เลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม และชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ เพื่อกำหนดจำนวนตัวอย่างในการวิเคราห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

ซึ่งจากตัวอย่างสาธิต หัวหน้าฝ่ายผลิตได้พิจารณาถึงความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n) โดยที่จำนวนตัวอย่างที่สามารถเก็บได้ประมาณ 5 ตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย ซึ่งจะทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 1 ชั่วโมง ดังนั้นข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้

กลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม	ความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n)	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้
แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน	2 <= n <=10	แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ R



2.ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะคุณภาพ คือ ความยาวของแท่ง Meter stick ซึ่งในโปรแกรมจะแสดงค่าจำนวนตัวอย่าง (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) ที่ใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลให้ทราบ



จากค่าที่แสดงใน “ ตารางสรุปจำนวนตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล “ ในโปรแกรม ดังนั้นหัวหน้าฝ่ายผลิตจะต้องทำการเก็บข้อมูลในการตรวจสอบความยาวของแท่ง Meter stick โดยมีขนาดจำนวนตัวอย่าง (n) 5 ตัวอย่าง เป็นจำนวน 30

กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าพิสัย (R) ของแต่ละกลุ่มย่อยมีค่าดังในตารางที่ 5.1

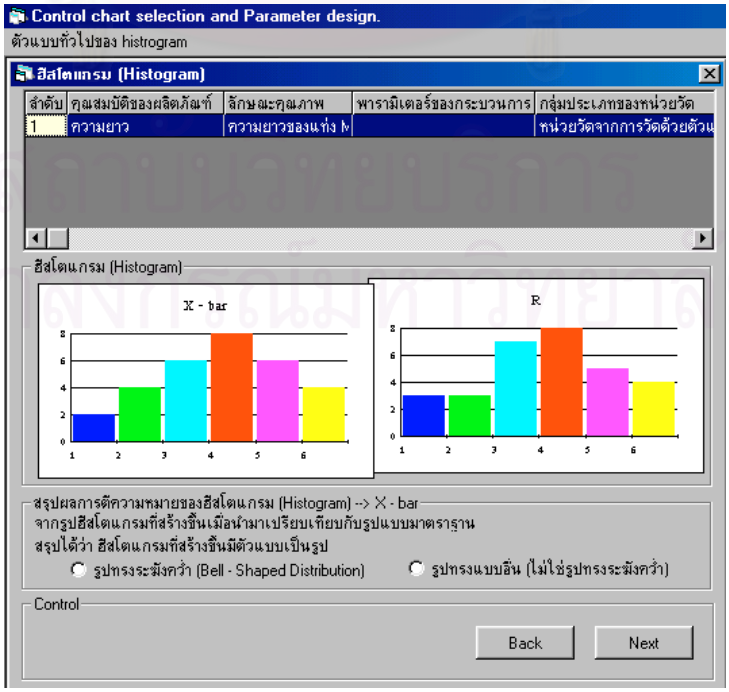
ตารางที่ 5.1 : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดความยาวของแท่ง Meter stick ในแต่ละกลุ่มย่อย (หน่วย : mm) เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

กลุ่มที่ (k)	ค่าเฉลี่ยความยาวของแท่ง Meter stick ที่วัดได้ในแต่ละกลุ่มย่อย	
	$\overline{X}$	R
1	1000.114	0.41
2	1000.180	0.57
3	1000.190	0.05
4	1000.208	0.94
5	999.464	0.23
6	999.608	0.23
7	999.778	1.11
8	999.868	0.77
9	1000.506	0.48
10	1000.286	0.98
11	999.656	0.74
12	999.704	0.68
13	1000.114	0.75
14	1000.058	0.43
15	1000.532	0.43
16	1000.456	0.82
17	999.370	0.26
18	1000.122	0.05
19	999.862	0.56
20	1000.182	0.78
21	1000.264	0.20
22	1000.462	0.47

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดความยาวของแท่ง Meter stick ในแต่ละกลุ่มย่อย (หน่วย : mm) เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

กลุ่มที่ (k)	ค่าเฉลี่ยความยาวของแท่ง Meter stick ที่วัดได้ในแต่ละกลุ่มย่อย	
	$\overline{X}$	R
23	999.800	0.91
24	999.892	1.01
25	999.942	0.86
26	999.992	0.71
27	1000.056	0.59
28	999.626	0.63
29	1000.066	0.71
30	1000.112	0.72
รวม	30000.470	18.08

3.บันทึกข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมา โดย Input ค่า $\overline{X}$ และ R (ดังในตารางที่ 5.1) ลงในโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมทำการสร้างกราฟฮีสโตแกรมและคำนวณหาค่าทางสถิติที่ใช้ทดสอบ ซึ่งได้ผลดังนี้



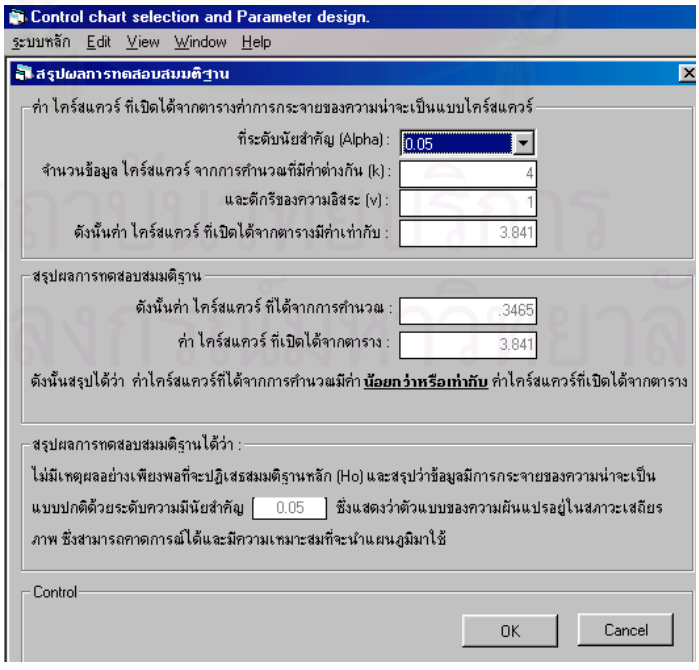
จากรูปฮีสโตแกรมของแผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ R ที่ได้ ทำการสรุปผลรูปฮีสโตแกรมที่ได้ ว่ามีตัวแบบเป็นรูปใด โดยทำการ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมดังนี้

รูปฮีสโตแกรมของแผนภูมิ $\overline{X}$	รูปทรงระฆังคว่ำ
รูปฮีสโตแกรมของแผนภูมิ R	รูปทรงระฆังคว่ำ

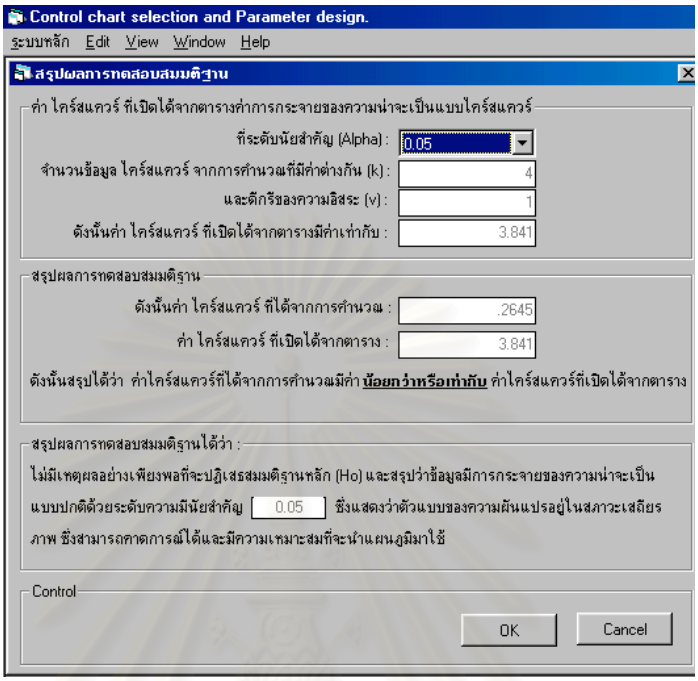
4.ทำการสรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งโปรแกรมจะแสดงผลการทดสอบสมมติฐาน โดยจะทำการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 สำหรับแผนภูมิ $\overline{X}$ และ แผนภูมิ R ซึ่งได้ผลดังนี้

ชนิดของแผนภูมิควบคุม	ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ	ผลการทดสอบสมมติฐาน
แผนภูมิ $\overline{X}$	0.05	ไม่สามารถปฏิเสธ H_o ได้
แผนภูมิ R	0.05	ไม่สามารถปฏิเสธ H_o ได้

โปรแกรมแสดงผลการทดสอบสมมติฐานของแผนภูมิ $\overline{X}$



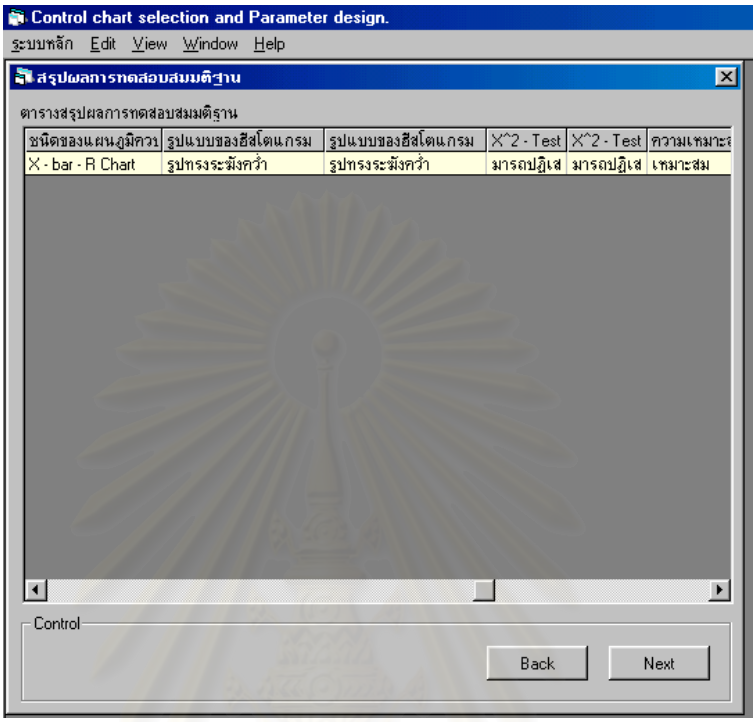
โปรแกรมแสดงผลการทดสอบสมมติฐานของแผนภูมิ R



5.เมื่อทำการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะแสดงผลคำตอบที่ได้ในตารางสรุปผลการทดสอบสมมติฐานให้ทราบ ว่าแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้หรือไม่ ซึ่งในตัวอย่างสาธิตนี้ได้คำตอบดังนี้

ลักษณะคุณภาพ	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้	ความเหมาะสมที่จะนำแผนภูมิควบคุมมาใช้
ความยาวของแท่ง Meter stick	แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ R	มีความเหมาะสมที่จะนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

โปรแกรมแสดงผลสรุปการทดสอบสมมติฐาน



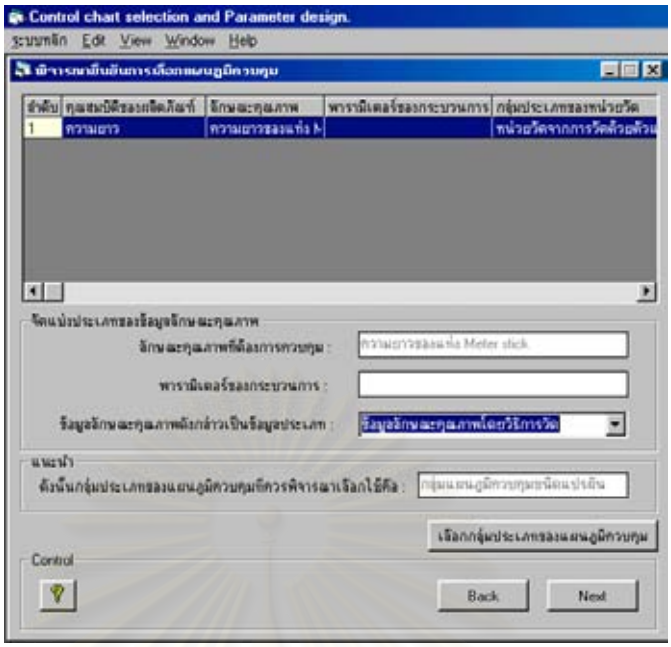
- พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการพิจารณาตัดสินใจครั้งสุดท้าย ในการเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมที่จะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพให้เหมาะสมกับลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สามารถกำหนดจำนวนตัวอย่างและคำนวณขีดจำกัดควบคุมเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมต่อไป

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

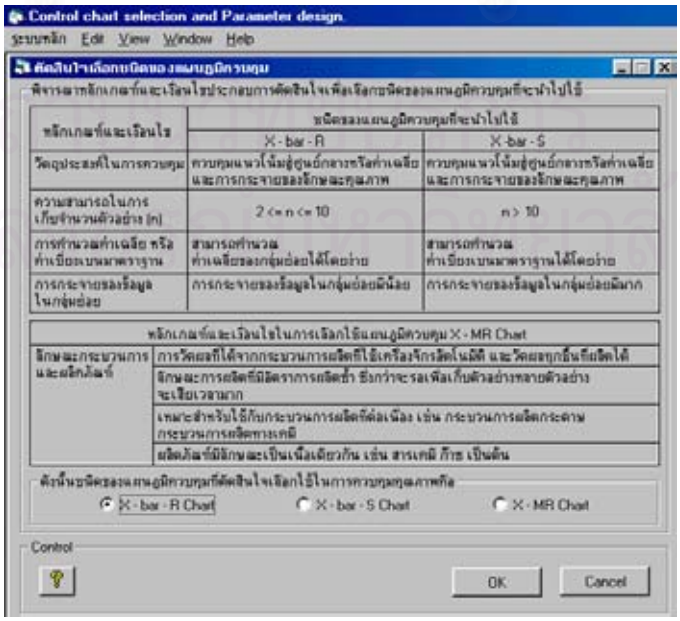
1.ทำการจัดแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ จากข้อมูลตัวอย่างสาธิต ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมคือ ความยาวของแท่ง Meter stick ดังนั้นข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้คือ

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	ประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ
ความยาวของแท่ง Meter stick	ข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการวัด



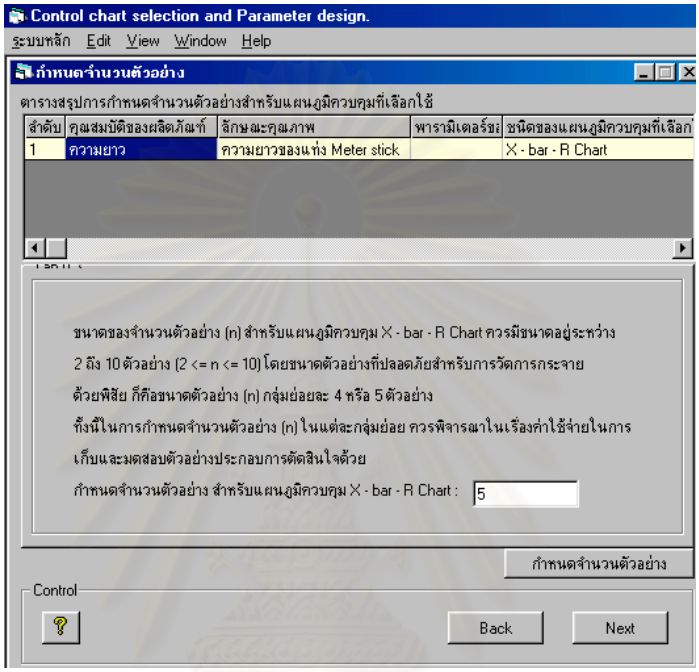
2.พิจารณาหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม และชนิดของแผนภูมิควบคุมที่จะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ จากข้อมูลตัวอย่างสาธิต ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมคือ ความยาวของแท่ง Meter stick ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมแล้ว ข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้คือ

กลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้
กลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน	แผนภูมิ $\overline{X}$ - R Chart



- กำหนดจำนวนตัวอย่าง

กำหนดจำนวนตัวอย่างที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม ซึ่งจำนวนตัวอย่างที่จะทำการเก็บขึ้นอยู่กับชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ จากตัวอย่างสาธิตในข้อนี้จะกำหนดจำนวนตัวอย่าง (n) มีค่าเท่ากับ 5 ตัวอย่าง โดยจะทำการเก็บข้อมูลเป็นจำนวน 20 กลุ่มตัวอย่าง



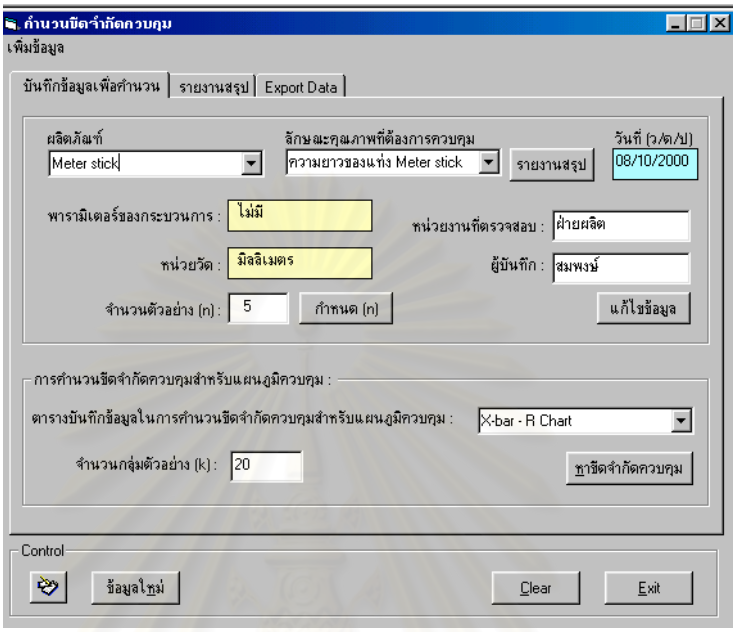
- คำนวณขีดจำกัดควบคุม

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ ซึ่งประกอบด้วย ขีดจำกัดควบคุม (UCL) เส้นกึ่งกลาง (CL) และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) โดยจะทำการคำนวณจากตัวอย่างที่ทำการเก็บรวบรวมมา ทั้งนี้การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิจะขึ้นอยู่กับชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้และจำนวนตัวอย่างที่ทำการสุ่มไว้

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

1.เก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะคุณภาพเพื่อหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ และสร้างแผนภูมิควบคุม ดังนั้นหลังจากที่หัวหน้าฝ่ายผลิตตัดสินใจเลือกใช้แผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ - R Chart ในการควบคุมคุณภาพความยาวแท่ง Meter stick แล้ว ได้สั่งให้พนักงานทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพดังกล่าว โดยเก็บข้อมูลที่มีขนาดจำนวนตัวอย่าง (n) เท่ากับ 5 ตัวอย่าง ในแต่ละกลุ่มย่อย (k) ซึ่งจะเก็บข้อมูลทั้งหมด 20 กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบทุก 1 ชั่วโมง

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
ความยาวของแท่ง Meter stick	5	20



ซึ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าพิสัย (R) ของแต่ละกลุ่มย่อยมีค่าดังในตารางที่ 5.2

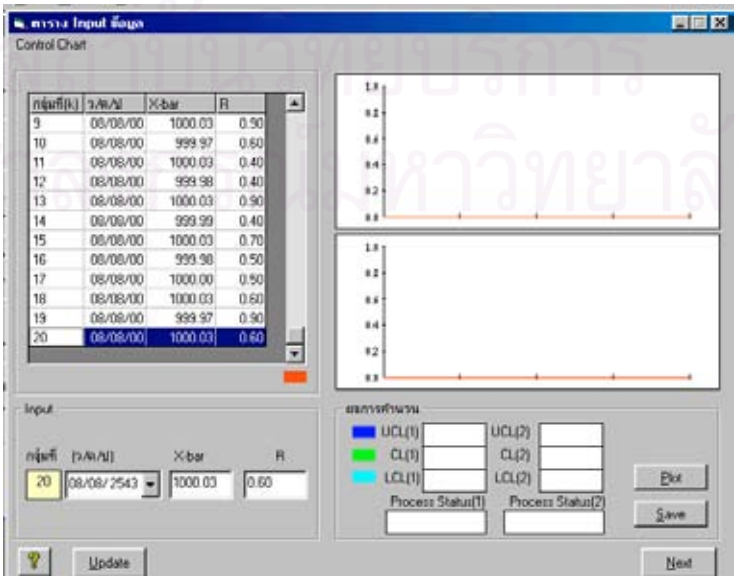
ตารางที่ 5.2 : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดความยาวของแท่ง Meter stick ในแต่ละกลุ่มย่อย (หน่วย : mm) เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม

กลุ่มที่ (k)	ค่าเฉลี่ยความยาวของแท่ง Meter stick ที่วัดได้ในแต่ละกลุ่มย่อย	
	$\overline{X}$	R
1	1000.03	0.40
2	999.94	0.40
3	1000.03	0.20
4	999.96	0.30
5	1000.01	0.50
6	999.97	0.20
7	1000.01	0.50
8	999.99	1.00

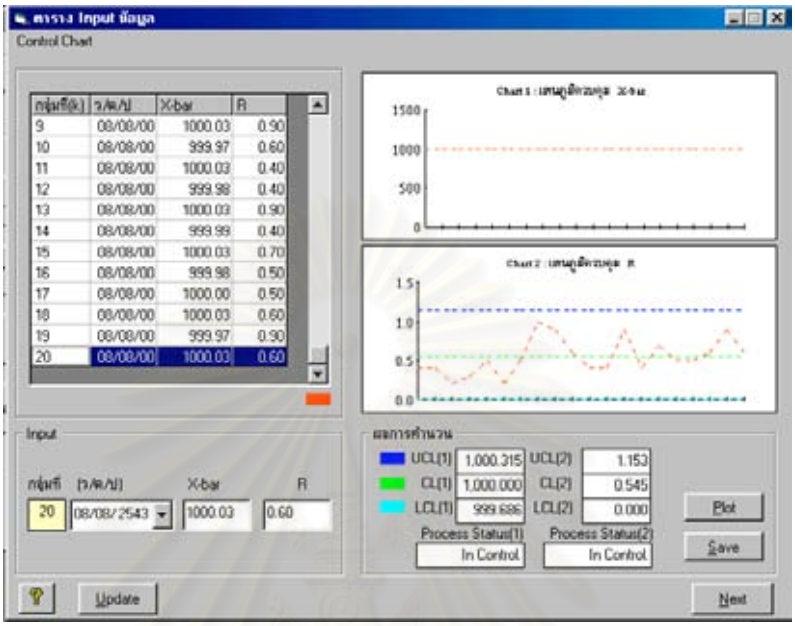
ตารางที่ 5.2 (ต่อ) : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดความยาวของแท่ง Meter stick ในแต่ละกลุ่มย่อย(หน่วย : mm) เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม

กลุ่มที่ (k)	ค่าเฉลี่ยความยาวของแท่ง Meter stick ที่วัดได้ในแต่ละกลุ่มย่อย	
	$\overline{X}$	R
9	1000.03	0.90
10	999.97	0.60
11	1000.03	0.40
12	999.98	0.40
13	1000.03	0.90
14	999.99	0.40
15	1000.03	0.70
16	999.98	0.50
17	1000.00	0.50
18	1000.03	0.60
19	999.97	0.90
20	1000.03	0.60

2.บันทึกข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาลงในโปรแกรม โดย Input ค่า $\overline{X}$ และ R (ดังในตารางที่ 5.2) ลงในโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุม และสร้างแผนภูมิควบคุม



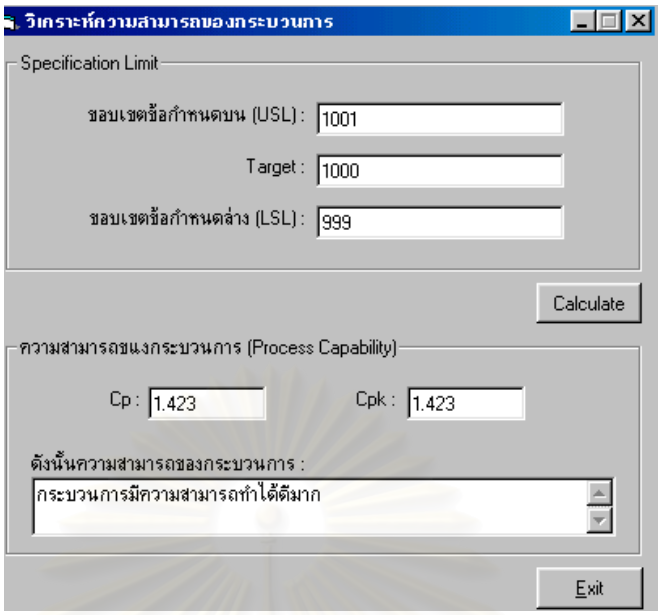
3.เมื่อ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุมดังนี้



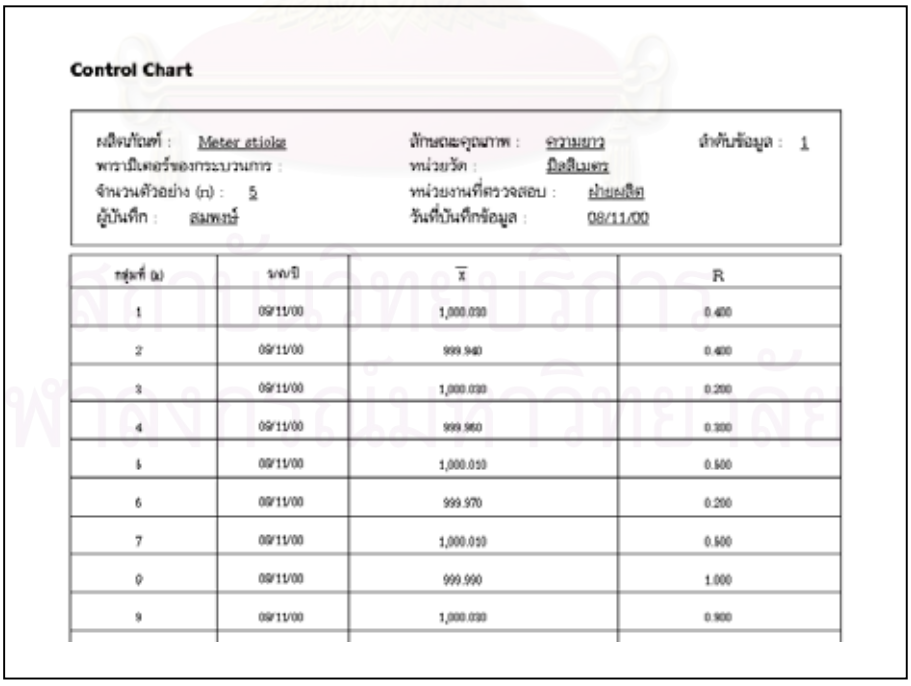
4.ทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ โดยคลิกไปที่ปุ่ม “ Next ” จากนั้นทำการ Input ข้อมูลเกี่ยวกับขอบเขตข้อกำหนดบนและล่างของผลิตภัณฑ์เพื่อให้โปรแกรมคำนวณหาค่า C_P และ C_{PK} เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

Specification : 1000 $\pm$ 1 มิลลิเมตร (mm)		
USL	Target	LSL
1001 mm	1000 mm	999 mm

5.เมื่อ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่า C_P และ C_{PK} เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการดังนี้



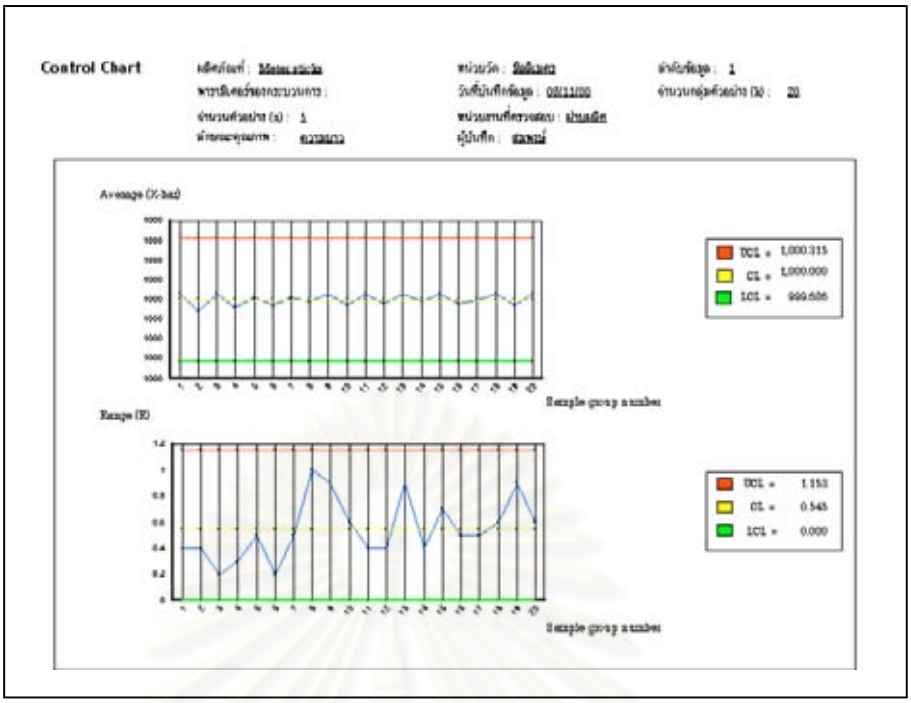
6.ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลออกสู่ภายนอก (Data Exporting) สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ และแผนภูมิควบคุม (Control chart) ที่โปรแกรมสร้างขึ้นสามารถทำได้โดยเลือกไปที่คำสั่ง “ EXPORT “ โปรแกรมจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและส่งข้อมูลไปที่ Crystal Reports ซึ่งจะปรากฏข้อมูลดังนี้



Control Chart

ผลิตภัณฑ์ : Meter stick	ลักษณะคุณภาพ : ความยาว	ลำดับข้อมูล : 1
พารามิเตอร์ของกระบวนการ :	หน่วยวัด : มิลลิเมตร	
จำนวนตัวอย่าง (n) : 5	หน่วยงานที่ตรวจสอบ : ฝ่ายผลิต	
ผู้บันทึก : สมพงษ์	วันที่บันทึกข้อมูล : 08/11/00	

กลุ่มที่ (s)	วว/ด/ป	$\bar{x}$	R
1	08/11/00	1,000.030	0.400
2	08/11/00	999.940	0.400
3	08/11/00	1,000.030	0.200
4	08/11/00	999.960	0.300
5	08/11/00	1,000.010	0.500
6	08/11/00	999.970	0.200
7	08/11/00	1,000.010	0.500
8	08/11/00	999.990	1.000
9	08/11/00	1,000.030	0.900



- สรุปผลการสาธิตการทำงานของโปรแกรมโดยข้อมูลสาธิต

จากตัวอย่างสาธิตเรื่องโรงงานผลิต Stainless steel meter sticks นี้ เมื่อนำโปรแกรม Control chart selection and Parameter design (CCSP) มาช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม ให้ผลดังนี้

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	หน่วยวัด	แผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
ความยาวของแท่ง Meter stick	มิลลิเมตร	แผนภูมิ $\overline{X}$ และ แผนภูมิ R	5	20

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ (Control Limit)					
แผนภูมิ $\overline{X}$			แผนภูมิ R		
UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL
1000.315	1000.000	999.686	1.153	0.545	0.00

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ		
C_P	C_{PK}	ความสามารถของกระบวนการ
1.423	1.423	กระบวนการมีความสามารถทำได้ดีมาก

5.2 สับปะรดกระป๋อง

บริษัท NKE-O จำกัด เป็นผู้แทนจำหน่ายสับปะรดกระป๋องตรา SWEET จากโรงงาน แคน - แคน สับปะรดกระป๋อง ทุกๆครั้งก่อนที่โรงงานจะส่งสับปะรดกระป๋องมาบริษัท NKE-O จำกัด ทางโรงงานจะต้องทำการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้เรียบร้อยก่อน ทั้งนี้ในการควบคุมคุณภาพของสับปะรดกระป๋องนั้น ทางโรงงานจะต้องทำการควบคุมคุณภาพของสับปะรดกระป๋องในเรื่องน้ำหนักสับปะรดที่บรรจุในกระป๋อง รวมทั้งสภาพภายนอกของกระป๋องสับปะรดที่บรรจุเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ดังนั้นหัวหน้าแผนกควบคุมคุณภาพได้ทำการตัดสินใจที่จะนำแผนภูมิควบคุม (Control chart) มาใช้ในการควบคุมคุณภาพของสับปะรดกระป๋อง โดยจะทำการควบคุมน้ำหนักสับปะรดที่บรรจุในกระป๋อง และสภาพภายนอกของกระป๋องสับปะรดที่บรรจุเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยตรวจสอบสภาพของกระป๋องว่า บุบ ฝาปิดไม่แน่น มีรอยตะเข็บแยก หรือไม่ ซึ่งถ้าสภาพกระป๋องมีลักษณะดังกล่าวแล้วจะถือว่าเป็นของเสีย

หมายเหตุ : ที่มาของข้อมูลในตัวอย่างสาธิตดังกล่าวนี้มาจาก อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ , การควบคุมคุณภาพ Quality control (กรุงเทพมหานคร : Bangkok Software Technology House , 2535) และข้อมูลบางส่วนได้ทำการจำลอง (Simulate) ข้อมูลมาเนื่องจากข้อมูลในตัวอย่างสาธิตมีไม่เพียงพอ

5.2.1 สาธิตการนำโปรแกรม Control chart selection and Parameter design (CCSP) มาช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม สำหรับควบคุมคุณภาพของสับปะรดกระป๋อง

- กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม

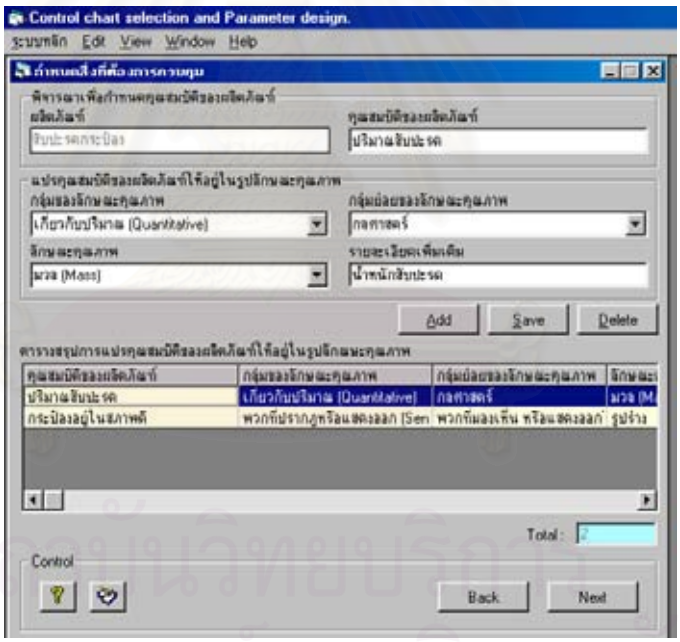
จากตัวอย่างสาธิตในข้อนี้ทำให้ทราบถึงข้อมูลต่างๆดังนี้

ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์	คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์	ลักษณะคุณภาพ
1.ปริมาณสับปะรดที่บรรจุในกระป๋อง 2. สภาพของกระป๋อง	1.ปริมาณสับปะรดที่บรรจุในกระป๋องถูกต้อง 2.อยู่ในสภาพดี	1.น้ำหนักสับปะรด 2.กระป๋องอยู่ในสภาพดี ไม่บุบ ฝาปิดสนิท ไม่มีรอยตะเข็บแยก

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

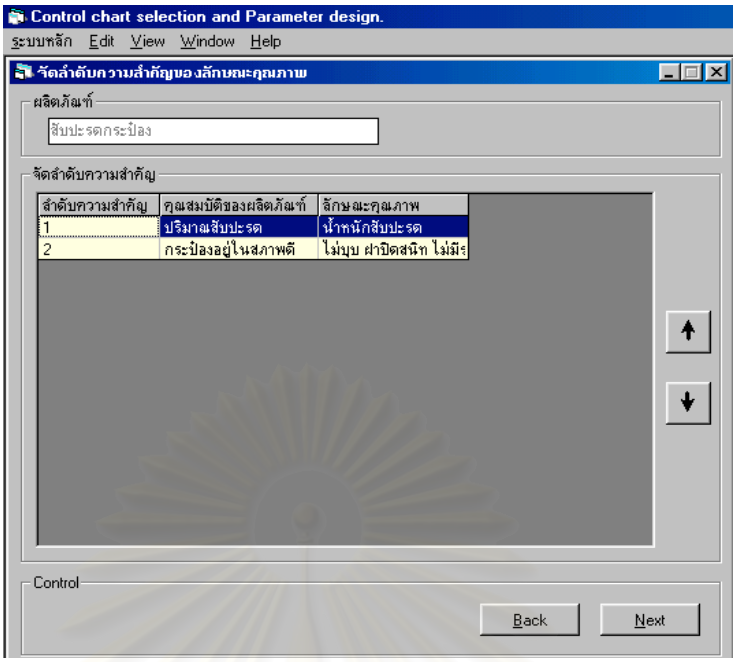
1. กำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ และแปรคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ ซึ่งมีข้อมูลที่ Input ลงในโปรแกรมดังนี้

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์	กลุ่มของลักษณะคุณภาพ	กลุ่มย่อยของลักษณะคุณภาพ	ลักษณะคุณภาพ	รายละเอียดเพิ่มเติม
1.ปริมาณสับปะรดที่บรรจุในกระป๋องถูกต้อง 2.อยู่ในสภาพดี	1.เกี่ยวกับปริมาณ 2.พวกที่ปรากฏหรือแสดงออก	1.กลศาสตร์ 2.พวกที่มองเห็นหรือแสดงออกให้เห็นด้วยตา	1.มวล (Mass) 2.รูปร่าง	1.น้ำหนักสับปะรด 2. ไม่บุบ ฝาปิดสนิท ไม่มีรอยตะเข็บแยก



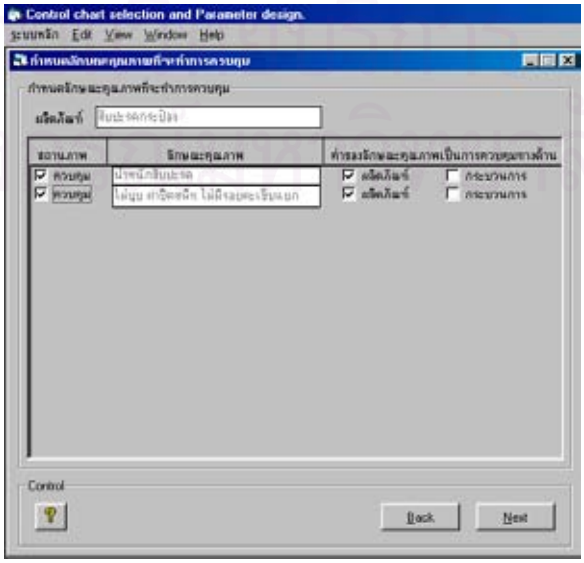
2.จัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพเพื่อเลือกลักษณะคุณภาพที่สำคัญสุดมาทำการควบคุม ซึ่งจากตัวอย่างสาธิตนี้ หัวหน้าแผนกควบคุมคุณภาพได้จัดให้น้ำหนักสับปะรดมีความสำคัญเป็นอันดับแรก ส่วนสภาพของกระป๋องมีความสำคัญเป็นอันดับที่สอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



3.กำหนดลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม ซึ่งจากตัวอย่างสาธิตมีข้อมูลที่ Input ลงในโปรแกรมดังนี้คือ

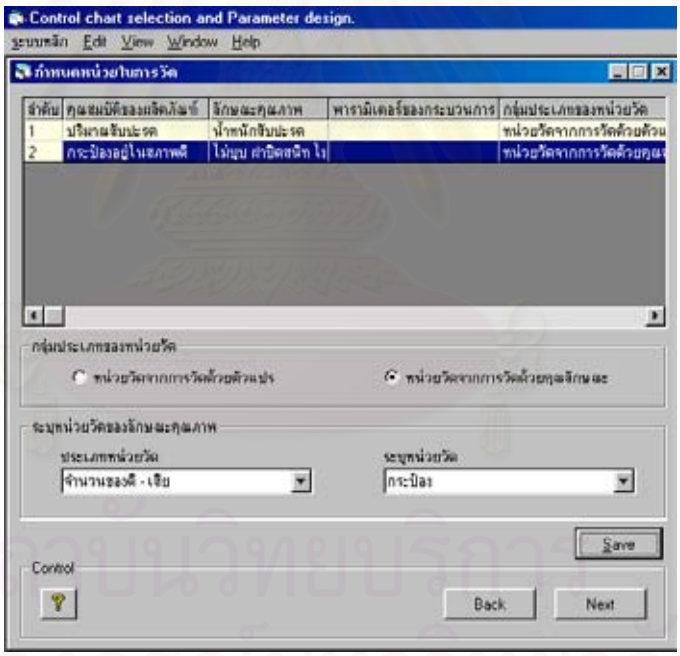
ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	ค่าของลักษณะคุณภาพเป็นการควบคุมทางด้าน
1.น้ำหนักสับปะรด 2.กระป๋องอยู่ในสภาพดี ไม่บุบ ฝาปิดสนิท ไม่มีรอยตะเข็บแยก	1.ผลิตภัณฑ์ 2.ผลิตภัณฑ์



- กำหนดหน่วยในการวัด

จากข้อมูลตัวอย่างสาธิต ทางแผนกควบคุมคุณภาพได้กำหนดหน่วยในการตรวจวัดน้ำหนักของสับปะรดเป็น ออนซ์ ดังนั้นข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้

ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	กลุ่มประเภทของหน่วยวัด	ประเภทหน่วยวัด	กลุ่มย่อยของประเภทหน่วยวัด	หน่วยวัด
1.น้ำหนักสับปะรด	1.หน่วยวัดจากการวัดด้วยตัวแปร	1.กลศาสตร์	1.มวล (Mass)	1.ออนซ์
2.กระป๋องอยู่ในสภาพดี ไม่บุบ ฝาปิดสนิท ไม่มีรอยตะเข็บแยก	2. หน่วยวัดจากการวัดด้วยคุณลักษณะ	2.จำนวนของดี - เสีย		2.กระป๋อง



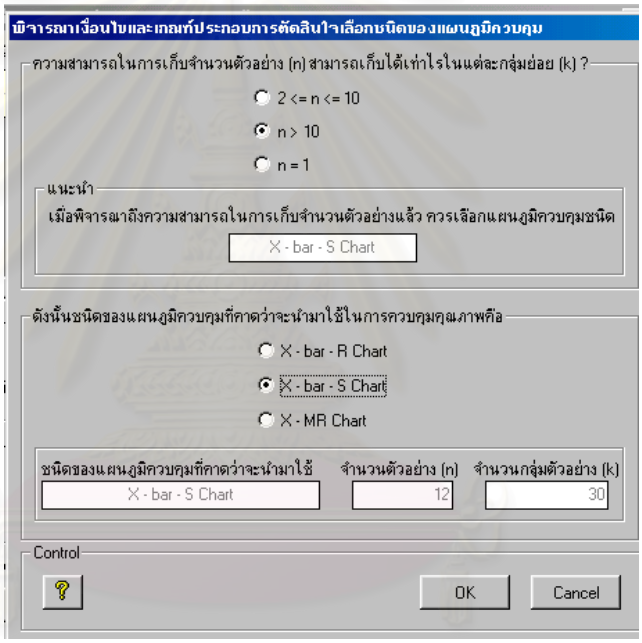
- ตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

ทำการ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

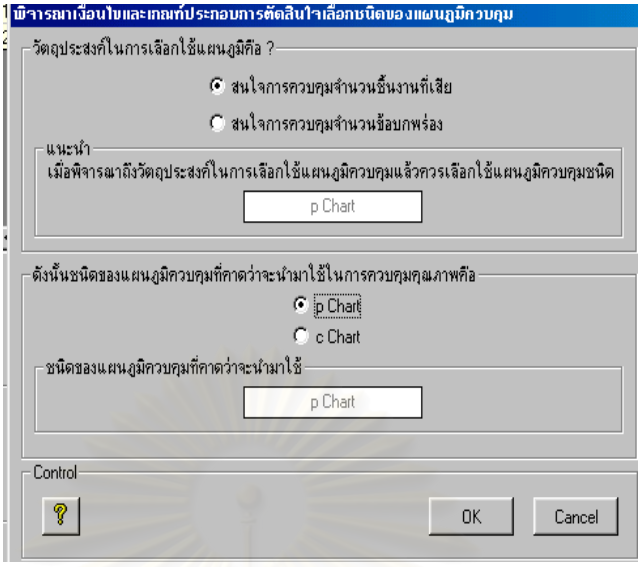
1. เลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม และชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ เพื่อกำหนดจำนวนตัวอย่างในการวิเคราห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

ซึ่งจากตัวอย่างสาธิต หัวหน้าแผนกควบคุมคุณภาพได้พิจารณาถึงความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n) โดยที่จำนวนตัวอย่างที่สามารถเก็บได้อยู่ในช่วง 2-15 ตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย ดังนั้นข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้

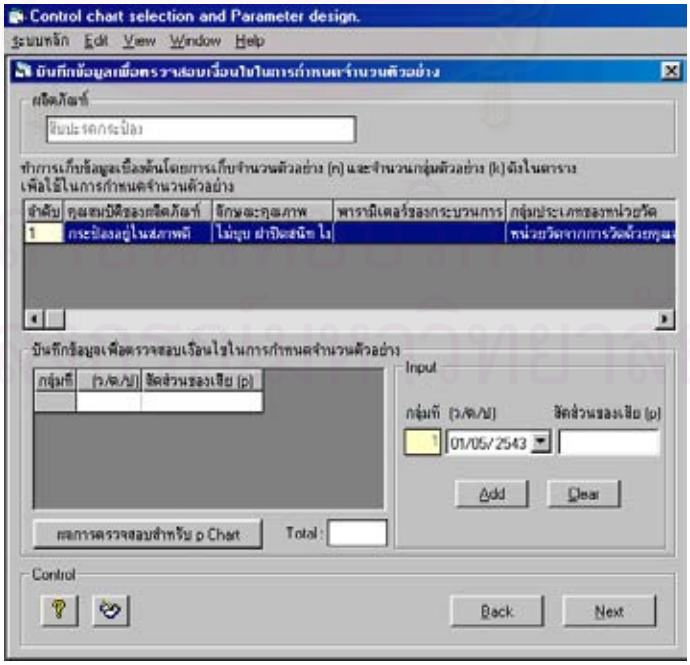
ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	กลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม	ความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n)	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้
น้ำหนักสับปะรด	แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน	n > 10	แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S



ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	กลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม	วัตถุประสงค์ในการเลือกใช้แผนภูมิ	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้
กระป๋องอยู่ในสภาพดี ไม่บุบ ฝาปิดสนิท ไม่มีรอยตะเข็บแยก	แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ	สนใจการควบคุมจำนวนชิ้นงานที่เสีย	p Chart



2.ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋อง เพื่อใช้ในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง ซึ่งในโปรแกรมจะแสดงค่าจำนวนตัวอย่าง (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างเบื้องต้นเพื่อกำหนดจำนวนตัวอย่าง ดังนั้นหัวหน้าแผนกควบคุมคุณภาพจึงได้มอบหมายให้พนักงานทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสัดส่วนของเสีย โดยเก็บจำนวนตัวอย่าง (n) 30 ตัวอย่างเป็นจำนวน 30 กลุ่มตัวอย่าง (k) ซึ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาเมื่อนำมาหาค่าสัดส่วนของเสีย (p) ของแต่ละกลุ่มย่อยมีค่าดังในตารางที่ 5.3



ตารางที่ 5.3 : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจสอบจำนวนของเสียของสับปะรดกระป๋อง เพื่อใช้ในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง

กลุ่มที่ (k)	สัดส่วนของเสีย (p)
1	0.067
2	0.100
3	0.267
4	0.167
5	0.033
6	0.133
7	0.200
8	0.067
9	0.167
10	0.100
11	0.133
12	0.067
13	0.067
14	0.033
15	0.000
16	0.033
17	0.167
18	0.100
19	0.067
20	0.033
21	0.167
22	0.033
23	0.067
24	0.133
25	0.100

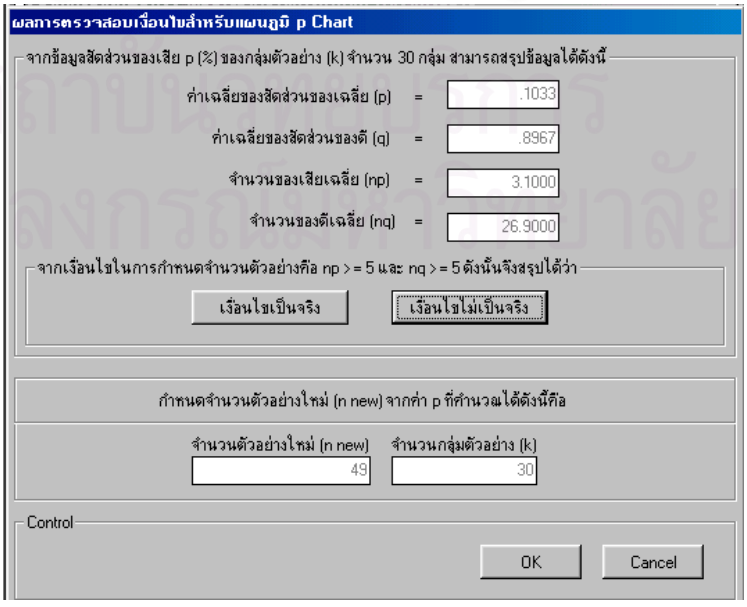
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 (ต่อ) : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจสอบจำนวนของเสียของสับปะรดกระป๋อง เพื่อใช้ในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง

กลุ่มที่ (k)	สัดส่วนของเสีย (p)
26	0.133
27	0.200
28	0.033
29	0.100
30	0.133
รวม	3.100

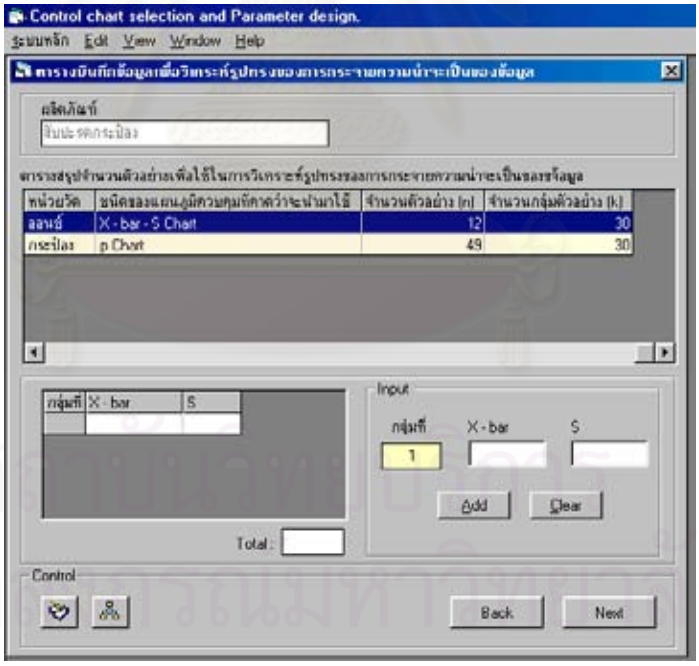
3.บันทึกข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมา โดย Input ค่าสัดส่วนของเสีย (p) ดังในตาราง ลงในโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณหาค่าจำนวนตัวอย่าง (n) ซึ่งได้ผลการคำนวณดังนี้

ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
กระป๋องอยู่ในสภาพดี ไม่บุบ ฝาปิดสนิท ไม่มีรอยตะเข็บแยก	p Chart	49	30



4.เมื่อทราบจำนวนตัวอย่าง (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) สำหรับ p Chart เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลแล้ว ในขั้นตอนนี้จะต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะคุณภาพ คือ น้ำหนักสับปะรด รวมทั้งสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋อง ซึ่งในโปรแกรมจะแสดงค่าจำนวนตัวอย่าง (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) ที่ใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลให้ทราบ

ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
1.น้ำหนักสับปะรด	1.แผนภูมิ $\overline{X}$ และ แผนภูมิ S	12	30
2.กระป๋องอยู่ในสภาพดี ไม่บุบ ฝาปิดสนิท ไม่มีรอยตะเข็บแยก	2.p Chart	49	30



ดังนั้นหัวหน้าแผนกควบคุมคุณภาพจะต้องทำการเก็บข้อมูลในการตรวจสอบน้ำหนักสับปะรด โดยมีขนาดจำนวนตัวอย่าง (n) 12 ตัวอย่าง เป็นจำนวน 30 กลุ่มตัวอย่าง และข้อมูลสัด

ส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋อง โดยมีขนาดจำนวนตัวอย่าง (n) 49 ตัวอย่าง เป็นจำนวน 30 กลุ่มตัวอย่าง

สำหรับข้อมูลลักษณะคุณภาพดังกล่าวที่เก็บรวบรวมมา เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) , ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของแต่ละกลุ่มย่อยมีค่าดังในตารางที่ 5.4 และค่าสัดส่วนของเสีย (p) ของแต่ละกลุ่มย่อยมีค่าดังในตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.4 : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดน้ำหนักสับปะรด (หน่วย : ออนซ์) ในแต่ละกลุ่มย่อย เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

กลุ่มที่ (k)	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสับปะรดที่วัดได้ในแต่กลุ่มย่อย	
	$\overline{X}$	S
1	39.50	6.2
2	33.50	0.5
3	33.25	1.3
4	22.30	12.9
5	34.00	6.6
6	28.25	9.1
7	32.75	8.0
8	29.25	7.6
9	29.25	11.2
10	31.25	10.2
11	24.75	11.1
12	27.25	7.9
13	30.25	3.3
14	30.00	13.3
15	24.00	4.2
16	20.00	11.9
17	29.50	8.2
18	27.00	2.5
19	28.75	8.7

ตารางที่ 5.4 (ต่อ) : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดน้ำหนักสับปะรด (หน่วย : ออนซ์) ในแต่ละกลุ่มย่อย เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

กลุ่มที่ (k)	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสับปะรดที่วัดได้ในแต่กลุ่มย่อย	
	$\overline{X}$	S
20	24.25	11.1
21	39.50	7.0
22	33.50	13.0
23	29.96	15.9
24	26.00	7.6
25	34.00	9.5
26	28.50	9.0
27	32.75	10.8
28	32.41	5.2
29	29.25	4.3
30	26.00	16.6
รวม	890.92	254.71

ตารางที่ 5.5 : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจสอบจำนวนของเสียของสับปะรดกระป๋อง เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

กลุ่มที่ (k)	สัดส่วนของเสีย (p)
1	0.065
2	0.061
3	0.082
4	0.122
5	0.102
6	0.102

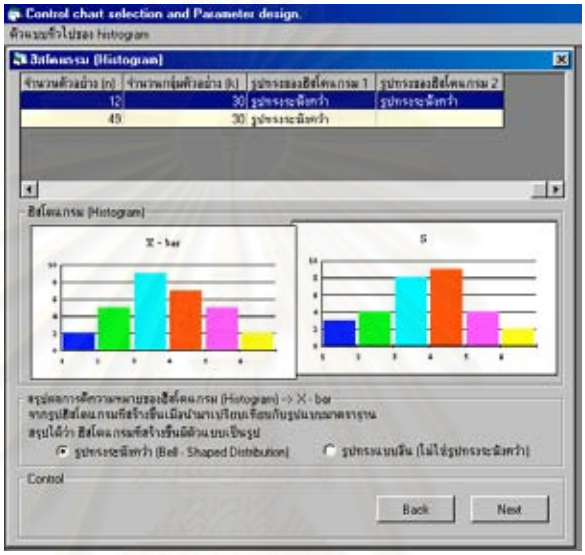
ตารางที่ 5.5 (ต่อ) : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจสอบจำนวนของเสียของสับปะรดกระป๋อง เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

กลุ่มที่ (k)	สัดส่วนของเสีย (p)
7	0.122
8	0.163
9	0.143
10	0.142
11	0.010
12	0.136
13	0.061
14	0.102
15	0.061
16	0.122
17	0.102
18	0.082
19	0.102
20	0.122
21	0.122
22	0.184
23	0.163
24	0.082
25	0.020
26	0.041
27	0.102
28	0.122
29	0.224
30	0.184
รวม	3.248

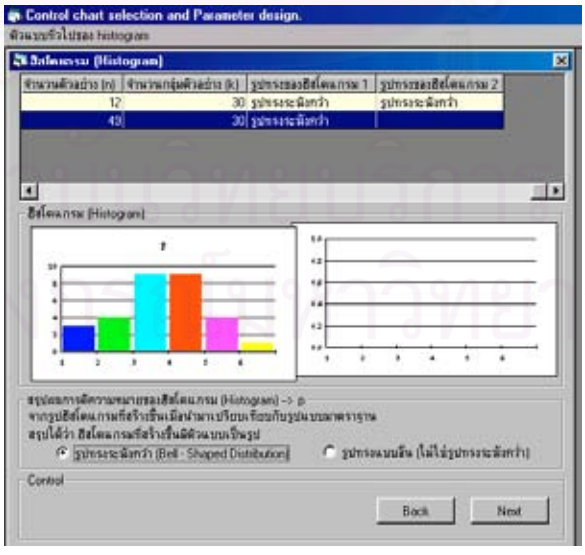
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.บันทึกข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมา โดย Input ค่า $\overline{X}$ และ S สำหรับลักษณะคุณภาพ : น้ำหนักสับปะรด (ดังในตารางที่ 5.4) และค่าสัดส่วนของเสีย (p) สำหรับลักษณะคุณภาพ : สภาพกระป๋องสับปะรด (ดังในตารางที่ 5.5) ลงในโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมทำการสร้างกราฟฮีสโตแกรมและคำนวณหาค่าทางสถิติที่ใช้ทดสอบ ซึ่งได้ผลดังนี้

ลักษณะคุณภาพ : น้ำหนักสับปะรด



ลักษณะคุณภาพ : สภาพกระป๋องสับปะรด



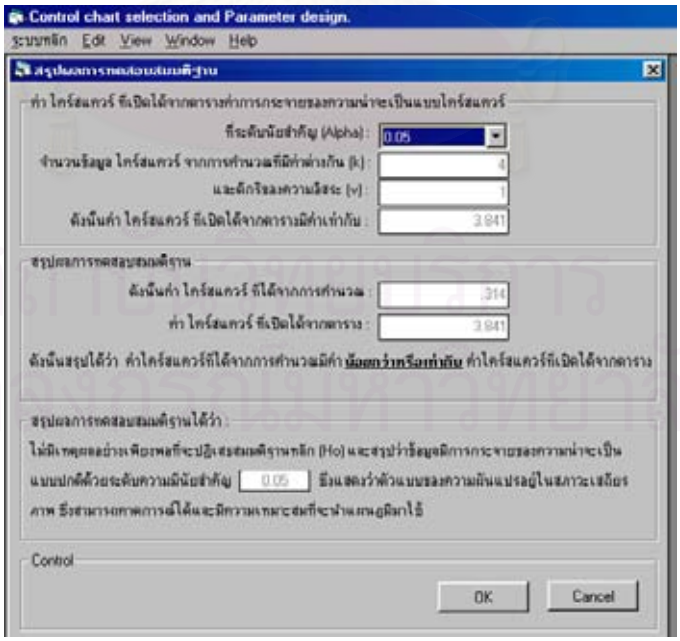
จากรูปฮีสโตแกรมของแผนภูมิ $\overline{X}$,แผนภูมิ S และแผนภูมิ p Chart ที่ได้ ทำการสรุปผลรูปฮีสโตแกรมที่ได้ ว่ามีตัวแบบเป็นรูปใด โดยทำการ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมดังนี้

รูปฮีสโตแกรมของแผนภูมิ $\overline{X}$	รูปทรงระฆังคว่ำ
รูปฮีสโตแกรมของแผนภูมิ S	รูปทรงระฆังคว่ำ
รูปฮีสโตแกรมของ p Chart	รูปทรงระฆังคว่ำ

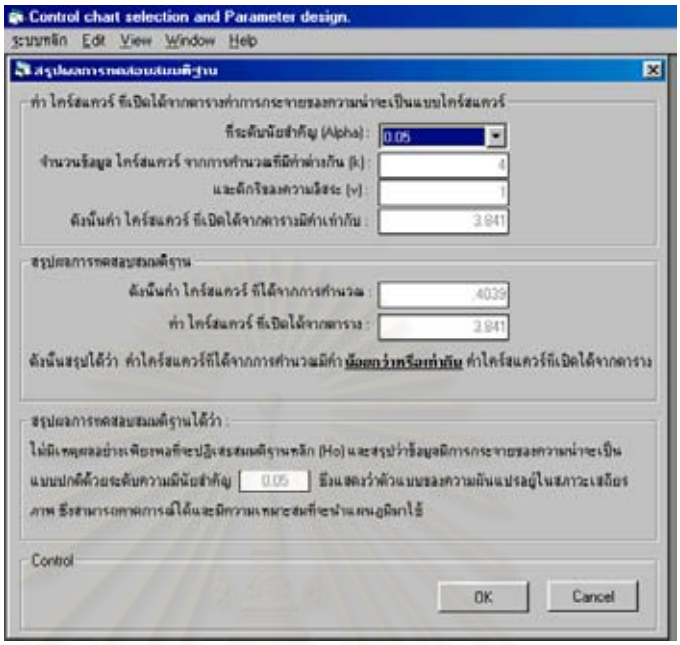
6.ทำการสรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งโปรแกรมจะแสดงผลการทดสอบสมมติฐาน โดยจะทำการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 สำหรับแผนภูมิ $\overline{X}$, แผนภูมิ S และ p Chart ซึ่งได้ผลดังนี้

ชนิดของแผนภูมิควบคุม	ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ	ผลการทดสอบสมมติฐาน
แผนภูมิ $\overline{X}$	0.05	ไม่สามารถปฏิเสธ H_o ได้
แผนภูมิ S	0.05	ไม่สามารถปฏิเสธ H_o ได้
p Chart	0.05	ไม่สามารถปฏิเสธ H_o ได้

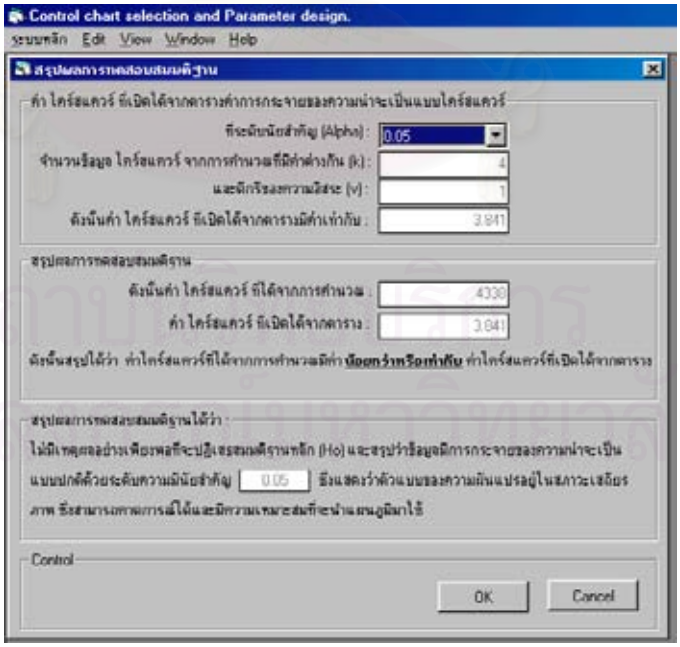
โปรแกรมแสดงผลการทดสอบสมมติฐานของแผนภูมิ $\overline{X}$



โปรแกรมแสดงผลการทดสอบสมมติฐานของแผนภูมิ S



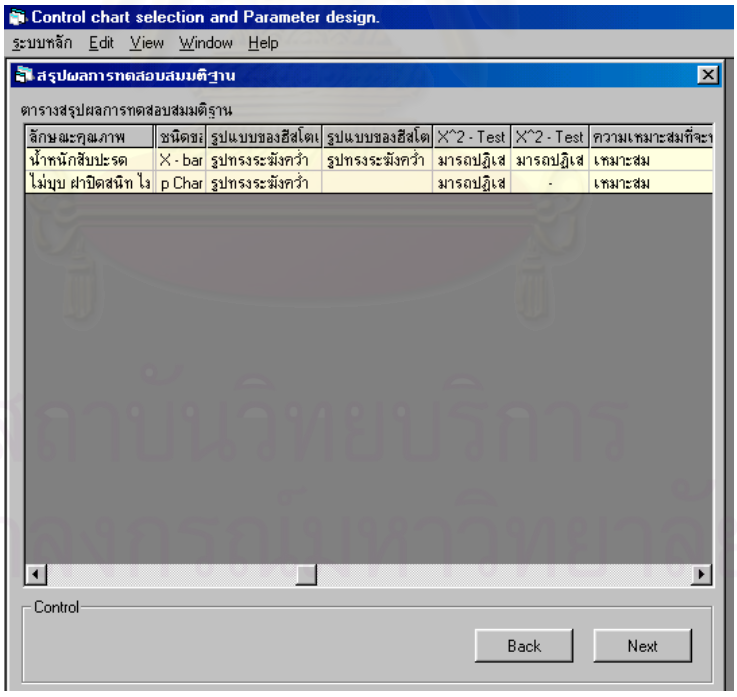
โปรแกรมแสดงผลการทดสอบสมมติฐานของ p Chart



7.เมื่อทำการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะแสดงผลคำตอบที่ได้ในตารางสรุปผลการทดสอบสมมติฐานให้ทราบ ว่าแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้หรือไม่ ซึ่งในตัวอย่างสาธิตนี้ได้คำตอบดังนี้

ลักษณะคุณภาพ	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้	ความเหมาะสมที่จะนำแผนภูมิควบคุมมาใช้
1.น้ำหนักสับปะรด	1.แผนภูมิ $\overline{X}$ และ แผนภูมิ S	1.มีความเหมาะสมที่จะนำแผนภูมิควบคุมมาใช้
2.กระป๋องอยู่ในสภาพดี ไม่บุบ ฝาปิดสนิท ไม่มีรอยตะเข็บแยก	2.p Chart	2.มีความเหมาะสมที่จะนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

โปรแกรมแสดงผลสรุปการทดสอบสมมติฐาน



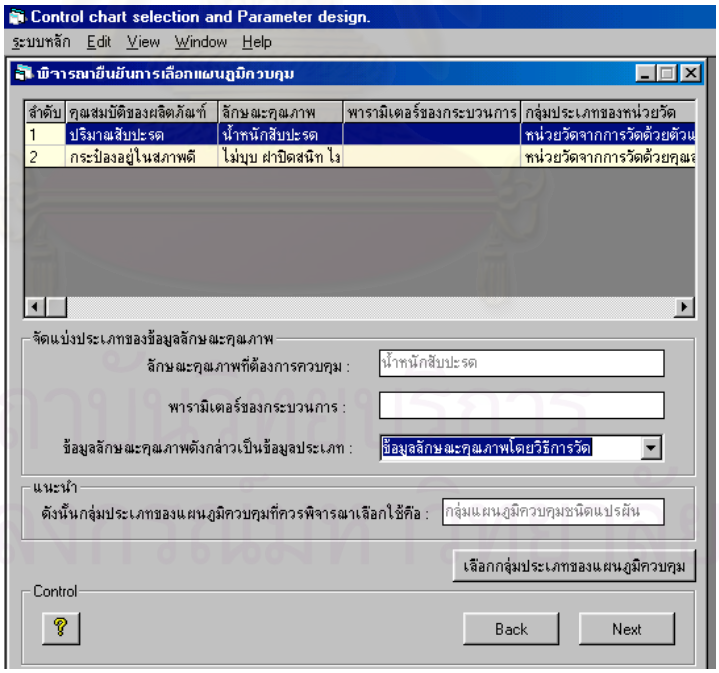
- พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

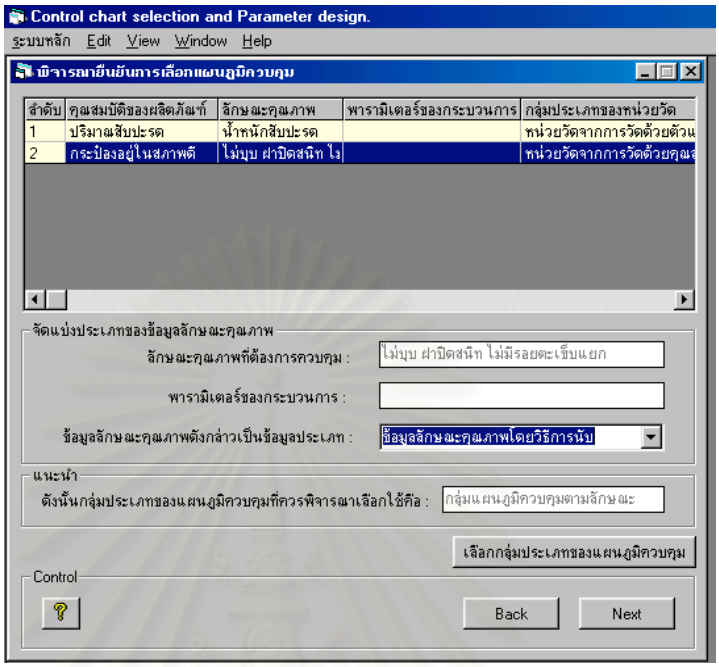
1. ทำการจัดแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ จากข้อมูลตัวอย่างสาธิต ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมคือ น้ำหนักสับปะรด และสภาพกระป๋องสับปะรด ดังนั้นข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้คือ

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	ประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ
1.น้ำหนักสับปะรด 2.กระป๋องอยู่ในสภาพดี ไม่บุบ ฝาปิดสนิท ไม่มีรอยตะเข็บแยก	1.ข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการวัด 2. ข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการนับ

ลักษณะคุณภาพ : น้ำหนักสับปะรด



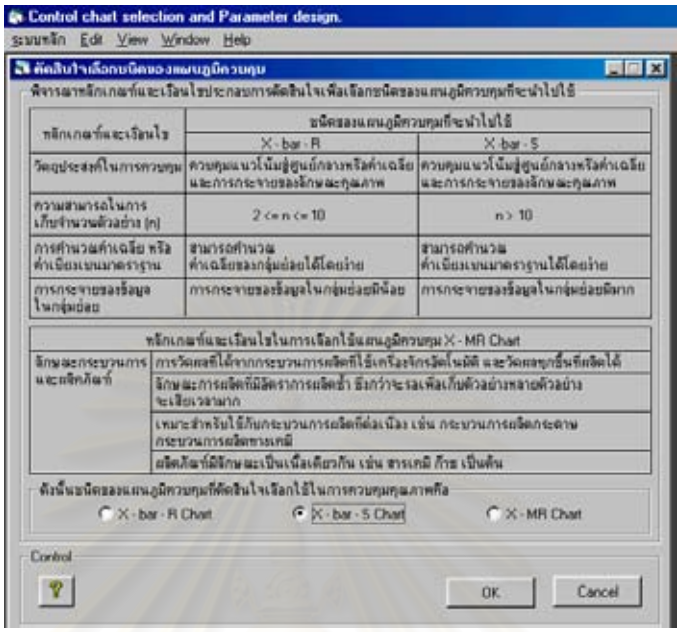
ลักษณะคุณภาพ : สภาพกระป๋องสับปะรด



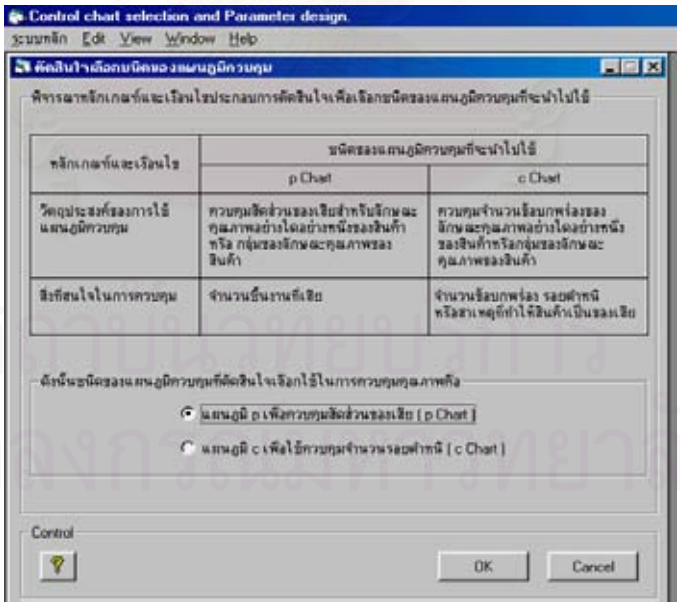
2.พิจารณาหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม และชนิดของแผนภูมิควบคุมที่จะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ จากข้อมูลตัวอย่างสาธิต ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมคือ น้ำหนักสับปะรด และสภาพกระป๋องสับปะรด ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมแล้ว ข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้คือ

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	กลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้
1.น้ำหนักสับปะรด 2.กระป๋องอยู่ในสภาพดี ไม่บุบ ฝาปิดสนิท ไม่มีรอยตะเข็บแยก	1.กลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน 2.กลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ	1.แผนภูมิ $\overline{X}$ - S Chart 2.p Chart

ลักษณะคุณภาพ : น้ำหนักสับปะรด



ลักษณะคุณภาพ : สภาพกระป๋องสับปะรด



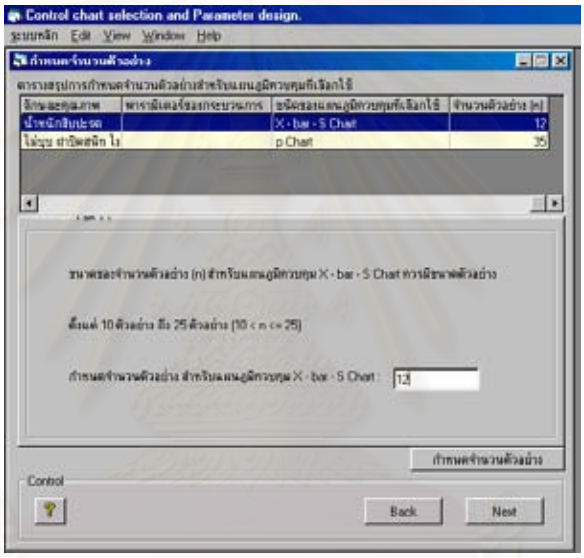
- กำหนดจำนวนตัวอย่าง

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมดังนี้

1.กำหนดจำนวนตัวอย่างที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม ซึ่งจำนวนตัวอย่างที่

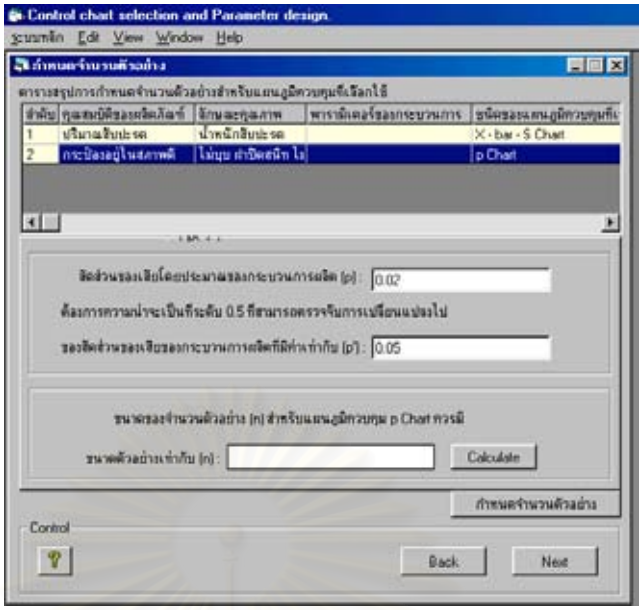
จะทำการเก็บขึ้นอยู่กับชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ จากตัวอย่างสาธิตสำหรับการควบคุมน้ำหนักสับปะรดที่เลือกใช้แผนภูมิ $\overline{X}$ - S Chart ในการควบคุมคุณภาพ หัวหน้าแผนกควบคุมคุณภาพได้ตัดสินใจที่จะใช้จำนวนตัวอย่าง (n) เท่ากับ 12 ตัวอย่าง โดยจะทำการเก็บข้อมูลเป็นจำนวน 30 กลุ่มตัวอย่างในการสุ่มตรวจสอบ

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
1.น้ำหนักสับปะรด	1.แผนภูมิ $\overline{X}$ - S Chart	12	30



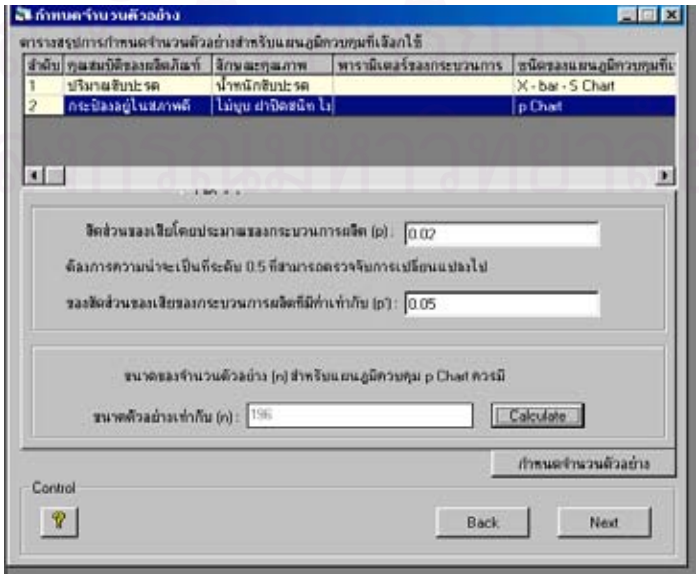
2.สำหรับการตรวจสอบสภาพกระป๋องที่เลือกใช้แผนภูมิ p Chart ในการควบคุมคุณภาพ หัวหน้าแผนกควบคุมคุณภาพได้กำหนดค่าสัดส่วนของเสียของกระบวนการผลิต (p') ที่ต้องการให้สามารถจับการเปลี่ยนแปลงไปที่ระดับความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.5 ให้มีค่าเท่ากับ 0.05 โดยที่ค่าสัดส่วนของเสียโดยประมาณของกระบวนการผลิต (p) มีค่า 0.02 ดังนั้นข้อมูลที่ต้อง Input ลงในโปรแกรมเพื่อทำการคำนวณหาค่าจำนวนตัวอย่างดังนี้

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้	p	p'
1.กระป๋องอยู่ในสภาพดี ไม่บุบ ฝาปิดสนิท ไม่มีรอยตะเข็บแยก	1.p Chart	0.02	0.05



3.เมื่อ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาจำนวนตัวอย่างให้ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
1.น้ำหนักสับปะรด 2.กระป๋องอยู่ในสภาพดี ไม่บุบ ฝาปิดสนิท ไม่มีรอยตะเข็บแยก	1.แผนภูมิ $\overline{X}$ - S Chart 2.p Chart	12 196	30 30



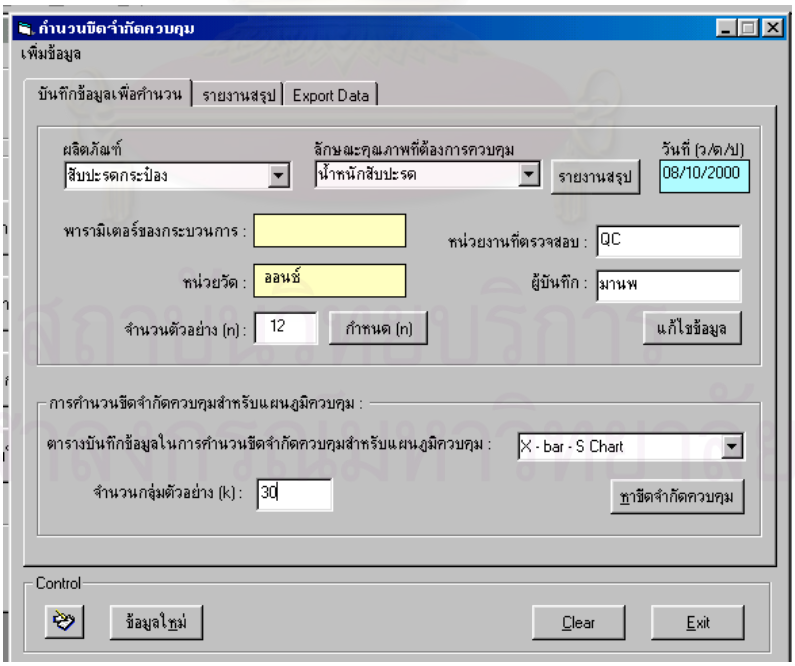
- คำนวณขีดจำกัดควบคุม

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

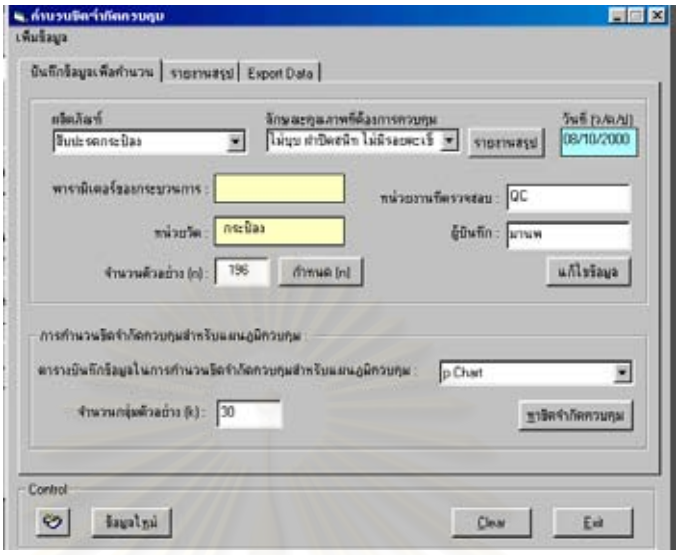
1.เก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะคุณภาพเพื่อหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ และสร้างแผนภูมิควบคุม ซึ่งมีขนาดจำนวนตัวอย่าง (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) ดังนี้

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
1.น้ำหนักสับปะรด	12	30
2.กระป๋องอยู่ในสภาพดี ไม่บุบ ฝาปิดสนิท ไม่มีรอยตะเข็บแยก	196	30

ลักษณะคุณภาพ : น้ำหนักสับปะรด



ลักษณะคุณภาพ : สภาพกระป๋องสับปะรด



ซึ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาเมื่อนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S ในแต่ละกลุ่มย่อยมีค่าดังในตารางที่ 5.6 และค่าสัดส่วนของเสีย (p) ในแต่ละกลุ่มย่อยมีค่าดังในตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.6 : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดน้ำหนักสับปะรด (หน่วย : ออนซ์) ในแต่ละกลุ่มย่อย เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม

กลุ่มที่ (k)	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสับปะรดที่วัดได้ในแต่กลุ่มย่อย	
	$\overline{X}$	S
1	31.25	7.5
2	23.25	5.8
3	29.00	6.8
4	32.00	12.1
5	36.00	10.7
6	31.00	4.6
7	27.50	7.0
8	26.50	10.2
9	28.50	5.6

ตารางที่ 5.6 (ต่อ) : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดน้ำหนักสับปะรด (หน่วย : ออนซ์) ในแต่ละกลุ่มย่อย เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม

กลุ่มที่ (k)	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสับปะรดที่วัดได้ในแต่กลุ่มย่อย	
	$\overline{X}$	S
10	31.50	10.8
11	31.75	9.1
12	34.50	7.6
13	36.50	9.4
14	24.53	11.5
15	29.25	9.1
16	23.75	4.4
17	23.00	4.3
18	28.25	12.5
19	32.25	4.0
20	26.75	9.5
21	36.00	3.2
22	27.75	12.2
23	28.25	11.7
24	26.25	5.4
25	27.00	12.7
26	32.25	7.4
27	31.75	6.3
28	35.25	6.3
29	26.75	7.1
30	35.25	10.0
รวม	886.50	249.40

ตารางที่ 5.7 : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจสอบจำนวนของเสียของสับปะรดกระป๋อง เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม

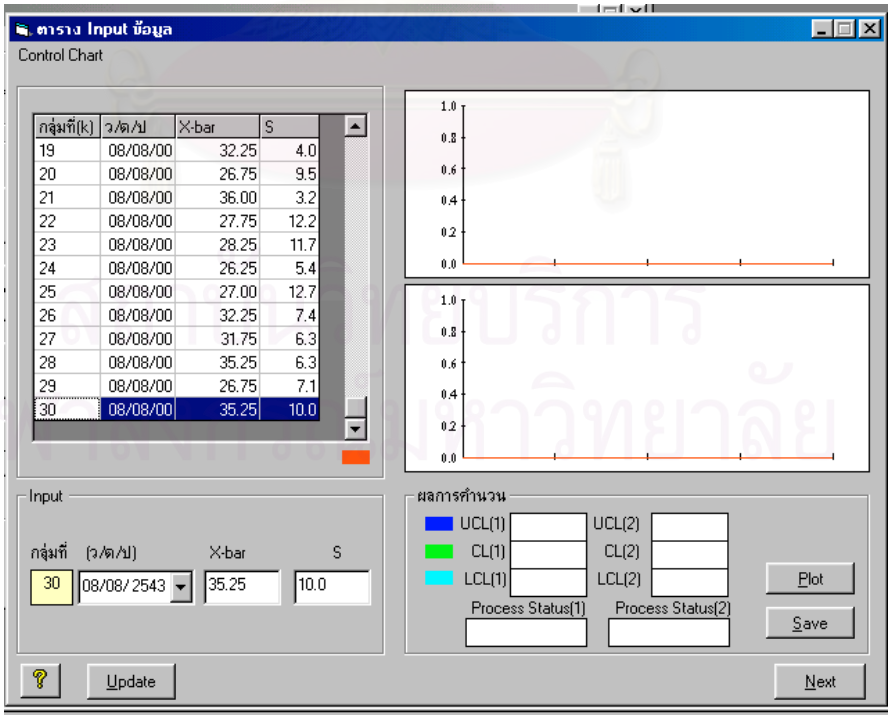
กลุ่มที่ (k)	สัดส่วนของเสีย (p)
1	0.040
2	0.010
3	0.030
4	0.013
5	0.000
6	0.020
7	0.020
8	0.003
9	0.027
10	0.037
11	0.007
12	0.033
13	0.030
14	0.010
15	0.000
16	0.017
17	0.023
18	0.027
19	0.035
20	0.007
21	0.017
22	0.020
23	0.000
24	0.010
25	0.007

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

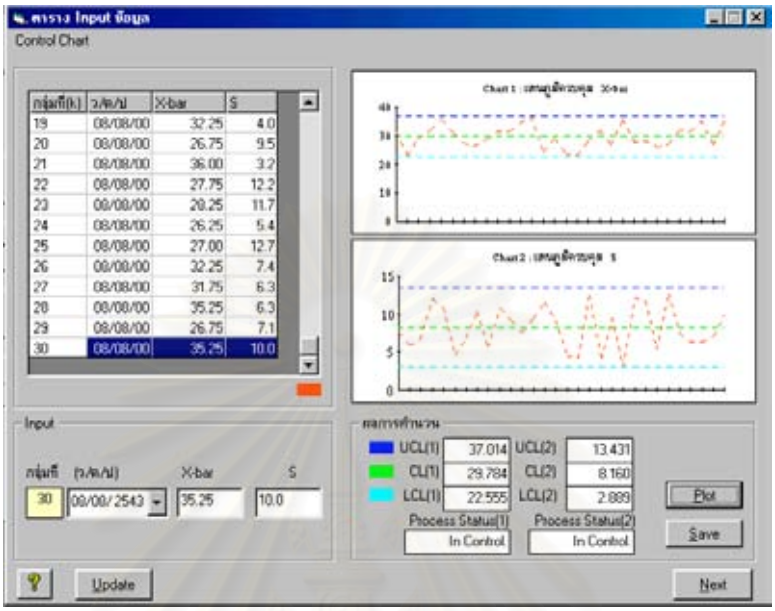
ตารางที่ 5.7 (ต่อ) : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจสอบจำนวนของเสียของสับปะรดกระป๋อง เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม

กลุ่มที่ (k)	สัดส่วนของเสีย (p)
26	0.033
27	0.030
28	0.010
29	0.000
30	0.017
รวม	0.551

2.บันทึกข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาลงในโปรแกรม โดย Input ค่า $\overline{X}$ และ S (ดังในตารางที่ 5.6) ลงในโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุม และสร้างแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ - S Chart



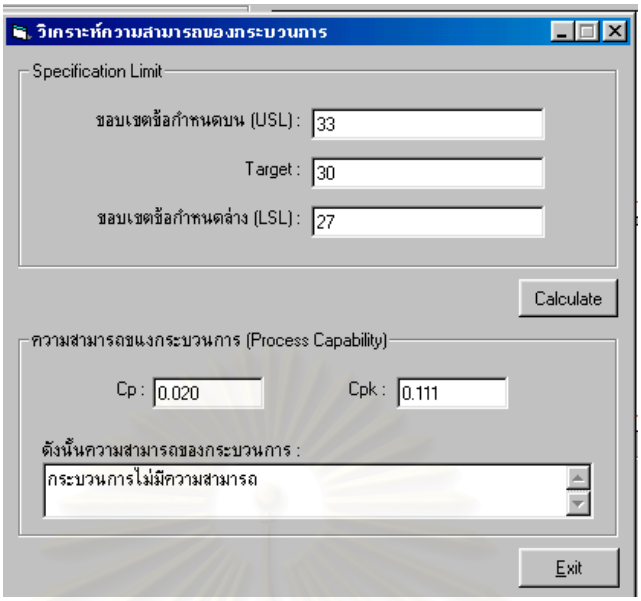
3.เมื่อ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ - S Chart ดังนี้



4. ทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ โดยคลิกไปที่ปุ่ม “ Next ” จากนั้นทำการ Input ข้อมูลเกี่ยวกับขอบเขตข้อกำหนดบนและล่างของผลิตภัณฑ์เพื่อให้โปรแกรมคำนวณหาค่า C_P และ C_{PK} เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

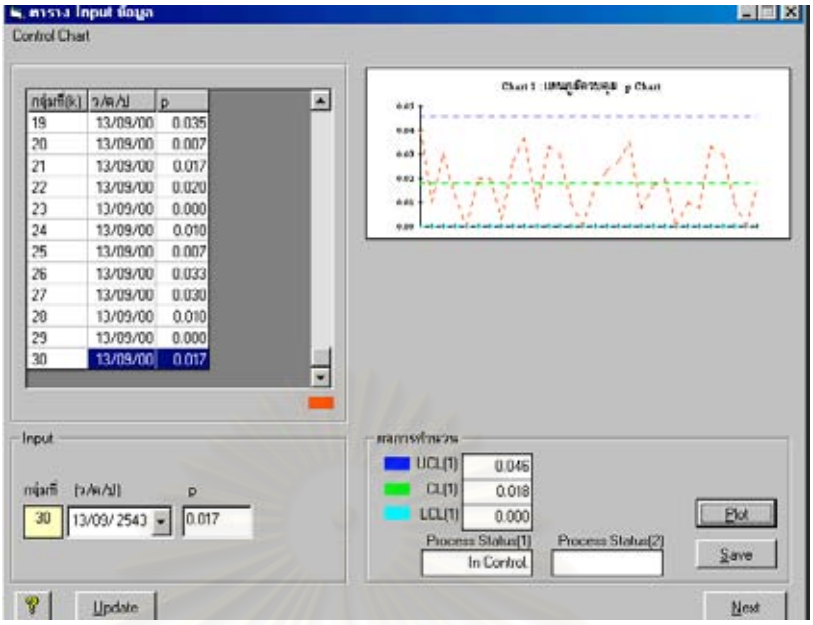
Specification : 30 $\pm$ 3 ออนซ์		
USL	Target	LSL
33 ออนซ์	30 ออนซ์	27 ออนซ์

5. เมื่อ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่า C_P และ C_{PK} เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการดังนี้



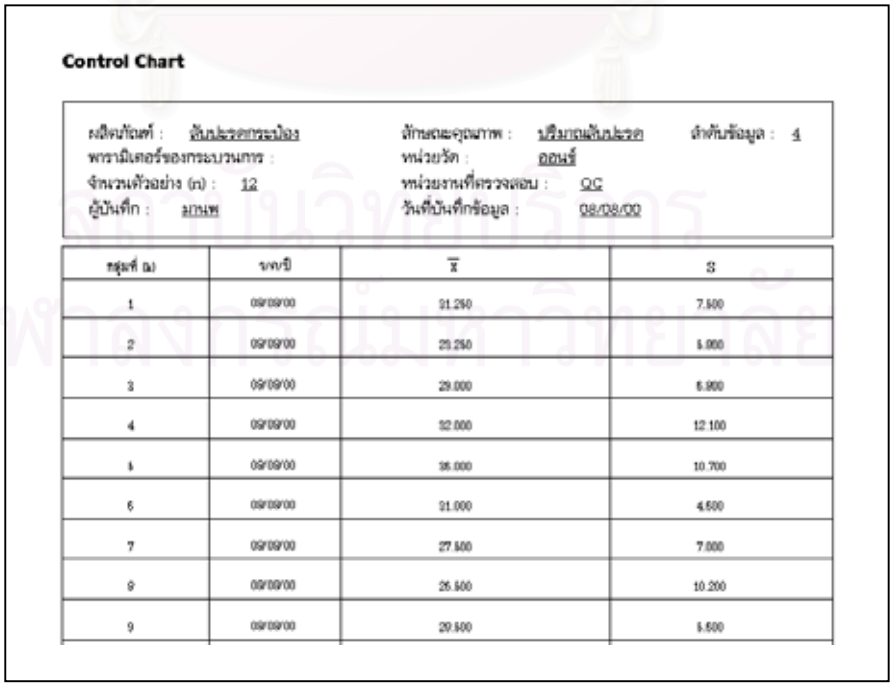
6. บันทึกข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาลงในโปรแกรม โดย Input ค่าสัดส่วนของเสีย (p) ดังในตารางที่ 5.7 ลงในโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุม และสร้างแผนภูมิควบคุม p Chart

7. เมื่อ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุม p Chart ดังนี้



8. ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลออกสู่ภายนอก (Data Exporting) สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ และแผนภูมิควบคุม (Control chart) ที่โปรแกรมสร้างขึ้น สามารถทำได้โดยเลือกไปที่คำสั่ง “ EXPORT “ โปรแกรมจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและส่งข้อมูลไปที่ Crystal Reports ซึ่งจะปรากฏข้อมูลดังนี้

ลักษณะคุณภาพ : น้ำหนักสับปะรด



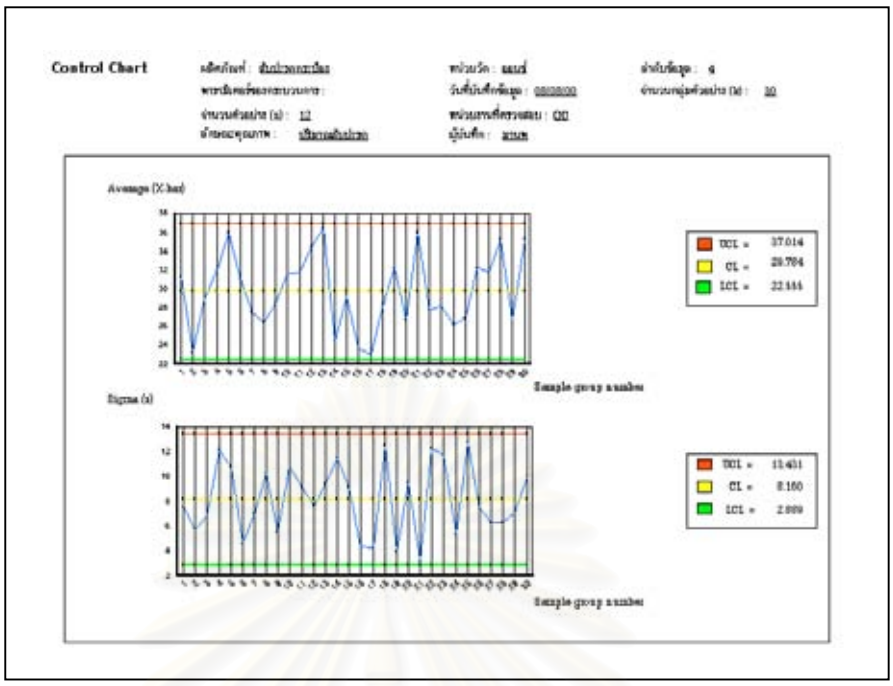
Control Chart

ผลิตภัณฑ์ : สับปะรดกระป๋อง
พารามิเตอร์ของกระบวนการ :
จำนวนตัวอย่าง (n) : 12
ผู้บันทึก : มานพ

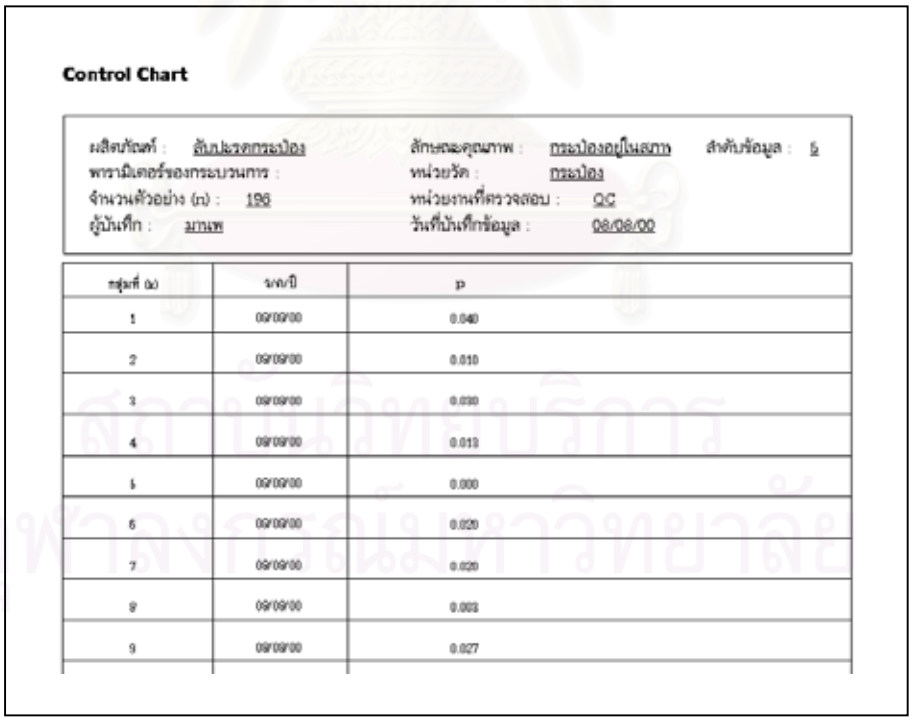
ลักษณะคุณภาพ : ปริมาณสับปะรด
หน่วยวัด : ออนซ์
หน่วยงานที่ตรวจสอบ : QC
วันที่บันทึกข้อมูล : 08/08/00

ลำดับข้อมูล : 4

กลุ่มที่ (k)	ว/ด/ป	$\bar{X}$	S
1	09/09/00	31.250	7.500
2	09/09/00	25.250	5.000
3	09/09/00	29.000	6.900
4	09/09/00	32.000	12.100
5	09/09/00	35.000	10.700
6	09/09/00	31.000	4.500
7	09/09/00	27.500	7.000
8	09/09/00	26.500	10.200
9	09/09/00	29.500	5.500



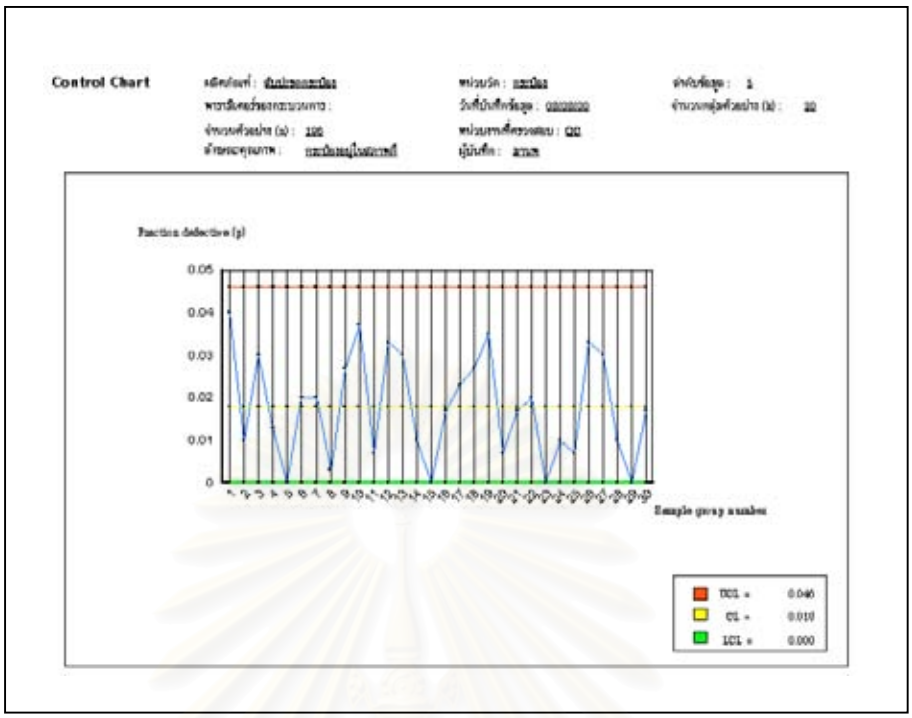
ลักษณะคุณภาพ : สภาพกระป๋องสับปะรด



Control Chart

ผลิตภัณฑ์ :	สับปะรดกระป๋อง	ลักษณะคุณภาพ :	กระป๋องอยู่ในสภาพ	สำหรับข้อมูล : 5
พารามิเตอร์ของกระบวนการ :		หน่วยวัด :	กระป๋อง	
จำนวนตัวอย่าง (n) :	196	หน่วยงานที่ตรวจสอบ :	QC	
ผู้บันทึก :	มานพ	วันที่บันทึกข้อมูล :	08/08/00	

กลุ่มที่ (x)	ว/ด/ป	p
1	09/09/00	0.040
2	09/09/00	0.010
3	09/09/00	0.030
4	09/09/00	0.013
5	09/09/00	0.000
6	09/09/00	0.020
7	09/09/00	0.020
8	09/09/00	0.003
9	09/09/00	0.027



- สรุปผลการสาธิตการทำงานของโปรแกรมโดยข้อมูลสาธิต

จากตัวอย่างสาธิตเรื่องโรงงานผลิตสับปะรดกระป๋องนี้ เมื่อนำโปรแกรม Control chart selection and Parameter design (CCSP) มาช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม ให้ผลดังนี้

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	หน่วยวัด	แผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
1.น้ำหนักสับปะรด	ออนซ์	แผนภูมิ $\overline{X}$ และ แผนภูมิ S	12	30
2.กระป๋องอยู่ในสภาพดี ไม่บุบ ฝาปิดสนิท ไม่มีรอยตะเข็บแยก	กระป๋อง	p Chart	196	30

ชนิดของแผนภูมิควบคุม	ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ (Control limit)		
	UCL	CL	LCL
1. แผนภูมิ $\overline{X}$	37.014	29.784	22.555
2. แผนภูมิ S	13.431	8.160	2.889
3. p Chart	0.046	0.018	0.000

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ		
C_P	C_{PK}	ความสามารถของกระบวนการ
0.020	0.111	กระบวนการไม่มีความสามารถ

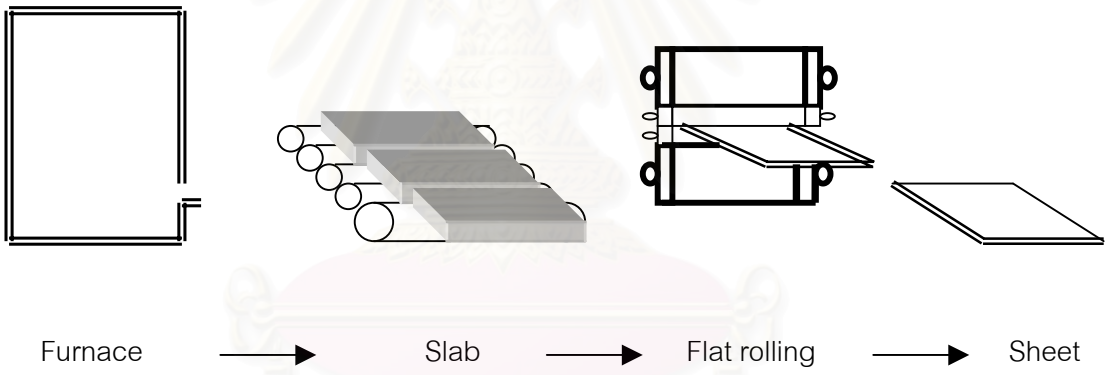
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 Mild steel sheet metal

บริษัท Flatt Sheet Metal Company เป็นซัพพลายเออร์รายใหญ่ในการผลิตเหล็กแผ่น (Mild steel sheet metal) ให้กับโรงงาน Automobile ซึ่งเป็นโรงงานชั้นนำที่ทำการผลิตรถยนต์ ซึ่งโรงงานดังกล่าวมีข้อกำหนดทางด้านคุณภาพที่กำหนดโดยวิศวกรออกแบบ (Design engineers) ของโรงงานในการตรวจรับสินค้าจากบริษัทค่อนข้างเข้มงวด

หัวหน้าฝ่ายผลิตได้พิจารณาข้อมูลจากประวัติข้อมูลของเครื่องจักร พบว่ามีการปรับแต่งเครื่อง Rolling Mills และ Furnaces เพื่อควบคุม Tolerances ให้ได้ตามข้อกำหนดทางด้านคุณภาพ ซึ่งจะต้องหยุดสายการผลิตก่อนจนกว่าจะทำการปรับแต่งเครื่องเสร็จ

เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต หัวหน้าฝ่ายผลิตได้ตัดสินใจที่จะนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ในการ Monitor กระบวนการผลิต ซึ่งมีกระบวนการผลิตผลิตเป็นแบบต่อเนื่อง และใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในการผลิต ดังในรูป



รูปที่ 5.2 : กระบวนการผลิต Mild steel sheet metal

จากรูปดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงขั้นตอน Flat-rolling process ซึ่งเริ่มต้นที่กระบวนการป้อนแผ่นเหล็ก (metal slabs) จากเตาหลอม (Furnace) ไปที่เครื่อง Pressurized cylindrical rolling ที่มีอุณหภูมิสูงอยู่ตลอดเวลาเพื่อทำการรีดแผ่นเหล็ก ซึ่งจะทำให้ได้แผ่นเหล็กที่บาง (sheet) ออกมา โดยขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิตคือการนำแผ่นเหล็กบางๆ (sheet) ที่ได้นำไปเข้าเครื่องรีดเย็น (Cold rolling) เพื่อให้ได้ความหนาตามที่ต้องการและตกแต่งทำให้ผิวเรียบ (surface finish)

ลักษณะคุณภาพที่ทางหัวหน้าฝ่ายผลิตต้องการควบคุมคือ ความหนาของแผ่นเหล็ก (Thickness of Sheet) ซึ่งข้อกำหนดที่ทางโรงงาน Automobile ต้องการ คือ แผ่นเหล็กมีความหนาอยู่ในช่วง 2.3470 $\pm$ 0.0050 มิลลิเมตร ทั้งนี้ในการควบคุมความหนาของแผ่นเหล็ก (sheet) สามารถทำการควบคุมได้โดยทำการปรับระดับความดันที่เครื่อง Pressurized cylindrical rolling

หมายเหตุ : ที่มาของข้อมูลในตัวอย่างสาธิตดังกล่าวนี้มาจาก William J.Kolarik , Creating Quality , International Edition (Singapore : McGraw-Hill , 1995) และข้อมูลบางส่วนได้ทำการจำลอง (Simulate) ข้อมูลมาเนื่องจากข้อมูลในตัวอย่างสาธิตมีไม่เพียงพอ

5.3.1 สาธิตการนำโปรแกรม Control chart selection and Parameter design (CCSP) มาช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม สำหรับควบคุมคุณภาพ Mild steel sheet metal

- กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม

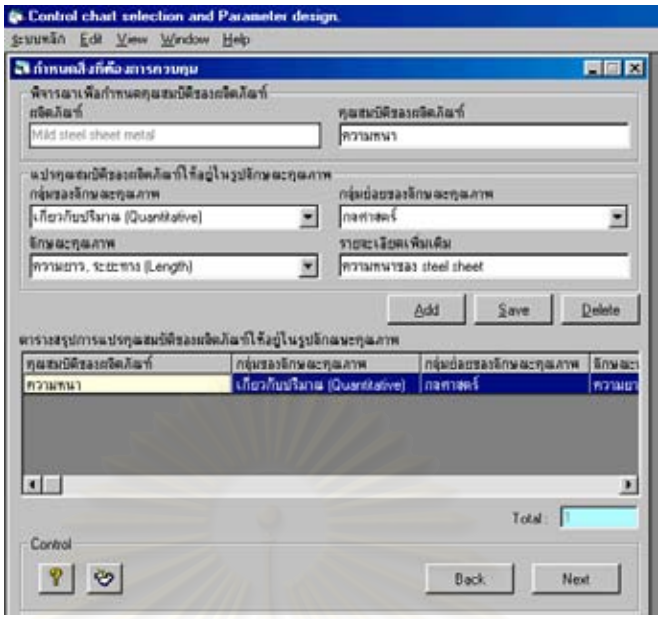
จากตัวอย่างสาธิตในข้อนี้ทำให้ทราบถึงข้อมูลต่างๆดังนี้

ข้อกำหนดของลูกค้า	คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์	ลักษณะคุณภาพ
ความหนาของ steel sheet 2.3470 $\pm$ 0.0050 มิลลิเมตร	ความหนา	ความหนาของ steel sheet

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ และแปรคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ ซึ่งมีข้อมูลที่ Input ลงในโปรแกรมดังนี้

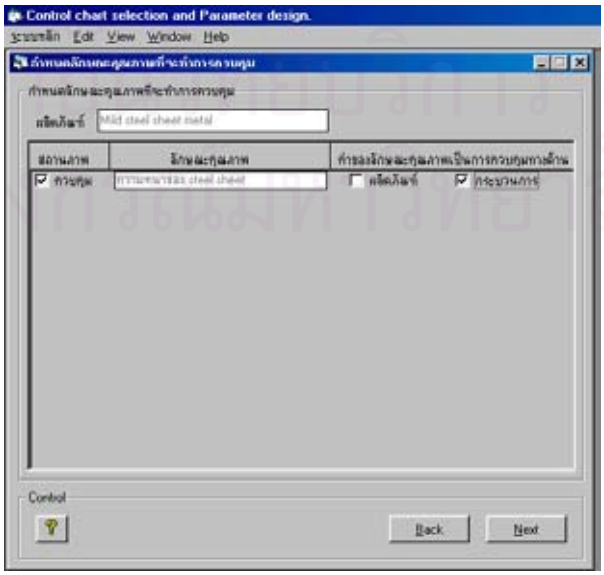
คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์	กลุ่มของลักษณะคุณภาพ	กลุ่มย่อยของลักษณะคุณภาพ	ลักษณะคุณภาพ	รายละเอียดเพิ่มเติม
ความหนา	เกี่ยวกับปริมาณ	กลศาสตร์	ความยาว , ระยะทาง	ความหนาของ steel sheet



2.จัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพเพื่อเลือกลักษณะคุณภาพที่สำคัญสุดมาทำการควบคุม (ในกรณีที่มีลักษณะคุณภาพมากกว่า 1 ตัว) ซึ่งในตัวอย่างนี้มีเพียง 1 ตัวเท่านั้นจึงไม่ต้องจัดลำดับ

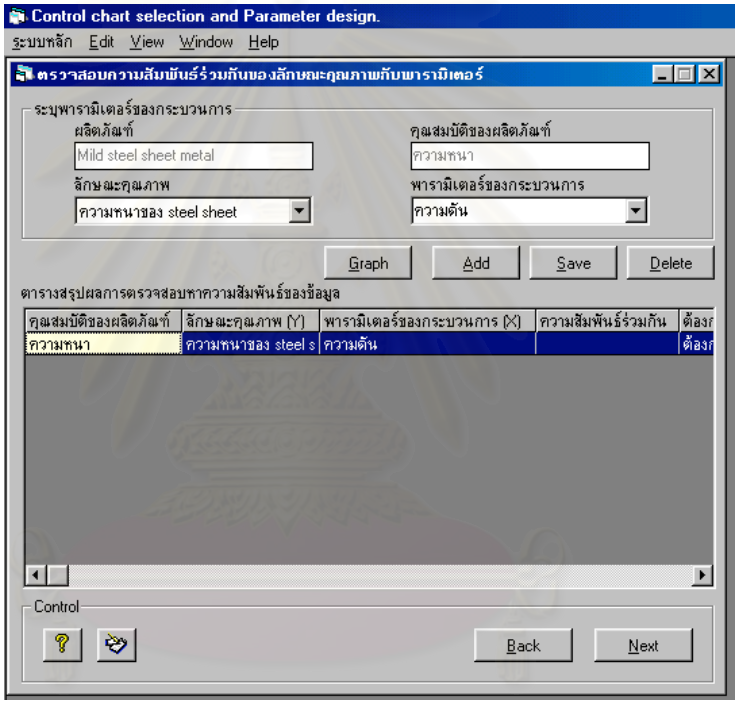
3.กำหนดลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม ซึ่งจากตัวอย่างสาธิตมีข้อมูลที่ Input ลงในโปรแกรมดังนี้คือ

ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	ค่าของลักษณะคุณภาพเป็นการควบคุมทางด้าน
ความหนาของ steel sheet	กระบวนการ



4.ระบุพารามิเตอร์ของกระบวนการที่คาดว่ามีผลกระทบต่อลักษณะคุณภาพ เพื่อตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้แผนภาพการกระจาย (Scatter diagram) ช่วยในการวิเคราะห์จากข้อมูลในตัวอย่างสาธิต มีข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมดังนี้

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์	ลักษณะคุณภาพ	พารามิเตอร์ของกระบวนการ
ความหนา	ความหนาของ steel sheet	ระดับความดันที่เครื่อง Pressurized cylindrical rolling



5.เก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะคุณภาพและพารามิเตอร์ของกระบวนการ ซึ่งจะต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างน้อย 30 ข้อมูล ดังนั้นหัวหน้าฝ่ายผลิตจึงได้มอบหมายให้พนักงานไปทำการเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าวเพื่อทำการตรวจสอบหาความสัมพันธ์ร่วมกัน โดยมีข้อมูลดังในตารางที่ 5.8 ดังนี้

ตารางที่ 5.8 : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของลักษณะคุณภาพกับพารามิเตอร์ของกระบวนการ

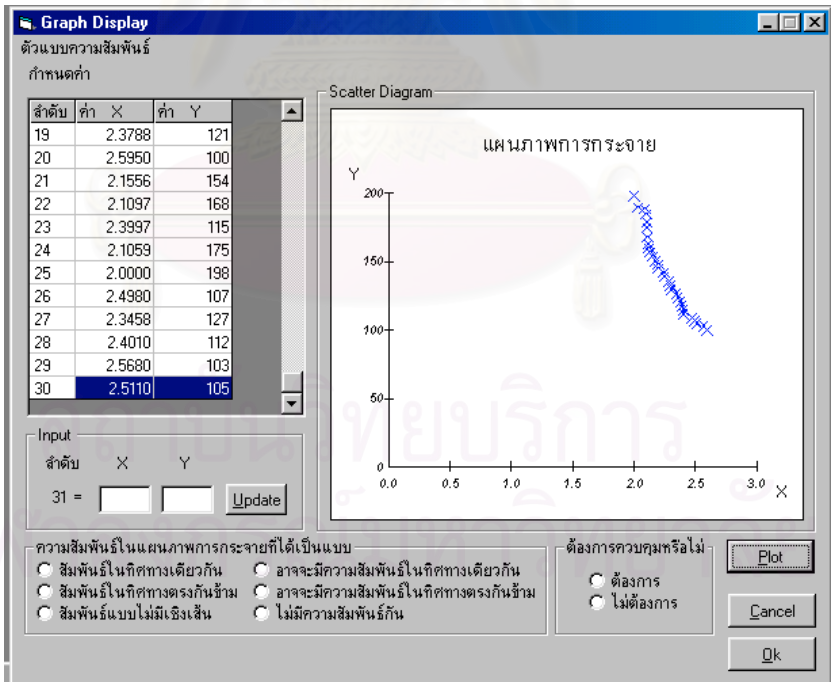
กลุ่มที่	ลักษณะคุณภาพ (X) : ความหนาของ steel sheet หน่วย : มิลลิเมตร	พารามิเตอร์ของกระบวนการ (Y) : ความดัน หน่วย : ปาสคาล (Pa)
1	2.1155	163
2	2.3598	124
3	2.1020	179
4	2.3892	118
5	2.4750	109
6	2.0997	185
7	2.3015	130
8	2.2456	142
9	2.0321	190
10	2.1345	157
11	2.2487	139
12	2.3002	133
13	2.1197	160
14	2.2015	145
15	2.0897	189
16	2.1987	148
17	2.1789	151
18	2.2897	136
19	2.3788	121
20	2.5950	100
21	2.1556	154
22	2.1097	168
23	2.3997	115
24	2.1059	175
25	2.0000	198

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 (ต่อ) : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของลักษณะคุณภาพกับพารามิเตอร์ของกระบวนการ

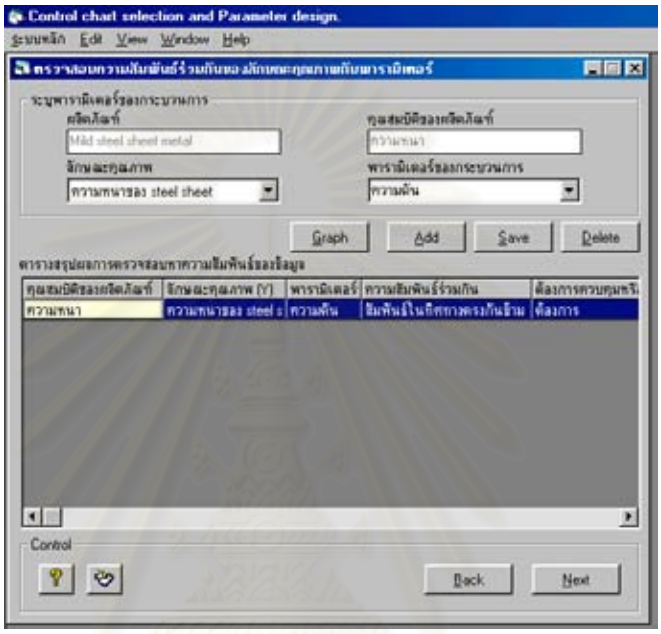
กลุ่มที่	ลักษณะคุณภาพ (X) : ความหนาของ steel sheet หน่วย : มิลลิเมตร	พารามิเตอร์ของกระบวนการ (Y) : ความดัน หน่วย : ปาสคาล (Pa)
26	2.4980	107
27	2.3458	127
28	2.4010	112
29	2.5680	103
30	2.5110	105

6.บันทึกข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมา โดย Input ค่า X และ ค่า Y ดังในตาราง 5.8 ลงในโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมทำการสร้างแผนภาพการกระจาย (Scatter diagram) ซึ่งได้ผลดังนี้



จากรูปแผนภาพการกระจายที่ได้ ทำการสรุปผลการตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของความหนาของ steel sheet กับ ความดัน ว่ามีความสัมพันธ์กันเป็นแบบใด โดยทำการ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมดังนี้

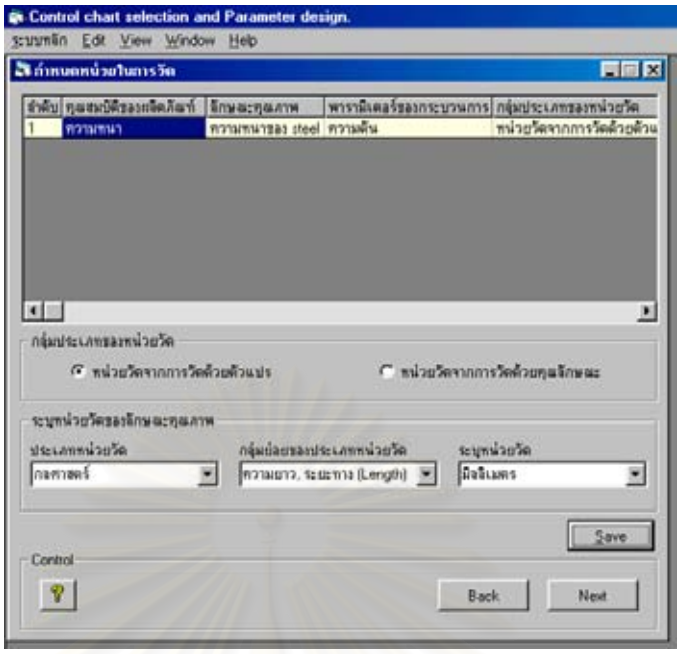
ลักษณะคุณภาพ	พารามิเตอร์ของกระบวนการ	รูปแบบความสัมพันธ์	ต้องการควบคุมหรือไม่
ความหนาของ steel sheet	ระดับความดันที่เครื่อง Pressurized cylindrical rolling	สัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม	ต้องการ



- กำหนดหน่วยในการวัด

จากข้อมูลตัวอย่างสาธิต ทางฝ่ายผลิตได้กำหนดหน่วยในการตรวจวัดความหนาของ steel sheet คือ มิลลิเมตร ดังนั้นข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้

ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	กลุ่มประเภทของหน่วยวัด	ประเภทหน่วยวัด	กลุ่มย่อยของประเภทหน่วยวัด	หน่วยวัด
ความหนาของ steel sheet	หน่วยวัดจากการวัดด้วยตัวแปร	กลศาสตร์	ความยาว , ระยะทาง	มิลลิเมตร



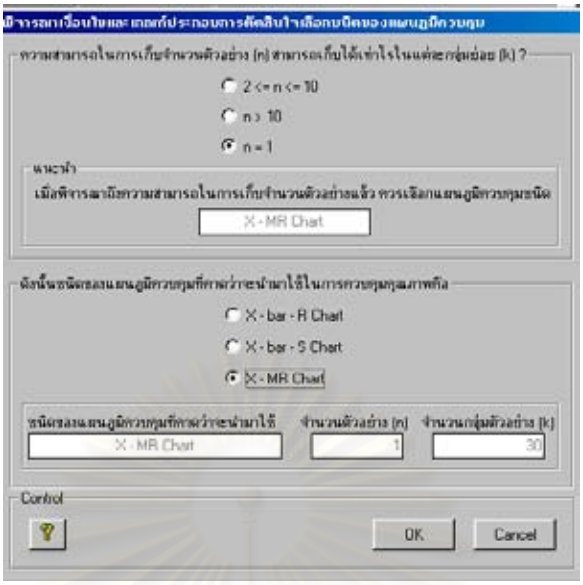
- ตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

ทำการ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

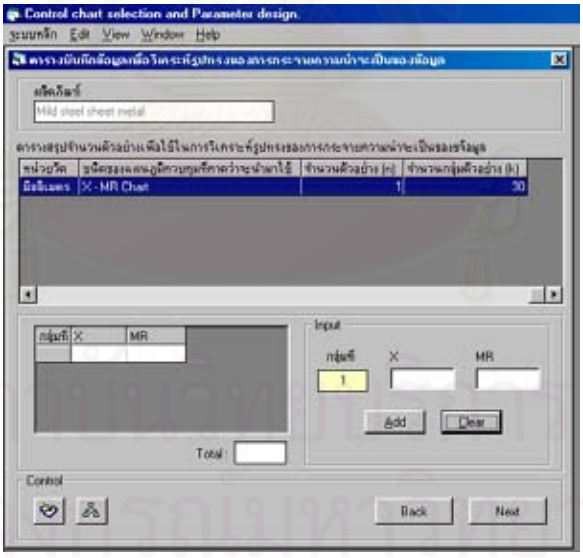
1. เลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม และชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ เพื่อกำหนดจำนวนตัวอย่างในการวิเคราห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

ซึ่งจากตัวอย่างสาธิต หัวหน้าฝ่ายผลิตได้พิจารณาถึงลักษณะของกระบวนการผลิตและความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง พบว่าความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n) ในการสุ่มตรวจสอบมีค่าเท่ากับ 1 ตัวอย่าง ดังนั้นจำนวนตัวอย่าง (n) ที่เลือกใช้คือ n = 1 ตัวอย่าง ข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้

กลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม	ความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n)	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้
แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน	n = 1	X – MR Chart



2.ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะคุณภาพ คือ ความหนาของ steel sheet ซึ่งในโปรแกรมจะแสดงค่าจำนวนตัวอย่าง (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) ที่ใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลให้ทราบ



ดังนั้นหัวหน้าฝ่ายผลิตจะต้องทำการเก็บข้อมูลในการตรวจสอบความหนาของ steel sheet โดยมีขนาดจำนวนตัวอย่าง (n) 1 ตัวอย่าง เป็นจำนวน 30 กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาเมื่อนำมาหาค่าผลต่างระหว่างข้อมูลเดี่ยวที่ติดกัน (MR) ของแต่ละกลุ่มย่อยมีค่าดังในตารางที่ 5.9

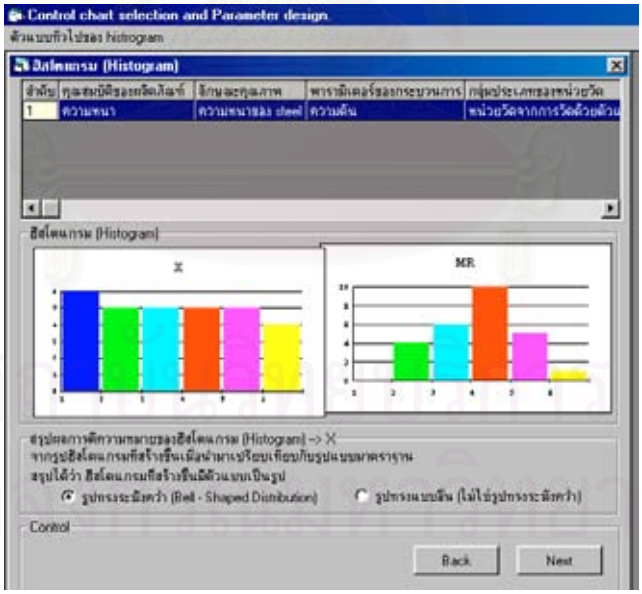
ตารางที่ 5.9 : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดความหนาของ steel sheet ในแต่ละกลุ่มย่อย (หน่วย : mm) เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

กลุ่มที่ (k)	ค่าเฉลี่ยความหนาของ steel sheet ที่วัดได้ในแต่ละกลุ่มย่อย	
	X	MR
1	2.2316	
2	2.2379	0.0063
3	2.2406	0.0027
4	2.2508	0.0102
5	2.2549	0.0041
6	2.2658	0.0109
7	2.2744	0.0086
8	2.2747	0.0003
9	2.2838	0.0091
10	2.2901	0.0063
11	2.3033	0.0132
12	2.3123	0.0090
13	2.3138	0.0015
14	2.3217	0.0079
15	2.3378	0.0161
16	2.3433	0.0055
17	2.3578	0.0145
18	2.3662	0.0084
19	2.3714	0.0052
20	2.3829	0.0115
21	2.3903	0.0074
22	2.4029	0.0126
23	2.4116	0.0087
24	2.4211	0.0095
25	2.4249	0.0038

ตารางที่ 5.9 (ต่อ) : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดความหนาของ steel sheet ในแต่ละกลุ่มย่อย (หน่วย : mm) เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

กลุ่มที่ (k)	ค่าเฉลี่ยความหนาของ steel sheet ที่วัดได้ในแต่ละกลุ่มย่อย	
	X	MR
26	2.4326	0.0077
27	2.4458	0.0132
28	2.4539	0.0081
29	2.4627	0.0088
30	2.4720	0.0093
รวม	70.3329	0.2404

3.บันทึกข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมา โดย Input ค่า X และ MR (ดังในตารางที่ 5.9) ลงในโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมทำการสร้างกราฟฮีสโตแกรมและคำนวณหาค่าทางสถิติที่ใช้ทดสอบ ซึ่งได้ผลดังนี้



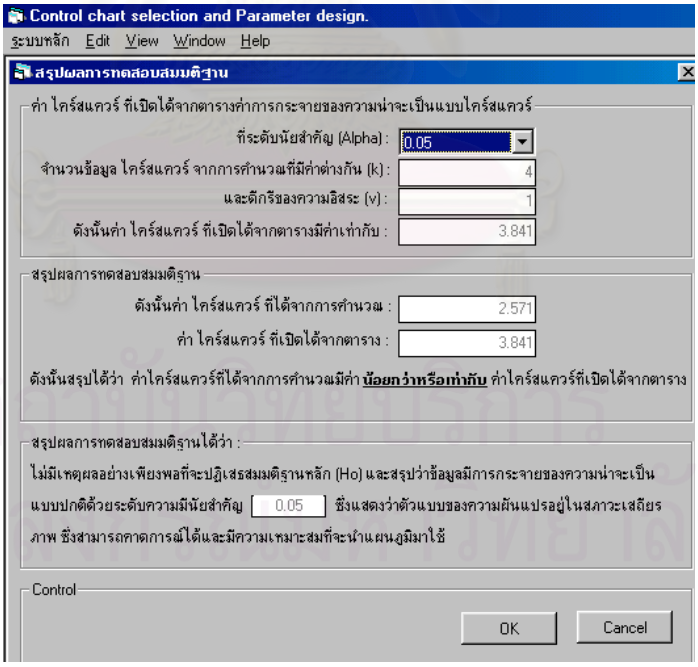
จากรูปฮีสโตแกรมของแผนภูมิ X และแผนภูมิ MR ที่ได้ ทำการสรุปผลรูปฮีสโตแกรมที่ได้ ว่ามีตัวแบบเป็นรูปใด โดยทำการ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมดังนี้

รูปฮีสโตแกรมของแผนภูมิ X	รูปทรงระฆังคว่ำ
รูปฮีสโตแกรมของแผนภูมิ MR	รูปทรงระฆังคว่ำ

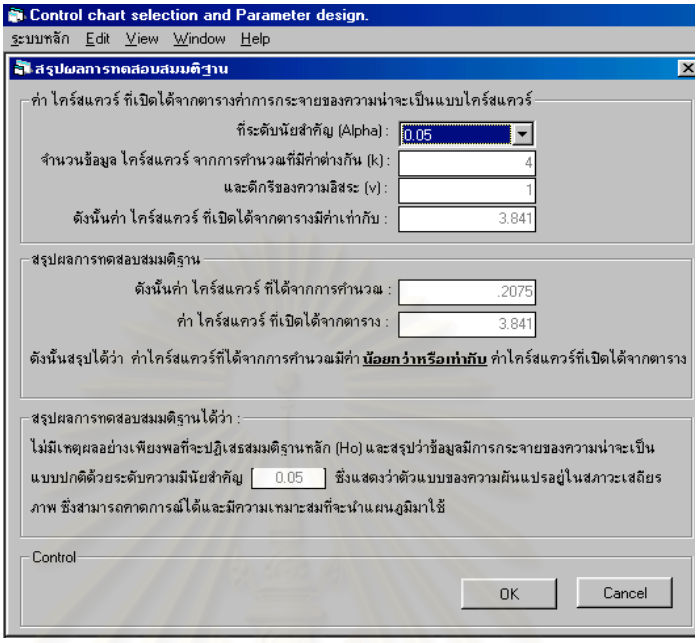
4.ทำการสรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งโปรแกรมจะแสดงผลการทดสอบสมมติฐาน โดยจะทำการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 สำหรับแผนภูมิ X และ แผนภูมิ MR ซึ่งได้ผลดังนี้

ชนิดของแผนภูมิควบคุม	ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ	ผลการทดสอบสมมติฐาน
แผนภูมิ X	0.05	ไม่สามารถปฏิเสธ H_o ได้
แผนภูมิ MR	0.05	ไม่สามารถปฏิเสธ H_o ได้

โปรแกรมแสดงผลการทดสอบสมมติฐานของแผนภูมิ X



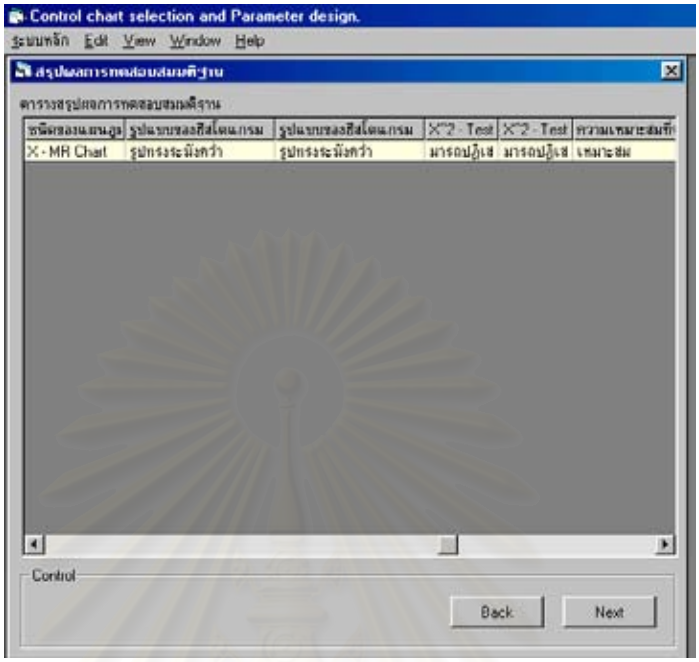
โปรแกรมแสดงผลการทดสอบสมมติฐานของแผนภูมิ MR



5.เมื่อทำการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะแสดงผลคำตอบที่ได้ในตารางสรุปผลการทดสอบสมมติฐานให้ทราบ ว่าแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้หรือไม่ ซึ่งในตัวอย่างสาธิตนี้ได้คำตอบดังนี้

ลักษณะคุณภาพ	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้	ความเหมาะสมที่จะนำแผนภูมิควบคุมมาใช้
ความหนาของ steel sheet	แผนภูมิ X - MR	มีความเหมาะสมที่จะนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

โปรแกรมแสดงผลสรุปการทดสอบสมมติฐาน



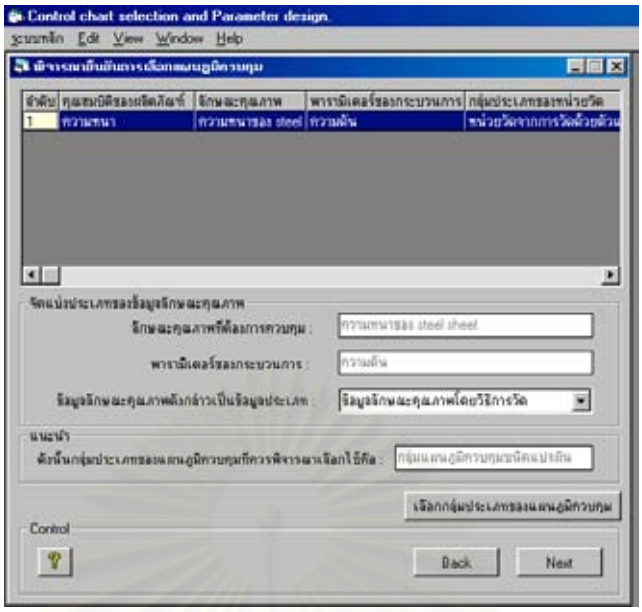
- พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

1.ทำการจัดแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ จากข้อมูลตัวอย่างสาธิต ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมคือ ความหนาของ steel sheet ดังนั้นข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้คือ

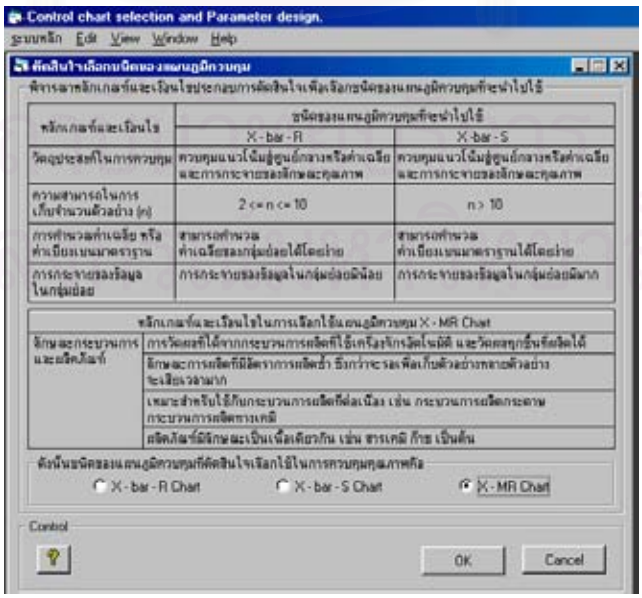
ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	ประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ
ความหนาของ steel sheet	ข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการวัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



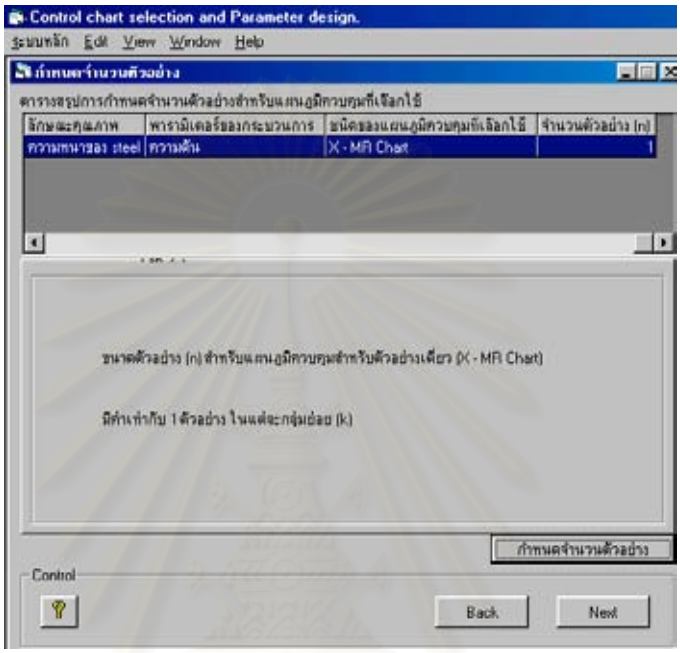
2.พิจารณาหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม และชนิดของแผนภูมิควบคุมที่จะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ จากข้อมูลตัวอย่างสาธิต ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมคือ ความหนาของ steel sheet ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมแล้ว ข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้คือ

กลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้
กลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน	แผนภูมิ X - MR Chart



- กำหนดจำนวนตัวอย่าง

กำหนดจำนวนตัวอย่างที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม ซึ่งจำนวนตัวอย่างที่จะทำการเก็บขึ้นอยู่กับชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ จากตัวอย่างสาธิตในข้อนี้จะกำหนดจำนวนตัวอย่าง (n) มีค่าเท่ากับ 1 ตัวอย่าง โดยจะทำการเก็บข้อมูลเป็นจำนวน 30 กลุ่มตัวอย่าง

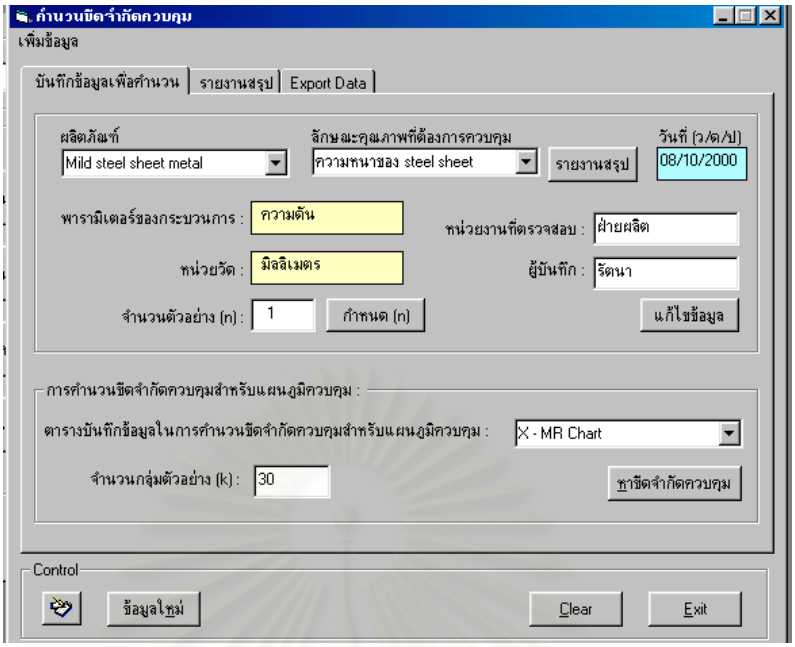


- คำนวณขีดจำกัดควบคุม

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

1.เก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะคุณภาพเพื่อหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ และสร้างแผนภูมิควบคุม ดังนั้นหลังจากที่หัวหน้าฝ่ายผลิตตัดสินใจเลือกใช้แผนภูมิควบคุม X - MR Chart ในการควบคุมคุณภาพความความหนาของ steel sheet แล้ว ได้สั่งให้พนักงานทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพดังกล่าว โดยเก็บข้อมูลที่มีขนาดจำนวนตัวอย่าง (n) เท่ากับ 1 ตัวอย่าง ในแต่ละกลุ่มย่อย (k) ซึ่งจะเก็บข้อมูลทั้งหมด 30 กลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
ความความหนาของ steel sheet	1	30



ซึ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาเมื่อนำมาหาค่าผลต่างระหว่างข้อมูลเดี่ยวที่ติดกัน (MR) ของแต่ละกลุ่มย่อยมีค่าดังในตารางที่ 5.10

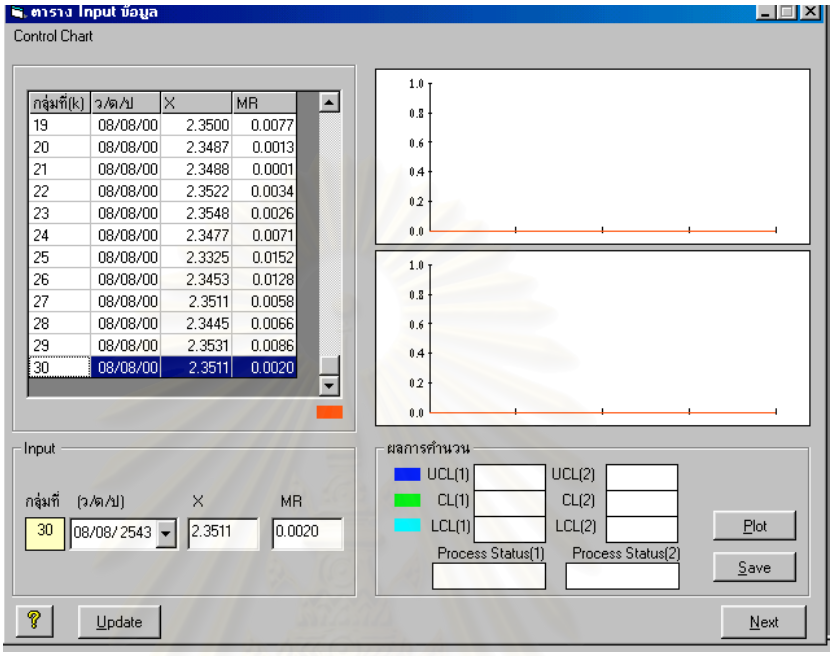
ตารางที่ 5.10 : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดความหนาของ steel sheet ในแต่ละกลุ่มย่อย (หน่วย : mm) เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม

กลุ่มที่ (k)	ค่าเฉลี่ยความหนาของ steel sheet ที่วัดได้ในแต่ละกลุ่มย่อย	
	X	MR
1	2.3331	-
2	2.3403	0.0072
3	2.3473	0.0070
4	2.3525	0.0052
5	2.3497	0.0028
6	2.3511	0.0014
7	2.3521	0.0010
8	2.3507	0.0014
9	2.3342	0.0165

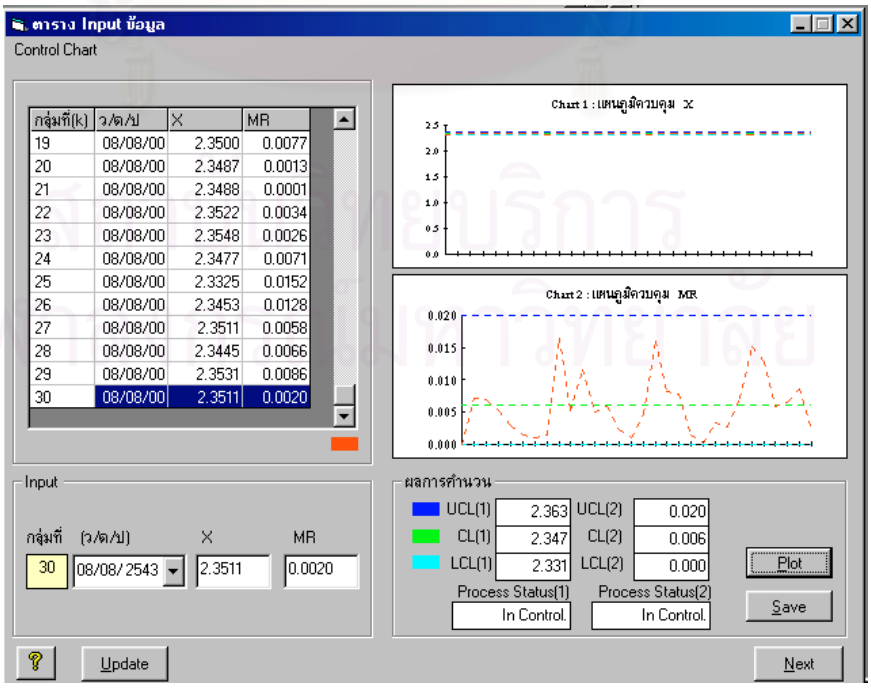
ตารางที่ 5.10 (ต่อ) : ตารางสรุปข้อมูลในการตรวจวัดความหนาของ steel sheet ในแต่ละกลุ่มย่อย(หน่วย : mm) เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม

กลุ่มที่	ค่าเฉลี่ยความหนาของ steel sheet ที่วัดได้ในแต่ละกลุ่มย่อย	
(k)	X	MR
10	2.3395	0.0053
11	2.3510	0.0115
12	2.3459	0.0051
13	2.3518	0.0059
14	2.3540	0.0022
15	2.3550	0.0010
16	2.3502	0.0048
17	2.3341	0.0161
18	2.3423	0.0082
19	2.3500	0.0077
20	2.3487	0.0013
21	2.3488	0.0001
22	2.3522	0.0034
23	2.3548	0.0026
24	2.3477	0.0071
25	2.3325	0.0152
26	2.3453	0.0128
27	2.3511	0.0058
28	2.3445	0.0066
29	2.3531	0.0086
30	2.3511	0.0020
รวม	70.4146	0.1758

2.บันทึกข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาลงในโปรแกรม โดย Input ค่า X และ MR (ดังในตารางที่ 5.10) ลงในโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุม และสร้างแผนภูมิควบคุม



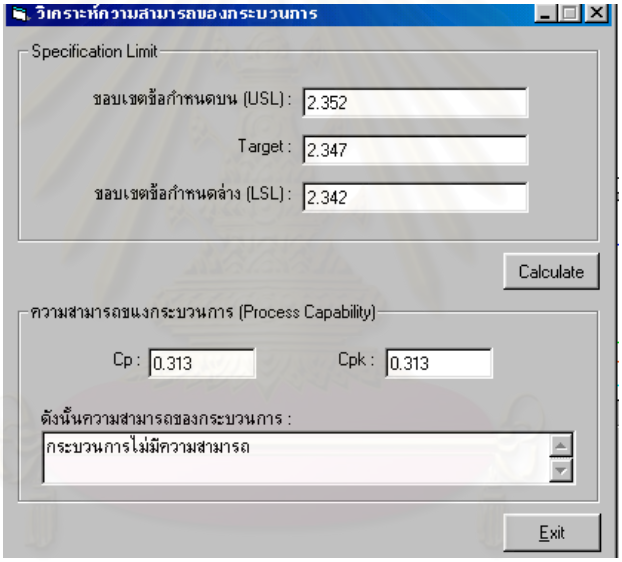
3.เมื่อ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุมดังนี้



4. ทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ โดยคลิกไปที่ปุ่ม “ Next ” จากนั้นทำการ Input ข้อมูลเกี่ยวกับขอบเขตข้อกำหนดบนและล่างของผลิตภัณฑ์เพื่อให้โปรแกรมคำนวณหาค่า C_P และ C_{PK} เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

Specification : 2.3470 ± 0.0050 มิลลิเมตร (mm)		
USL	Target	LSL
2.352 mm	2.347 mm	2.342 mm

5.เมื่อ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่า C_P และ C_{PK} เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการดังนี้



6.ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลออกสู่ภายนอก (Data Exporting) สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ และแผนภูมิควบคุม (Control chart) ที่โปรแกรมสร้างขึ้น สามารถทำได้โดยเลือกไปที่คำสั่ง “ EXPORT “ โปรแกรมจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและส่งข้อมูลไปที่ Crystal Reports ซึ่งจะปรากฏข้อมูลดังนี้

Control Chart

ผลิตภัณฑ์ : Mild steel sheet metal
พารามิเตอร์ของกระบวนการ : ความหนา
จำนวนตัวอย่าง (n) : 1
ผู้บันทึก : รัตนา

ลักษณะคุณภาพ : ความหนา
หน่วยวัด : มิลลิเมตร
หน่วยงานที่ตรวจสอบ : ฝ่ายผลิต
วันที่บันทึกข้อมูล : 08/11/00

ลำดับข้อมูล : 4

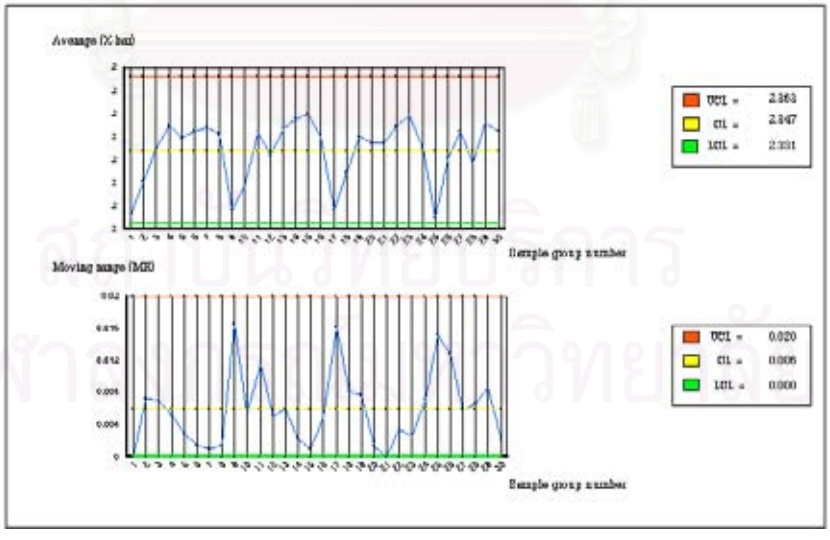
กลุ่มที่ (k)	วว/ดป	X	MR
1	08/11/00	2.333	0.000
2	08/11/00	2.340	0.007
3	08/11/00	2.347	0.007
4	08/11/00	2.352	0.005
5	08/11/00	2.350	0.003
6	08/11/00	2.351	0.001
7	08/11/00	2.352	0.001
8	08/11/00	2.351	0.001
9	08/11/00	2.334	0.016

Control Chart

ผลิตภัณฑ์ : Mild steel sheet metal
พารามิเตอร์ของกระบวนการ : ความหนา
จำนวนตัวอย่าง (n) : 1
ลักษณะคุณภาพ : ความหนา

หน่วยวัด : มิลลิเมตร
วันที่บันทึกข้อมูล : 08/11/00
หน่วยงานที่ตรวจสอบ : ฝ่ายผลิต
ผู้บันทึก : รัตนา

ลำดับข้อมูล : 4
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) : 10



- สรุปผลการสาธิตการทำงานของโปรแกรมโดยข้อมูลสาธิต

จากตัวอย่างสาธิตเรื่องโรงงานผลิต Mild steel sheet metal นี้ เมื่อนำโปรแกรม Control chart selection and Parameter design (CCSP) มาช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม ให้ผลดังนี้

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	หน่วยวัด	แผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
ความหนาของ steel sheet	มิลลิเมตร	แผนภูมิ X - MR	1	30

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ (Control Limit)					
แผนภูมิ X			แผนภูมิ MR		
UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL
2.363	2.347	2.331	0.020	0.006	0

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ		
C_P	C_{PK}	ความสามารถของกระบวนการ
0.313	0.313	กระบวนการไม่มีความสามารถ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 กระเบื้องเคลือบดินเผา

โรงงานผลิตกระเบื้องเคลือบดินเผามีความต้องการที่จะนำแผนภูมิควบคุม (Control chart) มาใช้ในการควบคุมคุณภาพในการผลิตกระเบื้อง เนื่องจากกระเบื้องที่ผลิตได้มักจะมีรอยตำหนิเกิดขึ้นบนแผ่นกระเบื้อง ทำให้ต้องคัดออกเป็นของเสียจำนวนมาก ซึ่งจากข้อมูลคุณภาพที่ได้ทำการบันทึกไว้ 3 เดือนที่ผ่านมา จำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยจากกระบวนการผลิตมีค่าเท่ากับ 8.5 ดังนั้นหัวหน้าฝ่ายผลิตจึงได้ทำการวางแผนเพื่อที่จะปรับปรุงคุณภาพของแผ่นกระเบื้องเคลือบ โดยจะนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพมาเป็นเครื่องมือในการ Monitor กระบวนการผลิตดังกล่าว เพื่อให้แผ่นกระเบื้องเคลือบที่ผลิตได้มีจำนวนรอยตำหนิเกิดขึ้นที่ผิวกระเบื้องน้อยที่สุด

หมายเหตุ : ที่มาของข้อมูลในตัวอย่างสาธิตดังกล่าวนี้มาจาก พิชิต สุขเจริญพงษ์ , การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม (กรุงเทพมหานคร : เอช - เอน การพิมพ์ , 2535) และข้อมูลบางส่วนได้ทำการจำลอง (Simulate) ข้อมูลมาเนื่องจากข้อมูลในตัวอย่างสาธิตมีไม่เพียงพอ

5.4.1 สาธิตการนำโปรแกรม Control chart selection and Parameter design (CCSP) มาช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม สำหรับควบคุมคุณภาพของกระเบื้องเคลือบดินเผา

- กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม

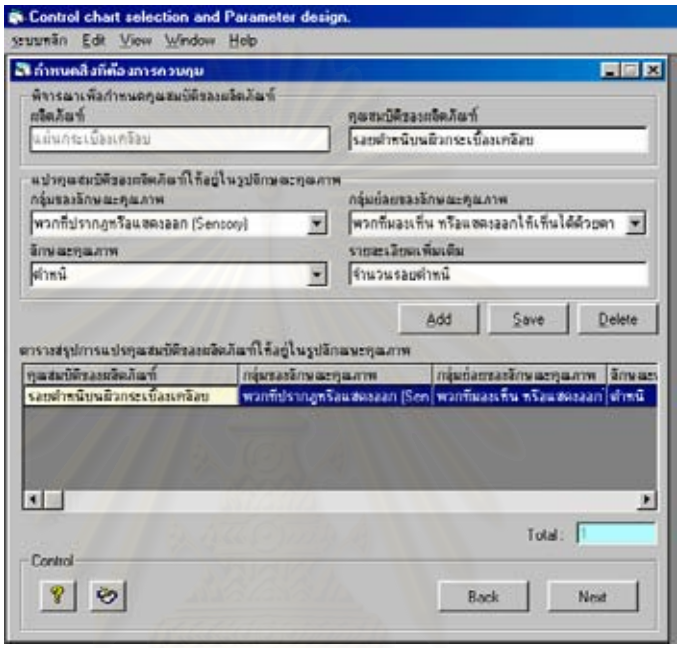
จากตัวอย่างสาธิตในข้อนี้ทำให้ทราบถึงข้อมูลต่างๆดังนี้

ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์	คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์	ลักษณะคุณภาพ
ผิวกระเบื้องเคลือบปราศจากตำหนิ	รอยตำหนิบนผิวกระเบื้องเคลือบ	จำนวนรอยตำหนิ

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ และแปรคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ ซึ่งมีข้อมูลที่ Input ลงในโปรแกรมดังนี้

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์	กลุ่มของลักษณะคุณภาพ	กลุ่มย่อยของลักษณะคุณภาพ	ลักษณะคุณภาพ	รายละเอียดเพิ่มเติม
รอยตำหนิบนผิวกระเบื้องเคลือบ	พวกที่ปรากฏหรือแสดงออก	พวกที่มองเห็น	ตำหนิ	จำนวนรอยตำหนิ

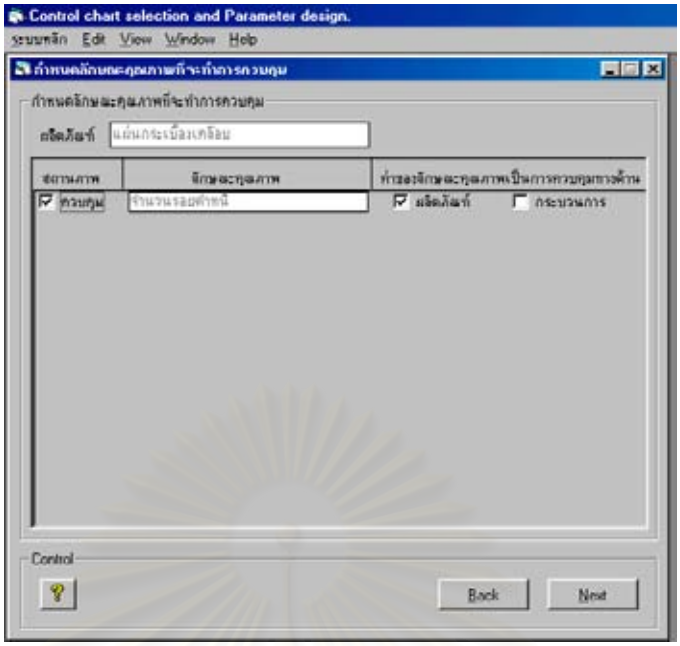


2.จัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพเพื่อเลือกลักษณะคุณภาพที่สำคัญสุดมาทำการควบคุม (ในกรณีที่มีลักษณะคุณภาพมากกว่า 1 ตัว) ซึ่งในตัวอย่างนี้มีเพียง 1 ตัวเท่านั้นจึงไม่ต้องจัดลำดับ

3.กำหนดลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม ซึ่งจากตัวอย่างสาธิตมีข้อมูลที่ Input ลงในโปรแกรมดังนี้คือ

ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	ค่าของลักษณะคุณภาพเป็นการควบคุมทางด้าน
จำนวนรอยตำหนิ	ผลิตภัณฑ์

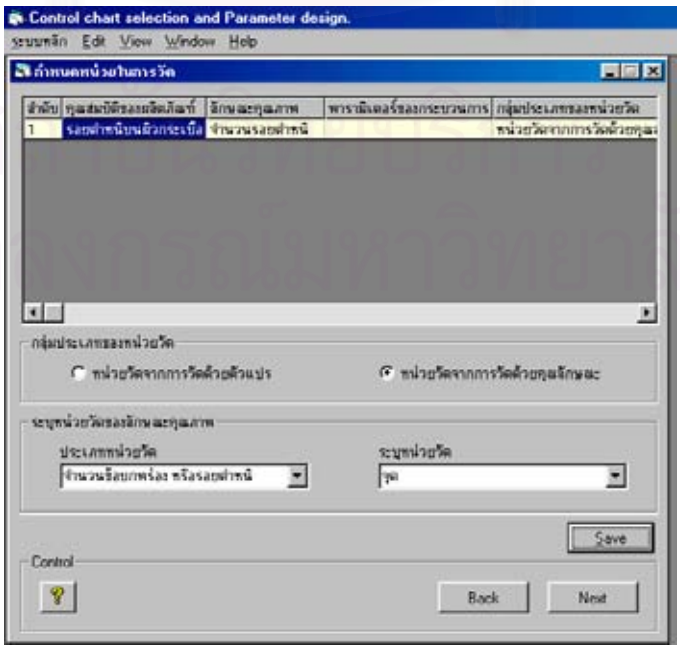
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



- กำหนดหน่วยในการวัด

จากข้อมูลตัวอย่างสาธิต ทางฝ่ายผลิตได้กำหนดหน่วยในการตรวจวัดจำนวนรอยตำหนิเป็น “ จุด “ คือ การตรวจสอบที่ผิวกระเบื้องว่ามีจำนวนรอยตำหนิกี่จุด ดังนั้นข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้

ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	ประเภทหน่วยวัด	หน่วยวัด
จำนวนรอยตำหนิ	จำนวนรอยตำหนิ	จุด



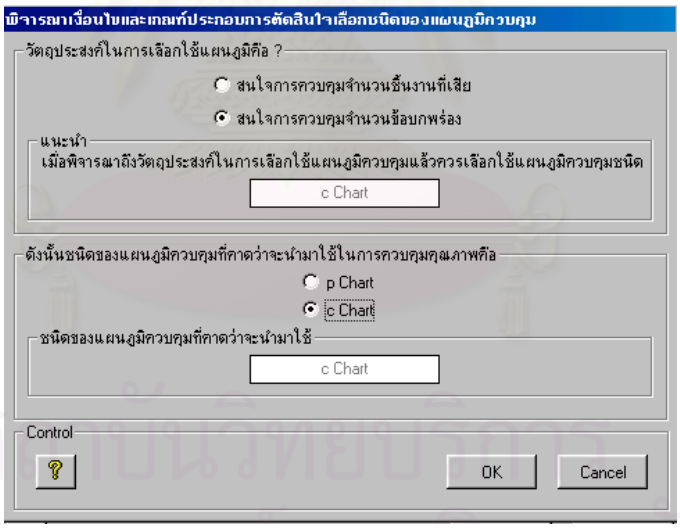
- ตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

ทำการ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

1. เลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม และชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ เพื่อกำหนดจำนวนตัวอย่างในการวิเคราห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

ซึ่งจากตัวอย่างสาธิต หัวหน้าฝ่ายผลิตได้พิจารณาถึงวัตถุประสงค์ในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุม โดยมีวัตถุประสงค์คือ ต้องการควบคุมจำนวนข้อบกพร่องหรือจำนวนรอยตำหนิ ดังนั้นข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้

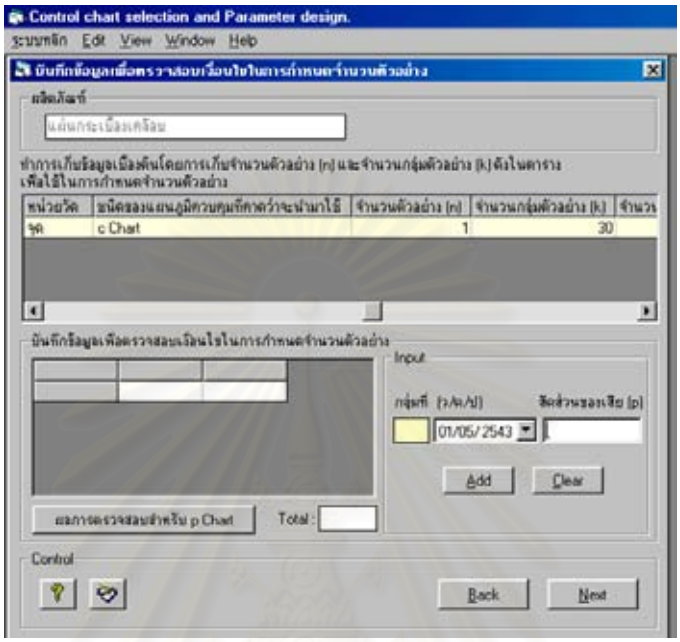
ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	กลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม	วัตถุประสงค์ในการเลือกใช้แผนภูมิ	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้
จำนวนรอยตำหนิ	แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ	สนใจการควบคุมจำนวนข้อบกพร่อง	c Chart



2.ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนรอยตำหนิบนแผ่นกระเบื้องเคลือบ เพื่อใช้ในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง ซึ่งในโปรแกรมจะแสดงค่าจำนวนตัวอย่าง (n) หรือ Standard unit เท่ากับ 1 หน่วย และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) เท่ากับ 30 กลุ่ม ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างเบื้องต้นเพื่อกำหนดจำนวนตัวอย่าง

ดังนั้นหัวหน้าฝ่ายผลิตจึงได้มอบหมายให้พนักงานทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนรอยตำหนิโดยทำการตรวจสอบจำนวนรอยตำหนิบนแผ่นกระเบื้องเคลือบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (Standard

unit) ซึ่งฝ่ายผลิตกำหนดค่า 1 หน่วยมาตรฐาน (Standard unit) มีค่าเท่ากับ พื้นที่กระเบื้องเคลือบ 1 ตารางเมตร ซึ่งข้อมูลจำนวนรอยตำหนิ (c) ที่เก็บรวบรวมมาของแต่ละกลุ่มย่อยมีค่าดังในตารางที่ 5.11



ตารางที่ 5.11 : ตารางสรุปข้อมูลจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องเคลือบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (พื้นที่กระเบื้อง 1 ตารางเมตร) เพื่อใช้ในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง

กลุ่มที่ (k)	จำนวนรอยตำหนิ (c)
1	7
2	6
3	6
4	3
5	2
6	8
7	6
8	1
9	0
10	5

ตารางที่ 5.11 (ต่อ) : ตารางสรุปข้อมูลจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องเคลือบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (พื้นที่กระเบื้อง 1 ตารางเมตร) เพื่อใช้ในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง

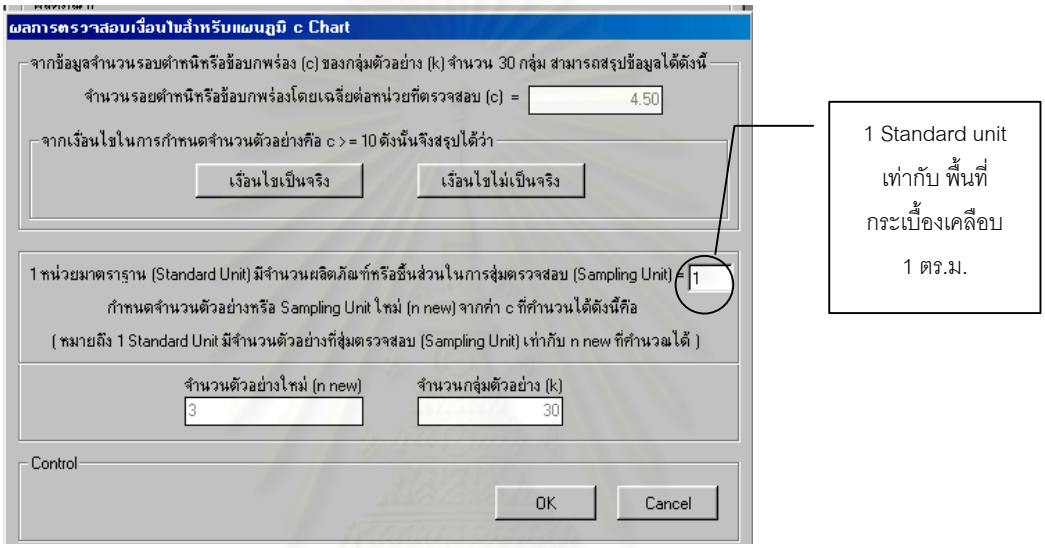
กลุ่มที่ (k)	จำนวนรอยตำหนิ (c)
11	3
12	2
13	1
14	5
15	4
16	6
17	7
18	8
19	8
20	5
21	2
22	1
23	7
24	5
25	6
26	6
27	7
28	3
29	4
30	1
รวม	135

3.บันทึกข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมา โดย Input ค่าจำนวนรอยตำหนิ (c) ดังในตาราง ลงในโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณหาค่าจำนวนตัวอย่าง (n) ซึ่งได้ผลการคำนวณดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
จำนวนรอยตำหนิ	c Chart	3	30

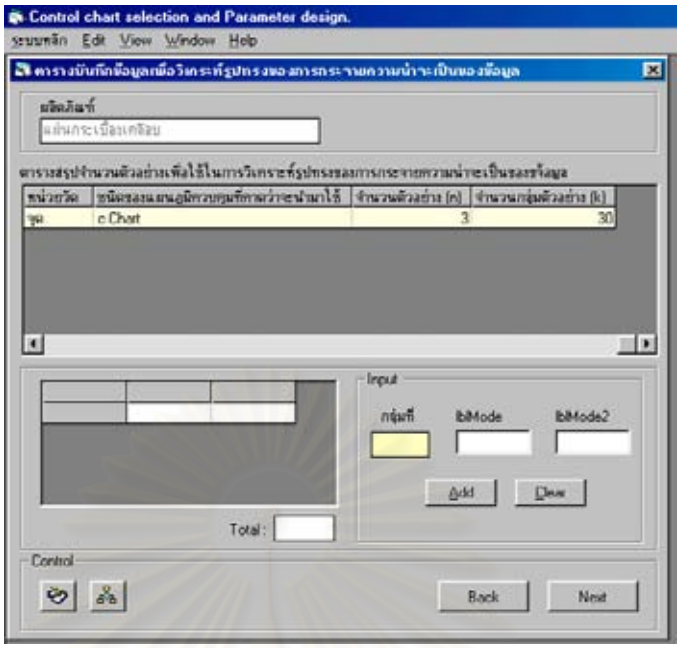
จากตารางข้อมูลดังกล่าว ค่าจำนวนตัวอย่าง (n) ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 3 หมายถึง 1 หน่วยมาตรฐาน (Standard unit) เท่ากับ พื้นที่กระเบื้องเคลือบ 3 ตารางเมตร



4. .เมื่อทราบจำนวนตัวอย่าง (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) สำหรับ c Chart เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลแล้ว ในขั้นตอนนี้จะต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนรอยตำหนิที่พบบนแผ่นกระเบื้องเคลือบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน ซึ่งในโปรแกรมจะแสดงค่าจำนวนตัวอย่าง (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) ที่ใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลให้ทราบ

ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
จำนวนรอยตำหนิ	c Chart	3 ตร.ม.	30

จากตารางข้อมูลดังกล่าว ค่าจำนวนตัวอย่าง (n) ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 3 หมายถึง 1 หน่วยมาตรฐาน (Standard unit) เท่ากับ พื้นที่กระเบื้องเคลือบ 3 ตารางเมตร



ดังนั้นหัวหน้าฝ่ายผลิตจะต้องทำการเก็บข้อมูลจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องจากการสุ่มตัวอย่างมา 3 ตารางเมตร (1 Standard unit = พื้นที่กระเบื้องเคลือบ 3 ตารางเมตร) เป็นจำนวน 30 กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมามีค่าดังในตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.12 : ตารางสรุปข้อมูลจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องเคลือบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (พื้นที่กระเบื้อง 3 ตารางเมตร) เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

กลุ่มที่ (k)	จำนวนรอยตำหนิ (c)
1	2
2	2
3	3
4	3
5	4
6	4
7	5
8	6
9	6

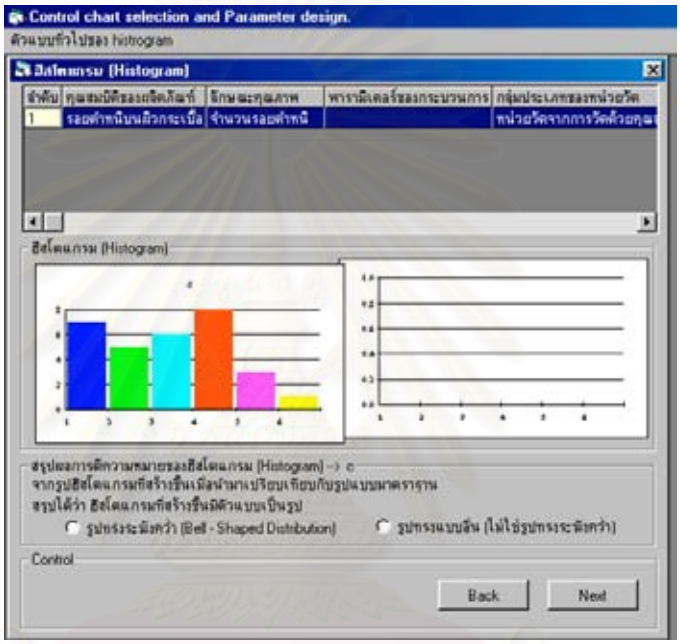
ตารางที่ 5.12 (ต่อ) : ตารางสรุปข้อมูลจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องเคลือบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (พื้นที่กระเบื้อง 3 ตารางเมตร) เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

กลุ่มที่ (k)	จำนวนรอยตำหนิ (c)
10	7
11	8
12	9
13	8
14	10
15	11
16	11
17	10
18	11
19	10
20	12
21	12
22	14
23	15
24	14
25	13
26	1
27	13
28	6
29	19
30	2
รวม	262

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.บันทึกข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมา โดย Input ค่าจำนวนรอยตำหนิ (c) ดังในตารางที่ 5.12 ลงในโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมทำการสร้างกราฟฮีสโตแกรมและคำนวณหาค่าทางสถิติที่ใช้ทดสอบ ซึ่งได้ผลดังนี้

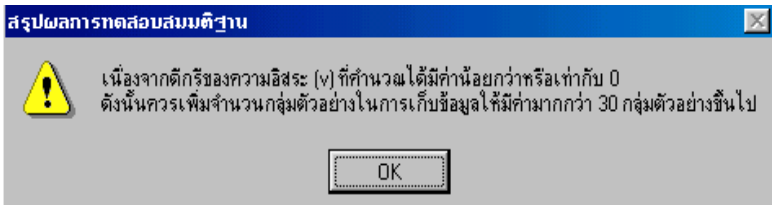
จากรูปฮีสโตแกรมของแผนภูมิ c Chart ที่ได้ ทำการสรุปผลรูปฮีสโตแกรมที่ได้ ว่ามีตัวแบบเป็นรูปใด โดยทำการ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมดังนี้



รูปฮีสโตแกรมของแผนภูมิ	ตัวแบบ
c Chart	รูปทรงแบบอื่น

6.ทำการสรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งโปรแกรมจะแสดงผลการทดสอบสมมติฐาน โดยจะทำการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 สำหรับแผนภูมิ c Chart ซึ่งได้ผลดังนี้

ชนิดของแผนภูมิควบคุม	ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ	ผลการทดสอบสมมติฐาน
c Chart	0.05	ทดสอบไม่ได้ ควรเก็บข้อมูลเพิ่มเติม



เนื่องจากดีกรีของความอิสระ (ν) ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับศูนย์ โปรแกรมจะขึ้นหน้าต่างเตือนให้ผู้ใช้ทราบ เพื่อให้ผู้ใช้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลใหม่ โดยเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) ในการเก็บข้อมูลให้มีค่ามากกว่า 30 กลุ่มตัวอย่างขึ้นไป เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลใหม่ได้เรียบร้อยแล้วให้บันทึกข้อมูลเพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลใหม่อีกครั้ง

ดังนั้นหัวหน้าฝ่ายผลิตจึงทำการเก็บข้อมูลจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องจากการสุ่มตัวอย่างมา 3 ตารางเมตร (1 Standard unit = พื้นที่กระเบื้องเคลือบ 3 ตารางเมตร) เพิ่มเติม โดยเก็บจำนวนตัวอย่างเพิ่มเป็นจำนวน 50 กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมามีค่าดังในตารางที่ 5.13

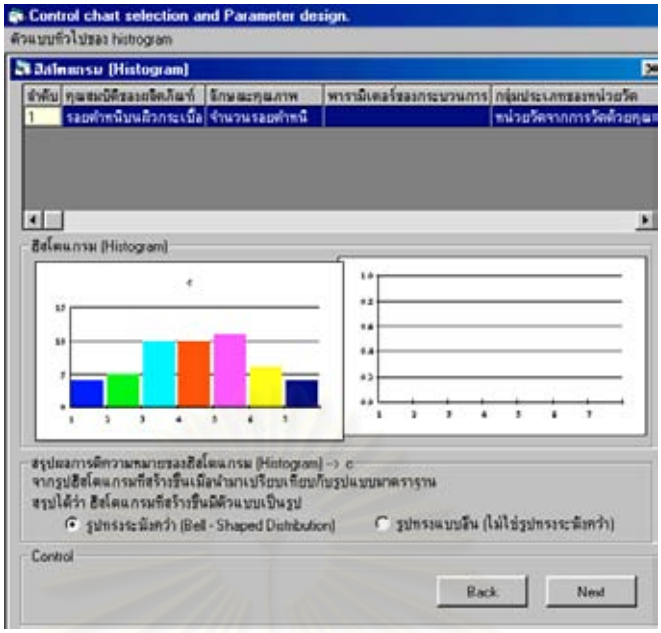
ตารางที่ 5.13 : ตารางสรุปข้อมูลเพิ่มเติมจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องเคลือบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (พื้นที่กระเบื้อง 3 ตารางเมตร) เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

กลุ่มที่ (k)	จำนวนรอยตำหนิ (c)	กลุ่มที่ (k)	จำนวนรอยตำหนิ (c)
1	3	12	9
2	4	13	8
3	1	14	8
4	5	15	21
5	5	16	7
6	6	17	7
7	7	18	10
8	8	19	11
9	7	20	11
10	8	21	12
11	9	22	10

ตารางที่ 5.13 (ต่อ) : ตารางสรุปข้อมูลเพิ่มเติมจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องเคลือบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (พื้นที่กระเบื้อง 3 ตารางเมตร) เพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

กลุ่มที่ (k)	จำนวนรอยตำหนิ (c)	กลุ่มที่ (k)	จำนวนรอยตำหนิ (c)
23	11	37	15
24	11	38	13
25	11	39	16
26	11	40	16
27	10	41	17
28	13	42	17
29	14	43	18
30	13	44	17
31	14	45	1
32	15	46	2
33	14	47	4
34	14	48	19
35	13	49	19
36	14	50	21
รวม	550		

7.บันทึกข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมา โดย Input ค่าจำนวนรอยตำหนิ (c) ดังในตารางที่ 5.13 ลงในโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมทำการสร้างกราฟฮีสโตแกรมและคำนวณหาค่าทางสถิติที่ใช้ทดสอบ ซึ่งได้ผลดังนี้



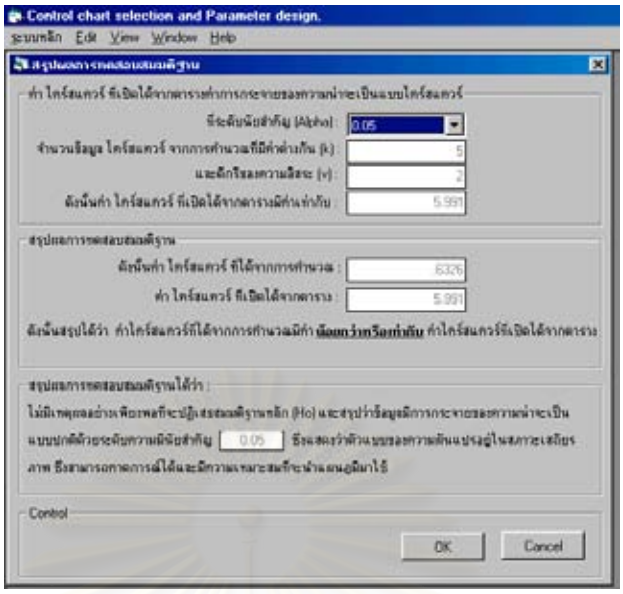
จากรูปฮีสโตแกรมของแผนภูมิ c Chart ที่ได้ ทำการสรุปผลรูปฮีสโตแกรมที่ได้ ว่ามีตัวแบบเป็นรูปใด โดยทำการ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมดังนี้

รูปฮีสโตแกรมของแผนภูมิ	ตัวแบบ
c Chart	รูปทรงระฆังคว่ำ

8.ทำการสรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งโปรแกรมจะแสดงผลการทดสอบสมมติฐาน โดยจะทำการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 สำหรับแผนภูมิ c Chart ซึ่งได้ผลดังนี้

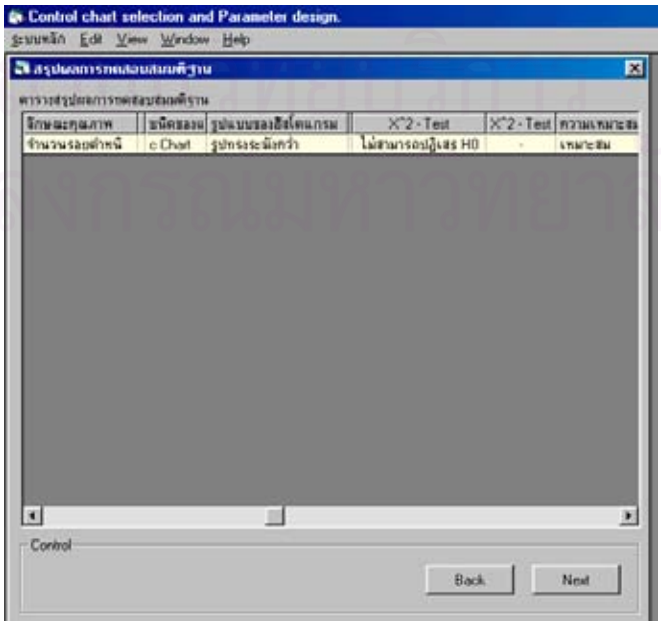
ชนิดของแผนภูมิควบคุม	ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ	ผลการทดสอบสมมติฐาน
c Chart	0.05	ไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



9.เมื่อทำการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะแสดงผลคำตอบที่ได้ในตารางสรุปผลการทดสอบสมมติฐานให้ทราบ ว่าแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้หรือไม่ ซึ่งในตัวอย่างสาธิตนี้ได้คำตอบดังนี้

ลักษณะคุณภาพ	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้	ความเหมาะสมที่จะนำแผนภูมิควบคุมมาใช้
จำนวนรอยตำหนิ	c Chart	มีความเหมาะสมที่จะนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

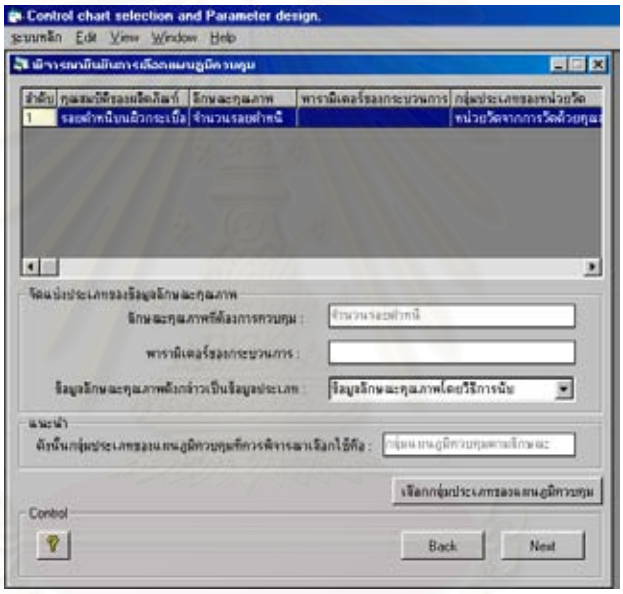


- พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

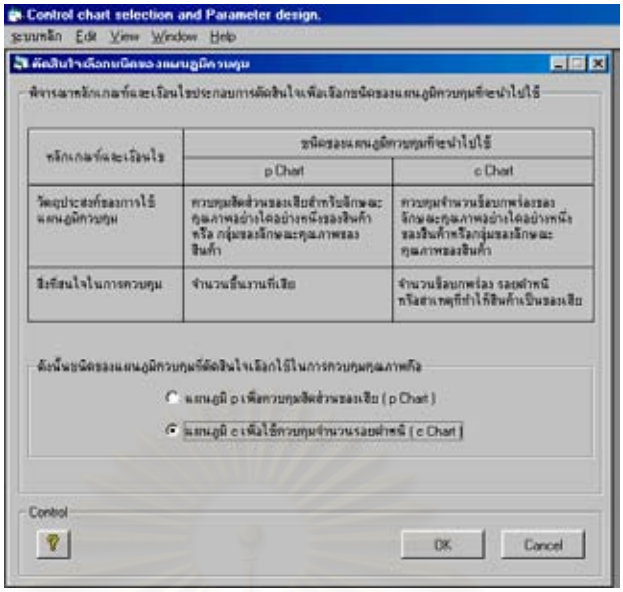
1. ทำการจัดแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ จากข้อมูลตัวอย่างสาธิต ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมคือ จำนวนรอยตำหนิ ดังนั้นข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้คือ

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	ประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ
จำนวนรอยตำหนิ	ข้อมูลลักษณะคุณภาพโดยวิธีการนับ



2.พิจารณาหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม และชนิดของแผนภูมิควบคุมที่จะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ จากข้อมูลตัวอย่างสาธิต ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมคือ จำนวนรอยตำหนิ ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมแล้ว ข้อมูลที่จะ Input ลงในโปรแกรมมีดังนี้คือ

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	กลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้
จำนวนรอยตำหนิ	กลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ	c Chart

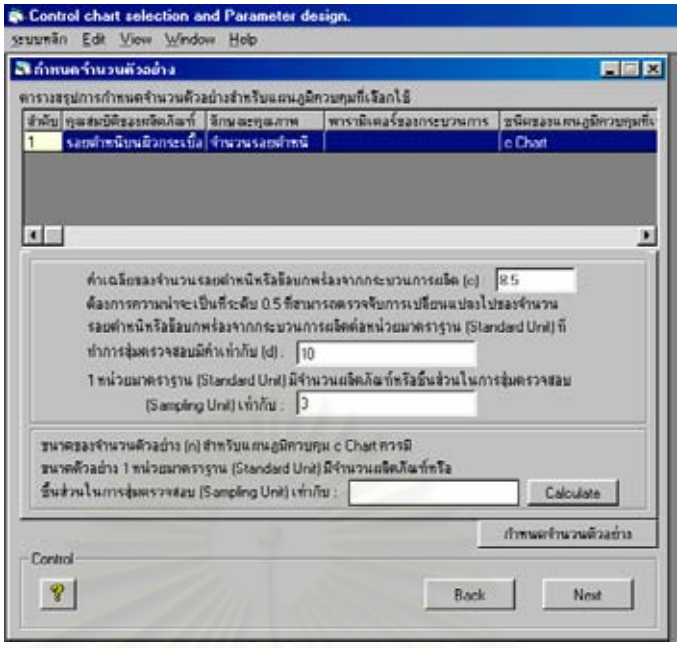


- กำหนดจำนวนตัวอย่าง

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมดังนี้

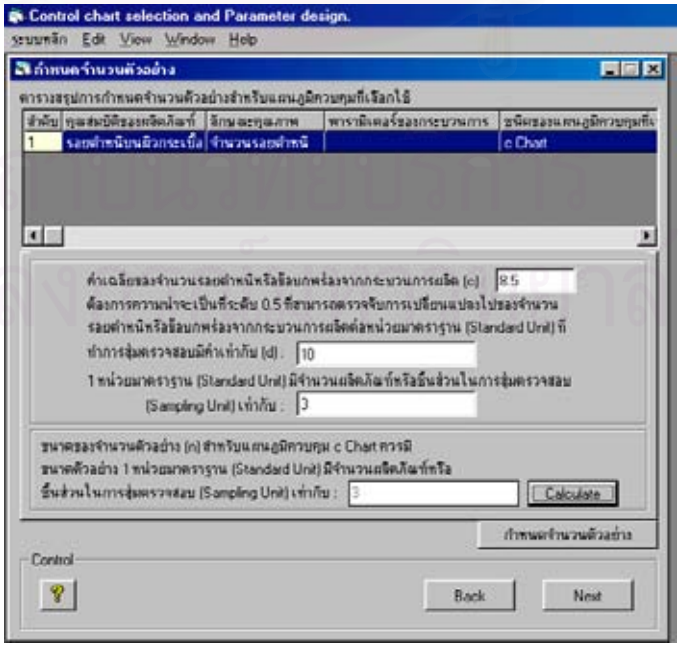
1.กำหนดจำนวนตัวอย่างที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม ซึ่งจำนวนตัวอย่างที่จะทำการเก็บขึ้นอยู่กับชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ จากตัวอย่างสาธิตสำหรับการควบคุมจำนวนรอยตำหนิได้เลือกใช้แผนภูมิ c Chart ในการควบคุมคุณภาพ หัวหน้าฝ่ายผลิตได้กำหนดค่าจำนวนรอยตำหนิหรือข้อบกพร่องจากกระบวนการผลิต (d) ต่อหน่วยมาตรฐานที่ต้องการให้สามารถจับการเปลี่ยนแปลงไปที่ระดับความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.5 ให้มีค่าเท่ากับ 10 โดยที่ค่าเฉลี่ยของจำนวนรอยตำหนิหรือข้อบกพร่องจากกระบวนการผลิต (c) มีค่า 8.5 และ ค่า 1 Standard unit มีจำนวนตัวอย่างในการสุ่มตรวจสอบ (Sampling unit) เท่ากับ พื้นที่แผ่นกระเบื้อง 3 ตารางเมตร ดังนั้นข้อมูลที่ต้อง Input ลงในโปรแกรมเพื่อทำการคำนวณหาค่าจำนวนตัวอย่างมีดังนี้คือ

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้	c	d	Sampling Unit
จำนวนรอยตำหนิ	c Chart	8.5	10	3



2.เมื่อ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาจำนวนตัวอย่างให้ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
จำนวนรอยตำหนิ	c Chart	3	30

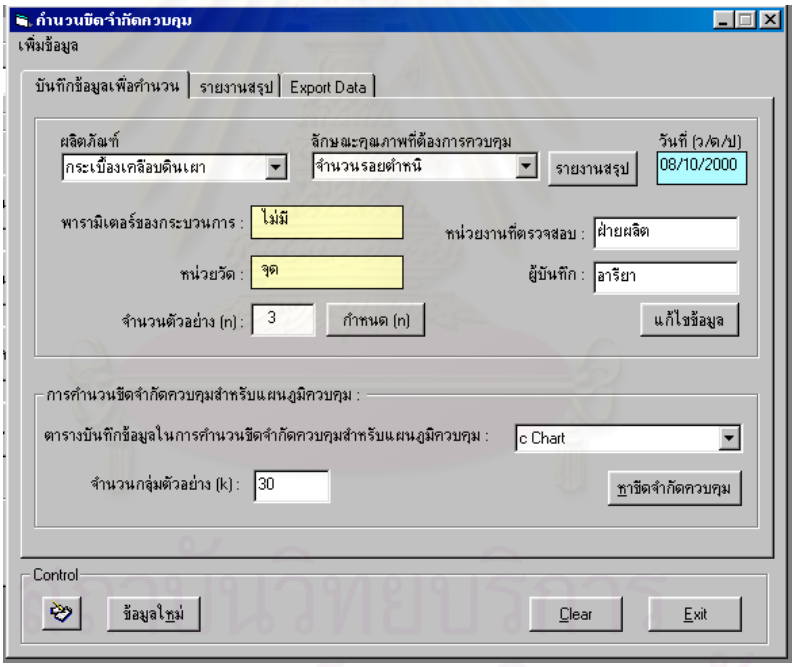


- คำนวณขีดจำกัดควบคุม

ทำการ Input ข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรมตามขั้นตอนดังนี้

1.เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องเคลือบเพื่อหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ และสร้างแผนภูมิควบคุม ซึ่งมีขนาดจำนวนตัวอย่าง (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) ดังนี้

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
จำนวนรอยตำหนิ	3 ตร.ม.	30

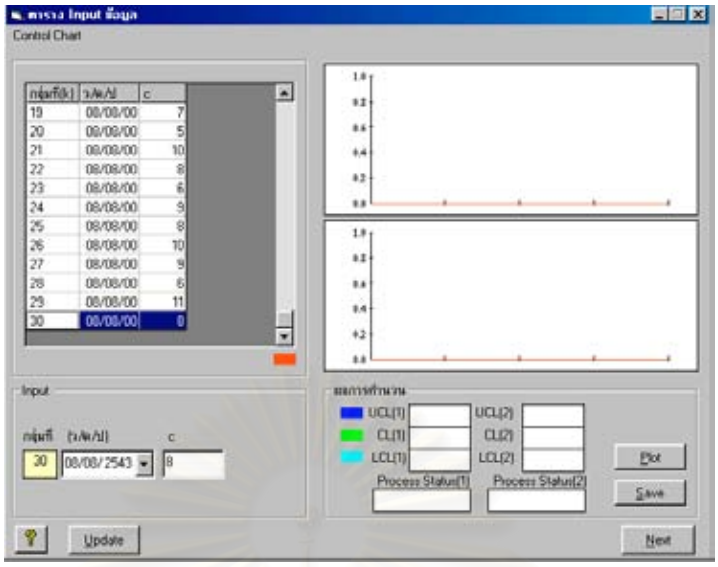


ดังนั้นหัวหน้าฝ่ายผลิตได้มอบหมายให้พนักงานไปทำการเก็บข้อมูลจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องจากการสุ่มตัวอย่างมา 3 ตารางเมตร (1 Standard unit = พื้นที่กระเบื้องเคลือบ 3 ตารางเมตร) เป็นจำนวน 30 กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีข้อมูลดังในตารางที่ 5.12

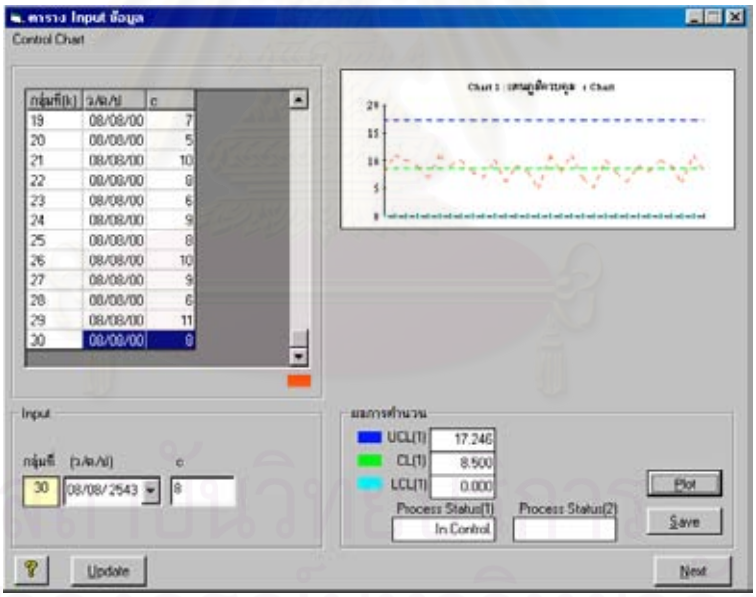
ตารางที่ 5.14 : ตารางสรุปข้อมูลจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบบนแผ่นกระเบื้องเคลือบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (พื้นที่กระเบื้อง 3 ตารางเมตร) เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม

กลุ่มที่ (k)	จำนวนรอยตำหนิ (c)	กลุ่มที่ (k)	จำนวนรอยตำหนิ (c)
1	8	16	11
2	11	17	8
3	10	18	11
4	9	19	7
5	7	20	5
6	11	21	10
7	9	22	8
8	10	23	6
9	8	24	9
10	7	25	8
11	10	26	10
12	6	27	9
13	9	28	6
14	8	29	11
15	5	30	8
รวม	255		

2.บันทึกข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาลงในโปรแกรม โดย Input ค่าจำนวนรอยตำหนิที่ตรวจพบ (c) ดังในตารางที่ 5.14 ลงในโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุม และสร้างแผนภูมิควบคุม



3.เมื่อ Input ข้อมูลลงในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุมดังนี้



4.ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลออกสู่ภายนอก (Data Exporting) สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ และแผนภูมิควบคุม (Control chart) ที่โปรแกรมสร้างขึ้นสามารถทำได้โดยเลือกไปที่คำสั่ง “ EXPORT “ โปรแกรมจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและส่งข้อมูลไปที่ Crystal Reports ซึ่งจะปรากฏข้อมูลดังนี้

Control Chart

ผลิตภัณฑ์ : แผ่นกระเบื้องเคลือบ
พารามิเตอร์ของกระบวนการ :
จำนวนตัวอย่าง (n) : 3
ผู้บันทึก : อรวีย

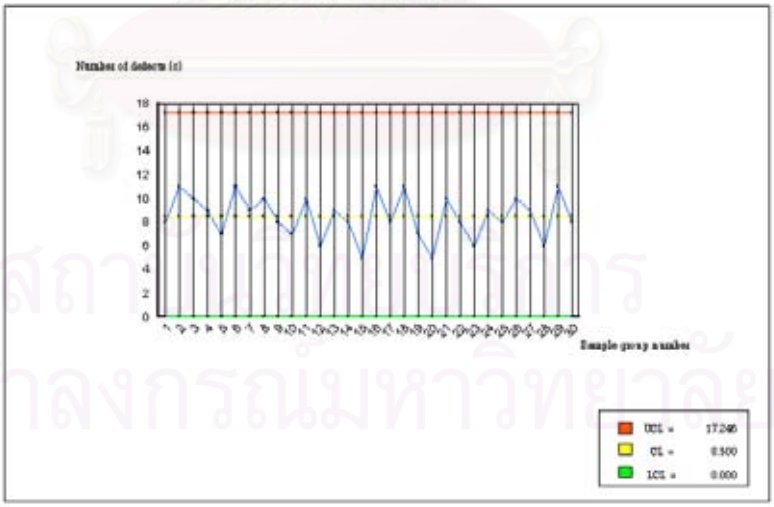
ลักษณะคุณภาพ : รอยตำหนิบนผิวกระ
หน่วยวัด : จุด
หน่วยงานที่ตรวจสอบ : ฝ่ายผลิต
วันที่บันทึกข้อมูล : 08/11/00

สำหรับข้อมูล : 1

กลุ่มที่ (k)	วว/ดด/ปป	c
1	08/11/00	8.000
2	08/11/00	11.000
3	08/11/00	10.000
4	08/11/00	9.000
5	08/11/00	7.000
6	08/11/00	11.000
7	08/11/00	9.000
8	08/11/00	10.000
9	08/11/00	9.000

Control Chart

ผลิตภัณฑ์ : แผ่นกระเบื้องเคลือบ
พารามิเตอร์ของกระบวนการ :
จำนวนตัวอย่าง (n) : 3
ลักษณะคุณภาพ : รอยตำหนิบนผิวกระ
หน่วยวัด : จุด
วันที่บันทึกข้อมูล : 08/11/00
หน่วยงานที่ตรวจสอบ : ฝ่ายผลิต
ผู้บันทึก : อรวีย
สำหรับข้อมูล : 1
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) : 30



- สรุปผลการสาธิตการทำงานของโปรแกรมโดยข้อมูลสาธิต

จากตัวอย่างสาธิตเรื่องโรงงานผลิตกระเบื้องเคลือบดินเผานี้ เมื่อนำโปรแกรม Control chart selection and Parameter design (CCSP) มาช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม ให้ผลดังนี้

ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม	หน่วยวัด	แผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)
จำนวนรอยตำหนิ	จุด	c Chart	3	30

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ (Control Limit)		
แผนภูมิ c Chart		
UCL	CL	LCL
17.246	8.500	0.000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

บทสรุปของงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุปงานวิจัย

ในการควบคุมคุณภาพด้านการผลิต หลักการทางสถิติมีบทบาทอย่างสำคัญในการประเมินผลและควบคุมกระบวนการผลิตให้มีระดับคุณภาพตรงตามความต้องการ เครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือ แผนภูมิควบคุม (Control Chart) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงไปของกระบวนการผลิต เพื่อการแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว

ปัจจุบันมีหลายโรงงานได้เริ่มนำเอาแผนภูมิควบคุม (Control Chart) ไปใช้ แต่ปัญหาที่มักจะพบอยู่เสมอนั่นคือ โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ยังไม่รู้ว่าจะเลือกแผนภูมิควบคุมชนิดใดไปใช้กับโรงงาน รวมทั้งยังขาดความรู้และความเข้าใจในเรื่องการเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมไปใช้ในการควบคุมคุณภาพ การกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม การกำหนดจำนวนตัวอย่าง ตลอดจนการพิจารณาถึงเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมไปใช้งาน

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้จัดทำระบบสนับสนุนในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ที่สนใจหรือผู้ที่ต้องการนำแผนภูมิควบคุมไปใช้สามารถเลือกใช้แผนภูมิควบคุมได้ถูกต้อง และช่วยให้ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆได้โดยง่ายไม่ซับซ้อน ซึ่งงานวิจัยที่ได้จัดทำขึ้นนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 : ระบบสนับสนุนในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม

ระบบที่สร้างขึ้นนี้ จะนำเสนอถึงหลักการและขั้นตอนในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุม (Control chart) ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 หัวข้อหลักดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม
2. กำหนดหน่วยในการวัด
3. เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้
4. พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม

} การเลือกใช้แผนภูมิควบคุม

5. กำหนดจำนวนตัวอย่าง
6. คำนวณขีดจำกัดควบคุม

} การออกแบบพารามิเตอร์

7. อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม

ส่วนที่ 2 : การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการเลือกใช้แผนภูมิควบคุม

ในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมโดยจะนำเอาหลักการและแนวความคิดจากระบบที่สร้างขึ้นในส่วนที่ 1 มาทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมดังกล่าวนี้เป็นเครื่องมือที่ช่วยเหลือให้ผู้ใช้สามารถทำการตัดสินใจเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุมได้ โดยมีองค์ประกอบหลักๆของโปรแกรมดังนี้คือ

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม
2. กำหนดหน่วยในการวัด
3. เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้
4. พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม
5. กำหนดจำนวนตัวอย่าง
6. คำนวณขีดจำกัดควบคุม
7. อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม

ทั้งนี้เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในงานวิจัยนี้คือ Microsoft Access 97 และ Microsoft Visual Basic Version 6.0 Enterprise Edition ที่ทำงานภายใต้ Microsoft Windows 95 หรือ 98 ซึ่งความสามารถของโปรแกรมสามารถสรุปได้ดังนี้

1. โปรแกรมสามารถคำนวณหาค่าทางสถิติต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ได้
2. โปรแกรมสามารถแสดง Output ของข้อมูลในรูปแบบของกราฟ ได้แก่ ฮีสโตแกรม , แผนภาพการกระจาย Scatter diagram) , แผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart) , แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart) , แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart) , แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart) และ แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. โปรแกรมสามารถส่งข้อมูลออกสู่ภายนอก (Data exporting) ไปยัง Crystal reports และสามารถสั่งพิมพ์ข้อมูลดังกล่าวออกมาใช้งานได้
4. โปรแกรมสามารถใช้งานได้ 2 ทางเลือกคือ
   - กรณีที่ผู้ใช้ต้องการใช้งานโปรแกรมนี้ เพื่อช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม
   - กรณีที่ผู้ใช้ต้องการใช้งานโปรแกรมนี้ เพื่อคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิแต่เพียงอย่างเดียว
5. โปรแกรมสามารถให้คำแนะนำและข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ ในการใช้งานโปรแกรมนี้ โดยผ่านทางปุ่ม “ Help “

6. ภายในโปรแกรมนี้มีตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลที่ใช้ช่วยในการวิเคราห์ ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการสั่งพิมพ์แบบบันทึกดังกล่าวไปใช้งานได้

สำหรับการใช้งานโปรแกรม (Control chart selection and Parameter design : CCSP) ที่จัดทำขึ้นนี้ มีข้อจำกัดต่างๆเกี่ยวกับ อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ซอฟท์แวร์ และการใช้งาน ดังนี้คือ

1. ข้อจำกัดทางฮาร์ดแวร์ ได้แก่
   - เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ รุ่น 486 หรือ สูงกว่า
   - หน่วยความจำ RAM ขนาด 16 MB ขึ้นไป
   - ฮาร์ดดิสก์มีเนื้อที่เหลืออย่างน้อย 80 MB เป็นต้นไป
   - เครื่องพิมพ์ (ในกรณีที่ต้องการพิมพ์ ข้อมูล หรือ กราฟ ออกทางเครื่องพิมพ์)
2. ข้อจำกัดทางซอฟท์แวร์ ได้แก่
   - เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้จะต้องมีระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 95 หรือ สูงกว่า
   - เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้จะต้องมีซอฟท์แวร์ Seagate Crystal Report Professional V.7.0 เพื่อสำหรับการ Export ข้อมูลจากโปรแกรมไปยัง Crystal Reports
3. ข้อจำกัดทางด้านการใช้งานโปรแกรม CCSP ได้แก่
   - ประเภทของข้อมูลที่ใช้งานในโปรแกรม ได้แก่ ข้อมูลแบบต่อเนื่องซึ่งได้จากการวัด และข้อมูลแบบเป็นช่วงหรือขาดตอนที่ได้จากการนับปริมาณของเสียหรือจำนวนรอยตำหนิที่พบบนชิ้นงาน
   - เนื่องจาก ตัวประกอบของแผนภูมิควบคุม ได้แก่ A_2 , A_3 , B_3 , B_4 , d_2 , D_3 , D_4 ที่ใช้ในการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุม ซึ่งเป็นค่าคงที่ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่าง (n) ในแต่ละกลุ่มย่อยดังในตาราง ค. (ในภาคผนวก ค.) แสดงค่าคงที่ดังกล่าวเมื่อขนาดจำนวนตัวอย่าง (n) ในแต่ละกลุ่มย่อยมีขนาดตั้งแต่ n = 2 จนถึง n = 25 ตัวอย่าง ดังนั้นการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิในโปรแกรม CCSP นี้ สามารถคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมได้โดยมีจำนวนตัวอย่าง (n) ในแต่ละกลุ่มย่อยไม่เกิน 25 ตัวอย่างเท่านั้น
   - ในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง (n) เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม สำหรับแผนภูมิ p Chart และ แผนภูมิ c Chart นั้น โปรแกรมจะทำการคำนวณหาจำนวนตัวอย่าง (n) ให้ โดยใช้วิธีตรวจจับการเปลี่ยนแปลง (หัวข้อ 3.6.2) ที่ Power detect เท่ากับ 50%

- ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่นำมาพิจารณาเลือกใช้ในโปรแกรมดังกล่าวนี้มี 5 ชนิด เท่านั้น ดังนี้คือ

  1. แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable control chart) ได้แก่
     - แผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart)
     - แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart)
     - แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)
  2. แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute control chart) ได้แก่
     - แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)
     - แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ระบบสนับสนุนในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม

- สำหรับชนิดของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ (Control chart) ที่นำมาพิจารณาเลือกใช้ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการพิจารณาเลือกใช้เฉพาะแผนภูมิที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีรากฐานมาจากการแจกแจงแบบปกติ ได้แก่

  1. แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable control chart) ได้แก่
     - แผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart)
     - แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart)
     - แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)
  2. แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute control chart) ได้แก่
     - แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)
     - แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)

  ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพอีกหลายประเภทไปใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต ที่นอกเหนือจากแผนภูมิดังกล่าวข้างต้น เช่น แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม (cumulative sum control charts) , แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก (weighted average control charts) เป็นต้น ดังนั้นหากต้องการสร้างระบบสนับสนุนในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุมให้ครอบคลุมแผน

ภูมิควบคุมทุกประเภทก็สามารถทำได้ โดยจะต้องทำการพิจารณาถึงหลักการและวิธีการสร้างแผนภูมิดังกล่าวเพิ่มเติม ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตที่สนใจ

- กลุ่มประเภทของลักษณะคุณภาพ , ประเภทของหน่วยในการวัด รวมทั้งเงื่อนไขและเกณฑ์ในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุม ที่แสดงไว้ในงานวิจัยนี้ เป็นเพียงตัวอย่างเพื่อให้ผู้ใช้มีแนวทางในการกำหนดลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม , กำหนดหน่วยในการวัด และการตัดสินใจเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมไปใช้งาน ซึ่งอาจจะไม่ครอบคลุมข้อมูลต่างๆได้ครบทั้งหมด ดังนั้นในการนำไปใช้งานจริงผู้ใช้อาจพบว่าไม่มีกลุ่มประเภทของลักษณะคุณภาพ , ประเภทของหน่วยในการวัด หรือเงื่อนไขและเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมไป ที่ให้ไว้เหมาะสมกับผู้ใช้ในการกำหนดค่าหรือการตัดสินใจเลือกใช้ดังกล่าว ทั้งนี้อาจจะต้องมีการแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

6.2.2 การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการเลือกใช้แผนภูมิควบคุม

- สำหรับโปรแกรม Control chart selection and Parameter design : CCSP ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถสร้างแผนภูมิควบคุมจากข้อมูลที่ Input ลงในโปรแกรมได้ ถ้าต้องการให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมกระบวนการผลิตโดยใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพ (Control chart) ควรทำการพัฒนาโปรแกรมนี้ให้สามารถติดตามความเคลื่อนไหวของกระบวนการผลิตได้ตามเวลาที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งจะต้องทำการพัฒนาฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมนี้เพิ่มเติมในเรื่อง การรับส่งข้อมูลแบบอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถ ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงไปของกระบวนการผลิตได้ตลอดเวลา ทำให้สามารถควบคุมการผลิตให้อยู่ในระดับคุณภาพที่ต้องการได้
- หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาข้อมูลได้เร็วขึ้น สามารถทำได้โดยการใช้ฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จะช่วยทำให้การทำงานของระบบนั้นรวดเร็วขึ้นได้ เนื่องจาก Microsoft Access 97 ไม่ใช่ฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้นเมื่อมีข้อมูลจำนวนมากๆจะทำให้การทำงานของโปรแกรมไม่รวดเร็วเท่าที่ควร

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2538. หลักสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ จำลอง ครูอุตสาหะ. 2542. Visual basic 3 ฉบับโปรแกรมเมอร์. กรุงเทพมหานคร : ไทยเจริญการพิมพ์.

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2540. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ส.เอเชียเพรส.

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2540. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม2. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : เม็ดทรายพริ้นติ้ง.

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2541. ระบบการควบคุมคุณภาพที่หน้างาน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : ส.เอเชียเพรส.

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. 2526. การควบคุมคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพมหานคร : ประกอบเมไตร.

ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. 2532. การควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหารและกรณีศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ส.เอเชียเพรส.

นฤดม บุญ–หลง. 2532. การควบคุมคุณภาพอุตสาหกรรมเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิชิต สุขเจริญพงษ์. 2535. การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ราบินเดอร์ ศรีกิจจาภรณ์. 2538. คู่มือการใช้งาน Visual Basic สำหรับวินโดว์. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

วิเชียร ตรีรัตนวณิช. 2541. ระบบควบคุมกระบวนการเชิงสถิติแบบตามเวลาจริง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ และ จันทนา จันทโร. 2536. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม. (ม.ป.ท.).

อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์. 2535. การควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร : สหมิตรออฟเซท.

อนนต์ วงษ์เกษม. 2537. เอกสารประกอบคำสอนวิชาการควบคุมคุณภาพ ส่วนที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฮิโตชิ คุเมะ. 2535. วิธีทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ. แปลโดย วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).

ภาษาอังกฤษ

Bunill, C.W. 1999. Achieving quality through continual improvement. New York : Wiley.

Connell, J. 1998. Beginning visual basic 6 database programming. Wrox Press.

Duncan, A.J. 1986. Quality control and industrial statistics. 5th ed. Homewood , Illinois : IRWIN.

Fine, E.S. 1997. Use variables charting for proactive control. www.qualitymag.com/0197ft.html.

Grant, E.L. and Leavenworth, R. S. 1996. Statistical quality control. 7th ed. New York : McGraw – Hill.

Halvorson, M. 1998. Microsoft visual basic 6.0 professional step by step. Microsoft Press.

Jerry, B. 1989. Principle of quality control. New York : John Wiley & Sons.

Juran, J.M. 1988. Juran on planning for quality. New York : McGraw – Hill.

Kolarik, W.J. 1995. Creating quality. International Editions. New York : McGraw – Hill.

Microsoft Press. 1998. Microsoft visual basic 6.0 programmer's guide. Microsoft Press.

Montgomery, D.C. 1991. Design and analysis of experiments. 3rd ed. New York : John Wiley & Sons.

Montgomery, D.C. 1991. Introduction to statistical quality control. 2nd ed. New York : John Wiley & Sons.

Speer , G. 1995. Metric Unit. www.essex1.com/people/speer/metric.html.

Wadworth, H.M. 1986. Modern method for quality control and improvement. New York : John Wiley & Sons.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

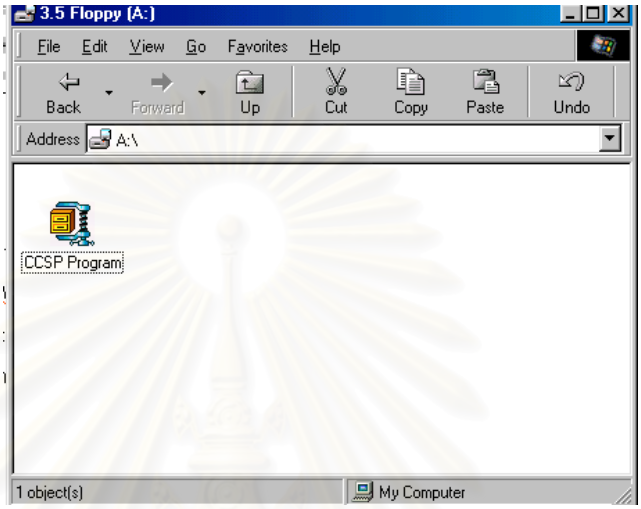
คู่มือการใช้งานโปรแกรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

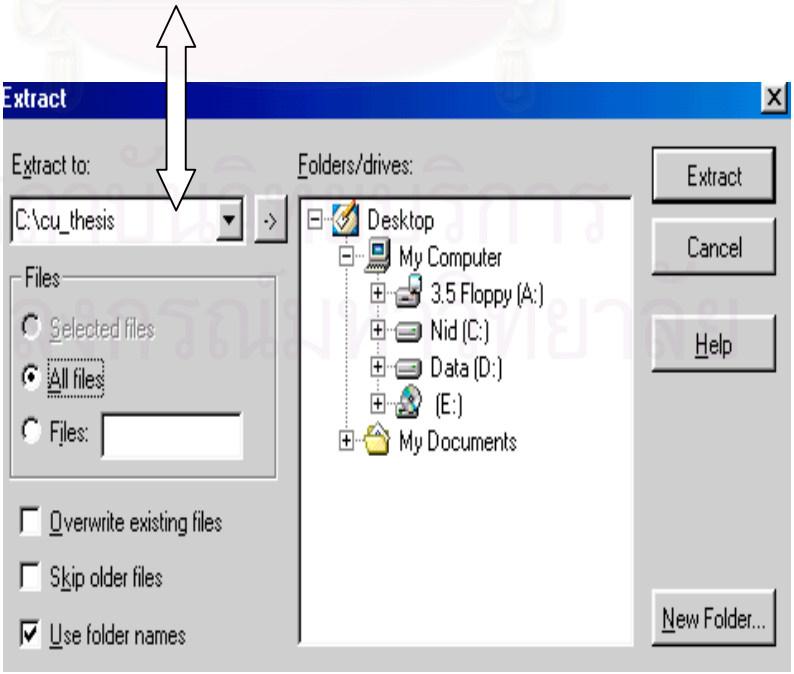
- **การติดตั้งระบบโปรแกรม** Control chart selection and Parameter design

โปรแกรมที่จัดทำขึ้นสามารถทำการติดตั้งได้ตามขั้นตอนดังนี้

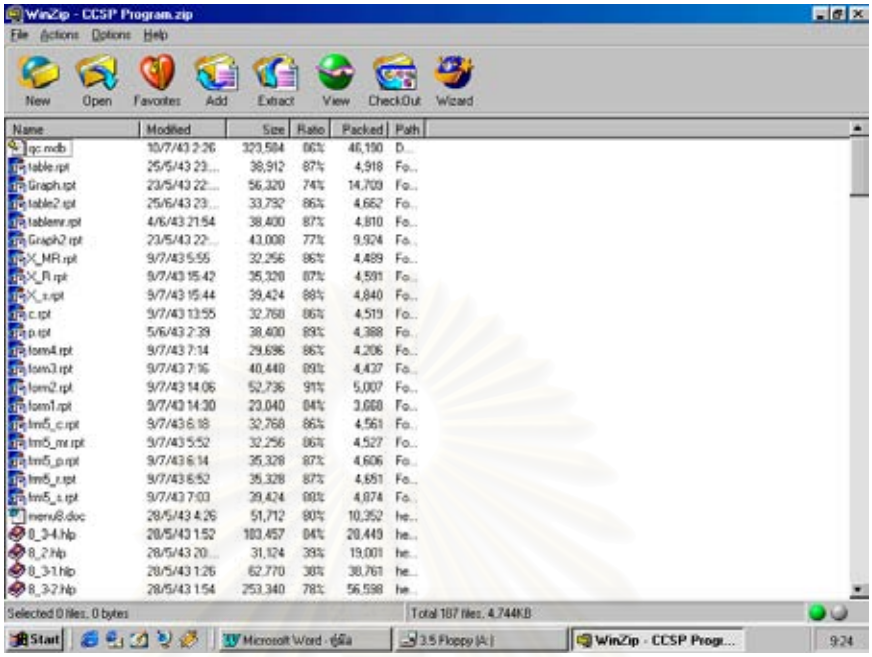
1. เปิดแผ่นโปรแกรม



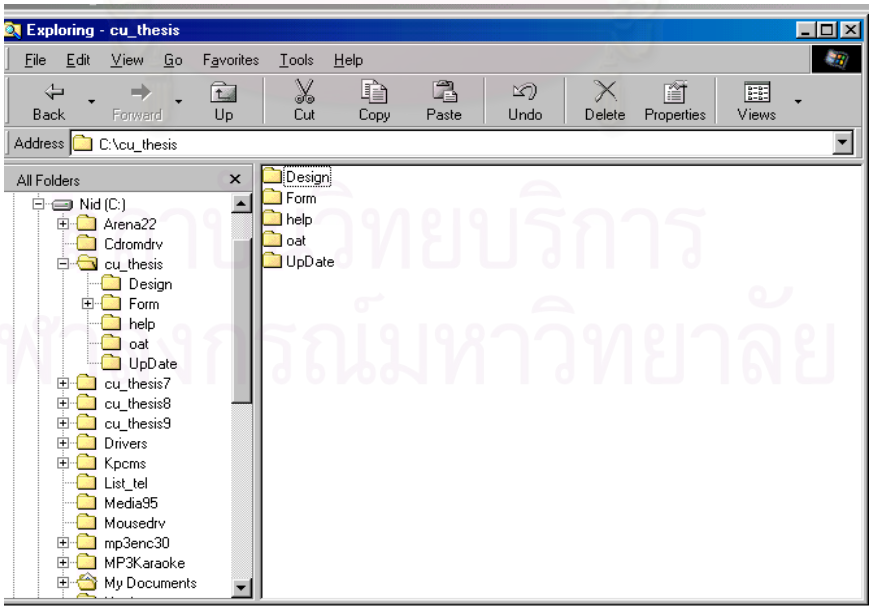
2. ทำการ Extract File " CCSP Program " ออก โดยผ่านโปรแกรม WinZip เนื่องจาก File ดังกล่าวจะถูกเก็บอยู่ในรูปของ Zip file
3. ในการ Extract File ลงใน Drive : C ทำการกำหนดให้อยู่ใน Folder ใด Folder หนึ่งโดยเฉพาะ โดยจัดตั้งชื่อ Folder เป็น " cu_thesis "



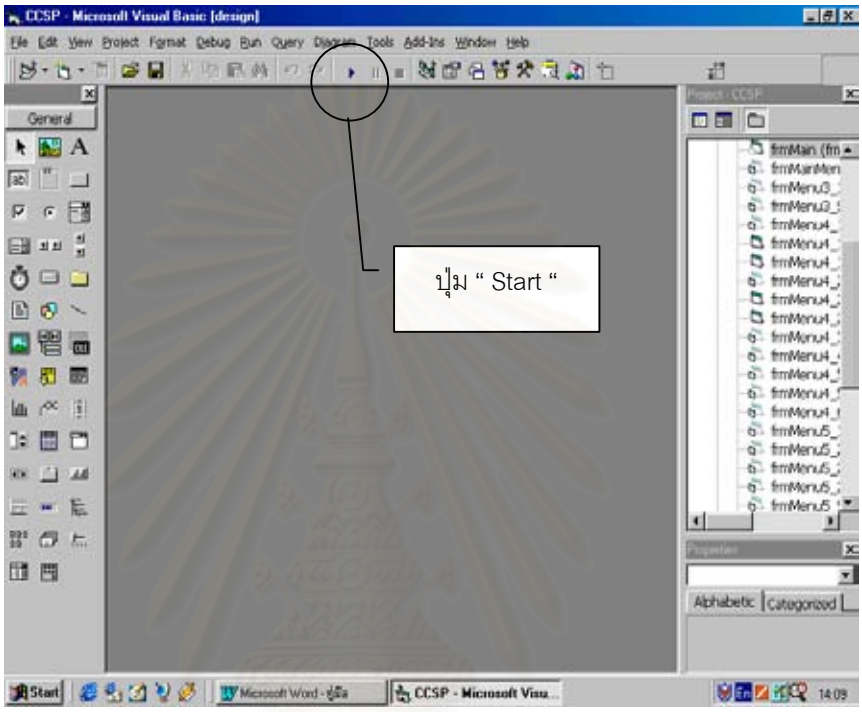
4. เมื่อ Extract เสร็จเรียบร้อยแล้ว หน้าจอจะปรากฏดังนี้



5. จากนั้นหากทำการตรวจเช็คผลการ Extract File โดย Explorer Program จะพบว่า การ Extract File เสร็จสมบูรณ์เรียบร้อยดังในรูป



6. หากต้องการใช้งานโปรแกรมให้เปิดไปที่ c:\cu_thesis\Update จากนั้นให้ Double Click ที่ชื่อ File " CCSP " เมื่อทำการเปิด File ดังกล่าวที่ Microsoft Visual Basic Version 6.0 Enterprise Edition ได้เรียบร้อยแล้ว จากนั้นใช้เม้าส์คลิกไปที่ปุ่ม " Start " เพื่อเข้าสู่โปรแกรม

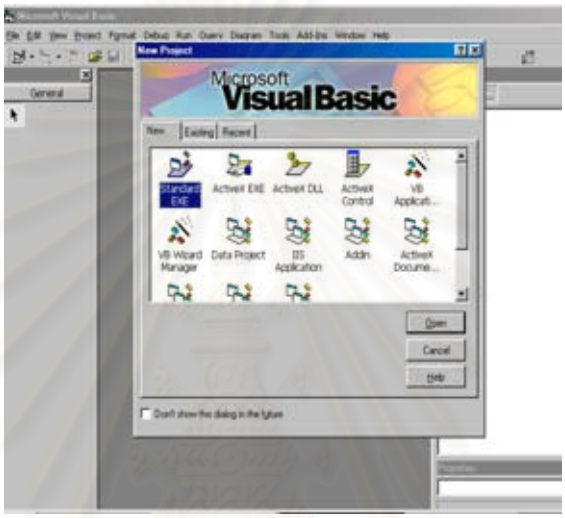


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

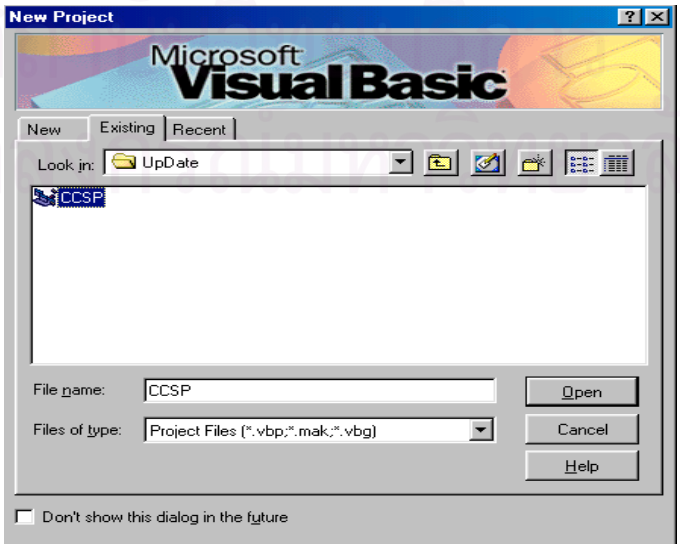
- **การเริ่มต้นเข้าสู่โปรแกรม** Control chart selection and Parameter design

การเข้าสู่โปรแกรม “ Control chart selection and Parameter design “ สามารถทำได้โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

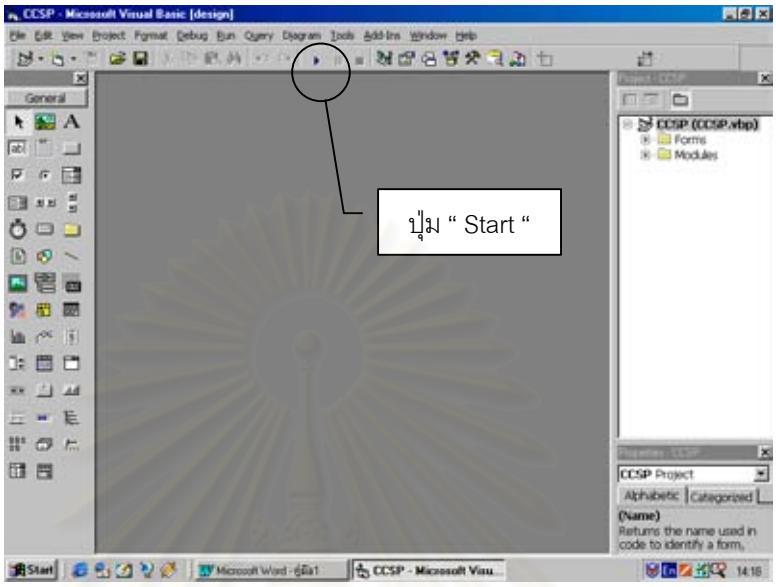
1. เข้าสู่โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 เนื่องจากโปรแกรมดังกล่าวนี้ทำงานบน Microsoft Visual Basic Version 6.0 Enterprise Edition จากนั้นจะปรากฏหน้าจอเริ่มต้นดังนี้



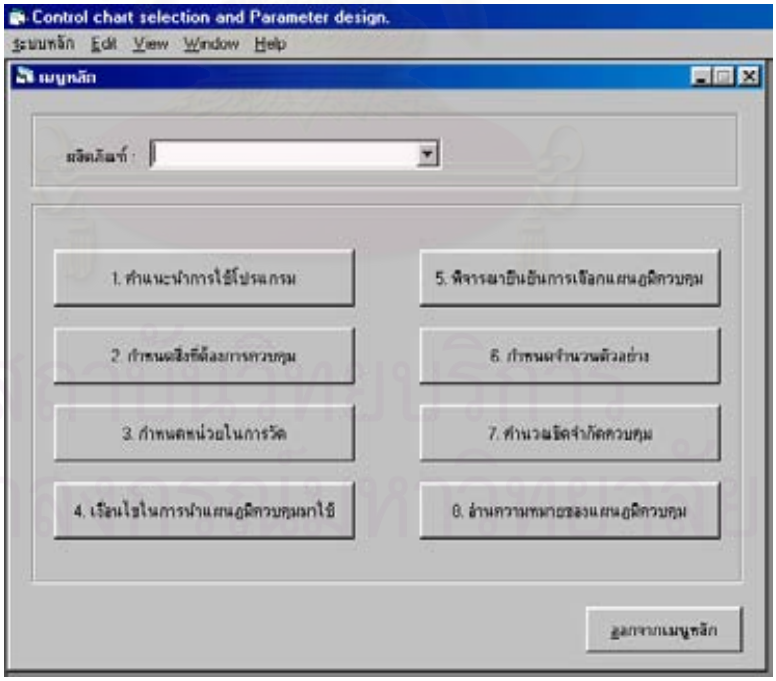
2. เปิดโปรแกรม “ Control chart selection and Parameter design “ โดยใช้เม้าส์เลือกไปที่ “ Existing “ ทำการ Look in ไปที่ C:\cu_thesis\UpDate เลือกไปที่ File ที่มีชื่อว่า “ CCSP “ สามารถสังเกตได้จากช่อง File name จะปรากฏชื่อ File ดังกล่าว จากนั้นให้คลิกปุ่ม “ Open “ เพื่อเปิดโปรแกรม



3. หลังจากคลิกปุ่ม “ Open “ เพื่อทำการดาวน์โหลดหรือเปิดโปรแกรมแล้ว จะปรากฏหน้าจอดังในรูป จากนั้นจะเข้าสู่โปรแกรมโดยใช้เม้าส์คลิกไปที่ปุ่ม “ Start “



4. หลังจากใช้เม้าส์คลิกไปที่ปุ่ม “ Start “ เรียบร้อยแล้ว จะปรากฏหน้าจอของเมนูหลักดังนี้



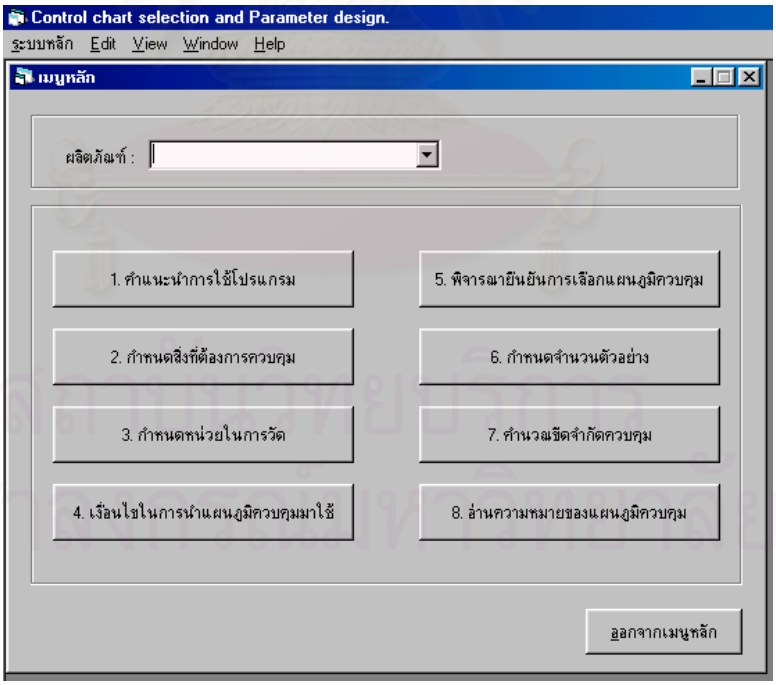
ผู้ใช้สามารถใช้งานโปรแกรม “ Control chart selection and Parameter design “ โดยเลือกไปที่เมนูย่อยเพื่อเริ่มต้นการทำงาน

- **การใช้งานโปรแกรม** Control chart selection and Parameter design

สำหรับโปรแกรม Control chart selection and Parameter design (CCSP) ดังกล่าวนี้ เป็นโปรแกรมที่ใช้งานสำหรับการเลือกชนิดแผนภูมิควบคุมที่จะนำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพและช่วยเหลือในการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าขีดจำกัดควบคุม จำนวนตัวอย่าง เพื่อใช้ในการสร้างหรือติดตั้ง (Setup) แผนภูมิควบคุมในครั้งแรกเท่านั้น (ไม่ใช่โปรแกรมที่ใช้งานเพื่อการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต)

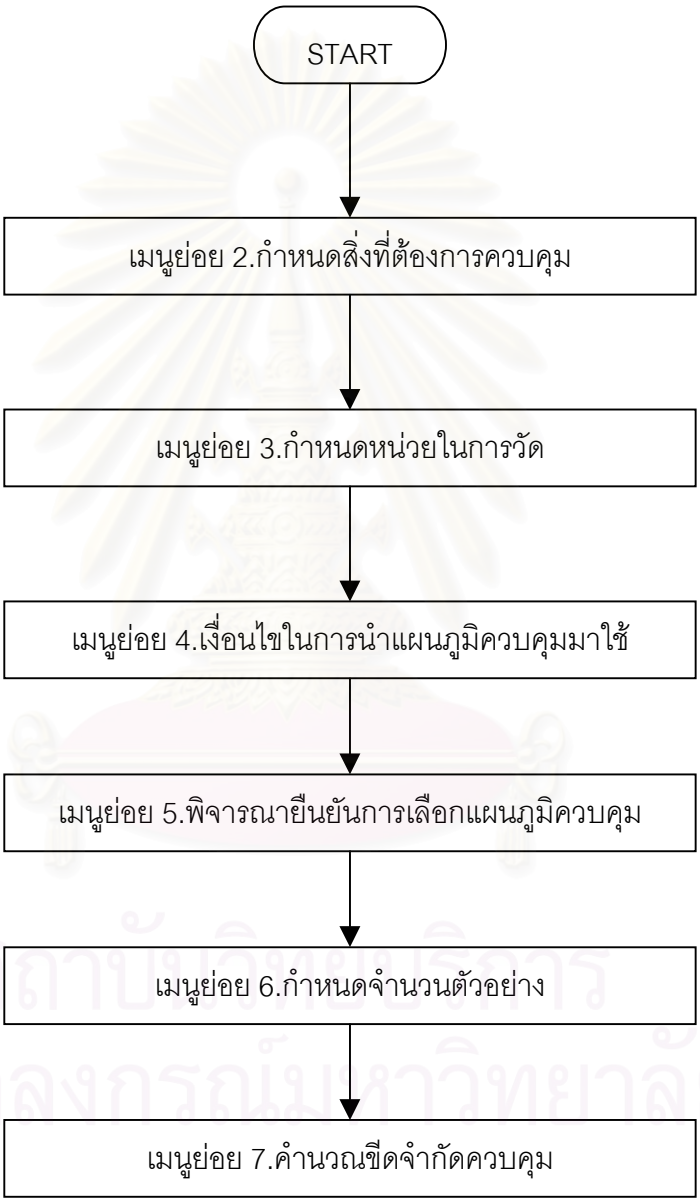
การใช้งานโปรแกรมนี้จะมีเมนูย่อยๆอยู่ที่เมนูหลัก ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกการทำงานที่เมนูย่อยได้ โดยมีอยู่ทั้งหมด 8 เมนูย่อยดังนี้

1.คำแนะนำการใช้โปรแกรม
2.กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม
3.กำหนดหน่วยในการวัด
4.เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้
5.พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม
6.กำหนดจำนวนตัวอย่าง
7.คำนวณขีดจำกัดควบคุม
8.อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม



การใช้งานโปรแกรมดังกล่าวนี้ ผู้ใช้สามารถใช้งานโปรแกรมได้ 2 ทางเลือกคือ

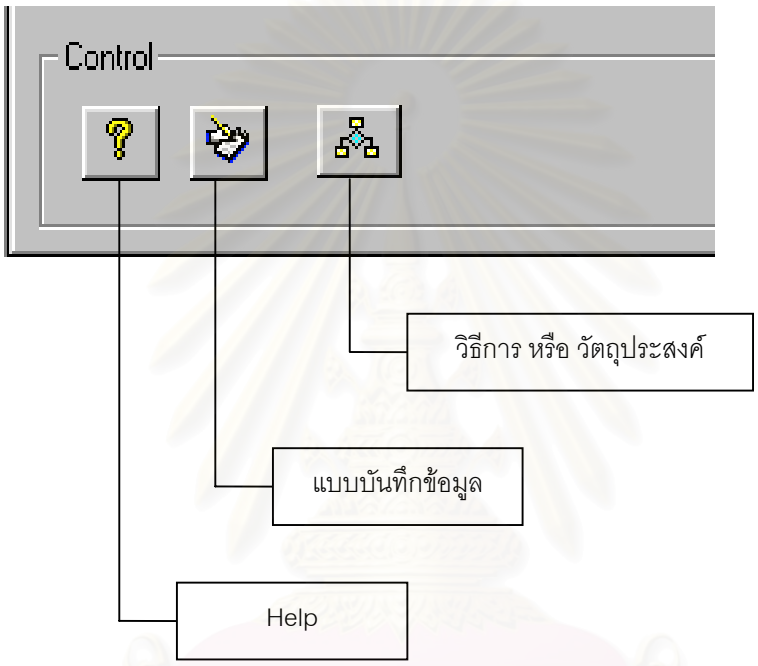
1. กรณีที่ผู้ใช้ต้องการใช้งานโปรแกรมนี้ เพื่อช่วยในการเลือกใช้และออกแบบพารามิเตอร์แผนภูมิควบคุม ผู้ใช้จะต้องทำงานตามขั้นตอนต่างๆในแต่ละเมนูย่อย โดยเริ่มต้นการทำงานที่เมนูย่อย 2 ดังในรูป



2. กรณีที่ผู้ใช้ต้องการใช้งานโปรแกรมนี้ เพื่อคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิแต่เพียงอย่างเดียว ผู้ใช้สามารถเลือกการทำงานไปที่เมนู 7. คำนวณขีดจำกัดควบคุม ได้ทันที ทั้งนี้ผู้ใช้จะ

ต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิพร้อมเรียบร้อยแล้วสำหรับการคำนวณ

ในโปรแกรมดังกล่าวนี้ภายในช่อง " Control " จะมีปุ่มคำสั่ง (Tool Bar) ต่างๆ เพื่อช่วยเหลือผู้ใช้ในการใช้งานโปรแกรมดังนี้



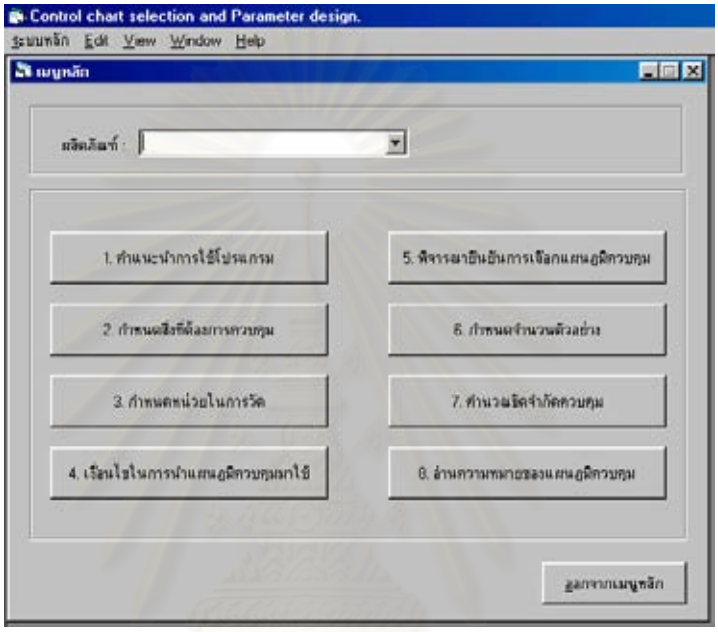
หมายเหตุ สำหรับเมนูย่อย 1.คำแนะนำการใช้โปรแกรม และ เมนูย่อย 8.อ่านความหมายของแผนภูมิควบคุม ผู้ใช้สามารถเข้าไปอ่านข้อมูลต่างๆได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านการทำงานในเมนูย่อยอื่นๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

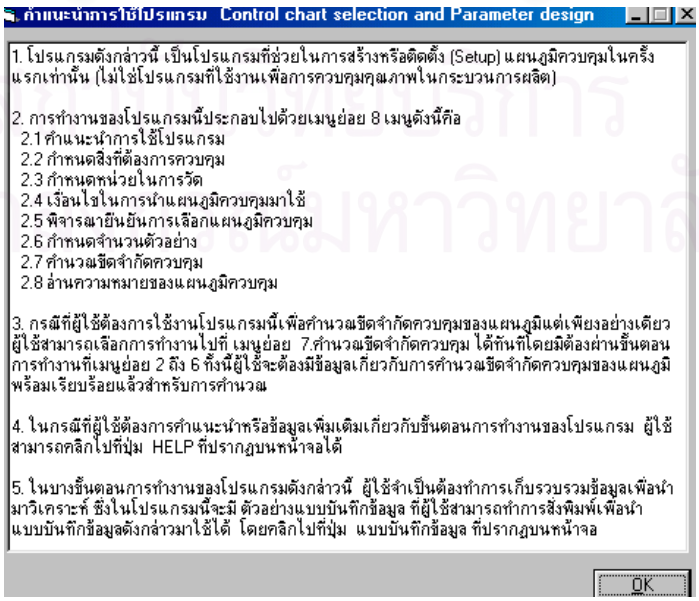
- **การใช้งานเมนูย่อย 1.คำแนะนำการใช้โปรแกรม**

เมื่อผู้ใช้ต้องการอ่านคำแนะนำการใช้โปรแกรม สามารถทำได้โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อหน้าจอปรากฏที่เมนูหลักดังรูป ใช้เม้าส์คลิกเลือกไปที่เมนูย่อย 1.คำแนะนำการใช้โปรแกรม



2. เมื่อเข้าสู่เมนูย่อย 1 เรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถอ่านคำแนะนำการใช้โปรแกรม “ Control chart selection and Parameter design “ ได้



3. เมื่อต้องการออกจากเมนูย่อย 1 ให้คลิกปุ่ม “ OK “ ซึ่งหลังจากคลิกไปที่ปุ่มดังกล่าวแล้วจะปรากฏหน้าจอที่เมนูหลักเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกการใช้งานที่เมนูย่อยอื่นๆต่อไป

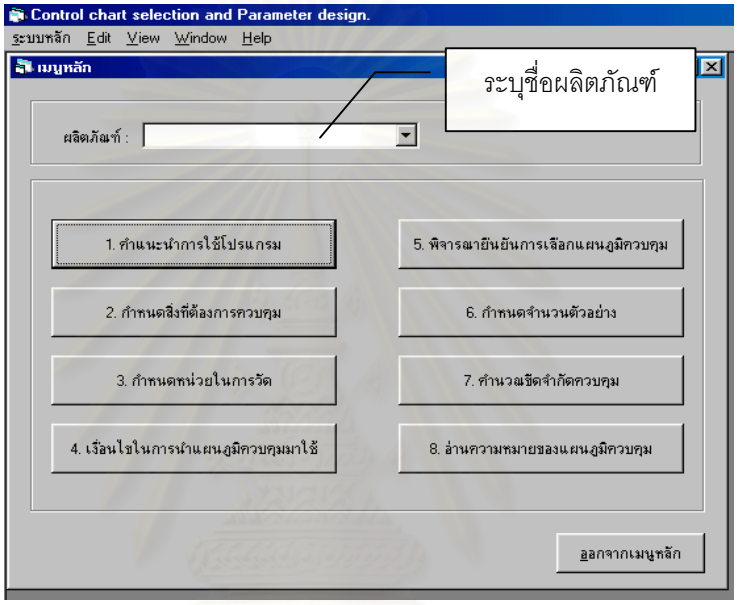
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- **การใช้งานเมนูย่อย 2.กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม**

เมื่อผู้ใช้ต้องการเข้าสู่ขั้นตอนการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม สามารถทำได้โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

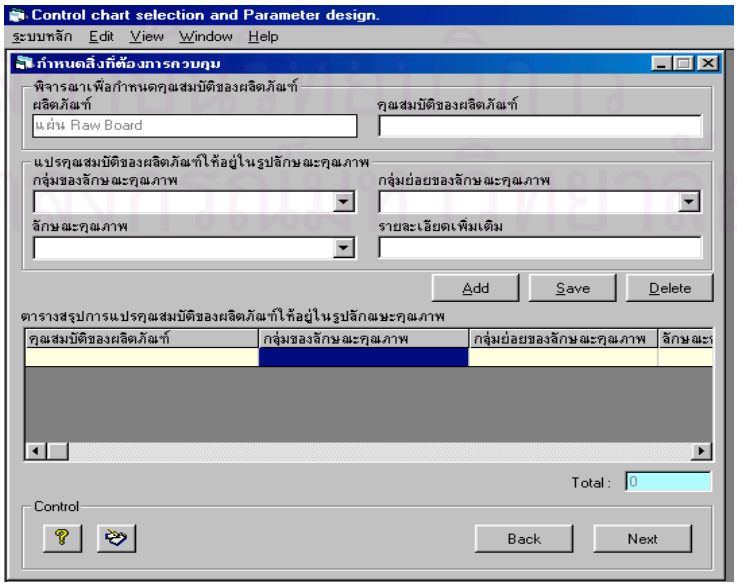
1. กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม

1.1. เมื่อหน้าจอปรากฏที่เมนูหลัก ให้ทำการระบุชื่อของผลิตภัณฑ์ในช่องผลิตภัณฑ์



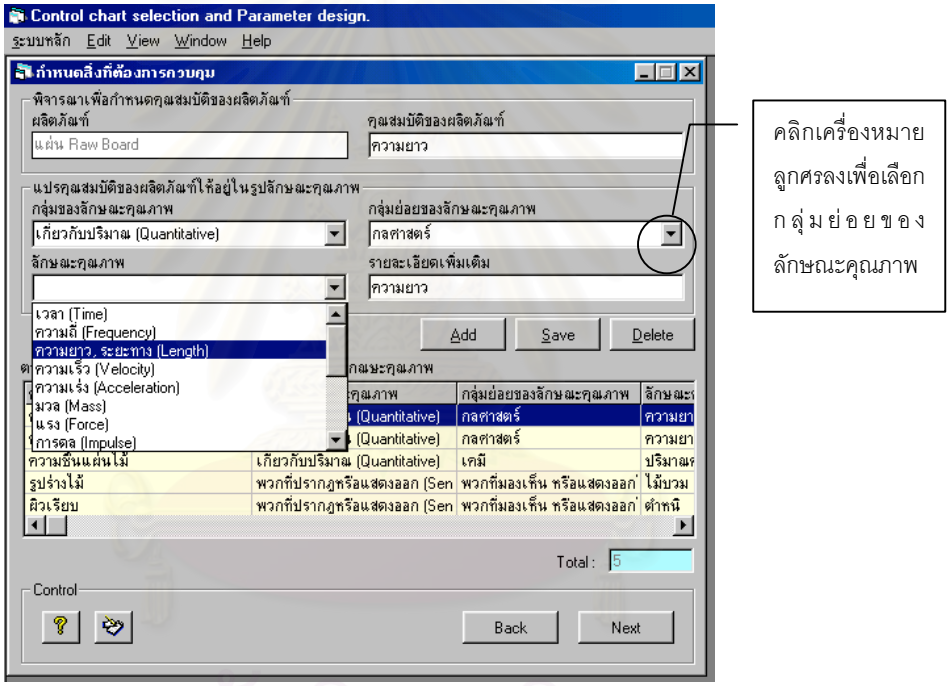
1.2. ใช้เม้าส์คลิกเลือกไปที่เมนูย่อย 2.กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม เพื่อเริ่มต้นการทำงาน

1.3. หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังรูป ให้ทำการระบุคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์



ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการใช้แบบบันทึกการแจกแจงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ เพื่อช่วยในการกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ให้ผู้ใช้คลิกไปที่ปุ่ม " แบบบันทึกข้อมูล " ในช่อง Control หน้าจอจะปรากฏ แบบบันทึกการแจกแจงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ซึ่งผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์ออกมาใช้งานได้ทันที โดยเลือกไปที่ปุ่มแสดงสัญลักษณ์เครื่องพิมพ์

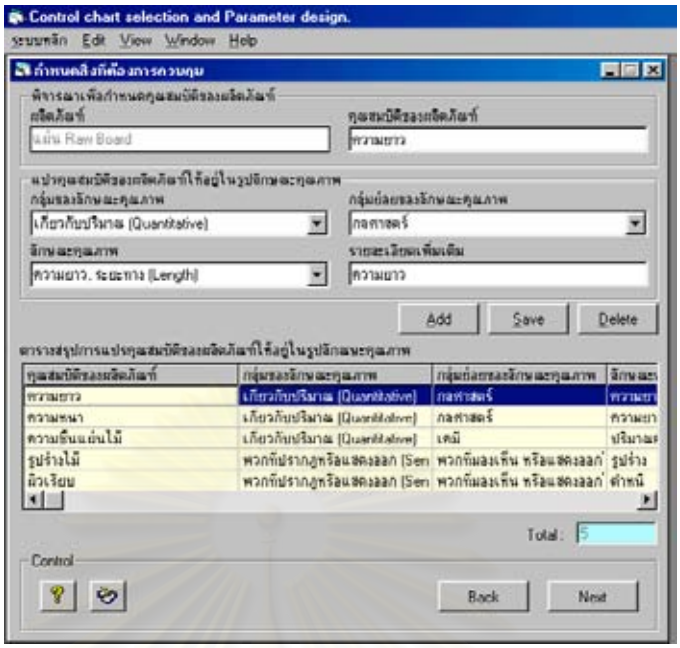
1.4. ทำการแปรคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ โดยเลือกกลุ่มของลักษณะคุณภาพ กลุ่มย่อยของลักษณะคุณภาพ ลักษณะคุณภาพ โดยใช้เม้าส์คลิกไปที่เครื่องหมายลูกศรลงที่อยู่ด้านขวาของกล่องข้อความจะปรากฏข้อมูลต่างๆให้เลือก ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกข้อมูลที่ปรากฏได้ โดยคลิกเลือกไปที่ข้อความดังกล่าวเมื่อเลือกข้อมูลใดแล้วจะปรากฏข้อมูลนั้นในกล่องข้อความ



1.4.1. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการระบุข้อมูลต่างๆเองเนื่องจากในข้อมูลที่ให้เลือกไม่มีข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการ ให้ผู้ใช้เลือกไปที่ข้อความ " ต้องการระบุเอง " จากนั้นให้ทำการระบุข้อมูลต่างๆที่ต้องการลงในกล่องข้อความ

1.5. ระบุรายละเอียดเพิ่มเติมของลักษณะคุณภาพในกล่องข้อความ " รายละเอียดเพิ่มเติม "

1.6. เมื่อระบุข้อมูลต่างๆในกล่องข้อความครบทุกช่องแล้ว จากนั้นคลิกไปที่ปุ่ม " Add " ข้อมูลต่างๆที่ใส่ลงไปจะไปปรากฏใน " ตารางสรุปการแปรคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ " ดังในรูป



1.6.1. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการแก้ไขข้อมูลที่ได้บันทึกลงไปเรียบร้อยแล้วในตารางสรุปการแปรคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ ให้ใช้เม้าส์เลือกไปที่ข้อมูลที่ต้องการแก้ไขที่อยู่ในตาราง ในกล่องข้อความต่างๆจะปรากฏข้อมูลดังกล่าว ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการแก้ไขข้อมูลดังกล่าวได้ เมื่อแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้วให้คลิกไปที่ปุ่ม " Save " เพื่อทำการบันทึกข้อมูล (ที่แก้ไขแล้ว) ลงในตารางสรุปการแปรคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ

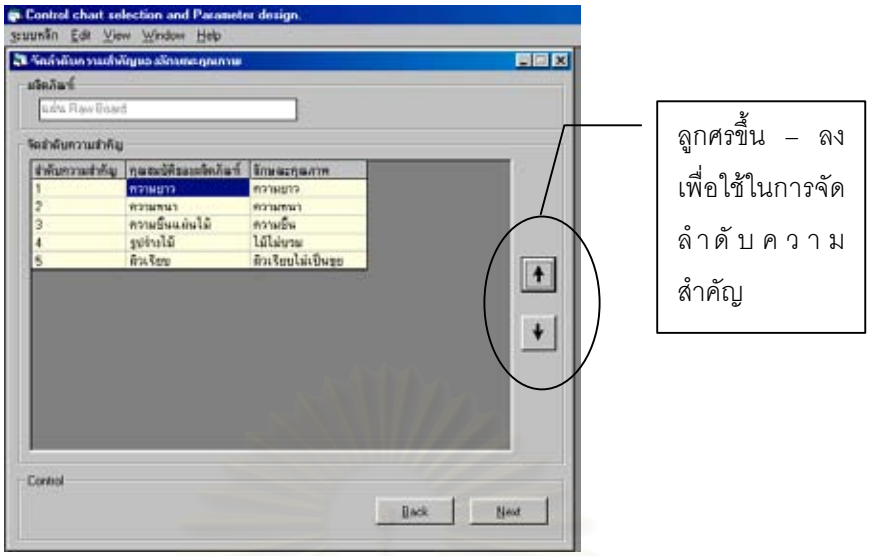
1.6.2. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการลบข้อมูลที่ได้บันทึกลงไปเรียบร้อยแล้วในตารางสรุปการแปรคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ ให้ใช้เม้าส์เลือกไปที่ข้อมูลที่ต้องการลบที่อยู่ในตาราง ในกล่องข้อความต่างๆจะปรากฏข้อมูลดังกล่าว ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการลบข้อมูลดังกล่าวได้ โดยคลิกไปที่ปุ่ม " Delete " ข้อมูลดังกล่าวจะถูกลบทิ้งออกจากตารางสรุปการแปรคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปลักษณะคุณภาพ

1.7. จากนั้นให้คลิกไปที่ปุ่ม " Next " เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

1.8. ในกรณีที่ต้องการกลับไปดูที่หน้าจอก่อนหน้า ให้คลิกไปที่ปุ่ม " Back "

2. จัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพ

2.1. หลังจากคลิกปุ่ม " Next " แล้วจะปรากฏหน้าจอดังนี้



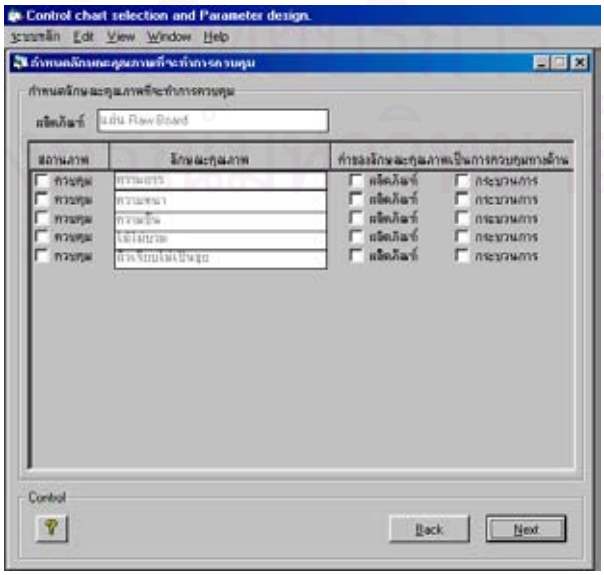
2.2. จัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพ โดยกำหนดให้ลักษณะคุณภาพที่สำคัญสุดหรือวิกฤตสุดมีความสำคัญเป็นอันดับ 1 ซึ่งผู้ใช้สามารถใช้เม้าส์เลือกไปที่ลักษณะคุณภาพที่ต้องการจัดลำดับความสำคัญ จากนั้นคลิกไปที่ปุ่มที่เป็นสัญลักษณ์ลูกศรขึ้น หรือ ลง เพื่อจัดลำดับความสำคัญให้กับลักษณะคุณภาพดังกล่าว

2.3. การจัดลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพจะเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย โดยสังเกตได้จากช่องลำดับความสำคัญ ซึ่งลักษณะคุณภาพที่สำคัญสุดหรือวิกฤตสุดจะมีลำดับความสำคัญเท่ากับ 1

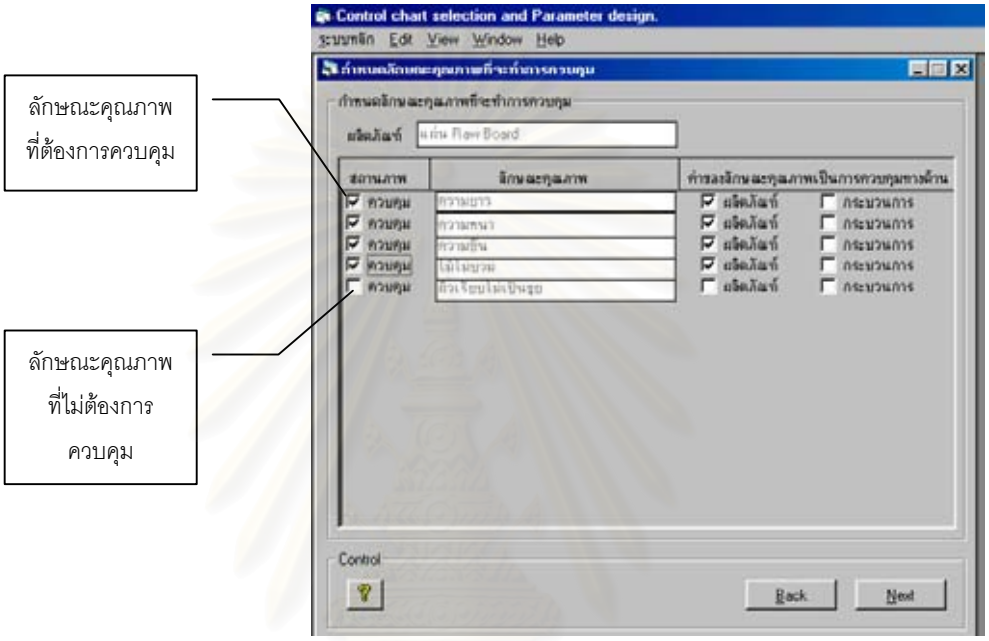
2.4. คลิกไปที่ปุ่ม “ Next “ เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

3. กำหนดลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม

3.1. หลังจากคลิกปุ่ม “ Next “ แล้วจะปรากฏหน้าจอดังนี้



3.2. เลือกลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม โดยใช้เม้าส์คลิกไปที่ช่องสี่เหลี่ยมหน้าคำว่า " ควบคุม " ซึ่งจะปรากฏเครื่องหมายถูกในช่องสี่เหลี่ยมดังกล่าว ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพใดๆที่ผู้ใช้ไม่ต้องการควบคุมก็ไม่ต้องคลิกเลือก จะสังเกตได้จากเครื่องหมายถูกจะไม่ปรากฏในช่องสี่เหลี่ยมหน้าคำว่า " ควบคุม " จากนั้นให้พิจารณาลักษณะคุณภาพดังกล่าวว่าค่าของลักษณะคุณภาพเป็นการควบคุมทางด้านใด

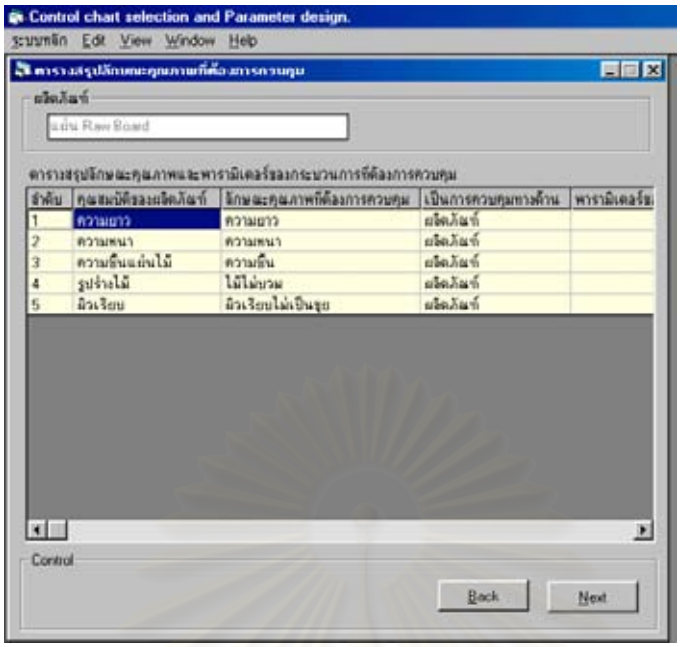


3.2.1. ในกรณีที่ค่าของลักษณะคุณภาพเป็นการควบคุมทางด้านผลิตภัณฑ์ ให้ใช้เม้าส์คลิกไปที่ช่องสี่เหลี่ยมหน้าคำว่า " ผลิตภัณฑ์ "

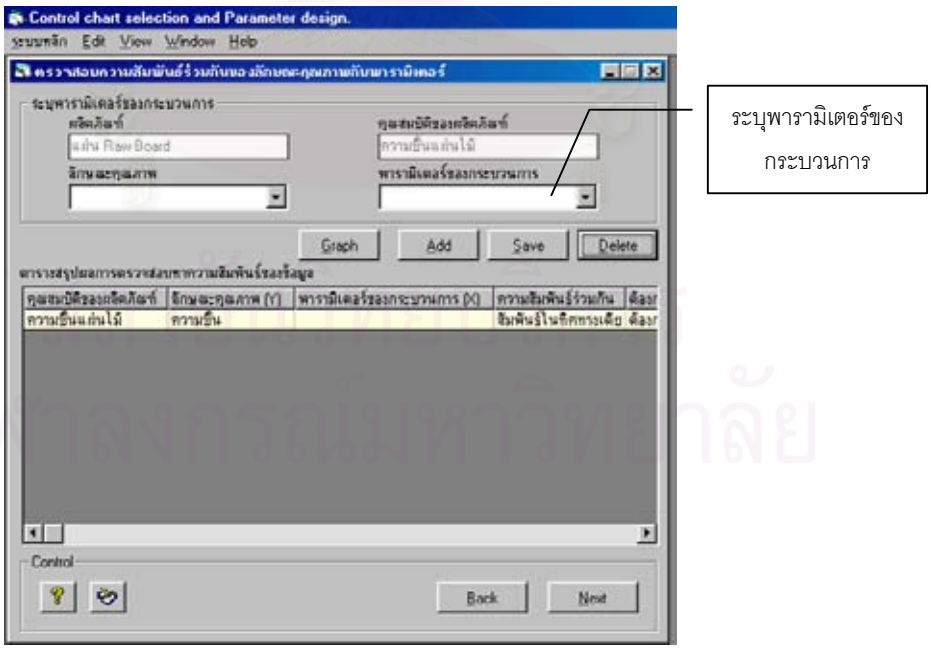
3.2.2. ในกรณีที่ค่าของลักษณะคุณภาพเป็นการควบคุมทางด้านกระบวนการ ให้ใช้เม้าส์คลิกไปที่ช่องสี่เหลี่ยมหน้าคำว่า " กระบวนการ "

3.3. หลังจากนั้นให้คลิกไปที่ปุ่ม " Next " เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

3.3.1. ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมทุกตัวมีค่าของลักษณะคุณภาพเป็นการควบคุมทางด้านผลิตภัณฑ์ หลังจากคลิกไปที่ปุ่ม " Next " แล้วจะปรากฏหน้าจอตารางสรุปลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม ซึ่งหน้าจอดังกล่าวนี้จะแสดงตารางสรุปลักษณะคุณภาพและพารามิเตอร์ของกระบวนการที่ต้องการควบคุมให้ผู้ใช้ทราบ



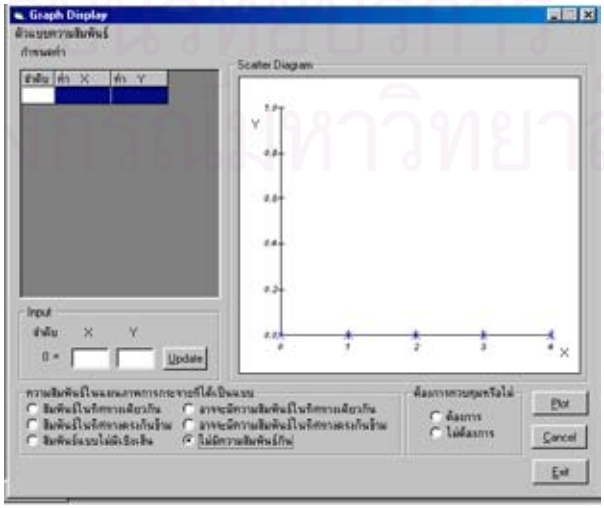
3.3.2. ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมมีตัวใดตัวหนึ่งที่ค่าของลักษณะคุณภาพเป็นการควบคุมทางด้านกระบวนการแล้ว เมื่อคลิกปุ่ม “ Next “ จะปรากฏหน้าจอตรวจสอบหาความสัมพันธ์ร่วมกันของลักษณะคุณภาพกับพารามิเตอร์ของกระบวนการดังรูป



3.3.2.1. ใช้เม้าส์เลือกไปที่ลักษณะคุณภาพที่ต้องการระบุพารามิเตอร์ของกระบวนการที่อยู่ในตาราง ทำการระบุพารามิเตอร์ของกระบวนการที่คาดว่ามีผลกระทบต่อลักษณะคุณภาพ จากนั้นให้คลิกไปที่ปุ่ม " Save " เพื่อบันทึกข้อมูลลงในตารางสรุปผลการตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพดังกล่าวสัมพันธ์กับพารามิเตอร์ของกระบวนการมากกว่า 1 ตัว ให้เลือกไปที่ลักษณะคุณภาพตัวนั้นและทำการระบุพารามิเตอร์เพิ่ม จากนั้นให้คลิกไปที่ปุ่ม " Add " เพื่อบันทึกข้อมูลข้อมูลลงในตารางสรุปผลการตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

3.3.2.2. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของลักษณะคุณภาพและพารามิเตอร์ของกระบวนการ ซึ่งจะต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดอย่างน้อย 30 ข้อมูล โดยผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์ " แบบบันทึกข้อมูลเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของลักษณะคุณภาพกับพารามิเตอร์ของกระบวนการ " จากโปรแกรมไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ โดยคลิกไปที่ปุ่ม " แบบบันทึกข้อมูล " จะปรากฏหน้าจอแบบบันทึกข้อมูลเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของลักษณะคุณภาพกับพารามิเตอร์ของกระบวนการ จากนั้นให้คลิกไปที่ปุ่มที่เป็นสัญลักษณ์เครื่องพิมพ์เพื่อทำการสั่งพิมพ์แบบบันทึกดังกล่าวมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.2.3. ตรวจสอบหาความสัมพันธ์ร่วมกันของลักษณะคุณภาพกับพารามิเตอร์ของกระบวนการ โดยใช้เม้าส์เลือกไปที่ลักษณะคุณภาพและพารามิเตอร์ของกระบวนการที่ต้องการตรวจสอบ หลังจากนั้นให้คลิกไปที่ปุ่ม " Graph " จะปรากฏหน้าจอดังนี้



3.3.2.4. ใส่ข้อมูลลักษณะคุณภาพและพารามิเตอร์ของกระบวนการที่ได้เก็บรวบรวมมาที่ช่อง " Input " โดยกำหนดให้

X แทนพารามิเตอร์ของกระบวนการ

Y แทนลักษณะคุณภาพ

เมื่อใส่ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกไปที่ปุ่ม " Plot " เพื่อทำการสร้างแผนภาพการกระจาย (Scatter diagram) เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ร่วมกันของข้อมูล

3.3.2.5. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการแก้ไขข้อมูลบางค่าที่ได้ใส่ลงไปแล้ว สามารถทำได้โดยใช้เม้าส์เลือกไปที่ข้อมูลที่ต้องการแก้ไข เมื่อแก้ไขข้อมูลที่ช่อง " Input " เรียบร้อยแล้วให้คลิกไปที่ปุ่ม " Update " ข้อมูลดังกล่าวจะถูกแก้ไขโดยอัตโนมัติ

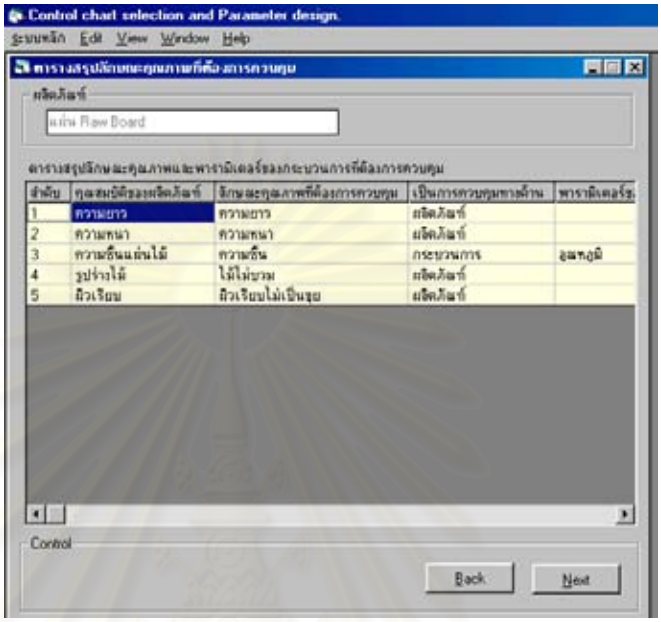
3.3.2.6. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการยกเลิกการทำงาน สามารถทำได้โดยคลิกไปที่ปุ่ม " Cancel " ข้อมูลดังกล่าวจะถูกยกเลิกไปโดยอัตโนมัติ

3.3.2.7. สรุปผลการตรวจสอบหาความสัมพันธ์ร่วมกันของลักษณะคุณภาพและพารามิเตอร์ของกระบวนการ โดยคลิกเลือกคำตอบว่าความสัมพันธ์ในแผนภาพการกระจายที่ได้เป็นแบบใด ซึ่งสามารถเลือกคำตอบที่ถูกต้องได้เพียง 1 คำตอบเท่านั้น ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการทราบข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับตัวแบบความสัมพันธ์ในแผนภาพการกระจายเพื่อประกอบการตัดสินใจในการสรุปผล ให้คลิกไปที่ปุ่ม " ตัวแบบความสัมพันธ์ " ซึ่งจะปรากฏข้อมูลและรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับตัวแบบความสัมพันธ์ในแผนภาพการกระจาย

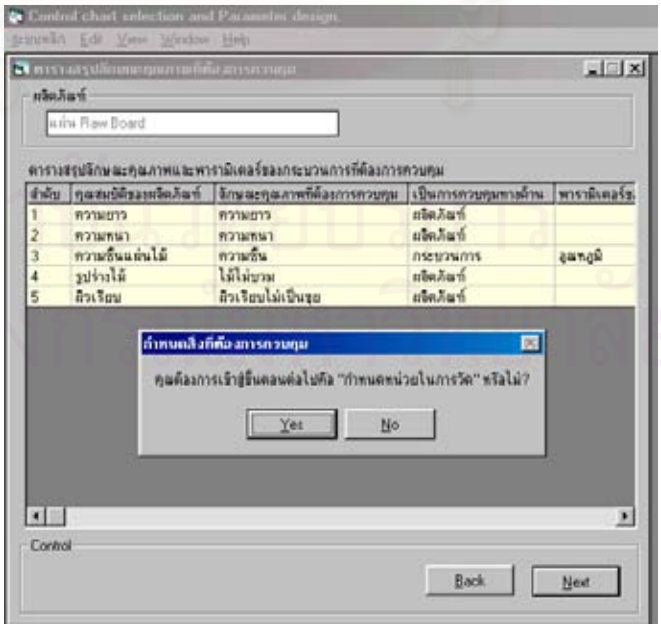
3.3.2.8. หลังจากทำการสรุปผลการตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้พิจารณาว่าต้องการควบคุมพารามิเตอร์ของกระบวนการดังกล่าวหรือไม่ ถ้าต้องการควบคุมให้คลิกเลือกไปที่คำตอบ " ต้องการ " หากไม่ต้องการควบคุมให้คลิกเลือกไปที่คำตอบ " ไม่ต้องการ " จากนั้นให้คลิกไปที่ปุ่ม " Exit " เพื่อออกจากขั้นตอนการตรวจสอบหาความสัมพันธ์ร่วมกัน

3.3.2.9. เมื่อคลิกปุ่ม " Exit " แล้วจะปรากฏหน้าจอ " ตรวจสอบความสัมพันธ์ร่วมกันของลักษณะคุณภาพกับพารามิเตอร์ " ซึ่งในตารางสรุปผลการตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจะปรากฏผลการตรวจสอบที่ได้ทำการตรวจสอบไปเรียบร้อยแล้ว

3.3.2.10. จากนั้นคลิกไปที่ปุ่ม “ Next “ จะปรากฏหน้าจอตารางสรุปลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม ซึ่งหน้าจอดังกล่าวจะแสดงตารางสรุปลักษณะคุณภาพและพารามิเตอร์ของกระบวนการที่ต้องการควบคุมให้ผู้ใช้ทราบ



3.4. จากนั้นคลิกไปที่ปุ่ม “ Next “ จะปรากฏหน้าจอดังนี้



3.4.1. ในกรณีที่ผู้ใช้ ต้องการ เข้าสู่ขั้นตอนต่อไปคือ เมนูย่อย 3.กำหนดหน่วยในการวัด ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ Yes “

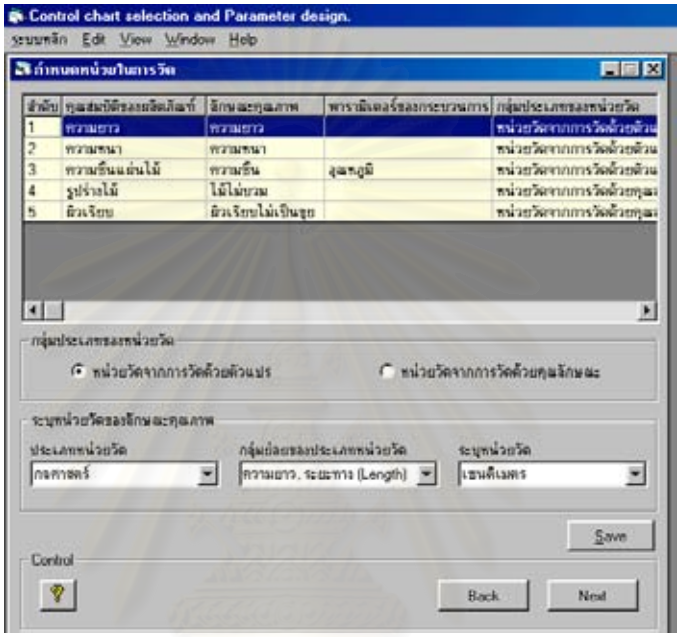
3.4.2. ในกรณีที่ผู้ใช้ ไม่ต้องการ เข้าสู่ขั้นตอนต่อไปคือ เมนูย่อย 3.กำหนดหน่วยในการวัด ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ No “ โปรแกรมจะกลับไปที่หน้าจอเมนูหลัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

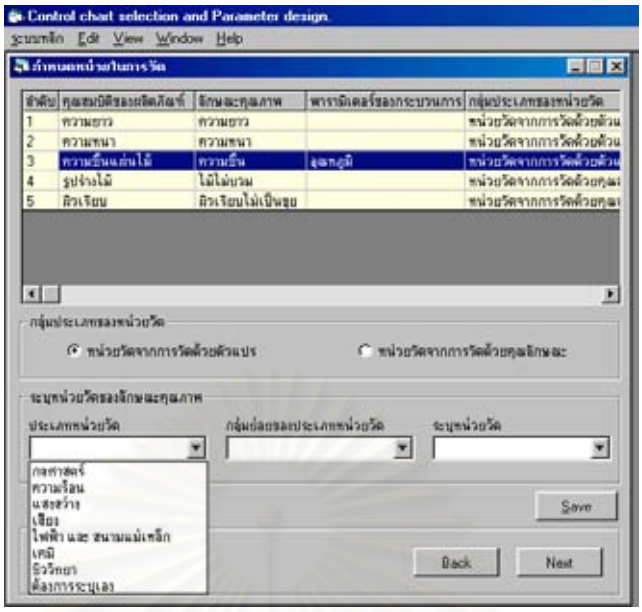
- **การใช้งานเมนูย่อย 3.กำหนดหน่วยในการวัด**

เมื่อผู้ใช้ต้องการเข้าสู่ขั้นตอนการกำหนดหน่วยในการวัด สามารถทำได้โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อเข้าสู่เมนูย่อย 3.กำหนดหน่วยในการวัด จะปรากฏหน้าจอดังนี้



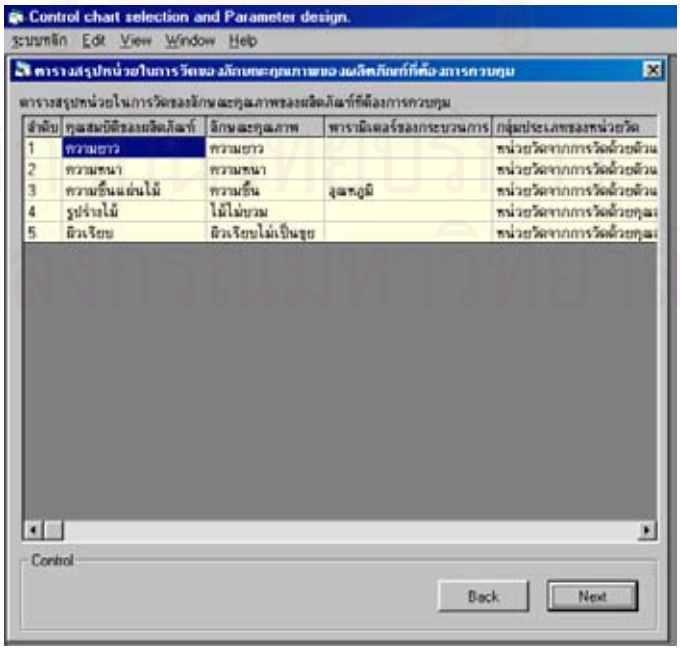
2. เลือกกลุ่มประเภทของหน่วยวัด โดยใช้เม้าส์คลิกไปที่ลักษณะคุณภาพในตารางที่ต้องการกำหนดหน่วยในการวัด จากนั้นทำการเลือกกลุ่มประเภทของหน่วยวัดว่าลักษณะคุณภาพดังกล่าวจัดอยู่ในกลุ่มหน่วยวัดประเภทใด โดยคลิกเลือกคำตอบที่ต้องการ
   2.1. ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพดังกล่าวจัดอยู่ในกลุ่มหน่วยวัดจากการวัดด้วยตัวแปร ให้คลิกเลือกคำตอบไปที่ “ หน่วยวัดจากการวัดด้วยตัวแปร “
   2.2. ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพดังกล่าวจัดอยู่ในกลุ่มหน่วยวัดจากการวัดด้วยคุณลักษณะ ให้คลิกเลือกคำตอบไปที่ “ หน่วยวัดจากการวัดด้วยคุณลักษณะ “
3. ระบุหน่วยวัดของลักษณะคุณภาพ โดยเลือกประเภทหน่วยวัด กลุ่มย่อยของประเภทหน่วยวัด และระบุหน่วยวัด โดยใช้เม้าส์คลิกไปที่เครื่องหมายลูกศรลงที่อยู่ด้านขวาของกล่องข้อความจะปรากฏข้อมูลต่างๆให้เลือก ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกข้อมูลที่ปรากฏได้ โดยคลิกเลือกไปที่ข้อความดังกล่าวเมื่อเลือกข้อมูลใดแล้วจะปรากฏข้อมูลนั้นในกล่องข้อความ



3.1. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการระบุข้อมูลต่างๆเอง เนื่องจากในข้อมูลที่ให้เลือกตอบไม่มีข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการ ให้ผู้ใช้เลือกไปที่ข้อความ " ต้องการระบุเอง " จากนั้นให้ทำการระบุข้อมูลต่างๆที่ต้องการลงในกล่องข้อความ

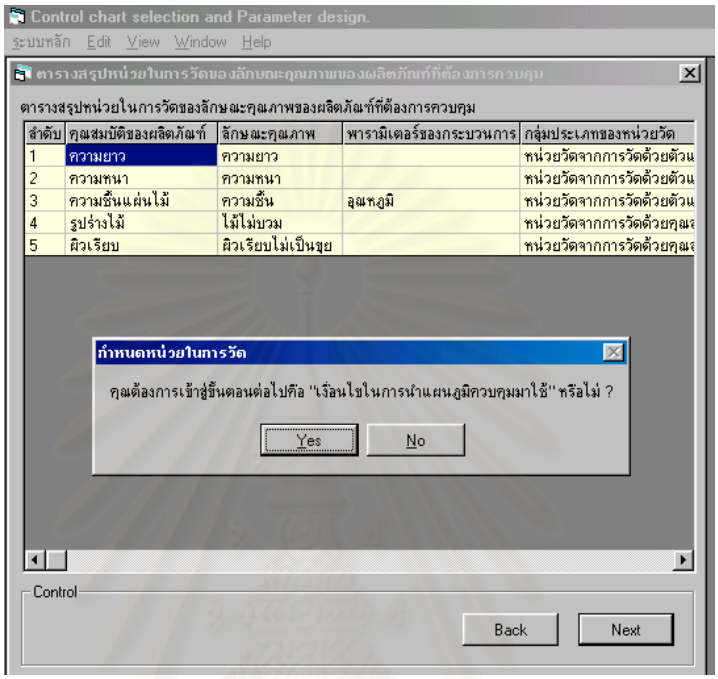
4. เมื่อระบุข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับหน่วยวัดในกล่องข้อความครบทุกช่องแล้ว จากนั้นคลิกไปที่ปุ่ม " Save " เพื่อทำการบันทึกข้อมูล

5. เมื่อทำการระบุหน่วยวัดของลักษณะคุณภาพครบทุกตัวแล้ว ให้คลิกไปที่ปุ่ม " Next " จะปรากฏหน้าจอ " ตารางสรุปหน่วยในการวัดของลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการควบคุม "



ซึ่งข้อมูลในตารางดังกล่าวจะเป็นการสรุปข้อมูลของลักษณะคุณภาพที่ได้กำหนดหน่วยในการวัดเรียบร้อยแล้ว

6. จากนั้นคลิกไปที่ปุ่ม “ Next “ จะปรากฏหน้าจอดังนี้



6.1. ในกรณีที่ผู้ใช้ ต้องการ เข้าสู่ขั้นตอนต่อไปคือ เมนูย่อย 4.เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ Yes “

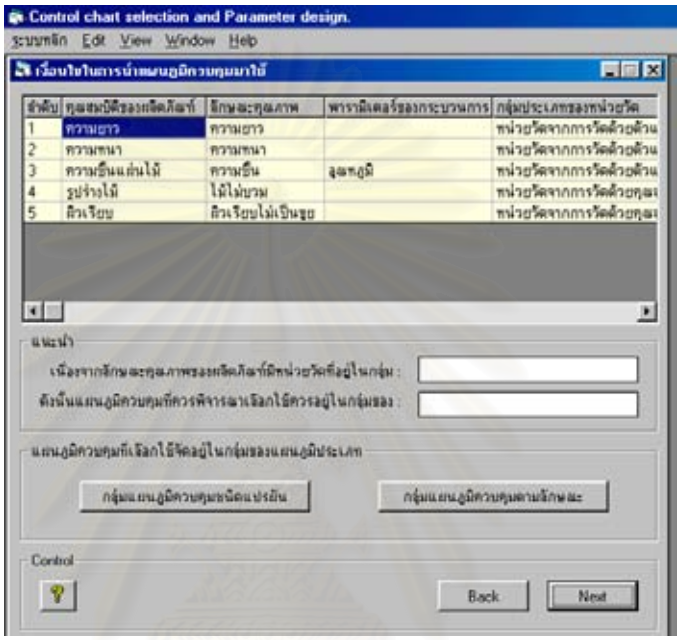
6.2. ในกรณีที่ผู้ใช้ ไม่ต้องการ เข้าสู่ขั้นตอนต่อไปคือ เมนูย่อย 4.เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ No “ โปรแกรมจะกลับไปที่หน้าจอเมนูหลัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- **การใช้งานเมนูย่อย 4.เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้**

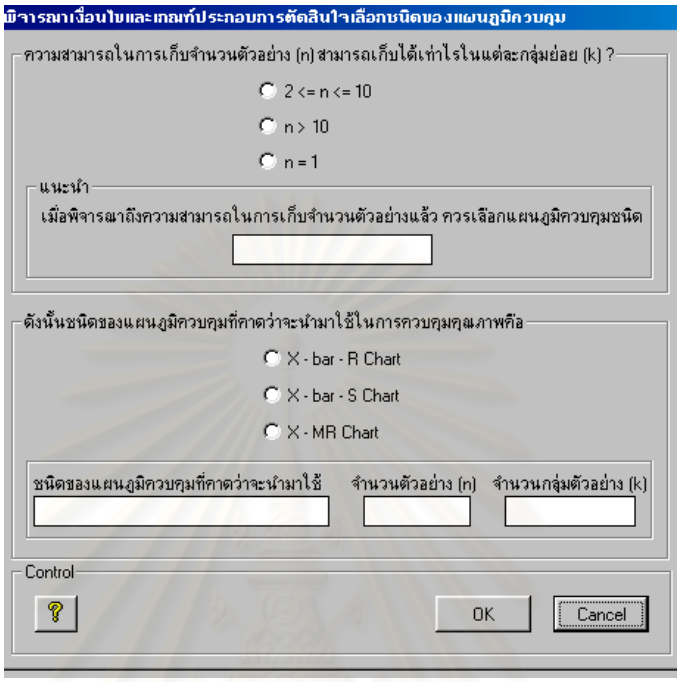
เมื่อผู้ใช้ต้องการเข้าสู่ขั้นตอนการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ สามารถทำได้โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อเข้าสู่เมนูย่อย 4.เงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ จะปรากฏหน้าจอดังนี้



2. พิจารณาเลือกกลุ่มของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ เพื่อกำหนดจำนวนตัวอย่างในการตรวจสอบเงื่อนไข
   2.1. ใช้เม้าส์คลิกไปที่ลักษณะคุณภาพที่อยู่ในตาราง เพื่อทำการพิจารณาเลือกกลุ่มของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ โดยพิจารณาเลือกว่าแผนภูมิควบคุมที่จะนำมาใช้จัดอยู่ในกลุ่มของแผนภูมิควบคุมประเภทใด ซึ่งจะมีคำแนะนำในการเลือกใช้ให้ผู้ใช้ทราบเพื่อประกอบการตัดสินใจ
      2.1.1. ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพดังกล่าวควรเลือกใช้แผนภูมิควบคุมในกลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน ให้คลิกเลือกคำตอบไปที่ “ กลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน “
      2.1.2. ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพดังกล่าวควรเลือกใช้แผนภูมิควบคุมในกลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ ให้คลิกเลือกคำตอบไปที่ “ กลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ “
3. พิจารณาเงื่อนไขและเกณฑ์ประกอบการตัดสินใจเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุม เพื่อกำหนดจำนวนตัวอย่างในการตรวจสอบเงื่อนไข

3.1. ในกรณีที่แผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้จัดอยู่ในกลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน เมื่อคลิกไปที่ปุ่ม " กลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน " จะปรากฏหน้าจอดังนี้

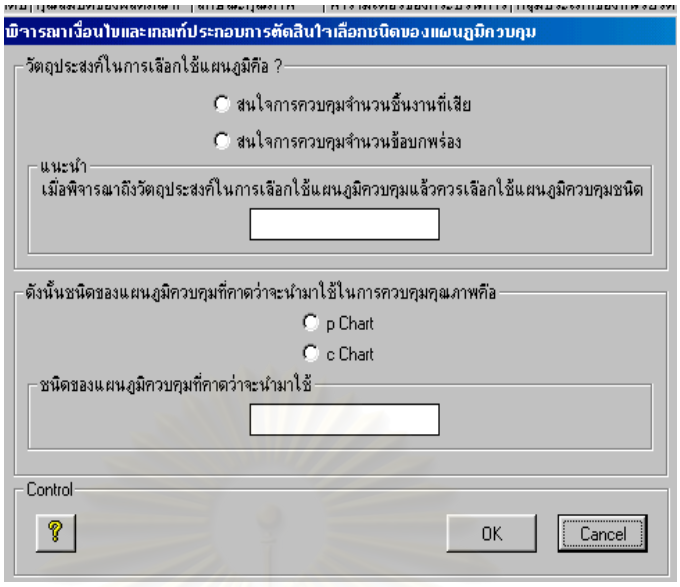


3.1.1. พิจารณาถึงความสามารถในการเก็บจำนวนตัวอย่าง (n) ว่าสามารถเก็บจำนวนตัวอย่างได้เท่าไรในแต่ละกลุ่มย่อย (k) เมื่อคลิกเลือกคำตอบได้เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะแนะนำผู้ใช้ในการเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมให้ผู้ใช้ทราบ

3.1.2. ทำการตัดสินใจเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ โดยคลิกเลือกคำตอบตามต้องการ หลังจากนั้นโปรแกรมจะแสดงคำตอบจำนวนตัวอย่าง (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) เพื่อใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

3.1.3. คลิกไปที่ปุ่ม " OK " เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

3.2. ในกรณีที่แผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้จัดอยู่ในกลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ เมื่อคลิกไปที่ปุ่ม " กลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ " จะปรากฏหน้าจอดังนี้



3.2.1. พิจารณาถึงวัตถุประสงค์ในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุม เมื่อคลิกเลือกคำตอบได้เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะแนะนำผู้ใช้ในการเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมให้ผู้ใช้ทราบ

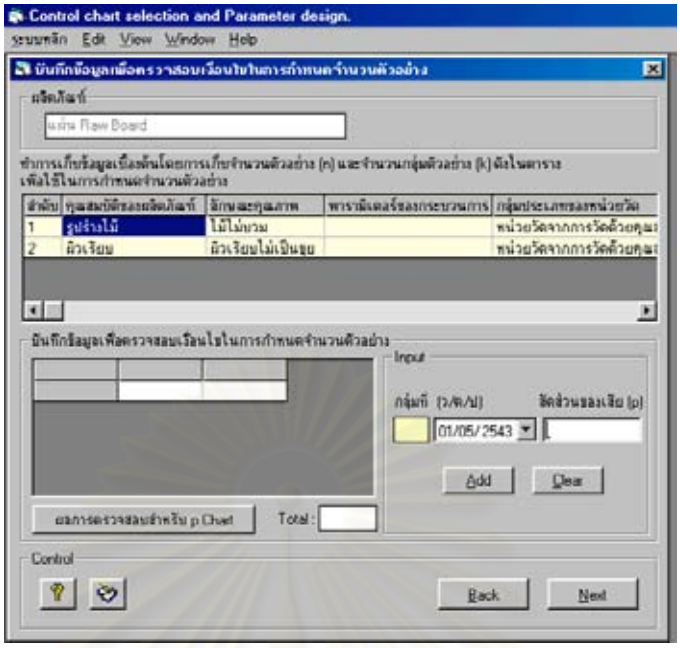
3.2.2. ทำการตัดสินใจเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ โดยคลิกเลือกคำตอบตามต้องการ

3.2.3. คลิกไปที่ปุ่ม " OK " เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

4. หลังจากคลิกปุ่ม " OK " แล้ว จะปรากฏหน้าจอเงื่อนไขในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ ซึ่งเป็นหน้าจอเดียวกันกับตอนที่เลือกกลุ่มแผนภูมิควบคุม จากนั้นให้คลิกไปที่ปุ่ม " Next "

4.1. ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมมีตัวใดตัวหนึ่งที่เลือกใช้แผนภูมิควบคุมในกลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ หลังจากคลิกปุ่ม " Next " แล้ว จะปรากฏหน้าจอบันทึกข้อมูลเพื่อตรวจสอบเงื่อนไขในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



4.1.1. ผู้ใช้จะต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง โดยจำนวนตัวอย่าง (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) ที่จะต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสามารถดูได้จากค่าในตาราง ทั้งนี้ผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์แบบบันทึกไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ โดยคลิกไปที่ปุ่ม “ แบบบันทึกข้อมูล “ ซึ่งจะมีแบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart) และ แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart) ให้เลือกใช้ เมื่อเลือกไปที่แบบบันทึกที่ต้องการใช้แล้ว หน้าจอจะปรากฏแบบบันทึกดังกล่าว จากนั้นให้คลิกไปที่ปุ่มที่เป็นสัญลักษณ์เครื่องพิมพ์เพื่อทำการสั่งพิมพ์แบบบันทึกดังกล่าวมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1.1.1. ในกรณีที่ผู้ใช้เลือกใช้แผนภูมิควบคุม p Chart ให้ผู้ใช้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสัดส่วนของเสีย โดยเก็บจำนวนตัวอย่าง (n) 30 ตัวอย่างเป็นจำนวน 30 กลุ่มตัวอย่าง (k)

4.1.1.2. ในกรณีที่ผู้ใช้เลือกใช้แผนภูมิควบคุม c Chart ให้ผู้ใช้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนข้อบกพร่องหรือจำนวนรอยตำหนิต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (Standard Unit) เป็นจำนวน 30 กลุ่มตัวอย่าง (k)

4.1.2. ทำการบันทึกข้อมูลเพื่อกำหนดจำนวนตัวอย่างโดยใช้เม้าส์คลิกเลือกไปที่ลักษณะคุณภาพที่ต้องการกำหนดจำนวนตัวอย่าง จากนั้นใส่ข้อมูลที่ได้ทำการเก็บรวบรวมมาที่ช่อง “ Input “ เมื่อใส่ข้อมูลจนครบเรียบร้อยแล้วให้คลิกไปที่ปุ่ม “ ผลการตรวจ

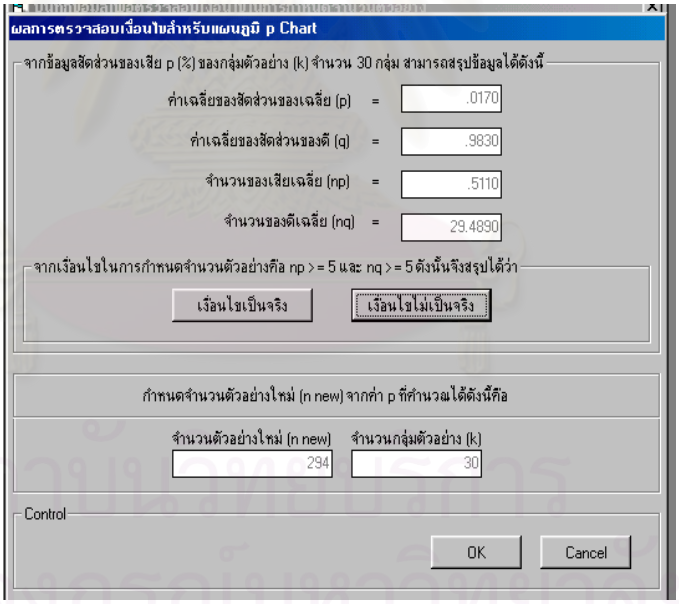
สอบสำหรับ p Chart “ (ในกรณีเลือกใช้ p Chart) หรือ “ ผลการตรวจสอบ c Chart “ (ในกรณีที่เลือกใช้ c Chart) เพื่อทำการตรวจสอบเงื่อนไขในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง

4.1.2.1. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการแก้ไขข้อมูลบางค่าที่ได้ใส่ลงไปแล้ว สามารถทำได้โดยใช้เม้าส์เลือกไปที่ข้อมูลที่ต้องการแก้ไข เมื่อแก้ไขข้อมูลที่ช่อง “ Input “ เรียบร้อยแล้วให้คลิกไปที่ปุ่ม “ Update “ ข้อมูลดังกล่าวจะถูกแก้ไขโดยอัตโนมัติ

4.1.2.2. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการยกเลิกข้อมูลทั้งหมดที่ได้ใส่ลงไปแล้ว สามารถทำได้โดยคลิกไปที่ปุ่ม “ Clear “ ข้อมูลดังกล่าวจะถูกยกเลิกไปโดยอัตโนมัติ

4.1.3. หลังจากคลิกปุ่ม “ ผลการตรวจสอบสำหรับ p Chart “ หรือ “ ผลการตรวจสอบสำหรับ c Chart “ จะปรากฏหน้าจอดังนี้

4.1.3.1. ในกรณีที่คลิกไปที่ปุ่ม “ผลการตรวจสอบสำหรับ p Chart “ จะปรากฏหน้าจอผลการตรวจสอบเงื่อนไขสำหรับแผนภูมิ p Chart



ซึ่งโปรแกรมจะแสดงผลการคำนวณค่าต่างๆจากข้อมูลที่ได้ใส่ลงไปในขั้นตอนก่อนหน้า จากนั้นให้ผู้ใช้พิจารณาค่า จำนวนของเสียเฉลี่ย (np) และจำนวนของดีเฉลี่ย (nq) ว่าถูกต้องตามเงื่อนไขในการกำหนดจำนวนตัวอย่างหรือไม่

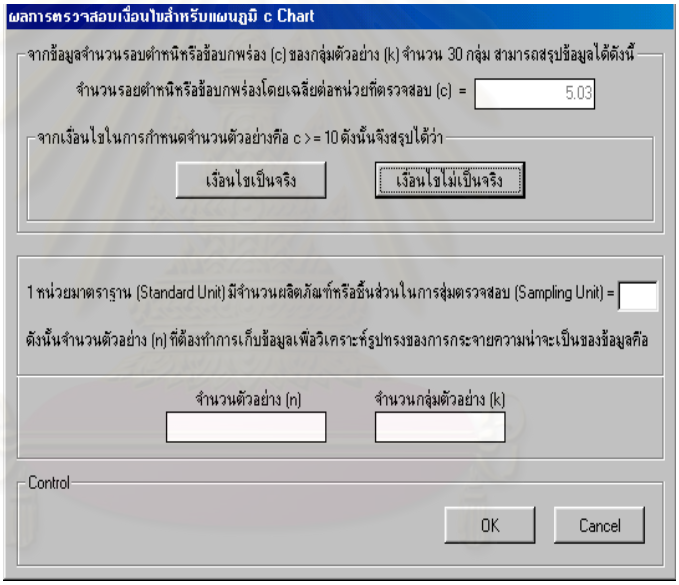
4.1.3.1.1. ในกรณีที่เงื่อนไขเป็นจริงคือ $np \geq 5$ และ $nq \geq 5$ ให้ผู้ใช้คลิกไปที่ปุ่ม “ เงื่อนไขเป็นจริง “ โปรแกรมจะแสดงคำตอบเกี่ยวกับจำนวนตัว

อย่าง (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

4.1.3.1.2. ในกรณีที่เงื่อนไขไม่เป็นจริง ให้ผู้ใช้คลิกไปที่ปุ่ม " เงื่อนไขไม่เป็นจริง " โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าจำนวนตัวอย่างให้ใหม่ และแสดงคำตอบที่คำนวณได้คือ จำนวนตัวอย่าง (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

4.1.3.1.3. คลิกไปที่ปุ่ม " OK " เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

4.1.3.2. ในกรณีที่คลิกไปที่ปุ่ม " ผลการตรวจสอบสำหรับ c Chart " จะปรากฏหน้าจอผลการตรวจสอบเงื่อนไขสำหรับแผนภูมิ c Chart



ซึ่งโปรแกรมจะแสดงผลการคำนวณค่าจำนวนรอยตำหนิ หรือจำนวนข้อบกพร่องโดยเฉลี่ยต่อหน่วยที่ตรวจสอบ (c) จากนั้นให้ผู้ใช้พิจารณาค่า c ดังกล่าวว่าถูกต้องตามเงื่อนไขในการกำหนดจำนวนตัวอย่างหรือไม่

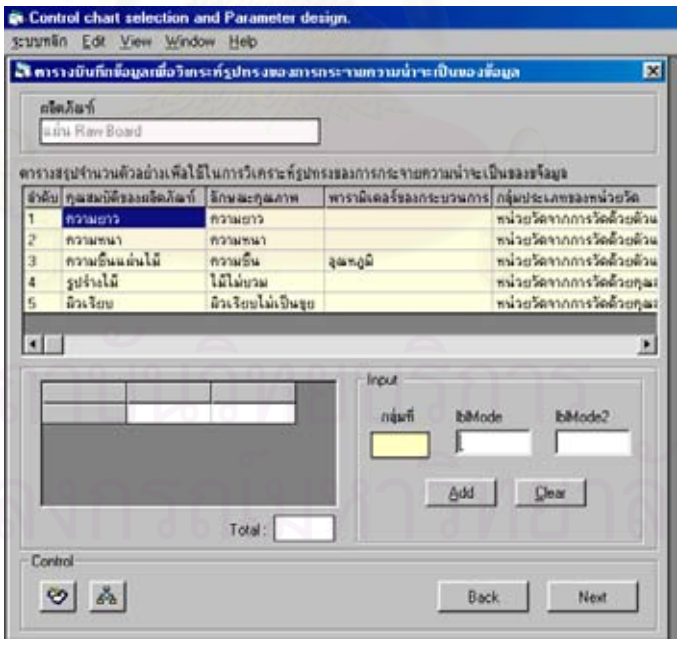
4.1.3.2.1. ในกรณีที่เงื่อนไขเป็นจริงคือ $c \geq 10$ ให้ผู้ใช้คลิกไปที่ปุ่ม " เงื่อนไขเป็นจริง " จากนั้นทำการใส่ข้อมูลค่า 1 หน่วยมาตรฐาน (Standard Unit) มีจำนวนผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนในการสุ่มตรวจสอบ (Sampling Unit) เท่ากับเท่าใดลงไปในช่องว่าง เมื่อใส่ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะแสดงคำตอบเกี่ยวกับ จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการสุ่มตรวจสอบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k)

เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

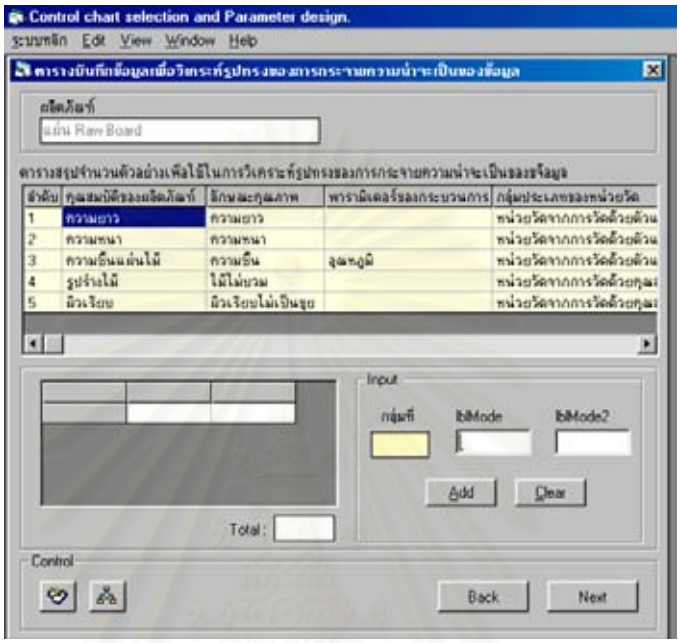
4.1.3.2.2. ในกรณีที่เงื่อนไขไม่เป็นจริงให้ผู้ใช้คลิกไปที่ปุ่ม " เงื่อนไขไม่เป็นจริง " จากนั้นทำการใส่ข้อมูลเกี่ยวกับค่า 1 หน่วยมาตรฐาน (Standard Unit) มีจำนวนผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนในการสุ่มตรวจสอบ (Sampling Unit) เท่ากับเท่าใดลงไปในช่องว่าง เมื่อใส่ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่า จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการสุ่มตรวจสอบต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

4.1.3.2.3. คลิกไปที่ปุ่ม " OK " เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

4.1.4. เมื่อคลิกไปที่ปุ่ม " OK " แล้วจะกลับมาที่หน้าจอบันทึกข้อมูลเพื่อตรวจสอบเงื่อนไขในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง ซึ่งถ้าผู้ใช้ได้ทำการกำหนดจำนวนตัวอย่างและตรวจสอบเงื่อนไขในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง ให้กับลักษณะคุณภาพเรียบร้อยครบทุกตัวแล้ว ให้ทำการคลิกไปที่ปุ่ม " Next " เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล ซึ่งจะปรากฏหน้าจอดังนี้



4.2. ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุมทุกตัวเลือกใช้แผนภูมิควบคุมในกลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน หลังจากคลิกปุ่ม “ Next ” แล้วจะปรากฏหน้าจอตารางบันทึกข้อมูล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล



4.3. ผู้ใช้จะต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล โดยใช้ฮีสโตแกรมและการทดสอบแบบไคร์สแควร์มาช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งจำนวนตัวอย่าง (n) และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) ที่จะต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูล สามารถดูได้จากค่าในตารางสรุปจำนวนตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล ทั้งนี้ผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์แบบบันทึกไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ โดยคลิกไปที่ปุ่ม “ แบบบันทึกข้อมูล “ และเลือกไปที่แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล ซึ่งจะมีแบบบันทึกข้อมูลแยกตามชนิดของแผนภูมิควบคุม หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าจอแบบบันทึกดังกล่าว เมื่อต้องการสั่งพิมพ์ให้คลิกไปที่ปุ่มที่เป็นสัญลักษณ์เครื่องพิมพ์เพื่อทำการสั่งพิมพ์แบบบันทึกดังกล่าวมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.4. ทำการบันทึกข้อมูลเพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล โดยใช้เม้าส์เลือกไปที่ลักษณะคุณภาพที่ต้องการวิเคราะห์ จากนั้นใส่ข้อมูลที่ได้ทำการเก็บ

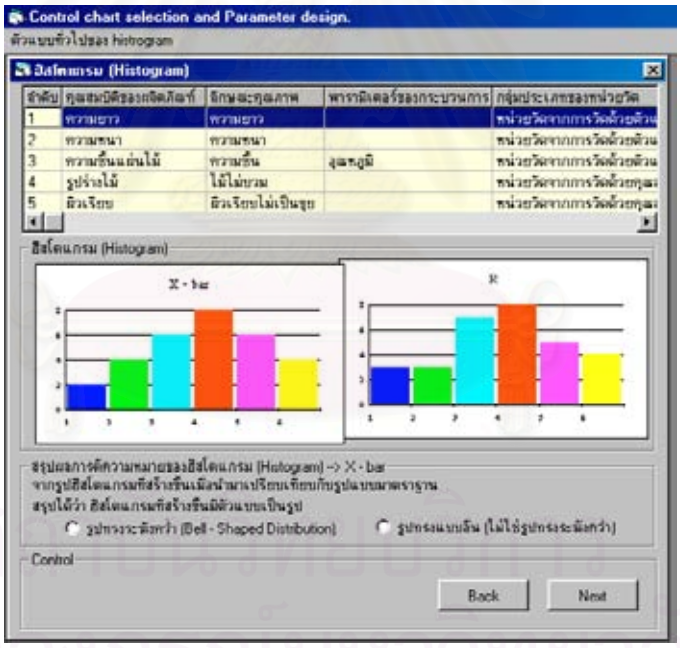
รวบรวมมาที่ช่อง “ Input “ เมื่อใส่ข้อมูลจนครบเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ Next “ เพื่อทำการสร้างฮีสโตแกรม

4.4.1. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการแก้ไขข้อมูลบางค่าที่ได้ใส่ลงไปแล้ว สามารถทำได้โดยใช้เม้าส์เลือกไปที่ข้อมูลที่ต้องการแก้ไข เมื่อแก้ไขข้อมูลที่ช่อง “ Input “ เรียบร้อยแล้ว ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ Update “ ข้อมูลดังกล่าวจะถูกแก้ไขโดยอัตโนมัติ

4.4.2. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการยกเลิกข้อมูลทั้งหมดที่ได้ใส่ลงไปแล้ว สามารถทำได้โดยคลิกไปที่ปุ่ม “ Clear “ ข้อมูลดังกล่าวจะถูกยกเลิกไปโดยอัตโนมัติ

4.5. เมื่อคลิกไปที่ปุ่ม “ Next “ จะปรากฏหน้าจอฮีสโตแกรม (Histogram) จากนั้นให้ผู้ใช้ทำการสรุปผลการตีความหมายของฮีสโตแกรมที่โปรแกรมสร้างขึ้นจากข้อมูลที่ Input ไว้ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

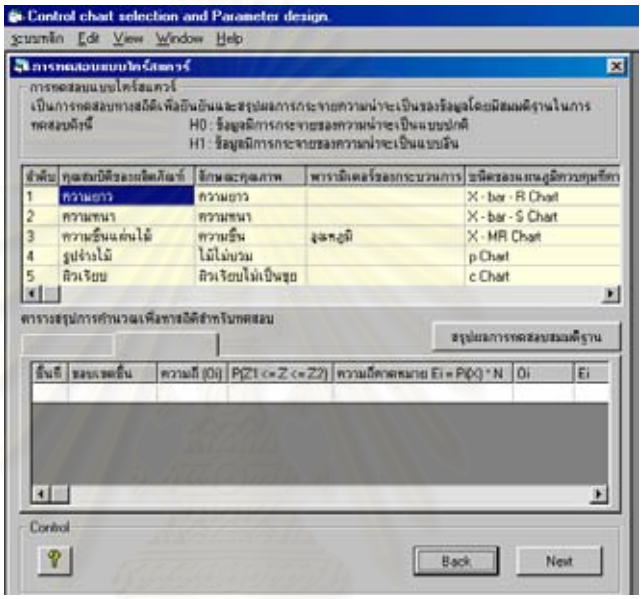
4.5.1. ใช้เม้าส์เลือกไปที่ลักษณะคุณภาพที่ต้องการดูรูปฮีสโตแกรม ซึ่งโปรแกรมจะทำการดาวน์โหลดรูปฮีสโตแกรมขึ้นมาดังรูป



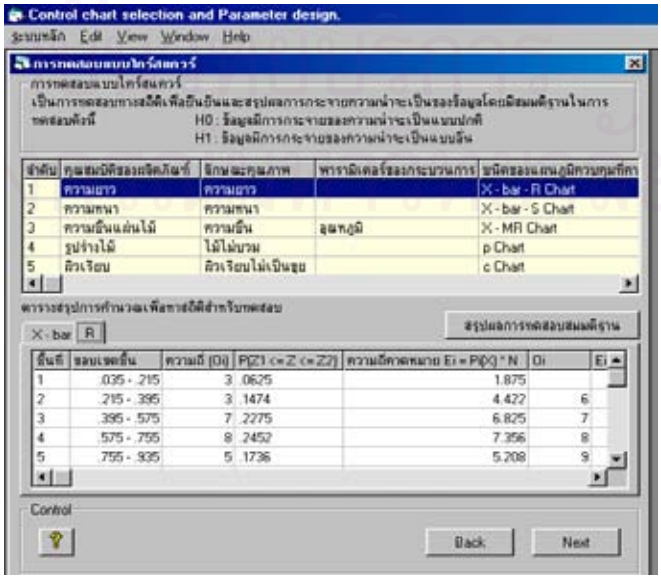
4.5.2. คลิกเลือกไปที่ “ รูปฮีสโตแกรม “ และทำการสรุปผลการตีความหมายของรูปฮีสโตแกรมที่ได้ว่า ฮีสโตแกรมที่สร้างขึ้นมีตัวแบบเป็นรูปใดเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบมาตรฐาน ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการทราบข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับตัวแบบทั่วๆไปของฮีสโตแกรมเพื่อประกอบการตัดสินใจในการสรุปผล ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ ตัวแบบทั่วไปของ histogram “ ซึ่งจะปรากฏข้อมูลและรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับตัวแบบของฮีสโตแกรม

4.5.3. เมื่อทำการสรุปผลการตีความหมายของรูปฮีสโตแกรมให้กับลักษณะคุณภาพครบทุกตัวแล้ว ให้คลิกไปที่ปุ่ม " Next " เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

4.6. หลังจากคลิกปุ่ม " Next " แล้ว จะปรากฏหน้าจอการทดสอบแบบไคร์สแควร์ดังในรูป ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล ซึ่งเป็นการทดสอบทางสถิติเพื่อยืนยันและสรุปผลให้เห็นชัดเจนอีกครั้ง ว่าข้อมูลในกระบวนการผลิตมีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติ หรือเป็นแบบอื่น โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้



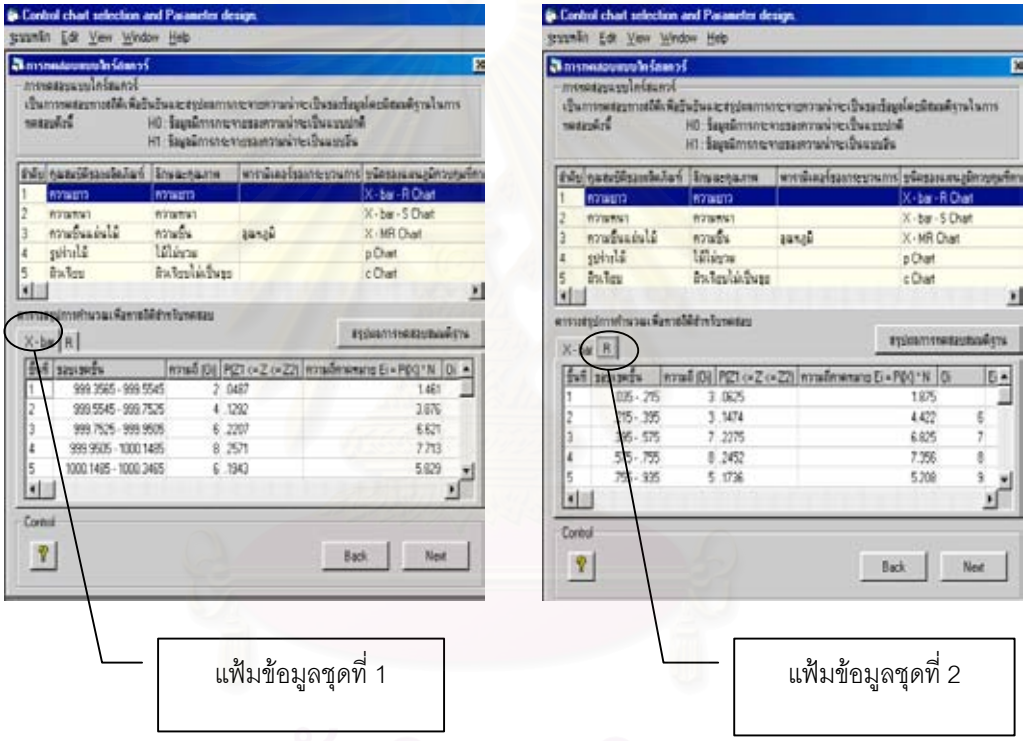
4.6.1. ใช้เม้าส์เลือกไปที่ลักษณะคุณภาพที่ต้องการทดสอบ ซึ่งโปรแกรมจะทำการคำนวณค่าทางสถิติ และแสดงผลการคำนวณที่ได้ในตารางสรุปผลการคำนวณเพื่อหาสถิติสำหรับทดสอบ



4.6.2. สำหรับผลการคำนวณที่แสดงในตาราง ในกรณีที่เลือกใช้แผนภูมิควบคุมในกลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน

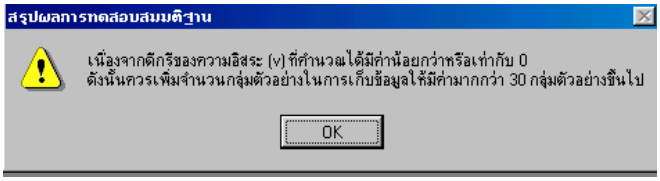
- แผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart)
- แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart)
- แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)

โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าทางสถิติแยกเป็น 2 ชุด ซึ่งผู้ใช้สามารถคลิกเข้าไปดูผลการคำนวณได้ โดยเลือกไปที่แฟ้มข้อมูลของแต่ละชุด

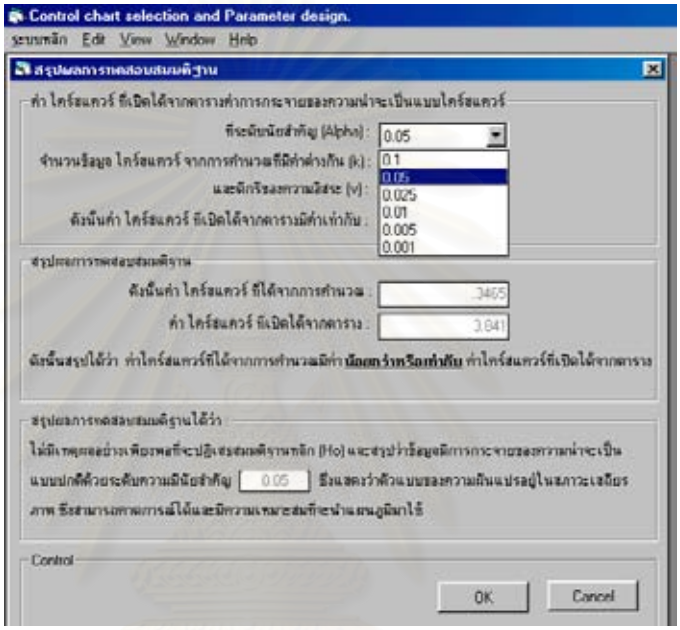


4.6.3. สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน โดยเลือกไปที่แฟ้มข้อมูลที่ต้องการสรุปผล จากนั้นคลิกไปที่ปุ่ม “ สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน “

4.6.3.1. ในกรณีที่ดีกรีของความอิสระ (ν) ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับศูนย์ โปรแกรมจะขึ้นหน้าต่างเตือนให้ผู้ใช้ทราบ เพื่อให้ผู้ใช้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลใหม่ โดยเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) ในการเก็บข้อมูลให้มีค่ามากกว่า 30 กลุ่มตัวอย่างขึ้นไป เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลใหม่ได้เรียบร้อยแล้วให้ผู้ใช้ปฏิบัติตามขั้นตอน 4.4 (บันทึกข้อมูลเพื่อวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล)



4.6.3.2. ในกรณีที่ดีกรีของความอิสระ (ν) ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าศูนย์ จะปรากฏหน้าจอดังนี้



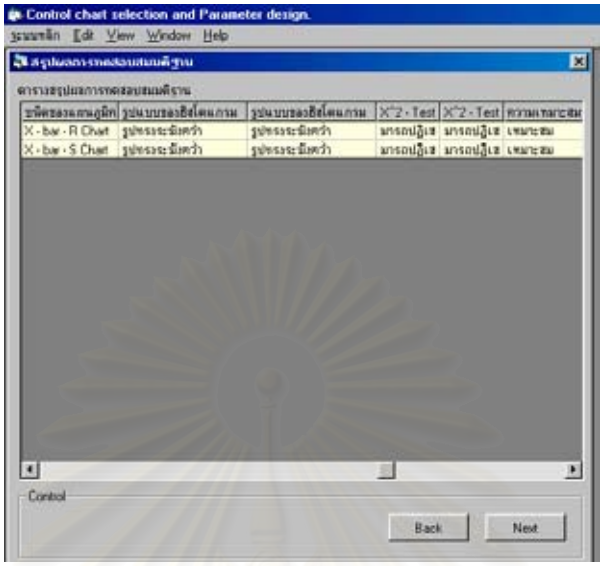
ให้ผู้ใช้ระบุค่าระดับนัยสำคัญ (Alpha) ที่ต้องการทดสอบโดยใช้เม้าส์คลิกไปที่เครื่องหมายลูกศรลงที่อยู่ด้านขวาของกล่องข้อความ จะปรากฏค่า Alpha ต่างๆให้เลือก โดยคลิกเลือกไปที่ค่า Alpha ที่ต้องการ เมื่อเลือกค่าใดแล้วจะปรากฏค่านั้นในกล่องข้อความ

4.6.3.3. จากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณค่าทางสถิติ และสรุปผลการทดสอบสมมติฐานให้ผู้ใช้ทราบ ซึ่งผลการทดสอบทั้งหมดที่คำนวณได้โปรแกรมจะทำการบันทึกเก็บไว้ในฐานข้อมูลและแสดงผลการทดสอบทั้งหมดที่ตารางสรุปผลการทดสอบสมมติฐาน

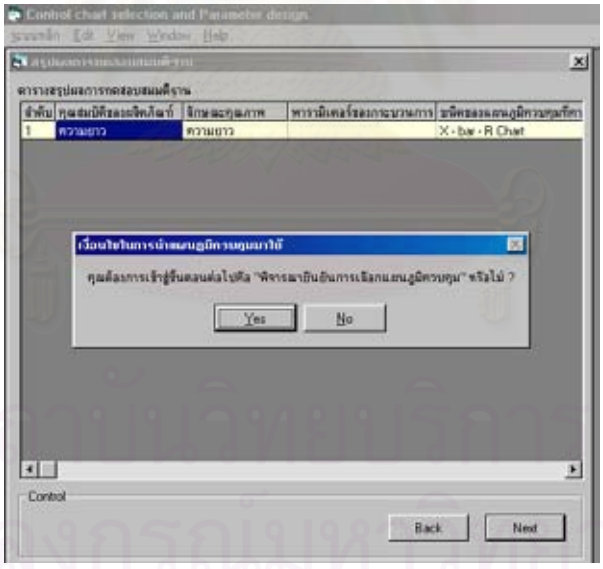
4.6.3.4. คลิกไปที่ปุ่ม “ OK “ จะปรากฏหน้าจอการทดสอบแบบไคร์สแควร์ เพื่อให้ผู้ใช้ทำการสรุปผลการทดสอบสมมติฐานให้กับลักษณะคุณภาพตัวอื่นๆต่อไป

4.6.3.5. เมื่อผู้ใช้ทำการสรุปผลการทดสอบสมมติฐานให้กับลักษณะคุณภาพจนครบเรียบร้อยทุกตัวแล้ว ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ Next “

4.7. เมื่อคลิกไปที่ปุ่ม “ Next “ จะปรากฏหน้าจอตารางสรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ดังในรูป



4.8. จากนั้นคลิกไปที่ปุ่ม “ Next “ จะปรากฏหน้าจอดังนี้



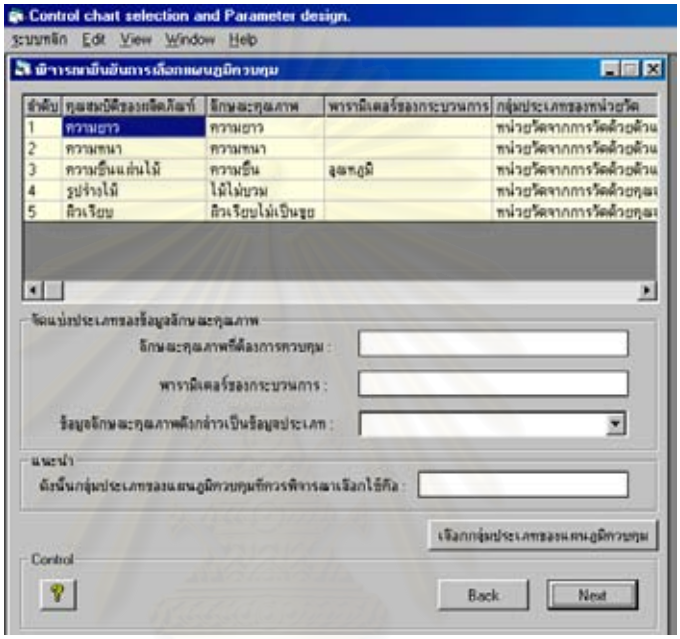
4.8.1. ในกรณีที่ผู้ใช้ ต้องการ เข้าสู่ขั้นตอนต่อไปคือ เมนูย่อย 5.พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ Yes “

4.8.2. ในกรณีที่ผู้ใช้ ไม่ต้องการ เข้าสู่ขั้นตอนต่อไปคือ เมนูย่อย 5.พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ No “ โปรแกรมจะกลับไปที่หน้าจอเมนูหลัก

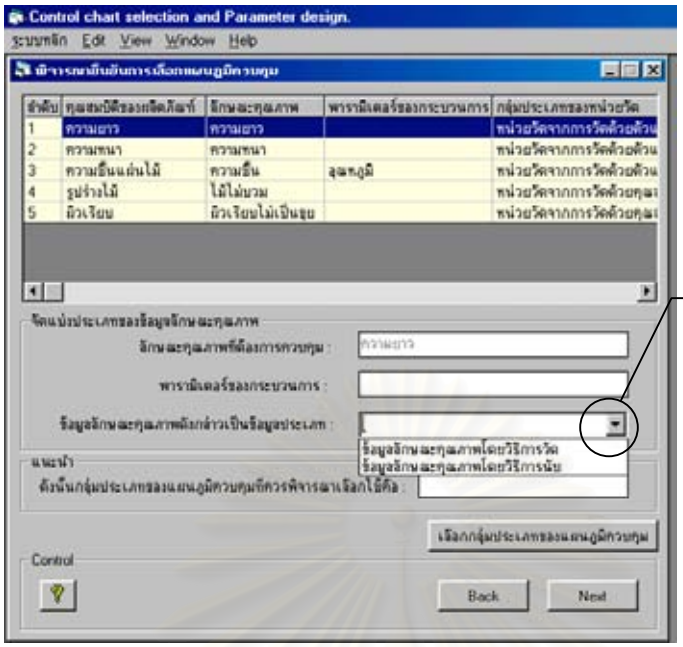
- **การใช้งานเมนูย่อย 5.พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม**

เมื่อผู้ใช้ต้องการเข้าสู่ขั้นตอนพิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม สามารถทำได้โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อเข้าสู่เมนูย่อย 5. พิจารณายืนยันการเลือกแผนภูมิควบคุม จะปรากฏหน้าจอดังนี้



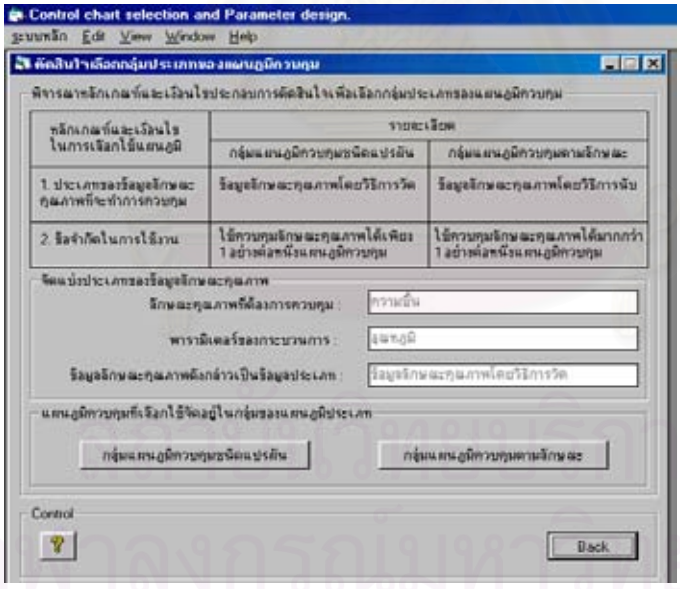
2. จัดแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ
   2.1. ใช้เม้าส์คลิกไปที่ลักษณะคุณภาพที่ต้องการจัดแบ่งประเภทของข้อมูลที่อยู่ในตาราง เพื่อทำการเลือกกลุ่มประเภทของข้อมูล โดยใช้เม้าส์คลิกไปที่เครื่องหมายลูกศรลงที่อยู่ด้านขวาของกล่องข้อความจะปรากฏกลุ่มประเภทของข้อมูลให้ผู้ใช้เลือก ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกกลุ่มประเภทของข้อมูลที่ปรากฏได้ โดยคลิกเลือกไปที่ข้อความดังกล่าวเมื่อเลือกกลุ่มประเภทของข้อมูลใดแล้วจะปรากฏกลุ่มประเภทของข้อมูลนั้นในกล่องข้อความ
   2.2. เมื่อจัดแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะแนะนำผู้ใช้ในการเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุมให้ผู้ใช้ทราบ
   2.3. คลิกไปที่ปุ่ม “ เลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม “ เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม



คลิกเครื่องหมายลูกศรลงเพื่อเลือกประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ

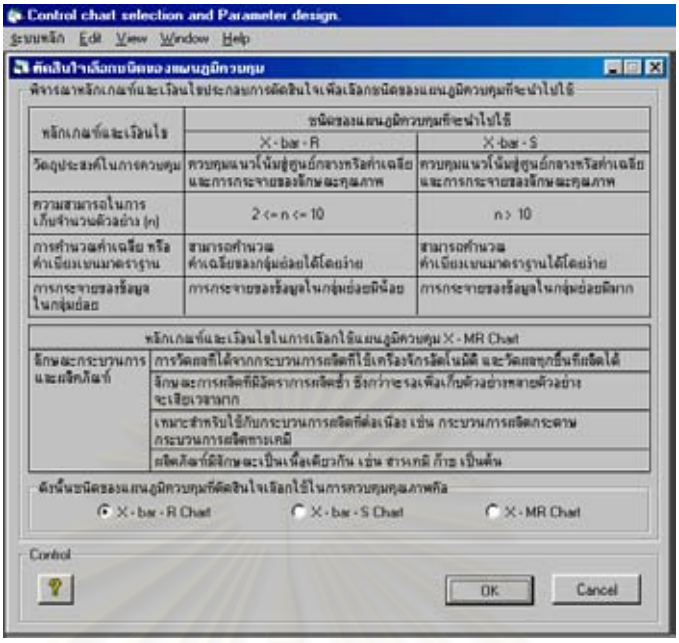
3. ตัดสินใจเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม และ ชนิดของแผนภูมิควบคุม

3.1. เมื่อคลิกปุ่ม “เลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม “ จะปรากฏหน้าจอ



3.2. พิจารณาหลักเกณฑ์และเงื่อนไขประกอบการตัดสินใจเพื่อเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุมว่าลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุมดังกล่าวควรเลือกใช้แผนภูมิควบคุมในกลุ่มประเภทใด

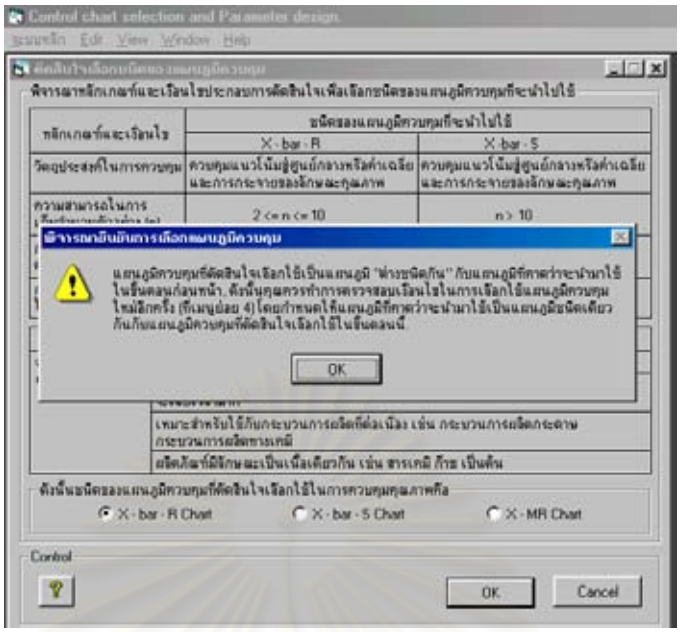
3.3. ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพดังกล่าวควรเลือกใช้แผนภูมิในกลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน ให้คลิกเลือกคำตอบไปที่ “ กลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน “ จะปรากฏหน้าจอ



3.3.1. จากนั้นให้ผู้ใช้ทำการพิจารณาหลักเกณฑ์และเงื่อนไขประกอบการตัดสินใจเพื่อเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมที่จะนำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพ ซึ่งในกลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันมีชนิดของแผนภูมิควบคุมให้พิจารณาเลือกใช้อยู่ 3 ชนิดคือ

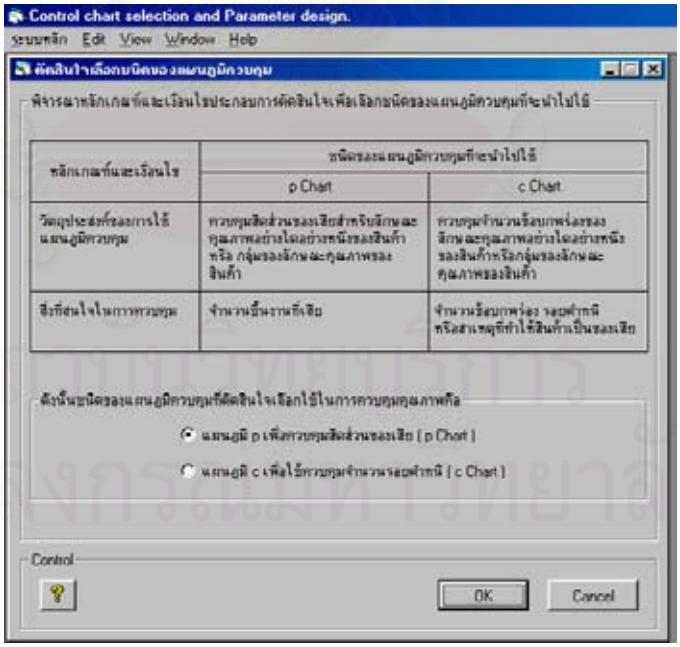
1. แผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart)
2. แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart)
3. แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)

3.3.2. ในกรณีที่ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่ตัดสินใจเลือกใช้ ต่างชนิดกัน กับแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในขั้นตอนก่อนหน้า ผู้ใช้ควรทำการตรวจสอบเงื่อนไขในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมใหม่อีกครั้ง โดยกำหนดให้ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่จะทำการตรวจสอบเงื่อนไข (ที่เมนูย่อย 4.) เป็นแผนภูมิชนิดเดียวกันกับแผนภูมิควบคุมที่ตัดสินใจเลือกใช้ในขั้นตอนนี้



3.3.3. เมื่อเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมได้เรียบร้อยแล้ว ให้คลิกไปที่ปุ่ม " OK "

3.4. ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพดังกล่าวควรเลือกใช้แผนภูมิในกลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ ให้คลิกเลือกคำตอบไปที่ " กลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ " จะปรากฏหน้าจอ



3.4.1. จากนั้นให้ผู้ใช้ทำการพิจารณาหลักเกณฑ์และเงื่อนไขประกอบการตัดสินใจเพื่อเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมที่จะนำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพ ซึ่งในกลุ่มแผน

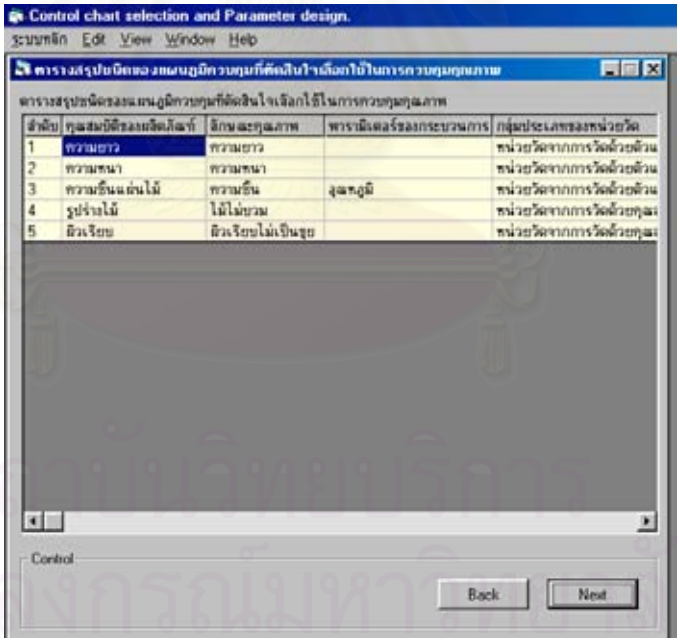
ภูมิควบคุมตามลักษณะมีชนิดของแผนภูมิควบคุมให้พิจารณาเลือกใช้อยู่ 2 ชนิด คือ

1. แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)
2. แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)

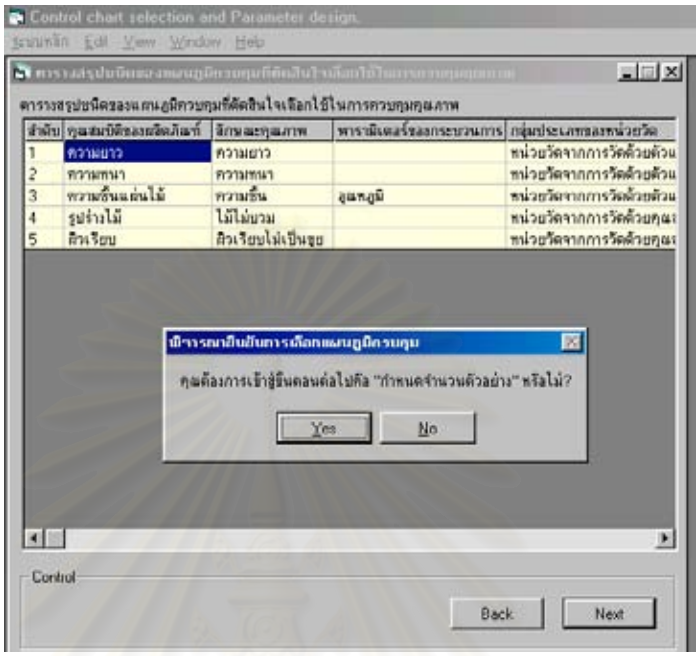
3.4.2. ในกรณีที่ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่ตัดสินใจเลือกใช้ ต่างชนิดกัน กับแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในขั้นตอนก่อนหน้า ผู้ใช้ควรทำการตรวจสอบเงื่อนไขในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมใหม่อีกครั้ง โดยกำหนดให้ชนิดของแผนภูมิควบคุมที่จะทำการตรวจสอบเงื่อนไข (ที่เมนูย่อย 4.) เป็นแผนภูมิชนิดเดียวกันกับแผนภูมิควบคุมที่ตัดสินใจเลือกใช้ในขั้นตอนนี้

3.4.3. เมื่อเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมได้เรียบร้อยแล้ว ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ OK “

4. เมื่อทำการเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม และ ชนิดของแผนภูมิควบคุม ให้กับลักษณะคุณภาพเรียบร้อยครบทุกตัวแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกไปที่ปุ่ม “ Next “ จะปรากฏหน้าจอ “ ตารางสรุปชนิดของแผนภูมิควบคุมที่ตัดสินใจเลือกใช้ในการควบคุมคุณภาพ “



5. จากนั้นคลิกไปที่ปุ่ม “ Next “ จะปรากฏหน้าจอดังนี้



5.1. ในกรณีที่ผู้ใช้ ต้องการ เข้าสู่ขั้นตอนต่อไปคือ เมนูย่อย 6.กำหนดจำนวนตัวอย่าง ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ Yes “

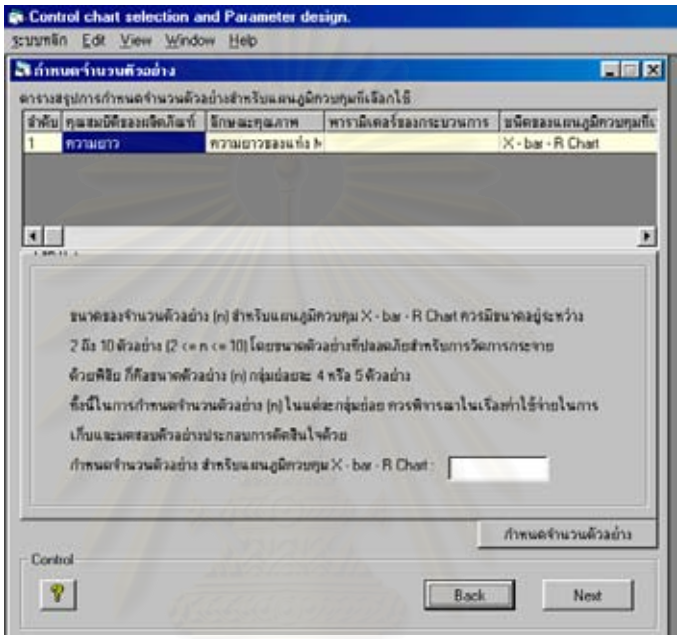
5.2. ในกรณีที่ผู้ใช้ ไม่ต้องการ เข้าสู่ขั้นตอนต่อไปคือ เมนูย่อย 6.กำหนดจำนวนตัวอย่าง ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ No “ โปรแกรมจะกลับไปที่หน้าจอเมนูหลัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- **การใช้งานเมนูย่อย 6.กำหนดจำนวนตัวอย่าง**

เมื่อผู้ใช้ต้องการเข้าสู่ขั้นตอนการกำหนดจำนวนตัวอย่าง สามารถทำได้โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อเข้าสู่เมนูย่อย 6.กำหนดจำนวนตัวอย่าง จะปรากฏหน้าจอดังนี้



2. ใช้เม้าส์คลิกไปที่ลักษณะคุณภาพที่ต้องการกำหนดจำนวนตัวอย่างที่อยู่ในตารางสรุปการกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ หลังจากนั้นโปรแกรมจะแสดงคำแนะนำในการกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ในการควบคุมลักษณะคุณภาพดังกล่าวให้ผู้ใช้ทราบ ทั้งนี้คำแนะนำดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้

   2.1. ในกรณีที่เลือกใช้แผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart) ในการควบคุมคุณภาพ ให้ผู้ใช้ปฏิบัติตามขั้นตอน 3.1

   2.2. ในกรณีที่เลือกใช้แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart) ในการควบคุมคุณภาพ ให้ผู้ใช้ปฏิบัติตามขั้นตอน 3.1

   2.3. ในกรณีที่เลือกใช้แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart) ในการควบคุมคุณภาพ ให้ผู้ใช้ปฏิบัติตามขั้นตอน 3.2

   2.4. ในกรณีที่เลือกใช้แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart) ในการควบคุมคุณภาพ ให้ผู้ใช้ปฏิบัติตามขั้นตอน 3.3

2.5. ในกรณีที่เลือกใช้แผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart) ในการควบคุมคุณภาพ ให้ผู้ใช้ปฏิบัติตามขั้นตอน 3.4

3. การกำหนดจำนวนตัวอย่าง

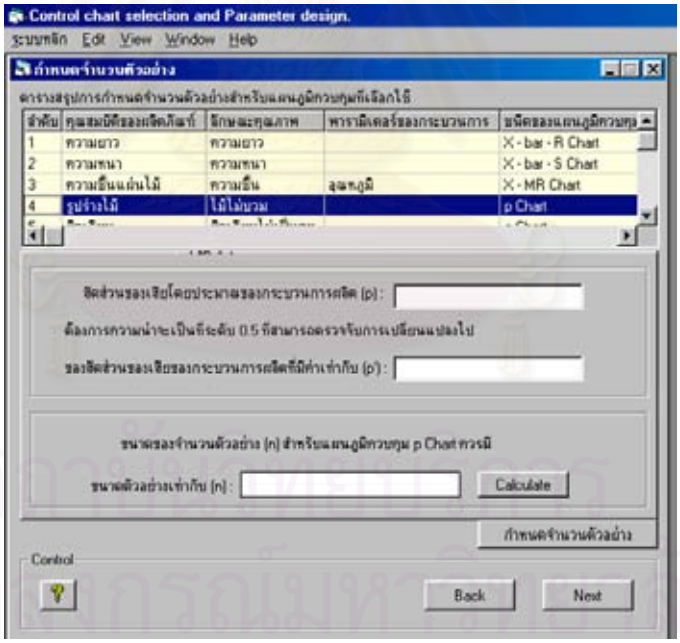
3.1. ในกรณีที่เลือกใช้แผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ - R Chart และ $\overline{X}$ - s Chart

3.1.1. ให้ผู้ใช้อ่านคำแนะนำที่ปรากฏบนหน้าจอ และทำการกำหนดจำนวนตัวอย่าง (n) จากนั้นให้คลิกไปที่ปุ่ม " กำหนดจำนวนตัวอย่าง " โปรแกรมจะแสดงขนาดจำนวนตัวอย่างที่ได้ใน " ตารางสรุปการกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ "

3.2. ในกรณีที่เลือกใช้แผนภูมิควบคุม X – MR Chart

3.2.1. ให้ผู้ใช้อ่านคำแนะนำที่ปรากฏบนหน้าจอ จากนั้นให้คลิกไปที่ปุ่ม " กำหนดจำนวนตัวอย่าง " โปรแกรมจะแสดงขนาดจำนวนตัวอย่างที่ได้ใน " ตารางสรุปการกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ "

3.3. ในกรณีที่เลือกใช้แผนภูมิควบคุม p Chart จะปรากฏหน้าจอดังนี้

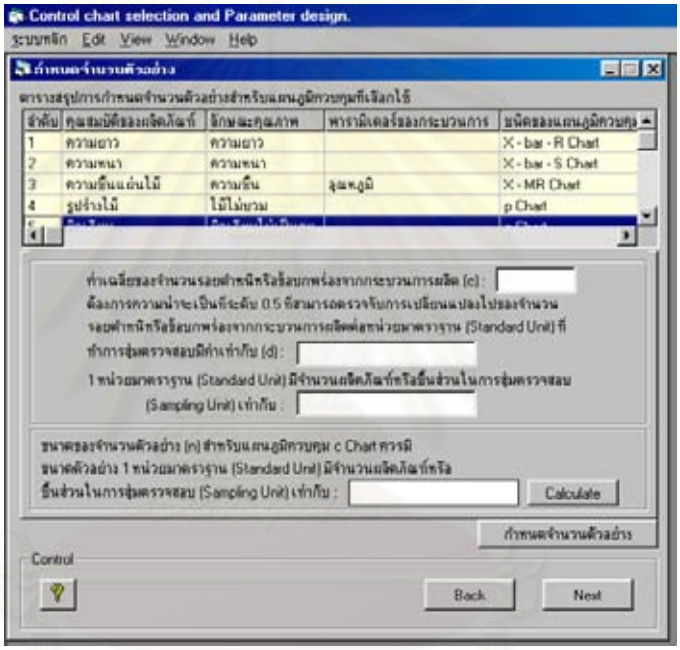


3.3.1. ให้ผู้ใช้ทำการระบุค่าสัดส่วนของเสียโดยประมาณของกระบวนการผลิต (p) และค่าสัดส่วนของเสียของกระบวนการผลิต (p') ที่ต้องการให้สามารถจับการเปลี่ยนแปลงไปที่ระดับความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.5

3.3.2. เมื่อระบุค่าต่างๆเรียบร้อยแล้วให้คลิกไปที่ปุ่ม " Calculate " เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณหาขนาดตัวอย่าง (n) หลังจากนั้นโปรแกรมจะแสดงผลการคำนวณขนาดตัวอย่าง (n) ให้ผู้ใช้ทราบ

3.3.3. ให้คลิกไปที่ปุ่ม " กำหนดจำนวนตัวอย่าง " โปรแกรมจะแสดงขนาดจำนวนตัวอย่างที่คำนวณได้ใน " ตารางสรุปการกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ "

3.4. ในกรณีที่เลือกใช้แผนภูมิควบคุม c Chart จะปรากฏหน้าจอดังนี้

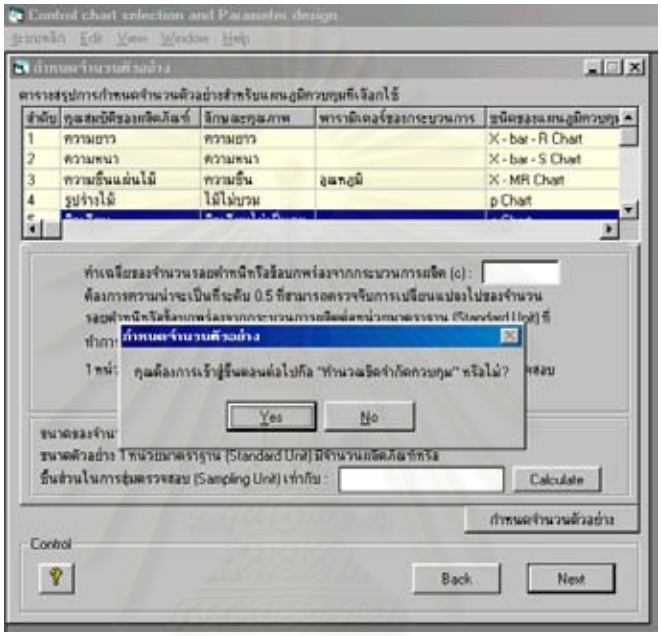


3.4.1. ให้ผู้ใช้ทำการระบุค่าเฉลี่ยของจำนวนรอยตำหนิหรือข้อบกพร่องจากกระบวนการผลิต (c) , ค่าจำนวนรอยตำหนิหรือข้อบกพร่องจากกระบวนการผลิต (d) ที่ต้องการให้สามารถจับการเปลี่ยนแปลงไปที่ระดับความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.5 และค่าจำนวนผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนในการสุ่มตรวจสอบ (Sampling Unit) ต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (Standard Unit)

3.4.2. เมื่อระบุค่าต่างๆเรียบร้อยแล้วให้คลิกไปที่ปุ่ม " Calculate " เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณหาจำนวนผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนในการสุ่มตรวจสอบ (Sampling Unit) ต่อ 1 หน่วยมาตรฐาน (Standard Unit) หลังจากนั้นโปรแกรมจะแสดงผลการคำนวณค่าดังกล่าวให้ผู้ใช้ทราบ

3.4.3. ให้คลิกไปที่ปุ่ม " กำหนดจำนวนตัวอย่าง " โปรแกรมจะแสดงขนาดจำนวนตัวอย่างที่คำนวณได้ใน " ตารางสรุปการกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ "

4. เมื่อทำการกำหนดจำนวนตัวอย่างให้กับลักษณะคุณภาพครบเรียบร้อยทุกตัวแล้ว ให้คลิกไปที่ปุ่ม " Next " จะปรากฏหน้าจอ



4.1. ในกรณีที่ผู้ใช้ <u>ต้องการ</u> เข้าสู่ขั้นตอนต่อไปคือ เมนูย่อย 7.คำนวณขีดจำกัดควบคุม ให้คลิกไปที่ปุ่ม " Yes "

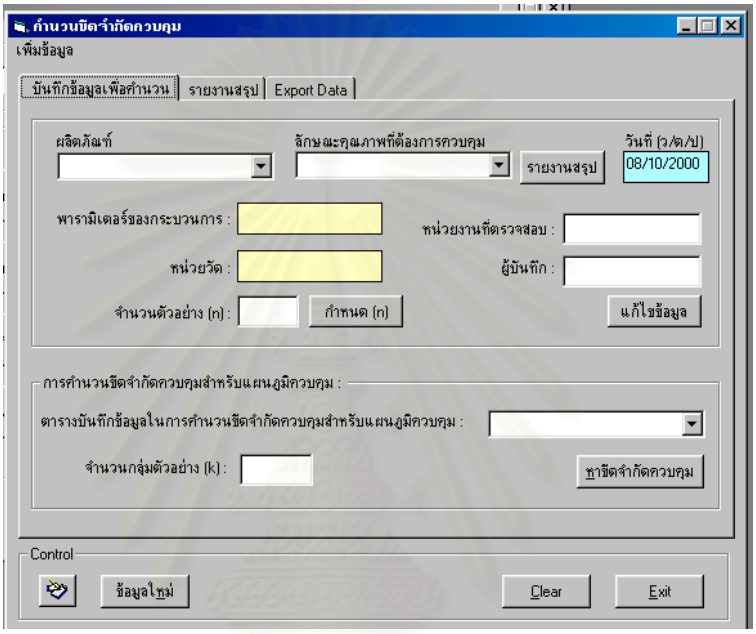
4.2. ในกรณีที่ผู้ใช้ <u>ไม่ต้องการ</u> เข้าสู่ขั้นตอนต่อไปคือ เมนูย่อย 7.คำนวณขีดจำกัดควบคุม ให้คลิกไปที่ปุ่ม " No " โปรแกรมจะกลับไปที่หน้าจอเมนูหลัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- **การใช้งานเมนูย่อย 7.คำนวณขีดจำกัดควบคุม**

เมื่อผู้ใช้ต้องการเข้าสู่ขั้นตอนการคำนวณขีดจำกัดควบคุม สามารถทำได้โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

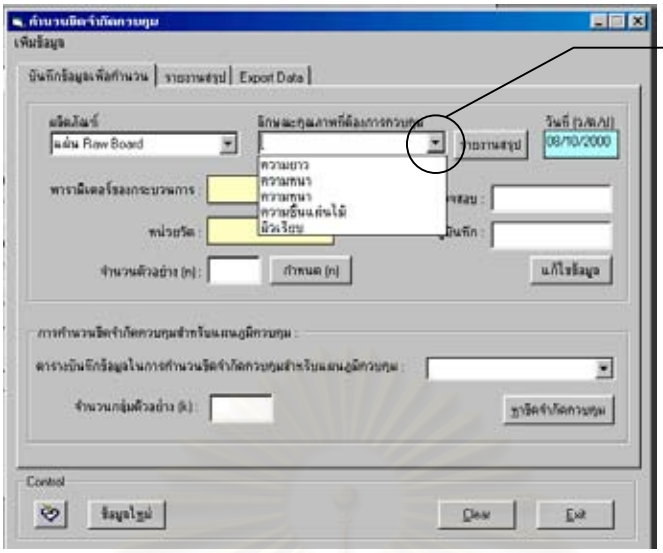
1. เมื่อเข้าสู่เมนูย่อย 7.คำนวณขีดจำกัดควบคุม จะปรากฏหน้าจอดังนี้



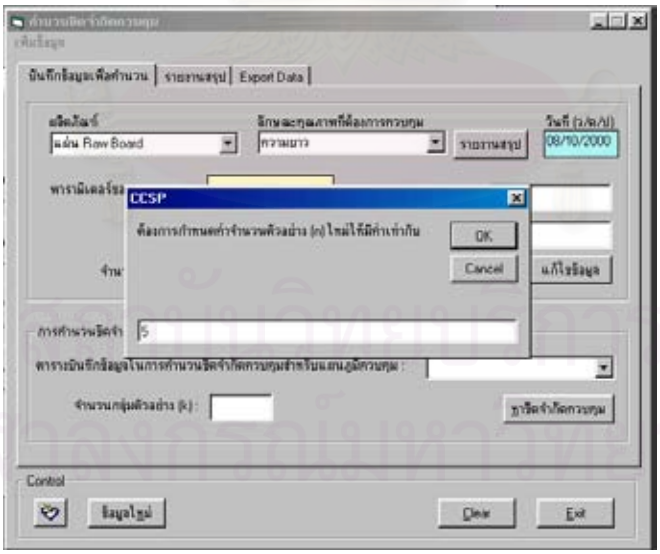
2. บันทึกข้อมูลเพื่อทำการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ

2.1. ในกรณีที่ผู้ใช้ได้ใช้งานโปรแกรมโดยผ่านขั้นตอนตั้งแต่เมนูย่อย 2 จนถึงเมนูย่อย 6 ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

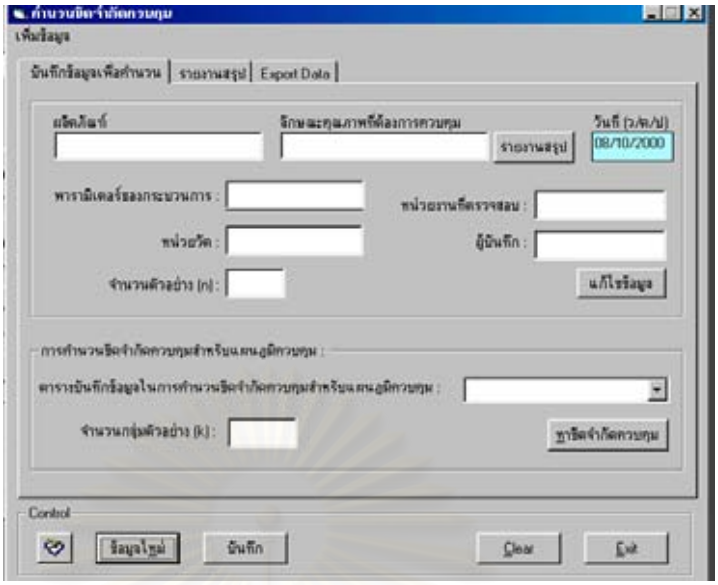
2.1.1. ระบุชื่อผลิตภัณฑ์ และลักษณะคุณภาพ ที่ต้องการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ โดยใช้เม้าส์คลิกไปที่เครื่องหมายลูกศรลงที่อยู่ด้านขวาของกล่องข้อความจะปรากฏข้อมูล ชื่อผลิตภัณฑ์ และลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุมให้เลือก ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกข้อมูลที่ปรากฏได้ โดยคลิกเลือกไปที่ข้อความดังกล่าว เมื่อเลือกข้อมูลใดแล้วจะปรากฏข้อมูลนั้นในกล่องข้อความ หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและแสดงค่า พารามิเตอร์ของกระบวนการ หน่วยวัด จำนวนตัวอย่าง (n) และชนิดของแผนภูมิควบคุม ให้ผู้ใช้ทราบ



2.1.1.1. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการแก้ไขเปลี่ยนแปลงค่าจำนวนตัวอย่าง (n) ให้ผู้ใช้คลิกไปที่ปุ่ม " กำหนด (n) " จากนั้นทำการระบุค่าจำนวนตัวอย่าง (n) ใหม่ที่ต้องการให้เรียบร้อย และคลิกไปที่ปุ่ม " OK" เพื่อยืนยันการแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูล โปรแกรมจะทำการแก้ไขจำนวนตัวอย่าง (n) ใหม่ และบันทึกเก็บไว้ในฐานข้อมูล



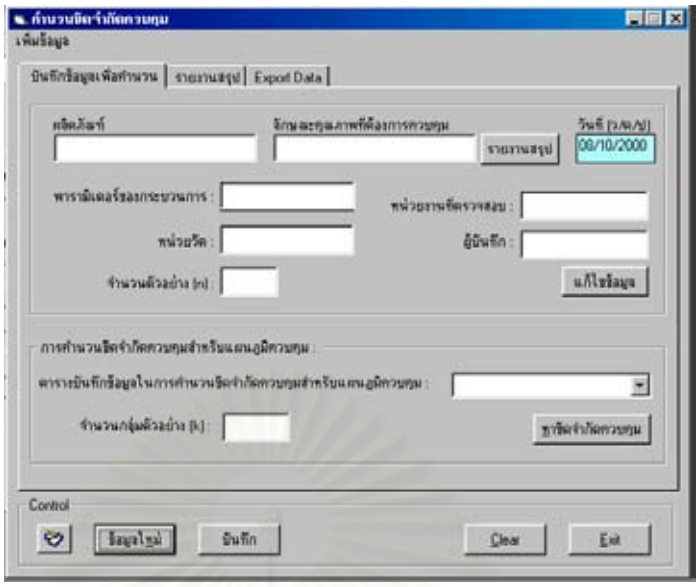
2.1.2. กรอกข้อมูลหน่วยงานที่ตรวจสอบ และผู้บันทึกให้เรียบร้อย โดยคลิกไปที่ " แก้ไขข้อมูล " เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้วให้คลิกไปที่ปุ่ม " Save " เพื่อทำการบันทึกข้อมูล



2.1.3. ก่อนที่จะคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ ผู้ใช้จะต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะคุณภาพ หรือพารามิเตอร์ของกระบวนการ เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุม โดยมีขนาดจำนวนตัวอย่าง (n) ในแต่ละกลุ่มย่อย (k) ตามข้อมูลที่ปรากฏที่หน้าจอ สำหรับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) และความถี่ห่างในการเก็บรวบรวมข้อมูลขึ้นอยู่กับผู้ใช้เป็นผู้กำหนดเอง ทั้งนี้ผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์แบบบันทึกไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ โดยคลิกไปที่ปุ่ม " แบบบันทึกข้อมูล " และเลือกไปที่แบบบันทึกข้อมูลเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ (Control chart) ซึ่งจะมีแบบบันทึกข้อมูลแยกตามชนิดของแผนภูมิควบคุม หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าจอแบบบันทึกดังกล่าว เมื่อต้องการสั่งพิมพ์ให้คลิกไปที่ปุ่มที่เป็นสัญลักษณ์เครื่องพิมพ์เพื่อทำการสั่งพิมพ์แบบบันทึกดังกล่าวมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

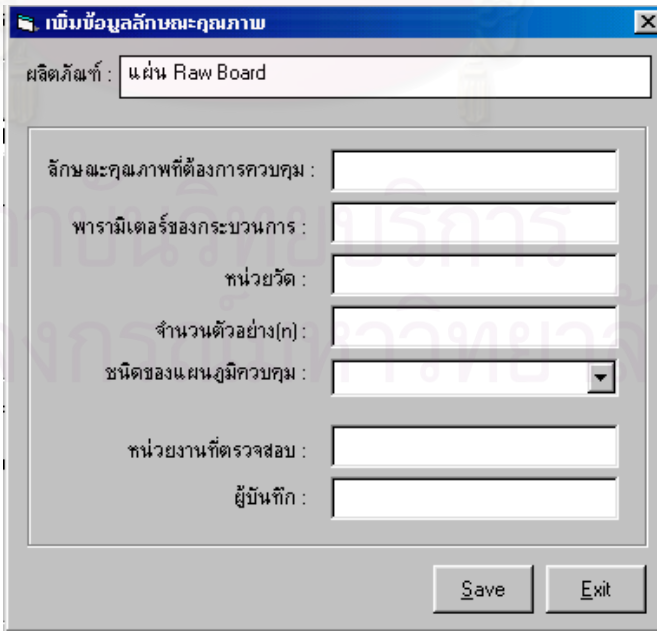
2.2. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการ<u>ใช้งานโปรแกรมนี้เพื่อคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิแต่เพียงอย่างเดียว</u> โดยไม่ได้ผ่านขั้นตอนการทำงานที่เมนูย่อย 2 จนถึงเมนูย่อย 6 ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1. เนื่องจากผู้ใช้จะต้องทำการสร้างข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการควบคุมลงในฐานข้อมูลให้เรียบร้อยก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุม ดังนั้นให้ผู้ใช้คลิกไปที่ปุ่ม " ข้อมูลใหม่ " จะปรากฏหน้าจอดังนี้



2.2.2. ระบุข้อมูลต่างๆลงในกล่องข้อความให้ครบทุกช่อง ในกรณีที่ไม่ต้องการระบุข้อมูลในกล่องข้อความใดๆ ให้พิมพ์คำว่า “ **ไม่มี** “ จากนั้นให้คลิกไปที่ปุ่ม “ บันทึก “ เพื่อบันทึกข้อมูลเก็บไว้ในฐานข้อมูล

2.2.3. ในกรณีที่ลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการควบคุมมีมากกว่า 1 ชนิด ผู้ใช้สามารถเพิ่มเติมลักษณะคุณภาพดังกล่าวได้ โดยคลิกไปที่ปุ่ม “ เพิ่มข้อมูล “ และเลือกไปที่ “ ลักษณะคุณภาพ “ จะปรากฏหน้าจอดังนี้

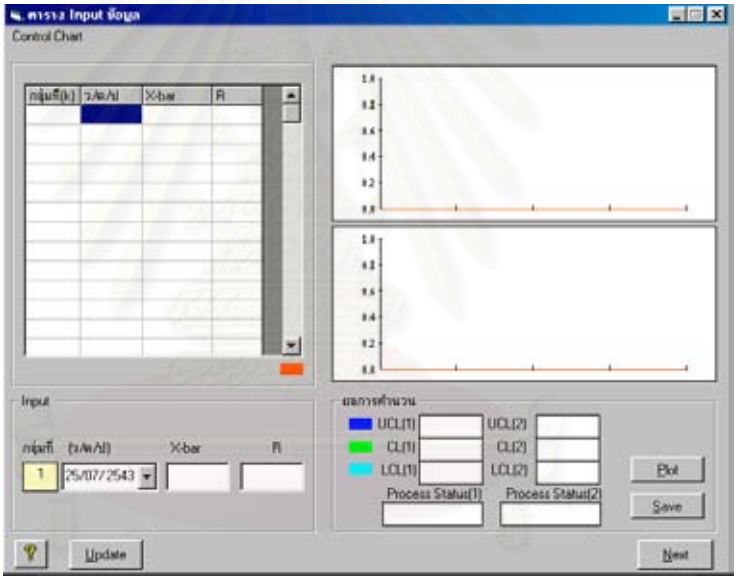


จากนั้นให้ผู้ใช้ทำการกรอกข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับลักษณะคุณภาพลงในกล่องข้อความให้ครบทุกช่อง ในกรณีที่ไม่ต้องการระบุข้อมูลในกล่องข้อความใดๆ ให้พิมพ์คำว่า " ไม่มี " เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้วให้คลิกไปที่ปุ่ม " Save " เพื่อทำการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล

2.2.4. เมื่อสร้างข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จากนั้นให้ผู้ใช้ปฏิบัติตามขั้นตอน 2.1.1 ถึง 2.1.3

3. การคำนวณขีดจำกัดควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุม

3.1. เมื่อบันทึกข้อมูลเพื่อทำการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้ระบุแผนภูมิควบคุมที่จะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (k) ให้เรียบร้อย จากนั้นคลิกไปที่ปุ่ม " หาขีดจำกัดควบคุม " จะปรากฏหน้าจอ



3.2. จากนั้นทำการใส่ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาที่ช่อง " Input " เมื่อใส่ข้อมูลจนครบเรียบร้อยแล้วให้คลิกไปที่ปุ่ม " Plot " เพื่อทำการคำนวณและสร้างแผนภูมิควบคุม

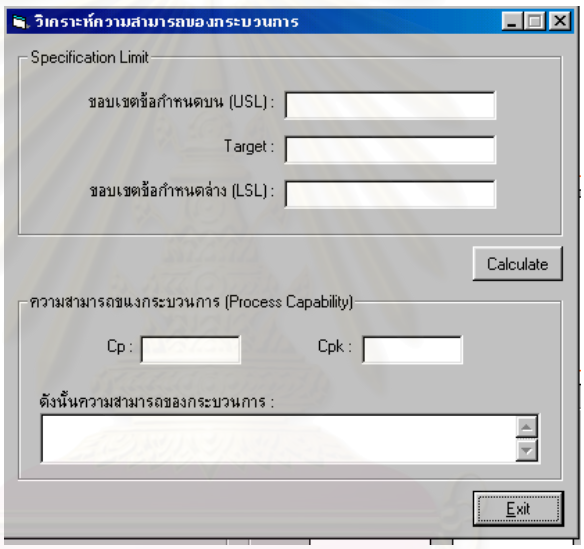
3.2.1. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการแก้ไขข้อมูลบางค่าที่ได้ใส่ลงไปแล้ว สามารถทำได้โดยใช้เม้าส์เลือกไปที่ข้อมูลที่ต้องการแก้ไข เมื่อแก้ไขข้อมูลที่ช่อง " Input " เรียบร้อยแล้วให้คลิกไปที่ปุ่ม " Update " ข้อมูลดังกล่าวจะถูกแก้ไขโดยอัตโนมัติ

3.2.2. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการยกเลิกข้อมูลทั้งหมดที่ได้ใส่ลงไปแล้ว หรือ ยกเลิกการทำงานในขั้นตอนนี้ สามารถทำได้โดยคลิกไปที่ปุ่ม " Exit " ข้อมูลดังกล่าวจะถูกยกเลิกไปโดยอัตโนมัติ

3.3. เมื่อคลิกไปที่ปุ่ม “ Plot “ โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ รวมทั้งสร้างแผนภูมิควบคุมจากข้อมูลที่ใส่ลงไป ซึ่งจะแสดงผลการคำนวณที่ช่อง “ ผลการคำนวณ “ โดยแสดงค่าขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) เส้นกึ่งกลาง (CL) และ ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) ของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ รวมทั้งสถานะของกระบวนการ (Process Status)

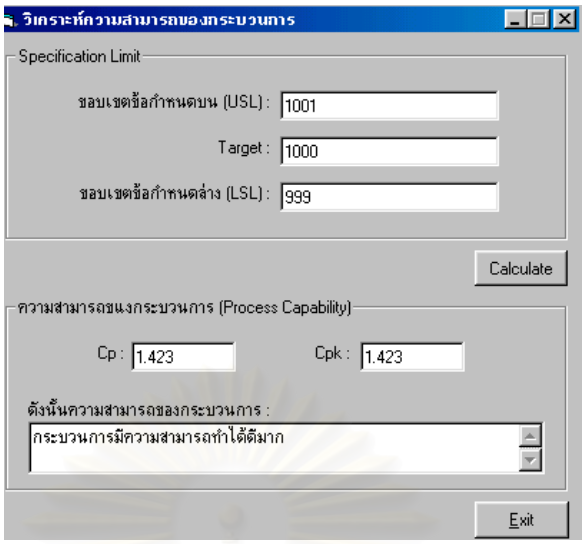
3.4. คลิกไปที่ปุ่ม “ Save “ เพื่อทำการบันทึกข้อมูลเก็บไว้ในฐานข้อมูล

3.4.1. ในกรณีที่เลือกใช้แผนภูมิ $\overline{X}$ - R , แผนภูมิ $\overline{X}$ - s หรือ แผนภูมิ X - MR เมื่อโปรแกรมคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมได้เรียบร้อยแล้ว ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ Next “ เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ



3.4.1.1. Input ค่าขอบเขตข้อกำหนดบน (USL) , Target และ ขอบเขตข้อกำหนดล่าง (LSL) ลงในโปรแกรม

3.4.1.2. คลิกไปที่ปุ่ม “ Calculate “ เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณหาค่า C_P , C_{PK} และทำการสรุปความสามารถของกระบวนการ



3.4.1.3. คลิกไปที่ปุ่ม “ Exit “ เพื่อออกจากการทำงาน

3.4.2. ในกรณีที่เลือกใช้แผนภูมิควบคุม p Chart หรือ c Chart ไม่ต้องผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ ให้ผู้ใช้คลิกไปที่ปุ่ม “ Exit “ เพื่อออกจากการทำงาน

4. รายงานสรุปผลการคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ และการส่งข้อมูลออกสู่ภายนอก (Data Exporting)

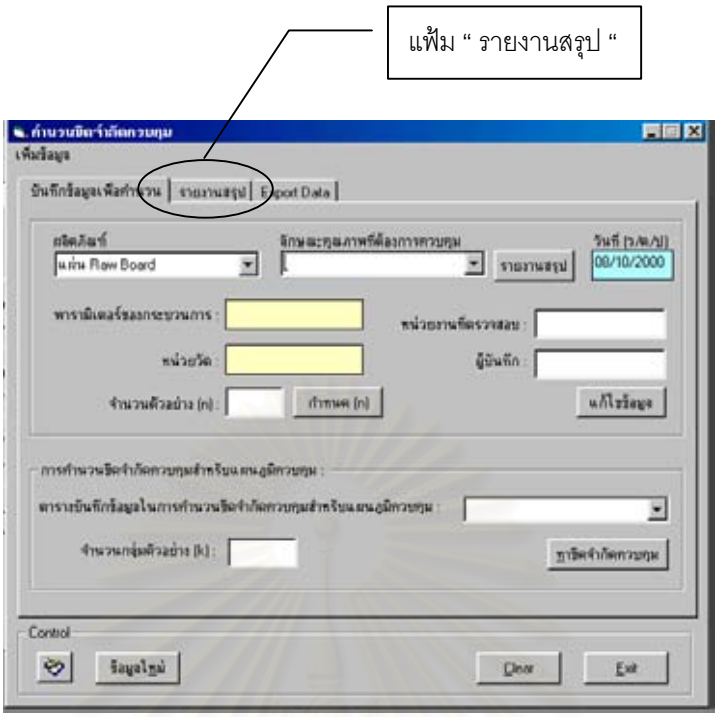
เมื่อผู้ใช้ต้องการดูรายงานสรุปผลการคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ สามารถทำได้ดังนี้

4.1. ในกรณีที่ต้องการดูรายงานสรุปผลการคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิของลักษณะคุณภาพทุกตัวที่ได้ทำการบันทึกไว้ในฐานข้อมูล

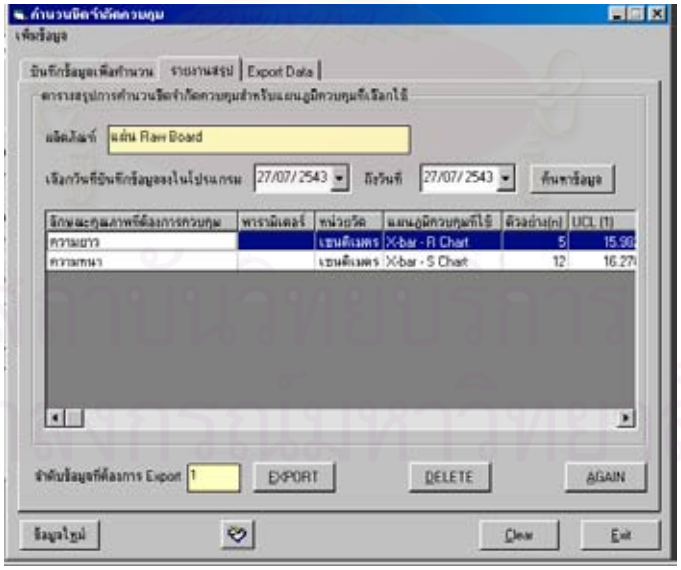
4.1.1. คลิกไปที่ปุ่ม “ Clear “ เพื่อทำการ Clear ข้อมูลที่หน้าจอ จากนั้นระบุชื่อผลิตภัณฑ์ที่ต้องการดูรายงานสรุปผลการคำนวณค่าขีดจำกัดของแผนภูมิ

4.1.2. จากนั้นคลิกไปที่แฟ้ม “ รายงานสรุป “ ดังรูป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



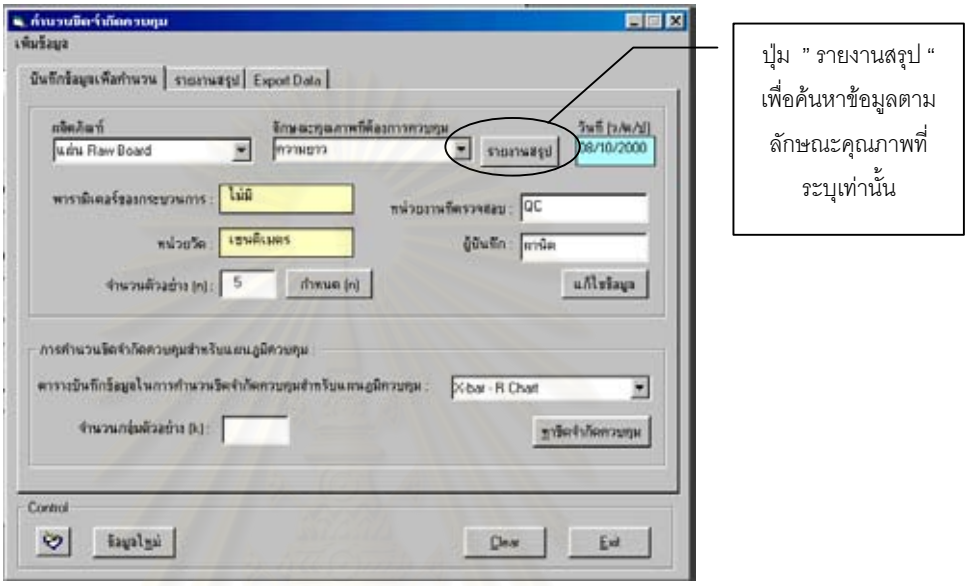
4.1.3. หลังจากนั้นหน้าจอจะปรากฏตารางสรุปการคำนวณขีดจำกัดควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ ซึ่งโปรแกรมจะแสดงค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ และ ข้อมูลต่างๆของลักษณะคุณภาพทุกตัวที่ได้ทำการบันทึกไว้



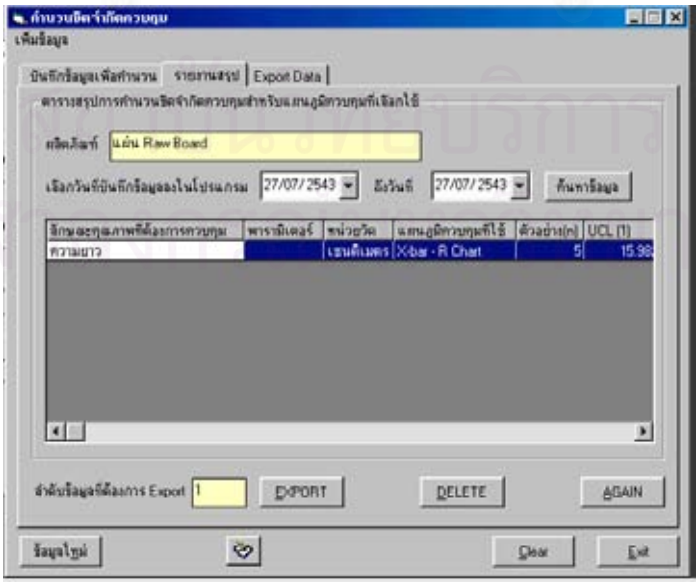
4.2. ในกรณีที่ต้องการดูรายงานสรุปผลการคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิของลักษณะคุณภาพเฉพาะบางตัวที่ได้ทำการบันทึกไว้ในฐานข้อมูล

4.2.1. คลิกไปที่ปุ่ม " Clear " เพื่อทำการ Clear ข้อมูลที่หน้าจอ จากนั้นระบุชื่อผลิตภัณฑ์และลักษณะคุณภาพที่ต้องการดูรายงานสรุปผลการคำนวณค่าขีดจำกัดของแผนภูมิ

4.2.2. จากนั้นคลิกไปที่ปุ่ม " รายงานสรุป " ดังรูป



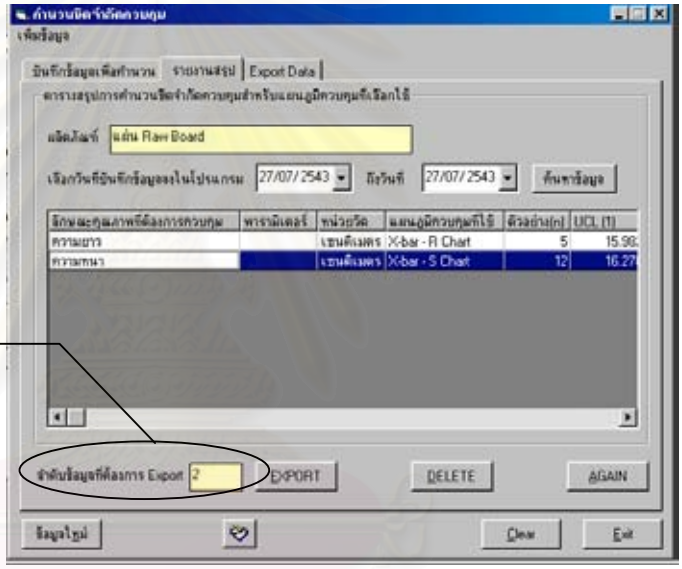
4.2.3. หลังจากนั้นหน้าจอจะปรากฏตารางสรุปการคำนวณขีดจำกัดควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ ซึ่งโปรแกรมจะแสดงค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ และ ข้อมูลต่างๆของลักษณะคุณภาพเฉพาะที่ระบุเท่านั้น



4.3. ทั้งนี้ผู้ใช้สามารถเลือกดูข้อมูลในตารางสรุปการคำนวณขีดจำกัดควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ ได้ตาม " วันที่ " ที่ได้ทำการบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรม โดยระบุช่วงวันที่ที่ต้องการค้นหา จากนั้นคลิกไปที่ปุ่ม " ค้นหาข้อมูล " โปรแกรมจะทำการค้นหาข้อมูลและแสดงคำตอบที่ผู้ใช้ต้องการลงในตาราง

4.4. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการส่งข้อมูลออกสู่ภายนอก (Data Exporting) ในที่นี้เป็นการส่งข้อมูลเกี่ยวกับ ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแผนภูมิควบคุม และ แผนภูมิควบคุมที่โปรแกรมสร้างขึ้น ที่ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลไปสู่ Crystal Reports ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการสั่งพิมพ์ข้อมูลเหล่านี้ไปวิเคราะห์หรือทำรายงานต่อไปได้ โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

4.4.1. ใช้เม้าส์คลิกไปที่ลักษณะคุณภาพในตารางที่ต้องการส่งข้อมูลออกสู่ภายนอก

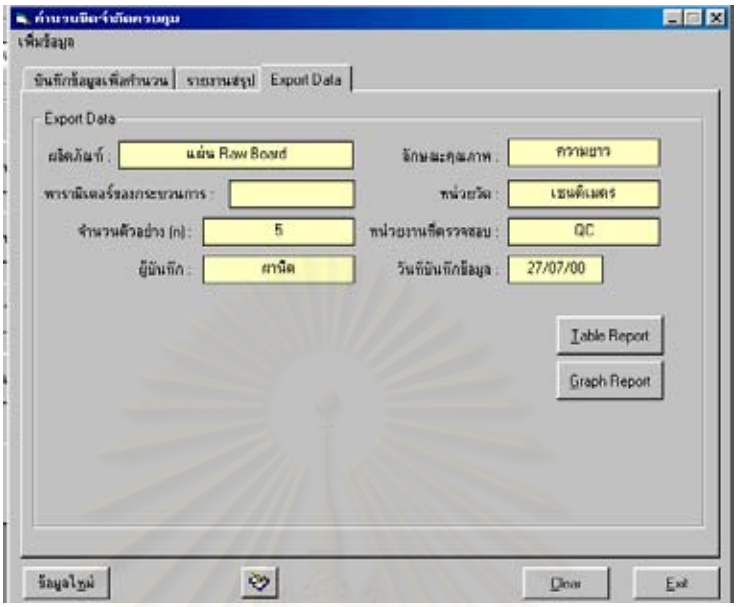


จะปรากฏเลขลำดับของข้อมูลที่ต้องการ Export

เมื่อคลิกเลือกลักษณะคุณภาพเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้สังเกตที่กล่องข้อความ " ลำดับข้อมูลที่ต้องการ Export " จะปรากฏเลขลำดับของข้อมูลลักษณะคุณภาพที่ได้เลือกไว้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.2. คลิกไปที่ปุ่ม “ EXPORT “ จะปรากฏหน้าจอ Export Data



4.4.3. ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแผนภูมิควบคุมไปสู่ Crystal Reports ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ Table Report “ หน้าจอจะปรากฏตารางข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแผนภูมิควบคุม ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการสั่งพิมพ์ข้อมูลดังกล่าวได้ โดยคลิกไปที่ปุ่มที่เป็นสัญลักษณ์เครื่องพิมพ์ เพื่อทำการพิมพ์ข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์หรือทำรายงานต่อไป

4.4.4. ในกรณีที่ต้องการส่งรูปแผนภูมิควบคุมที่โปรแกรมสร้างขึ้นไปสู่ Crystal Reports ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ Graph Report “ หน้าจอจะปรากฏแผนภูมิควบคุมที่สร้างขึ้นจากข้อมูล (ในข้อ 4.4.3) ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการสั่งพิมพ์แผนภูมิควบคุมดังกล่าวได้ โดยคลิกไปที่ปุ่มที่เป็นสัญลักษณ์เครื่องพิมพ์ เพื่อทำการพิมพ์แผนภูมิควบคุมดังกล่าวไปวิเคราะห์หรือทำรายงานต่อไป

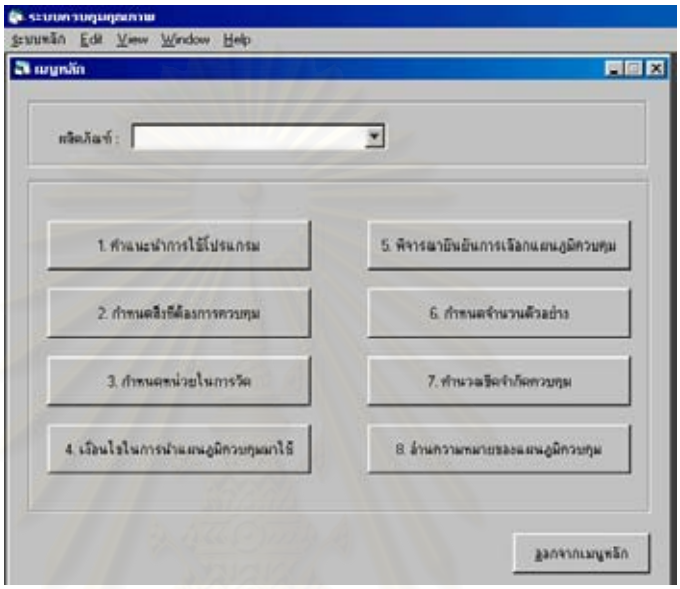
4.5. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการลบข้อมูลลักษณะคุณภาพใน “ ตารางสรุปการคำนวณขีดจำกัดควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ “ ให้ใช้เม้าส์เลือกไปที่ลักษณะคุณภาพที่ต้องการลบทิ้ง จากนั้นคลิกไปที่ปุ่ม “ DELETE “ โปรแกรมจะทำการลบข้อมูลดังกล่าวออกจากฐานข้อมูล

5. เมื่อผู้ใช้ต้องการออกจากขั้นตอนการคำนวณขีดจำกัดควบคุม ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ Exit “ โปรแกรมจะกลับไปที่หน้าจอเมนูหลัก

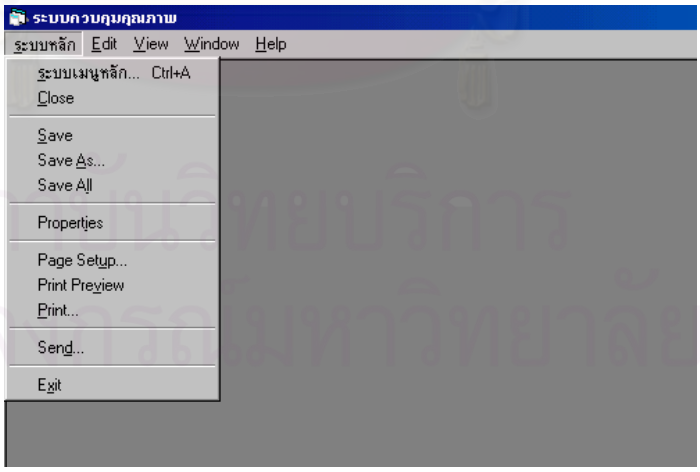
- **การปิดโปรแกรม** Control chart selection and Parameter design

เมื่อผู้ใช้ต้องการปิดโปรแกรม หรือ ออกจากโปรแกรม Control chart selection and Parameter design สามารถทำได้โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อหน้าจออยู่ที่เมนูหลัก ให้คลิกไปที่ปุ่ม “ ออกจากเมนูหลัก “



2. จากนั้นใช้เม้าส์เลือกไปที่หน้าต่าง “ ระบบหลัก “ และคลิกไปที่ “ Exit “ เพื่อออกจากโปรแกรม



- **แบบบันทึกข้อมูลที่ใช้ร่วมกับโปรแกรม** Control chart selection and Parameter design

1. แบบบันทึกการแจกแจงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์
2. แบบบันทึกข้อมูลเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของลักษณะคุณภาพกับพารามิเตอร์ของกระบวนการ
3. แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart) เพื่อช่วยกำหนดจำนวนตัวอย่างในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล
4. แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart) เพื่อช่วยกำหนดจำนวนตัวอย่างในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล
5. แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ และแผนภูมิ R เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล
6. แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ และแผนภูมิ S เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล
7. แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล
8. แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล
9. แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล
10. แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ และแผนภูมิ R เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ : Control chart
11. แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ และแผนภูมิ S เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ : Control chart
12. แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart) เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ : Control chart
13. แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart) เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ : Control chart
14. แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart) เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ : Control chart

แบบบันทึกการแจกแจงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ : .....

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์		
PRIMARY	SECONDARY	TERTIARY

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูลเพื่อตรวจสอบความความสัมพันธ์ของลักษณะคุณภาพกับพารามิเตอร์ของกระบวนการ

ผู้บันทึก : .... ระหว่างวันที่ : ....

หน่วยงาน : .... กระบวนการผลิต : ....

ลักษณะคุณภาพ (Y) : .... พารามิเตอร์ของกระบวนการ (X) : ....

ลำดับ	ค่า X (หน่วย : ....)	ค่า Y (หน่วย : ....)	ลำดับ	ค่า X (หน่วย : ....)	ค่า Y (หน่วย : ....)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)

(เพื่อช่วยกำหนดจำนวนตัวอย่างในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล)

ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ตรวจสอบ : ....

ลักษณะที่ตรวจวัด : ....

หน่วยงานที่ตรวจสอบ : .... ผู้บันทึก : ....

กลุ่มที่ (k)	ว / ด / ปี	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจสอบ (n)	จำนวนของเสีย (np)	สัดส่วนของเสีย p (%) = (np / n) = (np/30)	หมายเหตุ
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			
		30			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)

(เพื่อช่วยกำหนดจำนวนตัวอย่างในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล)

ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ตรวจสอบ : ....

ลักษณะที่ตรวจวัด : ....

หน่วยงานที่ตรวจสอบ : .... ผู้บันทึก : ....

กลุ่มที่ (k)	ว / ด / ปี	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจสอบ (n) Sampling Unit	จำนวนรอยตำหนิ หรือ ข้อบกพร่อง (c)	หมายเหตุ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ และแผนภูมิ R เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ตรวจสอบ : ....

ลักษณะที่ตรวจวัด : .... ระหว่างวันที่ : ....

หน่วยงานที่ตรวจสอบ : .... ผู้บันทึก : ....

กลุ่มที่	ว / ด / ปี	เวลา	ค่าที่วัดได้ (หน่วยวัด : ....)					$\overline{X}$	R
(k)			X1	X2	X3	X4	X5		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ และแผนภูมิ S
เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ตรวจสอบ : ....

ลักษณะที่ตรวจวัด : .... ระหว่างวันที่ : ....

หน่วยงานที่ตรวจสอบ : .... ผู้บันทึก : ....

กลุ่มที่ (k)	ว / ด / ปี	เวลา	ค่าที่วัดได้ (หน่วยวัด : ....)												$\overline{X}$	S
			X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X - MR Chart) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ตรวจสอบ : ....

ลักษณะที่ตรวจวัด : .... ระหว่างวันที่ : ....

หน่วยงานที่ตรวจสอบ : .... ผู้บันทึก : ....

กลุ่มที่ (k)	ว / ด / ปี	ค่าที่วัดได้ (X) (หน่วยวัด : ....)	ค่าความแตกต่าง $\lvert X_k - X_{k-1} \rvert$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)
เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ตรวจสอบ : .... ลักษณะที่ตรวจวัด : ....

หน่วยวัด : .... ระหว่างวันที่ : ....

หน่วยงานที่ตรวจสอบ : .... ผู้บันทึก : ....

กลุ่มที่ (k)	ว / ด / ปี	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจสอบ (n)	จำนวนของเสีย (np)	สัดส่วนของเสีย p (%) = np / n	หมายเหตุ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)
เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ตรวจสอบ : .... ลักษณะที่ตรวจวัด : ....

หน่วยวัด : .... ระหว่างวันที่ : ....

หน่วยงานที่ตรวจสอบ : .... ผู้บันทึก : ....

กลุ่มที่ (k)	ว / ด / ปี	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจสอบ (n) Sampling Unit	จำนวนรอยตำหนิ หรือ ข้อบกพร่อง (c)	หมายเหตุ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุม $\bar{X}$ และแผนภูมิ R
เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ : Control chart

ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ตรวจสอบ : .....

ลักษณะที่ตรวจวัด : ..... ระหว่างวันที่ : .....

หน่วยงานที่ตรวจสอบ : ..... ผู้บันทึก : .....

กลุ่มที่ (k)	ว / ด / ปี	เวลา	ค่าที่วัดได้ (หน่วยวัด : .....)					$\bar{X}$	R
			X1	X2	X3	X4	X5		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ และแผนภูมิ S
เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ : Control chart

ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ตรวจสอบ : ....

ลักษณะที่ตรวจวัด : .... ระหว่างวันที่ : ....

หน่วยงานที่ตรวจสอบ : .... ผู้บันทึก : ....

กลุ่มที่	ว / ด / ปี	เวลา	ค่าที่วัดได้ (หน่วยวัด : ....)												$\overline{X}$	S
(k)			X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X - MR Chart)
เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ : Control chart

ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ตรวจสอบ : ....

ลักษณะที่ตรวจวัด : .... ระหว่างวันที่ : ....

หน่วยงานที่ตรวจสอบ : .... ผู้บันทึก : ....

กลุ่มที่ (k)	ว / ด / ปี	ค่าที่วัดได้ (X) (หน่วยวัด : ....)	ค่าความแตกต่าง $\| X_i - X_{i-1} \|$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)
เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ : Control chart

ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ตรวจสอบ : .... ลักษณะที่ตรวจวัด : ....

หน่วยวัด : .... ระหว่างวันที่ : ....

หน่วยงานที่ตรวจสอบ : .... ผู้บันทึก : ....

กลุ่มที่ (k)	ว / ด / ปี	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจสอบ (n)	จำนวนของเสีย (np)	สัดส่วนของเสีย p (%) = np / n	หมายเหตุ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูลสำหรับแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)
เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ : Control chart

ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ตรวจสอบ : .... ลักษณะที่ตรวจวัด : ....

หน่วยวัด : .... ระหว่างวันที่ : ....

หน่วยงานที่ตรวจสอบ : .... ผู้บันทึก : ....

กลุ่มที่ (k)	ว / ด / ปี	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจสอบ (n) Sampling Unit	จำนวนรอยตำหนิ หรือ ข้อบกพร่อง (c)	หมายเหตุ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- **หัวข้อ Help ที่ปรากฏในโปรแกรม** Control chart selection and Parameter design

Help 1 : พิจารณาเพื่อกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

Help 2 : การจำแนกลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์

Help 3 : กำหนดลักษณะคุณภาพที่จะทำการควบคุม

Help 4 : พิจารณาพารามิเตอร์ของกระบวนการที่คาดว่ามีผลกระทบต่อลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม

Help 5 : กลุ่มประเภทของหน่วยในการวัด

Help 6 : การกำหนดหรือระบุหน่วยวัด

Help 7 : เงื่อนไขและเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุมที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ

Help 8 : เงื่อนไขและเกณฑ์ในการเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมในกลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart)

Help 9 : เงื่อนไขและเกณฑ์ในการเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมในกลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute Control Chart)

Help 10 : การกำหนดจำนวนตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปทรงของการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูล

Help 11 : ฮีสโตแกรม (Histogram)

Help 12 : การทดสอบแบบไคร์สแควร์ (χ^2- Test)

Help 13 : การจัดแบ่งประเภทของข้อมูลลักษณะคุณภาพ

Help 14 : หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกกลุ่มประเภทของแผนภูมิควบคุม

Help 15 : หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมในกลุ่มแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Chart)

Help 16 : หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมในกลุ่มแผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute control chart)

Help 17 : การกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิ $\overline{X}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย ($\overline{X}$ - R Chart)

Help 18 : การกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ S ($\overline{X}$ - s Chart)

Help 19 : การกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X – MR Chart)

Help 20 : การกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart)

Help 21 : การกำหนดจำนวนตัวอย่างสำหรับแผนภูมิ c เพื่อใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Chart)

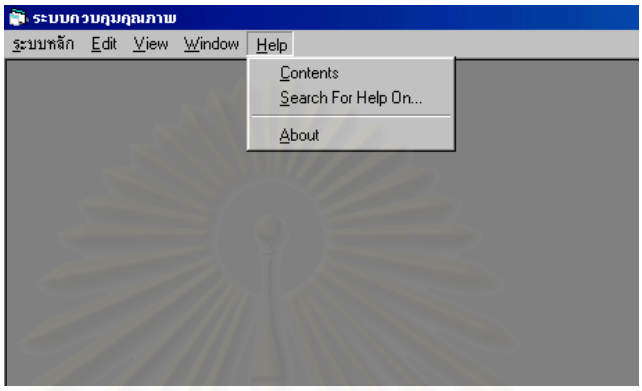
Help 22 : การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ

Help 23 : แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram)

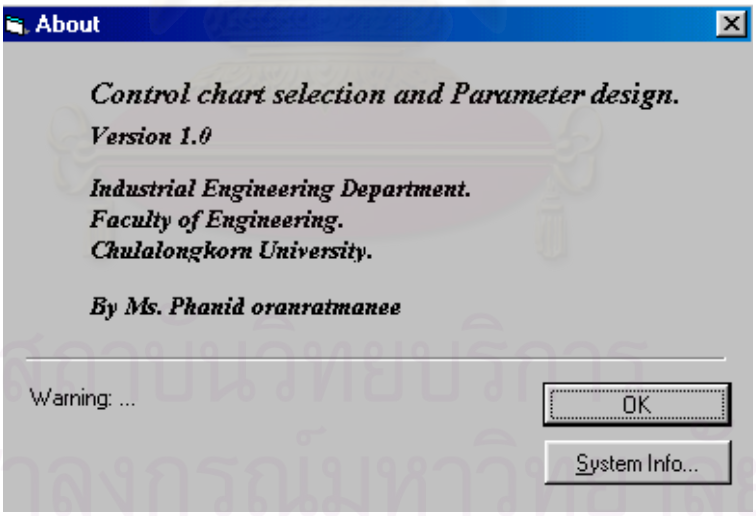
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- **หมายเหตุเกี่ยวกับโปรแกรม** Control chart selection and Parameter design

ผู้ใช้สามารถอ่านหมายเหตุเกี่ยวกับโปรแกรมดังกล่าวนี้ได้โดยใช้เม้าส์เลือกไปที่หน้าต่าง " Help " และคลิกไปที่ " About " ดังนี้



หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าจอ " หมายเหตุเกี่ยวกับโปรแกรม Control chart selection and Parameter design " ดังนี้



ภาคผนวก ข

การเปรียบเทียบการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของประชากร (σ') เมื่อจำนวนตัวอย่าง (n) มีขนาดแตกต่างกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- การเปรียบเทียบการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ)

ตัวอย่างที่นำเสนอนี้ เป็นการเปรียบเทียบการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ) โดยใช้พิสัยเฉลี่ย ($\overline{R}$) กับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย ($\overline{S}$) ซึ่งตาราง ข.(1) เป็นการกำหนดผลลัพธ์ของการวัดน้ำหนักสินค้าชนิดหนึ่งด้วยการเลือกตัวอย่างขนาด 4 หน่วย จากแต่ละกลุ่มย่อยที่ผ่านกระบวนการผลิตในแต่ละช่วงเวลา จำนวน 100 กลุ่มย่อย ซึ่งน้ำหนักของสินค้ามีการแจกแจงแบบปกติ และจากตารางดังกล่าวจะแสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต พิสัย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อยดังนี้

ตาราง ข.(1) : ค่าเฉลี่ย พิสัย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างจากการวัดน้ำหนักสินค้า

ตัวอย่างที่	น้ำหนักสินค้า				ค่าเฉลี่ย $\overline{X}$	พิสัย R	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)
1-4	47	32	44	35	39.50	15	6.2
5-8	33	33	34	34	33.501	1	0.5
9-12	34	34	31	34	33.25	3	1.3
13-16	12	12	24	47	26.00	35	12.9
17-20	35	23	38	40	34.00	17	6.6
21-24	19	37	31	27	28.50	18	6.5
25-28	23	45	26	37	32.75	22	8.8
29-32	33	12	29	43	29.25	31	11.2
33-36	25	22	37	33	29.25	15	6.0
37-40	29	32	30	13	26.00	19	7.6
41-44	40	18	30	11	24.75	29	11.1
45-48	21	18	36	34	27.25	18	7.9
49-52	26	35	31	29	30.25	9	3.3
53-56	52	29	21	18	30.00	34	13.3
57-60	26	20	30	20	24.00	10	4.2
61-64	19	1	30	30	20.00	29	11.9
65-68	28	34	39	17	29.50	22	8.2
69-72	29	25	24	30	27.00	1	2.5
73-76	21	37	32	25	28.75	16	6.2

ตัวอย่างที่	น้ำหนักสินค้า				ค่าเฉลี่ย $\overline{X}$	พิสัย R	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)
77-80	24	26	16	35	24.25	19	6.9
81-84	28	39	23	21	27.75	18	7.0
85-88	41	32	46	12	32.75	34	13.0
89-92	14	23	41	42	30.0	28	11.9
93-96	32	28	46	27	33.25	19	7.6
97-100	43	34	22	34	33.00	20	7.1
101-104	20	38	27	32	29.25	18	6.6
105-108	30	14	37	43	31.00	29	10.8
109-112	28	29	32	35	31.00	7	2.7
113-116	35	30	37	26	32.00	11	4.3
117-120	51	13	45	55	41.00	42	16.6
121-124	34	19	11	16	20.00	23	8.6
125-128	32	28	41	40	35.5	13	5.4
129-132	14	31	20	35	25.00	21	8.4
133-136	24	44	29	27	31.25	19	7.5
137-140	18	22	20	33	23.25	15	5.8
141-144	21	31	39	25	29.00	18	6.8
145-148	17	44	54	13	32.00	41	17.4
149-152	36	48	19	41	36.00	29	10.7
153-156	25	31	38	30	31.00	13	4.6
157-160	35	21	20	34	27.50	15	7.0
161-164	21	22	44	19	26.50	25	10.2
165-168	39	22	24	29	28.50	17	5.6
169-172	40	44	24	18	31.50	26	10.8
173-176	23	25	46	29	30.75	23	9.1
177-180	23	37	44	34	34.50	21	7.6
181-184	36	52	30	28	36.50	24	9.4
158-188	35	23	11	5	18.50	30	11.5
189-192	33	15	40	29	29.25	25	9.1
193-196	18	30	2	25	23.75	12	4.4
197-200	23	30	20	10	23.00	11	4.3
201-204	7	32	36	38	28.25	31	12.5

ตัวอย่างที่	น้ำหนักสินค้า				ค่าเฉลี่ย $\overline{X}$	พิสัย R	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)
205-208	29	30	39	31	32.25	10	4.0
209-212	36	12	34	25	26.75	24	9.5
213-216	36	37	39	32	36.00	7	2.5
217-220	38	9	25	39	27.25	30	12.2
221-224	11	14	29	29	28.25	33	11.7
225-228	31	18	31	25	26.25	13	5.4
229-232	22	47	12	27	27.00	35	12.7
233-236	29	24	32	44	32.25	20	7.4
237-240	42	26	32	27	31.75	16	6.3
241-244	29	40	43	29	35.25	14	6.3
245-248	23	22	23	39	26.75	17	7.1
249-252	24	27	52	28	35.25	25	10.0
253-256	27	40	23	24	28.50	17	6.8
257-260	34	38	16	28	29.00	22	8.3
261-264	39	19	39	32	32.25	20	8.2
265-268	42	25	25	42	33.50	17	8.5
269-272	30	25	38	39	33.00	14	5.8
273-276	43	22	10	28	25.75	33	11.9
277-280	17	31	10	16	18.50	21	7.7
281-284	40	49	38	37	41.00	12	4.7
285-288	22	39	26	18	26.25	21	7.9
289-292	30	36	34	18	29.50	18	7.0
293-296	41	37	27	32	34.25	14	5.3
297-300	5	20	43	26	23.50	38	13.6
301-304	38	26	38	25	31.75	13	6.3
305-308	27	38	40	33	34.50	13	5.0
309-312	20	23	28	35	26.50	15	5.7
313-316	29	29	34	29	30.25	5	2.2
317-320	25	35	37	42	34.75	17	6.2
321-324	42	59	38	28	41.75	31	11.2
325-328	24	32	22	22	25.00	10	4.1
329-332	38	40	31	52	40.25	21	7.6

ตัวอย่างที่	น้ำหนักสินค้า				ค่าเฉลี่ย $\overline{X}$	พิสัย R	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)
333-336	22	52	33	27	38.50	30	11.4
337-340	46	32	20	50	37.00	30	11.9
341-344	27	29	24	15	23.75	14	5.4
345-348	31	26	34	35	31.50	9	3.5
349-352	32	46	30	32	35.00	16	6.4
353-356	35	20	34	46	33.75	26	9.2
357-360	55	25	33	54	41.75	30	13.1
361-364	22	46	52	42	40.50	30	11.3
365-368	14	24	2	43	20.75	41	15.0
369-372	36	52	19	50	39.25	33	13.2
373-376	29	21	17	9	19.00	20	7.2
377-380	33	31	32	18	28.50	15	6.1
381-384	52	34	17	5	27.00	47	17.7
385-388	23	41	21	29	28.50	20	7.8
389-392	28	22	45	21	29.00	24	9.6
393-396	32	27	16	30	26.25	16	6.2
397-400	23	23	27	36	27.25	13	5.3
รวม					3,007.50	2076	807.8

ที่มา : Grant and Leavenworth , 1996

จากตาราง ข.(1) ถ้าแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 5 เซต เซตหนึ่งประกอบด้วยจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 80 หน่วย จำนวน 20 กลุ่มย่อย โดยแต่ละกลุ่มย่อยเลือกตัวอย่างมา 4 ชิ้น จากนั้นทำการหาค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ') จากความสัมพันธ์ระหว่าง σ' กับ $\overline{S}$ และจากความสัมพันธ์ระหว่าง (σ') กับ $\overline{R}$

<u>วิธีทำ</u> จะทำเฉพาะเซตแรก (กลุ่มย่อยที่ 1-20) ส่วนเซตอื่นๆ จะทำในทำนองเดียวกันกับเซตนี้ ได้ข้อมูลดังในตาราง

กลุ่มย่อยที่	หมายเลขตัวอย่าง	พิสัย R	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	กลุ่มย่อยที่	หมายเลขตัวอย่าง	พิสัย R	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)
1	1-4	15	6.2	11	41-44	29	11.1
2	5-8	1	0.5	12	45-48	18	7.9
3	9-12	3	1.3	13	49-52	9	3.3
4	13-16	35	12.9	14	53-56	34	13.3
5	17-20	17	6.6	15	57-60	10	4.2
6	21-24	18	6.5	16	61-64	29	11.9
7	25-28	22	8.8	17	65-68	22	8.2
8	29-32	31	11.2	18	69-72	1	2.5
9	33-36	15	6.0	19	73-76	16	6.2
10	37-40	19	7.6	20	77-80	19	6.9

ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรจากความสัมพันธ์ σ' กับ $\overline{S}$ คือ

σ' = $\overline{S}$ / c_2

c_2 = 0.798

(จากตาราง ค. ในภาคผนวก ค. เมื่อขนาดกลุ่มย่อย (n) เท่ากับ 4)

$\overline{\sigma}$ = $\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}\sigma_i$ เมื่อ k คือ จำนวนกลุ่มย่อย

= $\frac{1}{20}$ (6.2 + 0.5 + 1.3 + 12.9 + … + 6.2 + 6.9)

= 7.155

ดังนั้น σ' = 7.155 / 0.798

= 8.97

ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรจากความสัมพันธ์ σ' กับ $\overline{R}$ คือ

σ' = $\overline{R}$ / d_2

d_2 = 2.059

(จากตาราง ค. ในภาคผนวก ค. เมื่อขนาดกลุ่มย่อย (n) เท่ากับ 4)

$\overline{R}$ = $\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}R_i$ เมื่อ k คือ จำนวนกลุ่มย่อย

= $\frac{1}{20}$ (15 + 1 + 3 + 35 + 17 + … + 6 + 16 + 19)

= 18.40

ดังนั้น σ' = 18.40 / 2.059 = 8.94

จะในทำนองเดียวกันจนครบทุกเซต (กลุ่มย่อยที่ 1 – 100) และเมื่อทำครบทุกเซตสำหรับการเลือกตัวอย่าง (n) มา 4 ชิ้นในแต่ละกลุ่มย่อยเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นทำการเปลี่ยนแปลงค่า n โดยจะทำการเลือกตัวอย่าง (n) มา 2 ชิ้น และ 8 ชิ้น ซึ่งค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ') จากความสัมพันธ์ระหว่าง σ' กับ $\overline{S}$ และจากความสัมพันธ์ระหว่าง (σ') กับ $\overline{R}$ เมื่อ จำนวนตัวอย่างมีขนาด n = 2 , n = 4 และ n = 8 สำหรับทุกเซตแสดงในตาราง ข.(2)

ตาราง ข.(2) : เปรียบเทียบการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ')
เมื่อจำนวนตัวอย่างมีขนาด n = 2 , n = 4 และ n = 8

กลุ่มย่อยที่	ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ')					
	ขนาดตัวอย่าง n = 2		ขนาดตัวอย่าง n = 4		ขนาดตัวอย่าง n = 8	
	จาก $\overline{R}$	จาก $\overline{S}$	จาก $\overline{R}$	จาก $\overline{S}$	จาก $\overline{R}$	จาก $\overline{S}$
1–20 (เลือกตัวอย่างหมายเลข 1-80)	8.62	8.62	8.94	8.97	9.24	8.98
21–40 (เลือกตัวอย่างหมายเลข 81-160)	10.75	10.75	10.51	10.64	10.50	10.58
41–60 (เลือกตัวอย่างหมายเลข 161-240)	9.73	9.73	10.51	10.48	9.76	9.89
61–80 (เลือกตัวอย่างหมายเลข 241-320)	8.86	8.86	8.89	9.06	8.85	9.02
81–100 (เลือกตัวอย่างหมายเลข 321-400)	11.68	11.68	11.56	11.48	11.98	12.17
1 - 400	9.93	9.93	10.08	10.12	10.07	10.13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ตาราง ค. ตัวประกอบสำหรับแผนภูมิควบคุม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค. : ตัวประกอบของแผนภูมิควบคุม (ที่มา : พิชิต สุขเจริญพงษ์ , 2535)

n	A_2	A_3	c_2	c_4	c_5	B_3	B_4	d_2	d_3	D_3	D_4
2	1.880	2.659	0.564	0.798	0.603	0	3.267	1.128	0.859	0	3.267
3	1.023	1.954	0.724	0.886	0.463	0	2.568	1.693	0.888	0	2.575
4	0.729	1.628	0.798	0.921	0.389	0	2.266	2.059	0.880	0	2.282
5	0.577	1.427	0.841	0.940	0.341	0	2.089	2.326	0.864	0	2.115
6	0.483	1.287	0.869	0.952	0.308	0.030	1.970	2.534	0.848	0	2.004
7	0.419	1.182	0.888	0.959	0.282	0.118	1.882	2.704	0.833	0.076	1.924
8	0.373	1.099	0.903	0.965	0.262	0.185	1.815	2.847	0.820	0.136	1.864
9	0.337	1.032	0.914	0.969	0.246	0.239	1.761	2.970	0.808	0.184	1.816
10	0.308	0.975	0.923	0.973	0.232	0.284	1.716	3.078	0.797	0.223	1.777
11	0.285	0.927	0.930	0.975	0.220	0.321	1.679	3.137	0.787	0.256	1.744
12	0.266	0.886	0.978	0.978	0.210	0.354	1.646	3.258	0.778	0.284	1.716
13	0.249	0.850	0.911	0.979	0.202	0.382	1.618	3.336	0.770	0.308	1.692
14	0.235	0.817	0.945	0.981	0.194	0.406	1.594	3.407	0.762	0.329	1.671
15	0.223	0.789	0.949	0.982	0.187	0.428	1.572	3.472	0.755	0.348	1.652
16	0.212	0.763	0.952	0.984	0.181	0.448	1.552	3.532	0.749	0.364	1.636
17	0.203	0.739	0.955	0.985	0.175	0.466	1.534	3.588	0.743	0.379	1.621
18	0.194	0.718	0.958	0.985	0.170	0.482	1.518	3.640	0.738	0.392	1.608
19	0.187	0.698	0.960	0.986	0.166	0.497	1.503	3.689	0.733	0.404	1.596
20	0.180	0.680	0.962	0.987	0.161	0.510	1.490	3.735	0.729	0.414	1.586
21	0.173	0.663	0.964	0.988	0.157	0.523	1.477	3.778	0.724	0.425	1.575
22	0.167	0.647	0.966	0.988	0.153	0.534	1.466	3.819	0.720	0.434	1.566
23	0.162	0.633	0.967	0.989	0.150	0.545	1.455	3.858	0.716	0.443	1.557
24	0.157	0.619	0.968	0.989	0.147	0.555	1.445	3.895	0.712	0.452	1.548
25	0.153	0.606	0.970	0.990	0.144	0.565	1.435	3.931	0.709	0.459	1.541

ภาคผนวก ง

ความสามารถของกระบวนการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- **ความสามารถของกระบวนการ**

ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความสม่ำเสมอของกระบวนการ โดยจะวัดจากการแปรเปลี่ยนภายในกระบวนการหรือความแปรเปลี่ยนตามธรรมชาติของกระบวนการ โดยทั่วไปวิธีการประเมินความสามารถของกระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง (Continuous Process Improvement) จะพิจารณาจากดัชนี 2 ตัวคือ ค่าดัชนี C_P และค่าดัชนี C_{PK} ซึ่งเป็นค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ โดยมีการพิจารณาเปรียบเทียบกับข้อกำหนดทางวิศวกรรม (Engineering Specification) โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้คือ

1.ค่าดัชนี C_P (Potential Process Capability) คือดัชนีที่ใช้บอกความสามารถของกระบวนการที่สามารถเป็นไปได้ โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่าง ความผันแปรของกระบวนการที่ยอมรับได้ ต่อ ความผันแปรของกระบวนการของการผลิตจริง ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้ (อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ , 2535)

C_P = (ความกว้างขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง) / 6σ

= (USL – LSL) / 6σ

เมื่อ USL แทน ขอบเขตข้อกำหนดด้านบน (Upper Specification Limit)

LSL แทน ขอบเขตข้อกำหนดด้านล่าง (Lower Specification Limit)

σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ (Standard Deviation)

ทั้งนี้ในการคำนวณหาค่า σ ดังกล่าวนี้ สามารถคำนวณหาค่าได้จาก

1.เมื่อประมาณค่า σ ด้วย $\overline{R}$

σ = $\overline{R}$ / d_2

2.เมื่อประมาณค่า σ ด้วย $\overline{S}$

σ = $\overline{S}$ / c_2

โดยที่ค่า c_2 และ d_2 เป็นค่าคงที่ขึ้นกับจำนวนตัวอย่างในกลุ่มข้อมูล ซึ่งอ่านค่าได้จากตาราง ค. ในภาคผนวก ค.

2.ค่าดัชนี C_{PK} (Actual Process Capability) คือดัชนีที่ใช้บอกความสามารถของกระบวนการตามที่เป็นจริง ซึ่งจะบอกถึงความเป็นไปได้ของกระบวนการได้ชัดเจนกว่าค่าดัชนี C_P เนื่องจากดัชนี C_P จะวัดค่าการกระจายตัวของข้อมูลเมื่อเทียบกับพิกัดข้อกำหนดเท่านั้น แต่ในขณะที่ดัชนี C_{PK} จะช่วยในการวัดตำแหน่งของศูนย์กลางของข้อมูล ซึ่งการคำนวณค่า C_{PK} สามารถคำนวณได้ดังนี้

C_{PK} = Min { (USL – Mean) / 3σ , (Mean – LSL) / 3σ }

กรณีงานที่มีข้อกำหนด (Specification) 2 ด้าน จะพิจารณาดัชนี C_P ควบคู่กับ ดัชนี C_{PK} แต่สำหรับงานที่มีข้อกำหนด 1 ด้าน เช่น ความแข็ง จะมีขอบเขตข้อกำหนดเพียงด้านเดียวคือด้านต่ำ (LSL) แต่ด้านสูงจะไม่มีขอบเขต เพราะยิ่งสูงคือ ยิ่งแข็งแรงดี ซึ่งจะทำการพิจารณาเฉพาะค่าดัชนี C_{PK}

- **เกณฑ์ในการพิจารณาความสามารถของกระบวนการ**

โดยมาตรฐานทั่วไปนั้น ค่า $C_P \geq 1$ การตัดสินใจจะกล่าวว่ากระบวนการมีความสามารถ ในกรณีที่ C_P มีค่ามากจะชี้ว่ากระบวนการมีความสามารถมาก

สำหรับค่า $C_P = 1$ เป็นค่าความสามารถของกระบวนการที่กำหนดให้ความผันแปรของกระบวนการ เท่ากับ ความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง ถ้า $C_P = 1$ แสดงว่ากระบวนการมีความสามารต่ำสุด

Victor E. Kane (1986) สรุปถึงค่า C_P ว่า ค่า C_P =1.33 เป็นค่าที่แน่ใจมากว่ากระบวนการมีความสามารถ

สำหรับเกณฑ์ในการพิจารณาความสามารถของกระบวนการสามารถสรุปได้ดังนี้คือ

ค่า C_P	ค่า C_{PK}	ความสามารถของกระบวนการ
$C_P < 1$	$C_{PK} < 1$	กระบวนการไม่มีความสามารถ
$C_P = 1$	$C_{PK} < 1$	กระบวนการมีความสามารถทำได้ โดยทำการปรับปรุงค่าเฉลี่ย แต่ไม่ดีพอเพราะถ้าค่าเฉลี่ยเปลี่ยนไปของเสียจะเกิดขึ้นทันที
$C_P = 1$	$C_{PK} = 1$	กระบวนการมีความสามารถทำได้ แต่ไม่ดีพอ
$C_P = 1$	$C_{PK} > 1$	กระบวนการมีความสามารถทำได้ แต่ไม่ดีพอ
$1 < C_P \leq 1.33$	$C_{PK} < 1$	กระบวนการมีความสามารถทำได้ โดยทำการปรับปรุงค่าเฉลี่ย เพราะถ้าค่าเฉลี่ยเปลี่ยนไปของเสียจะเกิดขึ้นทันที
$1 < C_P \leq 1.33$	$C_{PK} = 1$	กระบวนการมีความสามารถทำได้
$1 < C_P \leq 1.33$	$C_{PK} > 1$	กระบวนการมีความสามารถทำได้ดี
$C_P > 1.33$	$C_{PK} < 1$	กระบวนการมีความสามารถทำได้ โดยทำการปรับปรุงค่าเฉลี่ย เพราะถ้าค่าเฉลี่ยเปลี่ยนไปของเสียจะเกิดขึ้นทันที

ค่า C_P	ค่า C_{PK}	ความสามารถของกระบวนการ
$C_P > 1.33$	$C_{PK} = 1$	กระบวนการมีความสามารถทำได้ดี
$C_P > 1.33$	$C_{PK} > 1$	กระบวนการมีความสามารถทำได้ดีมาก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว ผานิต โอฬารรัตน์มณี เกิดเมื่อเดือน มีนาคม พ.ศ.2517 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2538 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2541

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย