

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



การศึกษาระบบควบคุมคุณภาพของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

นางสาวชนิษฐา ผลนิมิตร

นางสาวรัชนีวรรณ สมรศาสตร์

นางสาวสุกัญญา ปรีตรมงคล

นางสาวสุชีรา แดงตาด

ร/พ.  
๑๒๒๕๗  
๒๕๕๐

619521206

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....  
วัน,เดือน,ปี.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาสถิติประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Quality Control for Cement Products of TPI Polene Public Company Limited



Miss Khanittha Pholnimit  
Miss Ratchaniwan Samornsat  
Miss Sukanya Paritmongkol  
Miss Sucheera Tangtad

A Special Problem Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for  
the Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Statistics  
Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน้าอนุมัติ

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การศึกษาระบบควบคุมคุณภาพของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	
โดย	นางสาวณิชฐา	ผลนิมิตร
	นางสาวรัชนีวรรณ	สมรศาสตร์
	นางสาวสุกัญญา	ปรีตรมงคล
	นางสาวสุชีรา	แตงตาด
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ชูใจ	คูหารัตนไชย

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
อนุมัติให้นำโครงการพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

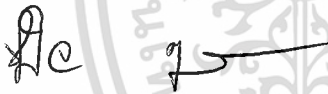
ลายเซ็น



(ผศ. วรารัตน์ เรืองรัตน์เมธี)

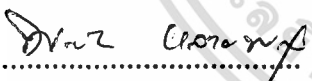
หัวหน้าภาควิชา

คณะกรรมการโครงการพิเศษ




(อาจารย์ชูใจ คูหารัตนไชย)

ประธานกรรมการ



(อาจารย์พรชัย หลายพล)

กรรมการ



(อาจารย์สุจิตรา สுகอนมัต)

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อ

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การศึกษาระบบการควบคุมคุณภาพปูนซีเมนต์ ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	
นักศึกษา	นางสาวชนิษฐา	ผลนิมิตร
	นางสาวรัชนีวรรณ	สมรศาสตร์
	นางสาวสุกัญญา	ปริตรมงคล
	นางสาวสุชีรา	แดงตาด
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ชูใจ	คูหารัตนไชย
ภาควิชา	สถิติประยุกต์	
ปีการศึกษา	2540	

เนื่องจากได้มีการพัฒนาและส่งเสริมทางด้านอุตสาหกรรม จึงก่อให้เกิดภาวะการแข่งขันด้านเศรษฐกิจ เป็นผลให้ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้รับความไว้วางใจจากผู้บริโภค ดังนั้นการควบคุมคุณภาพจึงเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีมาตรฐานที่ดีขึ้น ตลอดจนช่วยลดต้นทุนในการผลิต ค่าใช้จ่ายในการตรวจผลิตภัณฑ์ และยังลดความสูญเสียของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้

ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจถึงการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมและถูกต้อง จึงทำการศึกษาระบบการควบคุมคุณภาพปูนซีเมนต์ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี โดยศึกษาการควบคุมคุณภาพปูนซีเมนต์ในกระบวนการบดวัตถุดิบในหม้อบด ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลตัวอย่างของค่าควบคุมโมดูลโลในหม้อบดวัตถุดิบเป็นระยะเวลา 6 เดือน ซึ่งประกอบด้วย Lime Saturation Factor (LSF), Silica modulus (SM) และ Alumina modulus (AM) และนำข้อมูลค่าควบคุมทั้ง 3 มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมการกระจายด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยแต่ละแผนภูมิจะแบ่งเป็นเมื่อใช้ข้อมูลรายวันเป็นขนาดตัวอย่างย่อย และเมื่อใช้รายกะเป็นขนาดตัวอย่างย่อย และหาแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์นี้ ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ได้นำโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการประมวลผล คือ MICROSOFT EXCEL

ซึ่งในปัญหาพิเศษนี้ เราสามารถเสนอแผนการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมกับการควบคุมคุณภาพปูนซีเมนต์ของบริษัททีพีไอ โพลีน จำกัด มหาชน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าควบคุมโมดูลโล พบว่าในแผนภูมิควบคุมเมื่อใช้รายวันเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยจะมีช่วงกว้างแคบที่สุด ส่วนแผนภูมิควบคุมเมื่อใช้รายกะเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยจะมีช่วงกว้างที่สุด

## ABSTRACT

<b>Special Project Title</b>	Quality Control for Cement Products of TPI Polene Public Company Limited	
<b>Name</b>	Miss Khanittha	Pholnimit
	Miss Ratchaniwan	Samornsat
	Miss Sukanya	Paritmongkol
	Miss Sucheera	Tangtad
<b>Special Project Advisor</b>	Miss Choochai	Kuharuttanachai
<b>Department</b>	Applied Statistics	
<b>Academic Year</b>	1997	

There is a development and promotion in industry that caused to happen the competition of economic and effect the producers to realize about the quality of their products. Therefore, the quality control is an important part of the production which brings about the better standard of product will be trusted from consumer, including decreasing production costs, product inspection costs and lost of product.

Therefore, in order to understand about quality control we studied the production of cement products of TPI Polene Public Company Limited, A.Kangchoy, Saraburee. We collected the samples of moduli control data in Raw Mill Plant for six months. Lime Saturation Factor (LSF), Silica modulus (SM) and Alumina modulus (AM) built up  $\bar{X}$  - Chart and S - Chart. Each of the control charts had 2 way; using daily data were subgroups and using shifts data were subgroups. And then we found the appropriate control chart. The computer package program that used in analysis data is Microsoft Excel.

Which in this project, we can offer the appropriate control chart for Raw Mill Plant of TPI Polene Public Co.,Ltd.

The result of moduli control data, we found that the control chart which used daily data in place of subgroups had the least wide control chart. On the other hand, the control chart which used shifts data in place of subgroups had the most wide control chart.

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ โดยได้รับความกรุณาจากอาจารย์ชูใจ คูหารัตนไชย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งกรุณาให้คำแนะนำ ปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสาร และหนังสืออ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ได้เป็นอย่างดีมาโดยตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณ ด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คุณสันธาน ชัยพันธ์วิริยาพร ผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด มหาชน ที่ได้อนุญาตให้ทำการศึกษาและดูงานของกระบวนการควบคุมคุณภาพปูนซีเมนต์

ขอขอบพระคุณ คุณพนัส หาญผดุงกิจ ผู้จัดการแผนกส่งเสริมกรรมวิธีผลิต ที่ได้อนุญาตให้ทำการศึกษาและดูงานของกระบวนการควบคุมคุณภาพปูนซีเมนต์ และได้เอื้อเฟื้อในเรื่องสถานที่พักขณะไปทำการศึกษางาน

ขอขอบพระคุณ คุณนราดล ตันจาร์พันธ์ ผู้ช่วยผู้จัดการแผนกส่งเสริมกรรมวิธีผลิต ในการติดต่อประสานงานกับทางโรงงานเรื่องขอเข้าทำการศึกษางาน และให้ความสะดวกในการเข้าศึกษางานภายในโรงงาน

ขอขอบพระคุณ คุณปรีดา แสงสารคนธ์ และคุณประเสริฐ มานิตยกุล ผู้ควบคุมงานแผนกส่งเสริมกรรมวิธีผลิต ตลอดจนเจ้าหน้าที่แผนกส่งเสริมกรรมวิธีผลิตทุกท่าน ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลทางการควบคุมคุณภาพ และอธิบายระบบการผลิตของโรงงานในกระบวนการต่างๆ ตลอดจนอำนวยความสะดวกและให้ความรู้เกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ

ขอขอบพระคุณ ท่านคณาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติทุกท่านที่ให้ความสะดวกและช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ท้ายสุดนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่เป็นกำลังใจให้ตลอดมา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จไปด้วยดี

นางสาวนิษฐา	ผลนิมิตร
นางสาวรัชนีวรรณ	สมรศาสตร์
นางสาวสุกัญญา	ปรีตรมงคล
นางสาวสุชีรา	แดงตาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 ประวัติของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	2
1.3 จุดประสงค์ของการศึกษา	4
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	5
1.5 แหล่งที่มาของข้อมูล	5
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน	5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.8 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	6
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ	8
2.1.1 หลักการของแผนภูมิควบคุม	9
2.1.2 ประเภทของแผนภูมิควบคุม	10
2.1.3 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม	10
2.1.4 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม	13
2.2 แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน	14
2.2.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย	14
2.2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีขนาดกลุ่มย่อยแตกต่างกัน	19
2.2.3 แผนภูมิควบคุมค่าวัด	24
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	
3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล	31
3.2 ขั้นตอนการทำงานในการควบคุมคุณภาพ ของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	32
3.2.1 การเก็บตัวอย่างอัตโนมัติในการควบคุมคุณภาพ	32
3.2.2 ขั้นตอนและวิธีการทำงานในการหาเกณฑ์ควบคุมคุณภาพ ในระหว่างการผลิต ของแผนก Process Control ฝ่ายควบคุมคุณภาพ บริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	35
3.3 วิธีการคำนวณเกณฑ์ควบคุมคุณภาพ	37
3.3.1 วิธีการคำนวณของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	38
3.3.2 วิธีการคำนวณเกณฑ์ควบคุมคุณภาพที่นำเสนอ	40
- ข้อมูลรายวัน	40
- ข้อมูลรายกะ	42
3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	43
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	
4.1 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพของ LSF	45
4.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	45
4.1.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลรายวัน	51
4.1.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลรายกะ	57
4.2 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพของ SM	66
4.2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	66
4.2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลรายวัน	72
4.2.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลรายกะ	78
4.3 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพของ AM	87
4.3.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	87
4.3.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลรายวัน	93
4.3.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลรายกะ	99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.4 เปรียบเทียบผลต่างระหว่างขีดจำกัดบนและขีดจำกัดล่าง	108
4.4.1 เปรียบเทียบอยู่ในรูปของตาราง	108
4.4.2 เปรียบเทียบอยู่ในรูปของแผนภูมิควบคุม	114
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 การควบคุมคุณภาพของปูนซีเมนต์สำหรับวัตถุดิบในหม้อบดที่ 1	132
5.2 การเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมคุณภาพ	132
5.3 ปัญหาที่พบในการวิเคราะห์ข้อมูล	133
5.4 ข้อเสนอแนะ	133
<b>ภาคผนวก</b>	
ภาคผนวก ก ตารางสถิติ	
ภาคผนวก ข เอกสารประกอบของ บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	
F51-101 : Log Sheet	
F51-302 : Quality Daily Report	
F51-312 : Quality Monthly Report	
F51-304 : รายงานสรุปปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพในระหว่างการผลิต	
F51-305 : เกณฑ์ควบคุมคุณภาพในระหว่างการผลิต	
Set Point Approval Form	

เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 แสดงการควบคุมคุณภาพการผลิตปูนซีเมนต์ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	33
4.1 แสดงผลต่างระหว่าง <i>UCL</i> และ <i>LCL</i> ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของค่า LSF ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ข้อมูลรายวัน และข้อมูลรายกะ	108
4.2 แสดงผลต่างระหว่าง <i>UCL</i> และ <i>LCL</i> ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของค่า LSF ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ข้อมูลรายวัน และข้อมูลรายกะ	109
4.3 แสดงผลต่างระหว่าง <i>UCL</i> และ <i>LCL</i> ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของค่า SM ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ข้อมูลรายวัน และข้อมูลรายกะ	110
4.4 แสดงผลต่างระหว่าง <i>UCL</i> และ <i>LCL</i> ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของค่า SM ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ข้อมูลรายวัน และข้อมูลรายกะ	111
4.5 แสดงผลต่างระหว่าง <i>UCL</i> และ <i>LCL</i> ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของค่า AM ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ข้อมูลรายวัน และข้อมูลรายกะ	112
4.6 แสดงผลต่างระหว่าง <i>UCL</i> และ <i>LCL</i> ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของค่า AM ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ข้อมูลรายวัน และข้อมูลรายกะ	113

## สารบัญรูป

รูป	หน้า
3.1 แสดงขั้นตอนการผลิตปูนซีเมนต์และจุดเก็บตัวอย่างอัตโนมัติ	32
<b>ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพค่า LSF ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)</b>	
4.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนเมษายน พ.ศ. 2540	45
4.2 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF เดือนเมษายน พ.ศ. 2540	45
4.3 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540	46
4.4 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540	46
4.5 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540	47
4.6 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540	47
4.7 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540	48
4.8 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540	48
4.9 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF วันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540	49
4.10 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF วันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540	49
4.11 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนกันยายน พ.ศ. 2540	50
4.12 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF เดือนกันยายน พ.ศ. 2540	50
<b>ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพค่า LSF ของข้อมูลรายวัน</b>	
4.13 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนเมษายน พ.ศ. 2540	51
4.14 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF เดือนเมษายน พ.ศ. 2540	51
4.15 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540	52
4.16 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540	52
4.17 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540	53
4.18 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540	53
4.19 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540	54
4.20 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540	54
4.21 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF วันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540	55
4.22 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF วันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540	55
4.23 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนกันยายน พ.ศ. 2540	56
4.24 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF เดือนกันยายน พ.ศ. 2540	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
<b>ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพค่า SM ของข้อมูลรายวัน</b>	
4.49 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM วันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540	72
4.50 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM วันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540	72
4.51 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM วันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540	73
4.52 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM วันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540	73
4.53 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540	74
4.54 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540	74
4.55 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540	75
4.56 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540	75
4.57 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540	76
4.58 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540	76
4.59 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540	77
4.60 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540	77
<b>ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพค่า SM ของข้อมูลรายกะ</b>	
4.61 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM วันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540	81
4.62 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM วันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540	81
4.63 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM วันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540	82
4.64 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM วันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540	82
4.65 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540	83
4.66 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540	83
4.67 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540	84
4.68 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540	84
4.69 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540	85
4.70 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540	85
4.71 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540	86
4.72 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540	86

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
<b>ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพค่า AM ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)</b>	
4.73 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนเมษายน พ.ศ. 2540	87
4.74 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนเมษายน พ.ศ. 2540	87
4.75 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540	88
4.76 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540	88
4.77 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540	89
4.78 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540	89
4.79 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540	90
4.80 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540	90
4.81 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540	91
4.82 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540	91
4.83 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540	92
4.84 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540	92
<b>ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพค่า AM ของข้อมูลรายวัน</b>	
4.85 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนเมษายน พ.ศ. 2540	93
4.86 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนเมษายน พ.ศ. 2540	93
4.87 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540	94
4.88 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540	94
4.89 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540	95
4.90 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540	95
4.91 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540	96
4.92 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540	96
4.93 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540	97
4.94 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540	97
4.95 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540	98
4.96 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540	98

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
<b>ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพค่า AM ของข้อมูลรายกะ</b>	
4.97 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนเมษายน พ.ศ. 2540	102
4.98 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนเมษายน พ.ศ. 2540	102
4.99 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540	103
4.100 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540	103
4.101 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540	104
4.102 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540	104
4.103 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540	105
4.104 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540	105
4.105 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540	106
4.106 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540	106
4.107 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540	107
4.108 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540	107
<b>เปรียบเทียบ UCL และ LCL อยู่ในรูปของแผนภูมิควบคุม</b>	
4.109 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย LSF ของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	114
4.110 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าพิสัย LSF ของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	115
4.111 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย LSF ของข้อมูลรายวัน	116
4.112 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF ของข้อมูลรายวัน	117
4.111 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย LSF ของข้อมูลรายกะ	118
4.112 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF ของข้อมูลรายกะ	119
4.113 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย SM ของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.114 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าพิสัย SM ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	121
4.115 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย SM ของข้อมูลรายวัน	122
4.116 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM ของข้อมูลรายวัน	123
4.117 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย SM ของข้อมูลรายกะ	124
4.118 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM ของข้อมูลรายกะ	125
4.119 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย AM ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	126
4.120 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าพิสัย AM ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	127
4.121 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย AM ของข้อมูลรายวัน	128
4.122 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM ของข้อมูลรายวัน	129
4.123 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย AM ของข้อมูลรายกะ	130
4.124 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM ของข้อมูลรายกะ	131

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ประเทศไทยได้มีการพัฒนาและส่งเสริมทางด้านอุตสาหกรรม เพื่อก้าวไปสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ จึงก่อให้เกิดภาวะการแข่งขันด้านเศรษฐกิจที่สูงขึ้น เป็นผลให้ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงคุณภาพและราคาของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ตรงตามความต้องการและความพึงพอใจของผู้บริโภคและบริโภคนั้น บริษัทส่วนใหญ่จึงได้นำระบบการควบคุมคุณภาพมาใช้ในแต่ละบริษัท กล่าวคือ ได้มีการควบคุมปริมาณและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เพื่อให้บริษัทได้รับความเชื่อถือและความไว้วางใจในผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งช่วยลดต้นทุนการผลิต ค่าใช้จ่ายในการ ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ และลดความสูญเสียของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ จึงกล่าวได้ว่า การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง และเป็นหัวใจของการก้าวไปสู่การเป็นผู้นำในวงการอุตสาหกรรม

ในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ใดๆ คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งสำคัญที่จะบ่งบอกถึงความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์นั้นๆ ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์นั้นไม่ได้รับความไว้วางใจ ซึ่งอาจทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมียอดขายลดลงในเวลาต่อมา

ปูนซีเมนต์เป็นผลิตภัณฑ์อย่างหนึ่งที่มีความสำคัญกับวงการธุรกิจก่อสร้างอย่างมาก ซึ่งหากปูนซีเมนต์ไม่มีคุณภาพที่ดีแล้ว จะทำให้เกิดความเสียหายโดยตรงกับสิ่งก่อสร้างนั้นๆ ดังนั้น การผลิตปูนซีเมนต์จะต้องผลิตให้ได้คุณภาพตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานอุตสาหกรรม ซึ่งใช้กรรมวิธีการผลิตขั้นสูง นั่นคือ ผู้ผลิตจะต้องคำนึงถึงคุณภาพวัตถุดิบ โดยเริ่มตั้งแต่การเลือกหินและแร่ต่างๆ ที่นำมาเป็นส่วนผสมของปูนซีเมนต์ไปยังเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต จนกระทั่งถึงผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ที่ได้มาตรฐาน

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการศึกษาถึงการควบคุมอัตราส่วนของวัตถุดิบที่จะนำมาผลิตเป็น ปูนซีเมนต์ของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน) โดยอาศัยหลักเกณฑ์และวิธีวิเคราะห์ทางสถิติมาช่วยในด้านของการศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล

## 1.2 ประวัติของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี 2530 ด้วยเจตนารมณ์ที่ต้องการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนปูนซีเมนต์ภายในประเทศภายหลังจากรัฐบาลได้ปรับทิศทางการพัฒนาประเทศไปสู่ภาคอุตสาหกรรมอย่างเต็มตัว

โดยได้เริ่มก่อสร้างโรงงานผลิตปูนซีเมนต์แห่งแรกขึ้นที่ อ.แก่งคอย จ.สระบุรี ในปี 2533 ใช้เงินลงทุนทั้งสิ้นกว่า 7,000 ล้านบาท มีกำลังผลิต 2.5 ล้านตันต่อปี โดยใช้กรรมวิธีการผลิตขั้นสูงจากประเทศเยอรมัน และใช้เตาเผาซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุดในอาเซียน ควบคุมการผลิตด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้คุณภาพตรงตามมาตรฐาน DIW ของประเทศเยอรมัน

จากความสำเร็จของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์แห่งแรกทำให้บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ดำเนินการขยายกำลังการผลิตปูนซีเมนต์เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งโรงงาน ในปี 2537 ทำให้สามารถเพิ่มกำลังผลิตปูนซีเมนต์เป็น 5 ล้านตันต่อปี

จนกระทั่งในปี 2538 ที่ผ่านมาวงการธุรกิจก่อสร้างมีการขยายตัวในอัตราที่สูงขึ้น ตามอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และการขยายตัวอย่างต่อเนื่องของโครงการสาธารณูปโภคพื้นฐานของภาครัฐบาล

บริษัททีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) จึงดำเนินการขยายโรงงานเพื่อเพิ่มกำลังผลิตขึ้นอีกหนึ่ง โรงงาน โดยใช้งบประมาณในการก่อสร้างและดำเนินการประมาณ 9,000 ล้านบาท มีกำลังการผลิต 3.5 ล้านตันต่อปี ซึ่งจะทำให้โรงงานปูนซีเมนต์ของทีพีไอจะมีกำลังการผลิตรวมทั้งสิ้นถึง 8.5 ล้านตันต่อปี

ขณะนี้ บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ได้เตรียมการก่อสร้างโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ โรงทีสี่ เพื่อสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้น คาดว่าจะแล้วเสร็จประมาณปี 2540-2541 โดยมีกำลังการผลิตทั้งหมด 3 ล้านตัน ซึ่งจะทำให้ บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) มีกำลังการผลิตรวมกันทั้งสิ้น 12 ล้านตันต่อปี

### ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทีพีไอ ประเภทที่ 1 สีแดง (PORTLAND CEMENT TYPE 1 ) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (ORDINARY PORTLAND CEMENT) ผลิตขึ้นโดยให้คุณภาพของปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มอก. 15-2532 ประเภทหนึ่ง และมาตรฐานอเมริกัน ASTM C-150 TYPE I เหมาะที่จะนำไปใช้กับงานก่อสร้าง งานคอนกรีตที่ต้องการกำลังอัดสูง

และงานคอนกรีตทั่วไป เช่น งานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทุกชนิด สะพาน ถนน สนามบิน และผลิตภัณฑ์คอนกรีตอัดแรงประเภทต่าง ๆ

- ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ ทีพีโอ ประเภทที่ 3 สีดำ (PORTLAND CEMENT TYPE 3) เป็นปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ที่ให้กำลังอัดเร็วในระยะเวลาสั้น (HIGH EARLY STRENGTH PORTLAND) ผลิตขึ้นโดยให้คุณภาพของปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ มอก. 15-2532 ประเภทสาม และมาตรฐานอเมริกัน ASTM C-150 TYPE III

เหมาะสำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการให้คอนกรีตรับน้ำหนักเร็วหรือถอดแบบได้เร็ว ตลอดจนใช้ผลิตภัณฑ์อัดแรงทุกประเภท เช่น เสาเข็ม แผ่นพื้น คาน เสาไฟฟ้า เป็นต้น

- ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ปอซโซลาน ทีพีโอ ประเภทที่ 5 สีฟ้า (PORTLAND POZZOLAN CEMENT TYPE 5) เป็นปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ที่มีความต้านทานต่อซัลเฟตสูง (SULPHATE RESISTANT CEMENT) ผลิตขึ้นโดยให้คุณภาพของปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ มอก. 15-2532 และมาตรฐานอเมริกัน ASTM C-150 TYPE V เหมาะสำหรับงานโครงสร้างที่อยู่ใกล้ทะเลหรือโครงสร้างที่อยู่ในบริเวณที่มีดินเค็ม เช่น งานก่อสร้างท่าเรือ สะพานปลา เป็นต้น

- ปูนซีเมนต์ผสม ทรายทีพีโอ สีเขียว (MIXED CEMENT) เป็นปูนซีเมนต์ที่ได้จากการผสมวัสดุเฉื่อยเช่น ทราย หรือ หินปูน และอื่นๆ กับปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง ผลิตขึ้นโดยให้คุณภาพของปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ผสม มอก. 80-2517 มีคุณสมบัติง่ายต่อการใช้งาน และประหยัดกว่าปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง เหมาะในการใช้ผลิตกระเบื้องมุงหลังคา กระเบื้องคอนกรีต โฉ่ง ซีเมนต์บล็อก เสาตอม่อถนน ทางเท้า อาคารบ้านพักขนาด 2-3 ชั้น นอกจากนี้ปูนซีเมนต์ทรายทีพีโอ สีเขียว ยังมีคุณสมบัติยึดหดตัวน้อย ไม่ทำให้เกิดรอยแตกร้าวแก่อาคาร จึงเหมาะสมที่ใช้ทำปูนก่อและปูนฉาบได้ดี

- ปูนสำเร็จรูปทีพีโอ (TPI DRY MORTAR) เพื่อยกระดับมาตรฐานงานปูน บริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน) จึงได้ศึกษาและจัดตั้งโรงงานผลิตปูนสำเร็จรูปทีพีโอขึ้นที่ อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี เพื่อผลิตปูนสำเร็จรูปออกสู่ตลาด อีกทั้งเป็นการยกระดับมาตรฐานการควบคุมงานและคุณภาพงาน เนื่องจากปูนสำเร็จรูปทีพีโอมีคุณสมบัติดีเด่นดังนี้

◆ สามารถลดขั้นตอนการผสม และจัดเตรียมอุปกรณ์ ทำให้งานสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ◆ สามารถควบคุมต้นทุนและลดค่าใช้จ่ายต่างๆ ทั้งในเรื่อง ค่าแรงงาน การแก้ไขงาน วัสดุคงเหลือและวัสดุที่สูญเสียได้ ซึ่งจะทำให้ได้งานคุณภาพดีโดยไม่จำเป็นต้องใช้ช่างปูนที่มีความชำนาญสูง
- ◆ สามารถลดพื้นที่และความสูญเสีย ในการกองเก็บวัสดุช่วยให้สะดวกในการขนย้าย และทำงานได้ในพื้นที่จำกัด
- ◆ ผลิตจากวัตถุดิบที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน ผสมกับสารเคมีชนิดพิเศษซึ่งมีคุณสมบัติ เพิ่มการยึดเกาะ ทำให้ฉาบลื่นอีกทั้งยังช่วยลดปัญหาการแตกร้าวของผิวผนังด้วย
- ◆ สามารถใช้ควบคู่กับเครื่องพ่นปูน (MORTAR MACHINE) ทำให้ประหยัดแรงงาน และเพิ่มความรวดเร็วในการทำงาน

ปูนสำเร็จรูปทีพีไอ ผลิตตามมาตรฐาน DIN (DEUTSCH INDUSTRIAL NORM) ได้รับการยอมรับทั่วโลกโดยใช้เครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ทันสมัยจากสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน โดยแบ่งเป็นประเภทดังนี้

ปูนฉาบละเอียด TPI M 100 ใช้สำหรับงานฉาบ ตกแต่งผิวผนังที่ต้องการความปราณีต สวยงาม เนื้องานที่ได้จะมีความเนียนและละเอียดเป็นพิเศษ เหมาะสำหรับอิฐมอญ หรือคอนกรีตบล็อก

ปูนฉาบละเอียดสำเร็จรูปสี TPI ใช้สำหรับงานฉาบ ตกแต่งผิวผนังที่ต้องการความปราณีต สวยงาม มีลักษณะที่โดดเด่น คือ มีสีในเนื้อปูน ซึ่งจะคงทนกว่าการทาสีธรรมดาถึง 3 เท่า เหมาะสำหรับอิฐมอญ หรือคอนกรีตบล็อกใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร

ปูนฉาบหยาบสำเร็จ TPI M200 ใช้สำหรับงานฉาบทั่วไป ฉาบผนังอิฐมอญ หรือคอนกรีต บล็อก ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอก

ปูนก่อสำเร็จรูป TPI M300 ใช้สำหรับงานก่อผนังต่างๆ มีส่วนผสมของสารเคมีที่เพิ่มความสามารถในการยึดเกาะ ทำให้ก่อได้สะดวกและแข็งแรงขึ้น

ปูนปรับระดับสำเร็จรูป TPI M400 ใช้ในการเทพื้น ปรับระดับพื้นผิวให้เรียบ เนื้อปูนชั้นเหลวสม่ำเสมอ เพราะมีสารเคมีที่ช่วยในการไหลตัวได้ดีทำให้เทพื้นปรับระดับพื้นได้ง่าย

### 1.3 จุดประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการนำหลักเกณฑ์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ ไปใช้ในการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบในระหว่างการผลิตปูนซีเมนต์ของ บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อนำข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ที่เก็บรวบรวมได้ มาทำการวิเคราะห์และสร้างแผนภูมิควบคุมแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสม
3. เพื่อเสนอแนวทางสถิติที่เหมาะสมในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์

#### 1.4 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาการควบคุมคุณภาพนี้ จะทำการศึกษาเฉพาะข้อมูลค่า MODULI ของ LSF, SM และ AM จาก หม้อบดวัตถุดิบที่ 1 (Raw Mill 1) ของโรงปูนซีเมนต์ที่ 1 (INTRAFSA)

#### 1.5 แหล่งที่มาของข้อมูล

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพนี้ ใช้ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อควบคุมคุณภาพวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ในระหว่างการผลิต จากแผนก Process Control ฝ่ายควบคุมคุณภาพ บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

#### 1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมานั้น นำมาศึกษาเพื่อหารูปแบบการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสม และสร้างขอบเขตควบคุมคุณภาพของการผลิตปูนซีเมนต์ โดยอาศัยหลักเกณฑ์ในการควบคุมคุณภาพ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อโรงงานในการตรวจสอบคุณภาพของปูนซีเมนต์

#### 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำวิธีการควบคุมคุณภาพนี้ ไปใช้เป็นแนวทางในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์อื่น
2. ผลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับโรงงานอื่น ๆ ได้
3. ผลของการวิเคราะห์ อาจเป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจเลือกที่จะใช้แผนการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมได้

## 1.8 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

**คุณภาพ (QUALITY)** หมายถึง ลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ตรงตามความต้องการและเหมาะสมต่อการใช้งาน โดยทั่วไปจะกำหนดด้วยข้อกำหนด (Specification) หรือมาตรฐาน (Standard) รวมทั้งการออกแบบให้จูงใจผู้ใช้

**การควบคุม (CONTROL)** หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ให้ได้คุณสมบัติที่ตรงตามมาตรฐาน และถ้าพบว่ามีข้อบกพร่องที่แตกต่างออกไป ก็จะต้องมีการแก้ไขหรือวิเคราะห์เพิ่มเติม

**การควบคุมคุณภาพ (QUALITY CONTROL)** หมายถึง การบริหารงานในด้านการควบคุมวัตถุดิบ การควบคุมการผลิต และการควบคุมผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีมาตรฐานตามที่กำหนดไว้ รวมทั้งคอยติดตามแก้ไขไม่ให้ผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จออกมามีข้อบกพร่องและเสียหาย ซึ่งสามารถสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้าโดยที่มีต้นทุนต่ำที่สุด

**การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ (STATISTICAL QUALITY CONTROL)** หมายถึง การนำหลักและวิธีการสถิติต่างๆ อันได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection of Data) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) การเปรียบเทียบและนำเสนอข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในระบบการผลิต เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ควบคุมคุณภาพประกอบด้วย แผนภูมิควบคุม (Control Charts) และแผนการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Plan)

**แผนภูมิควบคุม (CONTROL CHART)** เป็นกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่รวบรวมมาจากการตรวจผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อดูว่ามีข้อมูลใดที่อยู่นอกขีดจำกัดและเนื่องมาจากสาเหตุอะไร

**ผลิตภัณฑ์ (PRODUCT)** หมายถึง สิ่งที่ได้จากการผลิต

**ผู้ผลิต (PRODUCER)** หมายถึง ผู้ที่ทำให้เกิดผลตามที่ต้องการ ด้วยการอาศัยแรงงานหรือเครื่องจักร

**ผู้บริโภค (CONSUMER)** หมายถึง ผู้ซื้อ หรือ ผู้ใช้สินค้าโดยตรง และในอุตสาหกรรมการผลิต หมายถึงผู้รับช่วงสินค้าต่อ

**มาตรฐานผลิตภัณฑ์ (STANDARD)** หมายถึง การกำหนดลักษณะของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นตัวบ่งถึงระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เป็นเครื่องมือสำคัญในการเชื่อมโยงให้ผู้ออกแบบผู้ผลิต และผู้บริโภค มีความเข้าใจตรงกัน

**วัตถุดิบ (RAW MATERIAL)** หมายถึง สิ่งที่เตรียมไว้เพื่อผลิต หรือประกอบเป็นสินค้าสำเร็จรูป

อุตสาหกรรม (INDUSTRIAL) หมายถึง การผลิตสิ่งของเพื่อให้เป็นสินค้า

ปูนซีเมนต์ (CEMENT) หมายถึง สารที่สามารถยึด หรือประสานของแข็งให้ติดเป็นชิ้นเดียวกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานก่อสร้างเท่านั้น ซึ่งหมายถึงสารที่ประกอบด้วย แคลเซียมเป็นหลักสามารถยึด หิน ทราย และวัสดุหยาบ (Aggregate) อื่นๆ ให้แข็งติดกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยอาศัยทฤษฎี และหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ ดังนี้

#### 2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ

ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ความเบี่ยงเบนหรือความแปรปรวนของกระบวนการผลิตย่อมเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาไม่ว่าระบบการผลิตจะได้รับการออกแบบไว้ดีเพียงใด หรือผู้ควบคุมการผลิตจะได้เอาใจใส่ควบคุมตรวจสอบกระบวนการผลิตอย่างเข้มงวดเพียงใดก็ตามความแปรปรวนต่างๆ มีผลมาจากปัจจัยต่างๆ มากมาย ทั้งที่สามารถควบคุมได้และไม่สามารถควบคุมได้ ทั้งปัจจัยที่มีผลกระทบมากและปัจจัยที่มีผลกระทบน้อย ถ้าความแปรปรวนเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการผลิตของคุณภาพสินค้าไม่มากนักก็กล่าวได้ว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ภายใต้การควบคุม แต่เมื่อใดที่ความแปรปรวนเกิดขึ้นมากและส่งผลให้คุณภาพสินค้าลดลงมากก็แสดงว่ากระบวนการผลิตมิได้อยู่ภายใต้การควบคุม หรืออีกนัยหนึ่งคือกระบวนการผลิตได้ผิดปกติไปจากที่ควรจะเป็น

สาเหตุที่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดผิดปกติไป อาจเกิดจากเครื่องจักร คนทำงาน หรือวัตถุดิบ ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรอาจเสื่อมสภาพ หรือตั้งเครื่องไว้ไม่ถูกต้อง พนักงานอาจเกิดความเหน็ดเหนื่อยหรือไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดในการผลิต วัตถุดิบอาจมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ หรือมีคุณสมบัติไม่ตรงกับความต้องการในการใช้งาน

โดยทั่วไปกระบวนการผลิตจะอยู่ภายใต้การควบคุม อย่างไรก็ตามปัจจัยการผลิตอาจเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้กระบวนการผลิตเปลี่ยนแปลงไปจากที่กำหนด ทำให้ผลิตสินค้าหรือชิ้นงานที่ไม่ตรงตามข้อกำหนด หรือสินค้าที่มีคุณภาพลดลงนั่นเอง เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตให้อยู่ภายใต้การควบคุม จึงต้องมีวิธีการเชิงสถิติเพื่อเตือนให้ผู้ผลิตรู้ว่า กระบวนการผลิตได้เปลี่ยนแปลงไปจากที่กำหนดไว้ วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต คือ

แผนภูมิควบคุม วัตถุประสงค์หลักของแผนภูมิควบคุม คือการใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงไปของกระบวนการผลิต เพื่อการแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสินค้าที่ผลิต นอกจากนี้แผนภูมิควบคุมยังสามารถใช้เป็นตัวกำหนดความสามารถของกระบวนการผลิต การวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้ผู้ผลิตสามารถปรับปรุงคุณภาพสินค้าที่ผลิตให้ดียิ่งขึ้นตลอดเวลา แผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยลดความแปรปรวนของกระบวนการผลิต ทำให้การผลิตสินค้ามีคุณภาพดีสม่ำเสมอ

### 2.1.1 หลักการของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมมีหลายชนิดจำแนกตามลักษณะและการใช้งาน แต่หลักการขั้นพื้นฐานของแผนภูมิควบคุมชนิดต่าง ๆ จะเหมือนกัน

แผนภูมิควบคุมประกอบด้วยขีดจำกัดควบคุมบน (upper control limit) หรือที่นิยมเขียนย่อว่า UCL ขีดจำกัดควบคุมล่าง (lower control limit) หรือที่นิยมเขียนย่อว่า LCL และเส้นกึ่งกลาง (center line) หรือที่นิยมเขียนย่อว่า CL ของสิ่งที่ต้องการควบคุม การควบคุมทำโดยวิธีสุ่มตัวอย่างและวัดผลของสิ่งที่ต้องการควบคุม แล้วเขียนจุดลงในแผนภูมิควบคุมและลากเส้นเชื่อมต่อดูจุดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

ขีดจำกัดควบคุมบนและล่างได้จากการคำนวณค่าโดยอาศัยตัวอย่างที่สุ่มไว้ จุดที่กระจายอยู่ในขีดจำกัดควบคุมบนและล่างแสดงถึงสภาพของกระบวนการผลิตว่ายังอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ ถ้าจุดต่าง ๆ กระจายอยู่ในช่วงขีดจำกัดควบคุมบนและล่างอย่างสม่ำเสมอก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ภายใต้การควบคุม แต่เมื่อใดที่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างก็แสดงว่ากระบวนการผลิตได้สื่อถึงความผิดปกติไปจากสภาพปกติ ผู้ควบคุมการผลิตจะต้องทำการตรวจสอบกระบวนการผลิต และแก้ไขให้กระบวนการผลิตกลับสู่สภาพปกติ

ถึงแม้ว่าจุดบนแผนภูมิควบคุม จะอยู่ระหว่างขีดจำกัดควบคุมบนและล่างคือไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุม แต่ถ้ามองการกระจายของจุดเหล่านี้ไม่สม่ำเสมอ เช่น ถ้ามีจุด 5 จุดติดต่อกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง ก็แสดงว่ากระบวนการผลิตได้ออกนอกการควบคุมแล้ว จะต้องตรวจสอบกระบวนการผลิตและแก้ไขให้กระบวนการผลิตกลับสู่สภาพปกติต่อไป การวิเคราะห์สภาพการกระจายของจุดบนแผนภูมิควบคุม เพื่อตัดสินใจว่าควรหยุดกระบวนการผลิตเพื่อตรวจสอบและแก้ไขให้กระบวนการผลิตกลับสู่สภาพปกติ จะได้กล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป

## 2.1.2 ประเภทของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมจำแนกได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ หรือ แผนภูมิควบคุมแบบแอตตริบิวต์ (attribute control charts) และแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (variable control charts)

แผนภูมิควบคุมตามลักษณะที่สำคัญประกอบด้วย

แผนภูมิ p	เป็นแผนภูมิเพื่อควบคุมอัตราส่วนของเสียที่เกิดขึ้น
แผนภูมิ np	เป็นแผนภูมิเพื่อควบคุมจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น
แผนภูมิ c	เป็นแผนภูมิเพื่อควบคุมรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์
แผนภูมิ u	เป็นแผนภูมิเพื่อควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยผลิตภัณฑ์

แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันที่สำคัญประกอบด้วย

แผนภูมิ $\bar{X}$	เป็นแผนภูมิเพื่อควบคุมค่าเฉลี่ย
แผนภูมิ R	เป็นแผนภูมิเพื่อควบคุมค่าพิสัย
แผนภูมิ S	เป็นแผนภูมิเพื่อควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ในที่นี้จะขอล่าเฉพาะแผนภูมิชนิดแปรผัน

## 2.1.3 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมชนิดต่างๆ ทั้งแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน และแผนภูมิควบคุมแบบแอตตริบิวต์ มีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้คือ

1) กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมหรือวัตถุประสงค์ของการควบคุม ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ผลิต และชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ เช่นแผนภูมิควบคุมชนิด  $\bar{X}$  และ R สิ่งที่ควบคุมคือค่าของคุณสมบัติทางกายภาพหรือลักษณะคุณภาพ (quality characteristics) เช่น ความยาว มวล เวลา และอื่น ๆ ลักษณะคุณภาพเหล่านี้มีผลต่อคุณภาพของสินค้าที่ผลิต การเลือกที่จะควบคุมคุณสมบัติใดขึ้นอยู่กับความสำคัญของคุณสมบัตินั้นๆ ที่มีผลต่อคุณภาพสินค้า

2) กำหนดจำนวนตัวอย่างและความถี่ห่างในการเก็บข้อมูล จำนวนตัวอย่างที่จะทำการเก็บขึ้นอยู่กับชนิดของแผนภูมิควบคุม ปริมาณการผลิตของกระบวนการ และค่าใช้จ่ายในการเก็บและทดสอบตัวอย่าง

แนวทางในการกำหนดจำนวนตัวอย่างและวิธีการเก็บตัวอย่างอาจแบ่งเป็น 2 วิธี

วิธีที่ 1 Instant Time Method คือ เลือกเก็บตัวอย่างโดยแบ่งเป็นช่วงเวลาที่แน่นอน เช่น เก็บตัวอย่างทุกๆ ครึ่งชั่วโมง หรือ ทุกๆ ชั่วโมง โดยเก็บตัวอย่างที่ผลิตได้ ณ เวลานั้นๆ ตัวอย่างเช่น ทุกๆ ชั่วโมงผู้คุมเครื่องอาจเก็บตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ จากกระบวนการผลิตออกมาทดสอบ หรือตรวจสอบโดยเก็บตัวอย่างจากเครื่องจักรเลย

วิธีที่ 2 Period Of Time Method คือ เก็บตัวอย่างจากผลผลิตที่ได้ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ตัวอย่างเช่นผู้คุมเครื่อง อาจเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในช่วงเวลา 9.00 - 10.00 น. ไว้ แล้วทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจากทั้งหมดในช่วงเวลาดังกล่าวมาตรวจสอบ

โดยทั่วไปวิธีที่ 1 คือ เก็บตัวอย่างจากกระบวนการผลิต ณ เวลาใด ๆ เป็นวิธีที่นิยมใช้มากกว่า ทั้งนี้เพราะวิธีนี้จะให้ผลของคุณภาพสินค้า ณ เวลาที่เก็บข้อมูล ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาด้านคุณภาพก็สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์ อย่างไรก็ตามการเก็บตัวอย่างข้อมูลตามวิธีที่ 2 ก็มีข้อดีในแง่ที่ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นตัวแทนของสภาพทั้งหมดในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เช่นตัวอย่างที่เก็บ ณ เวลา 9.00 น. โดยเก็บจากผลผลิตได้ระหว่างเวลา 8.00 - 9.00 น. จะแทนผลของกระบวนการตลอดตั้งแต่ 8.00 - 9.00 น. ซึ่งถ้าใช้วิธีที่ 1 ข้อมูลที่ได้จะแทนเฉพาะ ณ เวลา 9.00 น. เท่านั้น ดังนั้นการกำหนดวิธีเก็บข้อมูลอาจทำผสมผสานกันไประหว่างวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ซึ่งในกรณีนี้จะต้องสร้างแผนภูมิควบคุมแยกจากกัน

สำหรับกรณีที่กระบวนการผลิตประกอบด้วยเครื่องจักรหลายเครื่องนั้น การกำหนดวิธีเก็บตัวอย่างจะต้องวิเคราะห์และพิจารณาในรายละเอียดมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ถ้ากระบวนการผลิตประกอบด้วยเครื่องจักร 8 เครื่อง ทุกเครื่องทำการผลิตชิ้นงานชนิดเดียวกัน แล้วส่งต่อไปให้กระบวนการต่อไป ผลผลิตระหว่างเครื่องจักรแต่ละเครื่องด้วย ถ้าแผนภูมิควบคุมที่ใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตมีเพียงแผนภูมิเดียว การเก็บข้อมูลอาจมีคำถามว่าควรเก็บจากเครื่องใด หรือควรเก็บรวมกันทุกเครื่อง ทั้งนี้เพราะถ้าเครื่องจักรเครื่องใดเครื่องหนึ่งเกิดผิดปกติไปเพียงเครื่องเดียว แผนภูมิควบคุมอาจไม่สามารถแสดงถึงความผิดปกติได้ ในทางตรงข้ามถ้าจะสร้างแผนภูมิควบคุมสำหรับเครื่องจักรทุกเครื่องก็ต้องมีแผนภูมิควบคุม 8 แผนภูมิ การเก็บข้อมูลอาจเสียค่าใช้จ่ายมาก ผู้บริหารจึงต้องวิเคราะห์ผลได้ผลเสียในการกำหนดจำนวนตัวอย่างและจำนวนแผนภูมิของแต่ละกระบวนการ

นอกจากวิธีการเก็บข้อมูล การกำหนดจำนวนตัวอย่างก็เป็นสิ่งสำคัญจำนวนตัวอย่างของแผนภูมิควบคุมแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันไป และยังคงแตกต่างตามประเภทผลิตภัณฑ์ และค่าใช้จ่ายในการเก็บตัวอย่างและตรวจสอบอย่างไรก็ตามแนวทางในการกำหนดจำนวนตัวอย่างประกอบด้วย

1. จำนวนตัวอย่างที่มาก จะทำให้ขีดจำกัดควบคุมบนและขีดจำกัดควบคุมล่างอยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง ทำให้แผนภูมิควบคุมแคบจึงสามารถบอกเหตุเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงไปของกระบวนการผลิตได้ดีกว่า
2. จำนวนตัวอย่างมากทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสูง
3. ถ้าการทดสอบตัวอย่าง เป็นการทดสอบที่ทำให้ชิ้นงานถูกทำลายไปจำนวนตัวอย่างไม่ควรใช้มาก ในทางปฏิบัติอาจใช้เพียง 2 - 3 ตัวอย่างก็เพียงพอ

ในด้านความถี่ห่างในการเก็บตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับอัตราความเร็วในการผลิตและจำนวนตัวอย่างที่จะเป็นในแต่ละครั้ง แต่ก็ไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวใด ๆ โดยทั่วไปถ้าเก็บตัวอย่างถี่มากเท่าใดก็จะสามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ดีมากขึ้น แต่ก็เสียค่าใช้จ่ายมาก โดยปกติการเก็บตัวอย่างนิยมให้ห่างกันระหว่าง 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง

3) เก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม จะใช้ตารางบันทึกผลแตกต่างกันไปตามประเภทของแผนภูมิควบคุม ตัวอย่างที่เก็บได้จะถูกวัด ชั่ง หรือตรวจสอบคุณสมบัติที่ต้องการควบคุม โดยผลการวัดจะถูกบันทึกไว้ตามแต่ละประเภทของแผนภูมิควบคุม เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาเส้นพิกัดควบคุมต่อไป

4) คำนวณขีดจำกัดควบคุม และสร้างแผนภูมิควบคุม ข้อมูลจากตัวอย่างที่เก็บไว้จะถูกนำไปคำนวณขีดจำกัดควบคุมเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม ขีดจำกัดควบคุมจะประกอบด้วยขีดจำกัดควบคุมบน เส้นกึ่งกลาง และขีดจำกัดควบคุมล่าง

5) เขียนจุดและวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม เมื่อได้แผนภูมิควบคุมแล้วขั้นตอนต่อไปเป็นการเขียนจุดของตัวอย่างข้อมูลลงในแผนภูมิควบคุม จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม การกระจายของจุดบนแผนภูมิควบคุมจะแสดงถึงสภาพของกระบวนการผลิตว่าอยู่ ภายใต้การควบคุมหรือไม่ และสมควรหยุดกระบวนการผลิตเพื่อปรับตั้งกระบวนการผลิตใหม่หรือยัง โดยปกติถ้าจุดบนแผนภูมิควบคุมแสดงลักษณะใดลักษณะหนึ่งดังจะกล่าวต่อไปนี้ ผู้ควบคุมการผลิตควรทำการตรวจสอบกระบวนการผลิต เพราะกระบวนการผลิตอาจผิดปกติไปจากเดิม

**ลักษณะของจุดที่ควรให้ความสนใจ คือ**

- 5.1 มี 1 จุดตกนอก UCL หรือ LCL
- 5.2 มี 2 จุดติดต่อกันเกาะอยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง
- 5.3 มี 5 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง
- 5.4 มี 5 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นหรือลงตลอด
- 5.5 มีจุดที่เปลี่ยนระดับอย่างรวดเร็ว
- 5.6 มีจุดที่แสดงวัฏจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ปรับปรุงแผนภูมิควบคุม จุดที่เขียนลงในแผนภูมิควบคุมที่สื่อความผิดพลาดจะถูกต้องออก แล้วนำจุดที่เหลือไปคำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงแล้วนี้อาจนำไปใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตในอนาคต

7) ใช้แผนภูมิควบคุมเพื่อพัฒนาคุณภาพสินค้า เป้าหมายสำคัญของการใช้แผนภูมิควบคุม ก็เพื่อพัฒนาคุณภาพสินค้าที่ผลิต การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมกับกระบวนการผลิตจะส่งผลทางด้านจิตวิทยากับผู้ควบคุมกระบวนการ ผู้ควบคุมกระบวนการทุกคนต้องการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพดี ดังนั้นเมื่อมีเครื่องมือที่สามารถบอกสถานภาพของคุณภาพสินค้าที่ผลิตได้ ผู้ควบคุมกระบวนการย่อมยินดีและเอาใจใส่ในการควบคุมกระบวนการผลิตให้ดียิ่งขึ้นเรื่อย ๆ แผนภูมิควบคุมนับเป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้ผลิตสามารถปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของสินค้าอย่างต่อเนื่องตลอดไป

#### 2.1.4 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมเป็นวิธีการทางสถิติที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการผลิต นอกจากนี้แผนภูมิควบคุมยังมีประโยชน์อื่น ๆ อีกหลายประการซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1) ควบคุมกระบวนการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์ สิ่งที่ต้องการควบคุมจะถูกส่งตัวอย่าง และเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมเป็นระยะ ๆ ถ้าจุดมิได้แสดงความผิดปกติก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่จุดแสดงความผิดปกติ ผู้ควบคุมการผลิตก็สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สภาพการผลิตกลับสู่ปกติได้อย่างทันที่ นอกจากนี้สภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมยังสามารถใช้เพื่อคาดการณ์สภาพการของกระบวนการผลิตในอนาคตได้อีกด้วย

2) ตรวจสอบค่ามาตรฐานที่กำหนด ประโยชน์สำคัญประการหนึ่งของแผนภูมิควบคุมคือการตรวจสอบค่าผลการผลิตว่าอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ เมื่อใดที่ตัวอย่างที่สุ่มวัดได้ตกอยู่นอกเส้นพิสัยควบคุม ย่อมแสดงว่ากระบวนการผลิตได้คลาดเคลื่อนออกจากมาตรฐานที่กำหนดแล้ว

3) รู้ถึงสมรรถภาพกระบวนการ (process capability) กระบวนการผลิตที่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจอยู่ในข้อกำหนด (specification) หรือไม่ก็ได้ กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติ สามารถนำไปใช้เพื่อคำนวณถึงสมรรถภาพกระบวนการ เพื่อหาความสามารถในการผลิตภายใต้ข้อกำหนด ผลของสมรรถภาพกระบวนการที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างสำคัญต่อผู้บริหารในการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ เช่น การตัดสินใจเพื่อลงทุนปรับปรุงสมรรถภาพกระบวนการ การตัดสินใจรับคำสั่งผลิตจากลูกค้า เป็นต้น

4) แผนภูมิควบคุมช่วยเพิ่มผลผลิต แผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยอย่างสำคัญในการลดจำนวนของเสียและแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย การลดของเสียจากการผลิตและลดการทำซ้ำก็ช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับกระบวนการ

5) แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาด้านคุณภาพ แผนภูมิควบคุมช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลา การใช้แผนภูมิควบคุมจะช่วยจัดสภาพการผลิตสินค้าด้วยคุณภาพ เมื่อใดที่กระบวนการผลิตเริ่มผิดปกติแผนภูมิควบคุมจะแสดงให้เห็น ทำให้ผู้ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตไม่ผลิตของเสียหรือของด้อยคุณภาพออกมา ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้อย่างดียิ่ง

6) แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันการปรับแต่งกระบวนการโดยไม่จำเป็น แผนภูมิควบคุมสามารถแยกแยะสภาพความแปรปรวนของกระบวนการผลิต ว่าเมื่อใดเป็นความแปรปรวนตามสภาพธรรมชาติ และเมื่อใดเป็นสภาพความแปรปรวนที่เกิดจากความผิดปกติ การแยกแยะสภาพความแปรปรวนไม่มีวิธีใดทำได้ดีเท่าแผนภูมิควบคุม แม้กระทั่งผู้ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิต ถ้าผู้คุมเครื่องจักรหยุดเครื่องจักร เพื่อปรับแต่งกระบวนการผลิตเป็นระยะ ๆ ตามเวลาที่กำหนด อาจทำให้กระบวนการผลิตที่ได้อยู่แล้วผิดปกติไปก็ได้ แผนภูมิควบคุมจะเป็นตัวกำหนดได้เป็นอย่างดีว่า ถึงเวลาแล้วหรือยังที่จะทำการปรับแต่งกระบวนการผลิต กล่าวอีกนัยหนึ่งคือถ้ากระบวนการผลิตยังปกติดีอยู่ ก็ไม่จำเป็นต้องปรับแต่งกระบวนการผลิตให้เสียเวลาและค่าใช้จ่าย

7) แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต การวิเคราะห์สภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอจะทำให้ได้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต เช่น การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ การเปลี่ยนวิธีการ ทำงาน การเปลี่ยนแปลงรูปแบบวิศวกรรม เป็นต้น

## 2.2 แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน

แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน เป็นแผนภูมิที่ใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิต สำหรับคุณสมบัติหรือลักษณะคุณภาพที่วัดค่าได้ โดยลักษณะคุณภาพเหล่านี้เป็นค่าแปรผันจึงเรียกแผนภูมิควบคุมลักษณะคุณภาพเหล่านี้ว่าแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน โดยมีขั้นตอนดังนี้ คือ

### 2.2.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ( $\bar{X}$ - R Chart)

#### ขั้นที่ 1 การคำนวณค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย

ค่าเฉลี่ย  $\bar{X}$  และค่าพิสัย R คำนวณได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{X}_i}{m}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{m}$$

- เมื่อ  $\bar{X}$  เป็นค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มตัวอย่าง  
 $\bar{R}$  เป็นค่าเฉลี่ยของพิสัยของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง  
 $\bar{X}_i$  เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่  $i$  ใด ๆ  
 $R_i$  เป็นค่าพิสัยของกลุ่มตัวอย่างที่  $i$  ใด ๆ  
 $m$  เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

## ขั้นที่ 2. คำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ  $\bar{X}$  คำนวณได้ดังนี้ คือ

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

$$\text{เส้นกึ่งกลาง } CL_{\bar{X}} = \bar{X}$$

$$\text{ขีดจำกัดควบคุมล่าง } LCL_{\bar{X}} = \bar{X} - 3\sigma_{\bar{X}}$$

เมื่อ  $\sigma_{\bar{X}}$  เป็นค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง และเนื่องจาก

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

เมื่อ  $\sigma$  เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ  
 $n$  เป็นจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง  
 และค่าของ  $\sigma$  สามารถประมาณได้จากความสัมพันธ์

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

เมื่อ  $\bar{R}$  เป็นพิสัยเฉลี่ยของพิสัยกลุ่มตัวอย่าง  
 $d_2$  เป็นค่าคงที่ที่ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่หาได้จาก

ตาราง ก.1 ในภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น

$$\begin{aligned} 3\sigma_{\bar{X}} &= \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \\ &= \frac{3\bar{R}}{d_2\sqrt{n}} \\ &= A_2\bar{R} \end{aligned}$$

เมื่อ  $A_2$  เป็นค่าคงที่ที่เปิดเผยได้จากตาราง ก.1 ในภาคผนวก ก  
จะได้ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ  $\bar{X}$  ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ขีดจำกัดควบคุมบน} \quad UCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} \\ \text{เส้นกึ่งกลาง} \quad CL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} \\ \text{ขีดจำกัดควบคุมล่าง} \quad LCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} \end{aligned}$$

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ R คำนวณได้ดังนี้ คือ

$$\begin{aligned} \text{ขีดจำกัดควบคุมบน} \quad UCL_R &= \bar{\bar{R}} + 3\sigma_R \\ \text{เส้นกึ่งกลาง} \quad CL_R &= \bar{\bar{R}} \\ \text{ขีดจำกัดควบคุมล่าง} \quad LCL_R &= \bar{\bar{R}} - 3\sigma_R \end{aligned}$$

เมื่อ  $\sigma_R$  เป็นค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพิสัย

เนื่องจาก

$$\sigma_R = d_3\sigma$$

เมื่อ  $\sigma$  เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ

$d_3$  เป็นค่าคงที่ที่ขึ้นกับจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่เปิดเผยได้จาก  
ตาราง ก.1 ในภาคผนวก ก

และเนื่องจาก

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

ดังนั้น

$$\sigma_R = \frac{d_3\bar{R}}{d_2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าของ  $\sigma_R$  จะได้

$$\begin{aligned} UCL_R &= \bar{R} + \frac{3d_3}{d_2}\bar{R} \\ &= (1 + \frac{3d_3}{d_2})\bar{R} \\ &= D_4\bar{R} \end{aligned}$$

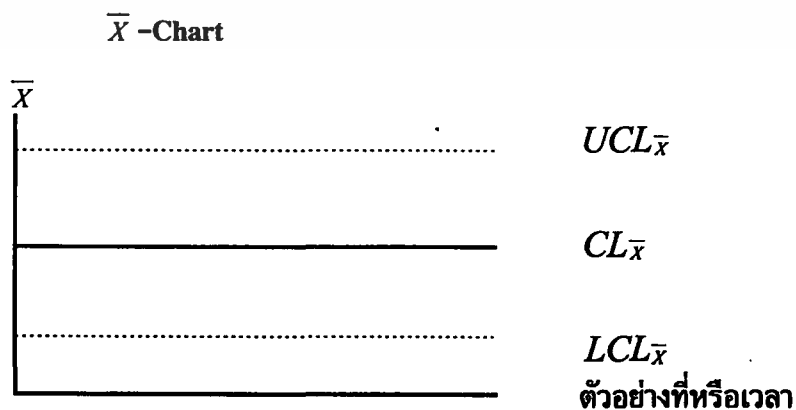
$$\begin{aligned} LCL_R &= \bar{R} - \frac{3d_3}{d_2}\bar{R} \\ &= (1 - \frac{3d_3}{d_2})\bar{R} \\ &= D_3\bar{R} \end{aligned}$$

จะได้ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ R ดังนี้

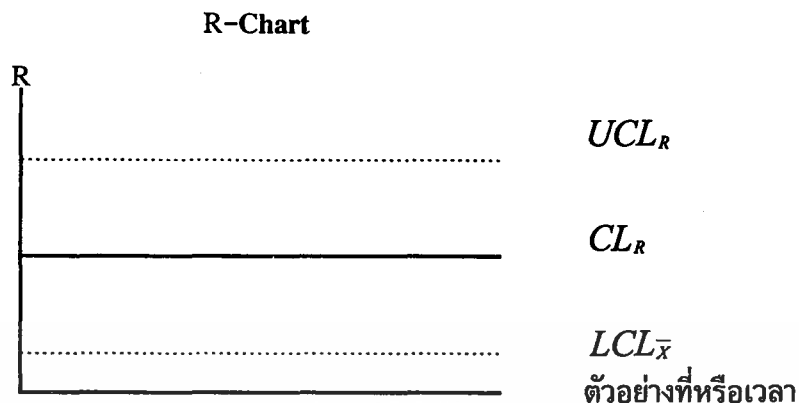
ขีดจำกัดควบคุมบน	$UCL_R = D_4\bar{R}$
เส้นกึ่งกลาง	$CL_R = \bar{R}$
ขีดจำกัดควบคุมล่าง	$LCL_R = D_3\bar{R}$

ค่าของ  $A_2, D_3$ , และ  $D_4$  เป็นค่าคงที่ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างในกลุ่มข้อมูล ซึ่งอ่านได้จากตาราง ก.1 ในภาคผนวก ก

ขั้นที่ 3 จากค่าขีดจำกัดที่คำนวณได้นำไปเขียนกราฟจะได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ขั้นที่ 4 นำจุด  $\bar{X}$  และ R ของแต่ละกลุ่มไปเขียนลงในกราฟ แล้วทำการวิเคราะห์ หากมีจุดที่อยู่นอกพิสัยควบคุม และหาสาเหตุได้ จะทำการปรับข้อมูล หรือปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

ขั้นที่ 5 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม ทำได้โดยตัดจุดของ  $\bar{X}$  และ R ที่อยู่นอกพิสัย และทราบสาเหตุของความผิดปกติออกไป

จากสูตร

$$\bar{X}_n = \frac{\sum \bar{X} - \bar{X}_d}{m - m_d}$$

$$\bar{R}_n = \frac{\sum R - R_d}{m - m_d}$$

เมื่อ	$\bar{X}_n$	เป็นค่าของ $\bar{X}$ หลังการปรับปรุง
	$\bar{R}_n$	เป็นค่าของ $\bar{R}$ หลังการปรับปรุง
	$\sum \bar{X}$	เป็นผลรวมของค่า $\bar{X}$ ก่อนการปรับปรุง
	$\bar{X}_d$	เป็นค่าของ $\bar{X}$ ที่ถูกตัดออก
	$\sum R$	เป็นผลรวมของค่า R ทั้งหมดก่อนปรับปรุง
	$R_d$	เป็นค่าของ R ที่ถูกตัดออก
	$m$	เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดก่อนการปรับปรุง
	$m_d$	เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ถูกตัดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นทำการคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมใหม่ โดยกำหนดให้

$$\bar{X}_0 = \bar{\bar{X}}_n$$

$$R_0 = \bar{R}_n$$

$$\sigma_0 = \frac{R_0}{d_2}$$

เมื่อ  $d_2$  เป็นค่าคงที่ที่ได้จากการเปิดตาราง ก.1 ในภาคผนวก ก

ดังนั้น ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ  $\bar{X}$  และ R ใหม่ คำนวณได้ดังนี้

แผนภูมิ  $\bar{X}$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 + A\sigma_0$$

$$CL_{\bar{X}} = \bar{X}_0$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 - A\sigma_0$$

แผนภูมิ R

$$UCL_R = D_2\sigma_0$$

$$CL_R = R_0$$

$$LCL_R = D_1\sigma_0$$

ค่าของ  $A, D_1, D_2$  เป็นค่าคงที่จากตาราง ก.1 ในภาคผนวก ก ซึ่งค่าเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง และแผนภูมิใหม่นี้จะเก็บไว้ใช้ในการควบคุมคุณภาพครั้งต่อไป

### 2.2.2. แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีขนาดกลุ่มย่อยแตกต่างกัน

(Control chart with Different Subgroups)

ในทางปฏิบัติบางครั้งจะมีการเก็บรวบรวมข้อมูล จากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน เพื่อทดสอบลักษณะบางอย่างว่ามีลักษณะเหมือนกัน หรือแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน จะทำให้ขนาดกลุ่มย่อยในข้อมูลแต่ละแหล่งมีขนาดไม่เท่ากัน ด้วย ปัญหาก็คือ ถ้าใช้ขนาดตัวอย่างของกลุ่มย่อยเท่ากันทุกกลุ่มย่อยแล้ว ก็จะทำให้เสียค่าใช้จ่าย บางกลุ่มย่อยสูงขึ้นโดยไม่จำเป็น และการตรวจสอบผลิตภัณฑ์มีโอกาสผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้นเพื่อที่จะลดค่าใช้จ่าย และความคลาดเคลื่อนจากการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ จึงได้ทำการสุ่มเลือกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในแต่ละกลุ่มย่อยให้เป็นสัดส่วนตามขนาดของกลุ่มย่อยนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวคือ ถ้าขนาดกลุ่มย่อยมีขนาดใหญ่ ขนาดตัวอย่างที่ใช้ก็ควรจะมีขนาดใหญ่ด้วย แต่ถ้าขนาดกลุ่มย่อยมีขนาดเล็ก ขนาดตัวอย่างที่ใช้ก็จะมีขนาดเล็กด้วย ตามสัดส่วนของขนาดกลุ่มย่อย

ดังนั้นในการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ กรณีกลุ่มย่อยไม่เท่ากัน เราสามารถสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพขึ้นเดียว เพื่อให้ใช้สำหรับตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดตัวอย่างในกลุ่มย่อยแตกต่างกันด้วย การถ่วงน้ำหนักค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มย่อยสำหรับคำนวณค่า  $\bar{x}$  และ  $s$  ดังนี้

### ขั้นที่ 1 การคำนวณค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าเฉลี่ย  $\bar{X}$  และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $s$  คำนวณได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้คือ

$$\bar{x} = \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_m x_m}{n_1 + n_2 + \dots + n_m}$$

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2 + (n_3 - 1)s_3^2 + \dots + (n_m - 1)s_m^2}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_m - m}}$$

ถ้า  $n = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_m$  ดังนั้น

$$\bar{x} = \frac{n_1}{n} x_1 + \frac{n_2}{n} x_2 + \frac{n_3}{n} x_3 + \dots + \frac{n_m}{n} x_m$$

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^m \frac{n_i x_i}{n}$$

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

เมื่อ  $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, \dots, \bar{x}_m$  เป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างในกลุ่มย่อย  
 $s_1^2, s_2^2, s_3^2, \dots, s_m^2$  เป็นความแปรปรวนของตัวอย่างในกลุ่มย่อย  
 $n_1, n_2, n_3, \dots, n_m$  เป็นขนาดตัวอย่างสำหรับกลุ่มย่อยที่ 1, 2, 3, ..., m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ขั้นที่ 2 จำนวนขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ $\bar{X}$

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ  $\bar{X}$  จำนวนได้ดังนี้ คือ

$$\text{ขีดจำกัดควบคุมบน} \quad UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}}$$

$$\text{เส้นกึ่งกลาง} \quad CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$$

$$\text{ขีดจำกัดควบคุมล่าง} \quad LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{X}}$$

เมื่อ  $\sigma_{\bar{X}}$  เป็นค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง และเนื่องจาก

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

เมื่อ  $\sigma$  เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ  
 $n$  เป็นจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

และค่าของ  $\sigma$  สามารถประมาณได้จากความสัมพันธ์

$$\sigma = \frac{\bar{s}}{c_4}$$

เมื่อ  $\bar{s}$  เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 กลุ่มตัวอย่าง

$c_4$  เป็นค่าคงที่ที่ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่ได้จาก  
 ตาราง ก.1 ในภาคผนวก ก

ดังนั้น

$$\begin{aligned} 3\sigma_{\bar{X}} &= \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \\ &= \frac{3\bar{s}}{c_4\sqrt{n}} \\ &= A_3\bar{s} \end{aligned}$$

เมื่อ

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

จะได้ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ  $\bar{X}$  ดังนี้

$$\text{ขีดจำกัดควบคุมบน } UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s}$$

$$\text{เส้นกึ่งกลาง } CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$$

$$\text{ขีดจำกัดควบคุมล่าง } LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s}$$

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ  $s$

$$\text{ขีดจำกัดควบคุมบน } UCL_s = \bar{s} + 3\sigma_s$$

$$\text{เส้นกึ่งกลาง } CL_s = \bar{s}$$

$$\text{ขีดจำกัดควบคุมล่าง } LCL_s = \bar{s} - 3\sigma_s$$

เมื่อ  
โดย

$\sigma_s$

เป็นค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากตัวอย่าง

$$\sigma = \frac{\bar{s}}{c_4}$$

$$B_3 = 1 - \frac{3}{c_4 \sqrt{2n}}$$

$$B_4 = 1 + \frac{3}{c_4 \sqrt{2n}}$$

จะได้ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ  $s$  ดังนี้

$$\text{ขีดจำกัดควบคุมบน } UCL_s = B_4 \bar{s}$$

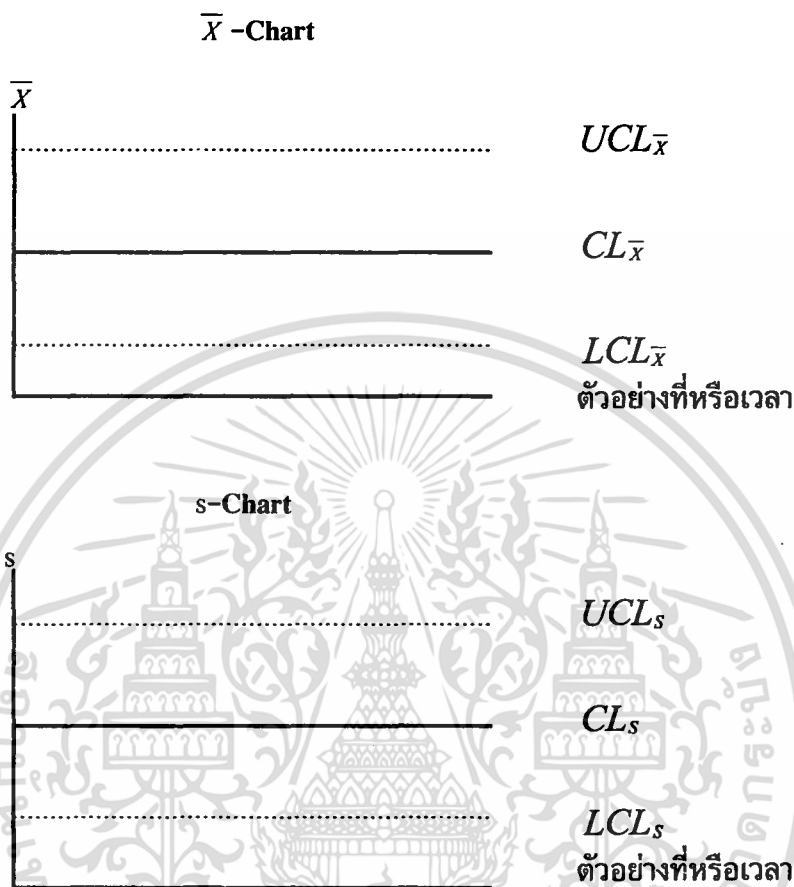
$$\text{เส้นกึ่งกลาง } CL_s = \bar{s}$$

$$\text{ขีดจำกัดควบคุมล่าง } LCL_s = B_3 \bar{s}$$

ค่าของ  $A_3$ ,  $B_3$ , และ  $B_4$  เป็นค่าคงที่ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างในกลุ่มข้อมูล ซึ่งอ่านได้จากตาราง ก.1 ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 3 จากค่าขีดจำกัดที่คำนวณได้นำไปเขียนกราฟจะได้ดังนี้



ขั้นที่ 4 นำจุด  $\bar{X}$  และ  $s$  ของแต่ละกลุ่มไปเขียนลงในกราฟ แล้วทำการวิเคราะห์ หากมีจุดที่อยู่นอกพิสัยควบคุม และหาสาเหตุได้ จะทำการปรับข้อมูล หรือปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

ขั้นที่ 5 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม การสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพกรณีที่มีขนาดกลุ่มย่อยแตกต่างกัน จะใช้วิธีการเลือกตัวอย่างในกลุ่มย่อยให้เป็นไปตามสัดส่วนกับขนาดกลุ่มย่อย ซึ่งถ้าสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีขนาดกลุ่มย่อยแตกต่างกันแล้ว จะทำให้ขอบเขตควบคุมคุณภาพมีลักษณะขึ้นๆ ลงๆ ไม่สม่ำเสมอตามขนาดตัวอย่างที่ใช้ กล่าวคือ ถ้าขนาดตัวอย่างที่ใช้ในกลุ่มย่อยมีขนาดใหญ่ช่วงของขอบเขตควบคุมคุณภาพจะแคบ และถ้าขนาดตัวอย่างที่ใช้ในกลุ่มย่อยมีขนาดเล็กช่วงของขอบเขตควบคุมคุณภาพก็จะกว้าง ซึ่งมีหลักในการพิจารณา 4 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ถ้า  $n$  ของกลุ่มย่อยมีขนาดน้อยกว่า  $\bar{n}$  และค่า  $\bar{X}$  ของกลุ่มย่อยนั้นอยู่ในขอบเขตของการควบคุมคุณภาพ จะถือว่าค่านี้อยู่ในขอบเขตแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 2 ถ้า  $n$  ของกลุ่มย่อยมีขนาดมากกว่า  $\bar{n}$  และค่า  $\bar{X}$  ของกลุ่มย่อยนั้นอยู่ในขอบเขตของการควบคุมคุณภาพ จะต้องทำการคำนวณขอบเขตที่แท้จริงของกลุ่มย่อยนั้นใหม่โดยใช้สูตรเดิม แต่เปลี่ยนค่า  $\bar{n}$  ให้เป็น  $n$  ของกลุ่มย่อยนั้น แล้วจึงทำการพิจารณาว่าค่านั้นอยู่ในขอบเขตของการควบคุมหรือไม่

กรณีที่ 3 ถ้า  $n$  ของกลุ่มย่อยมีขนาดมากกว่า  $\bar{n}$  และค่า  $\bar{X}$  ของกลุ่มย่อยนั้นอยู่นอกขอบเขตของการควบคุมคุณภาพ จะถือว่าค่านั้นอยู่นอกขอบเขตแล้ว

กรณีที่ 4 ถ้า  $n$  ของกลุ่มย่อยมีขนาดน้อยกว่า  $\bar{n}$  และค่า  $\bar{X}$  ของกลุ่มย่อยนั้นอยู่นอกขอบเขตของการควบคุมคุณภาพ จะต้องทำการคำนวณขอบเขตที่แท้จริงของกลุ่มย่อยนั้นใหม่โดยใช้สูตรเดิม แต่เปลี่ยนค่า  $n$  ให้เป็น  $\bar{n}$  ของกลุ่มย่อยนั้น แล้วจึงทำการพิจารณาว่าค่านั้นอยู่ในขอบเขตของการควบคุมหรือไม่

สำหรับ s chart ก็ทำการพิจารณาเช่นเดียวกับ  $\bar{X}$  chart

ในกรณีที่ค่า  $\bar{X}$  ของกลุ่มย่อยนั้นอยู่นอกขอบเขต ทำได้โดยตัดจุดของ  $\bar{X}$  และ s ที่อยู่นอกพิสัย และทราบสาเหตุของความผิดปกติออกไป

### 2.2.3.แผนภูมิควบคุมค่าวัด (X chart)

เป็นแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ใช้ตัวเลขค่าวัด (x) โดด ๆ แต่ละตัวมา plot ลงในแผนภูมิโดยไม่หาค่าเฉลี่ยของค่าวัดจากกลุ่มย่อยก่อน อาจเป็นเพราะว่าการสุ่มตัวอย่างกระทำห่างกัน และเก็บเป็นตัวข้อมูลโดด ๆ ก็ได้ ค่าพิสัย (R) ของกลุ่มย่อยจึงไม่มี (เพราะมีข้อมูลเพียงหนึ่งตัว) จึงอาศัยพิสัยเคลื่อนที่ (Moving Range) ซึ่งวัดเทียบกันระหว่างค่าวัดที่อยู่ต่อเนื่องกันเป็นหลัก ซึ่งมีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

ขั้นที่ 1 การคำนวณค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยเคลื่อนที่

ค่าเฉลี่ย  $\bar{X}$  และค่าพิสัยเคลื่อนที่ คำนวณได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้คือ

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m}$$

$$R_i = x_i - x_{i-1}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{m-1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อ  $\bar{X}$  เป็นค่าเฉลี่ยของค่าวัดทั้งหมด  
 $\bar{R}$  เป็นค่าเฉลี่ยของพิสัยเคลื่อนที่ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง  
 $m$  เป็นจำนวนค่าวัดทั้งหมด

### ขั้นที่ 2 คำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ X

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ X คำนวณได้ดังนี้ คือ

$$UCL = \bar{X} + 2.66 \bar{R}$$

$$CL = \bar{X}$$

$$LCL = \bar{X} - 2.66 \bar{R}$$

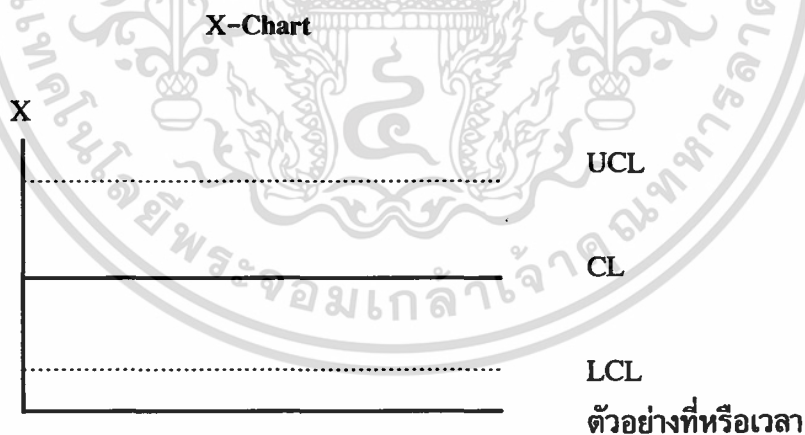
### ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ R

ขีดจำกัดควบคุมบน  $UCL_R = 3.267 \bar{R}$

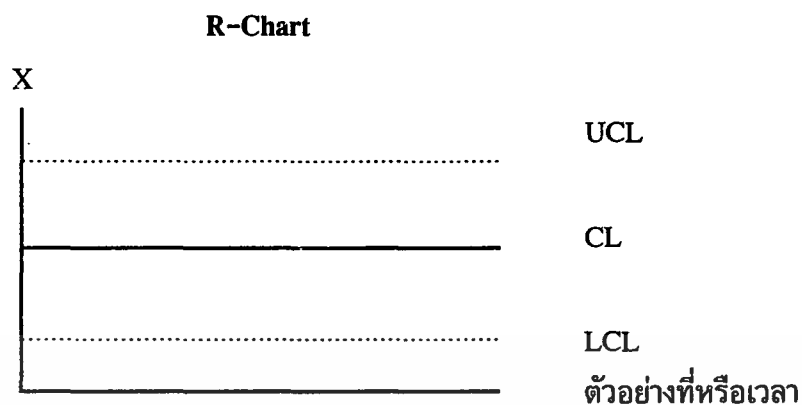
เส้นกึ่งกลาง  $CL_R = \bar{R}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง  $LCL_R = (0) \bar{R}$

### ขั้นที่ 3 จากค่าขีดจำกัดที่คำนวณได้นำไปเขียนกราฟจะได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ขั้นที่ 4 นำจุด  $X$  และ  $R$  ของแต่ละกลุ่มไปเขียนในกราฟ แล้วทำการวิเคราะห์หากมีจุดที่อยู่นอกพิสัยควบคุม และหาสาเหตุได้ จะทำการปรับข้อมูล หรือปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

ขั้นที่ 5 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม ทำได้โดยตัดจุดของ  $X$  และ  $R$  ที่อยู่นอกพิสัย และทราบสาเหตุของความผิดปกติออกไป

จากสูตร

$$\bar{X}_n = \frac{\sum X - X_d}{m - m_d}$$

$$\bar{R}_n = \frac{\sum R - R_d}{m - m_d}$$

เมื่อ	$\bar{X}_n$	เป็นค่าของ $\bar{X}$ หลังการปรับปรุง
	$\bar{R}_n$	เป็นค่าของ $\bar{R}$ หลังการปรับปรุง
	$\sum X$	เป็นผลรวมของค่า $X$ ก่อนการปรับปรุง
	$X_d$	เป็นค่าของ $X$ ที่ถูกตัดออก
	$\sum R$	เป็นผลรวมของค่า $R$ ทั้งหมดก่อนปรับปรุง
	$R_d$	เป็นค่าของ $R$ ที่ถูกตัดออก
	$m$	เป็นจำนวนค่าวัดทั้งหมดก่อนการปรับปรุง
	$m_d$	เป็นจำนวนค่าวัดที่ถูกตัดออก

ดังนั้น ชีตจำกัดควบคุมของแผนภูมิ  $X$  และ  $R$  ใหม่ คำนวณได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แผนภูมิ X

$$UCL = \bar{X}_n + 2.66 \bar{R}_n$$

$$CL = \bar{X}_n$$

$$LCL = \bar{X}_n - 2.66 \bar{R}_n$$

### แผนภูมิ R

$$UCL_R = 3.267 \bar{R}_n$$

$$CL_R = \bar{R}_n$$

$$LCL_R = (0) \bar{R}_n$$

## 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษารายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่จะเก็บข้อมูลมาจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือส่วนของกระบวนการผลิตที่สนใจ โดยข้อมูลจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลแบบตัวแปร และข้อมูลแบบคุณภาพ แล้วนำมาสร้างแผนภูมิควบคุมแบบต่าง ๆ ตามลักษณะของข้อมูลที่ได้ พร้อมทั้งหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ตัวอย่างรายงานวิจัย เช่น

กฤษฎา มาลัยทอง และคณะ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพของบริษัท รองเท้าบาจา(ประเทศไทย)จำกัด โดยการสุ่มตัวอย่างและศึกษาข้อบกพร่องที่สำคัญจากส่วนต่าง ๆ ของรองเท้าและนำข้อมูลมาสร้างแผนภูมิการควบคุมคุณภาพ พร้อมทั้งหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม โดยแผนภูมิที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ แผนการควบคุมรอยตำหนิและแผนภูมิอัตราส่วนของเสีย ส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างนั้น ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างที่อาศัยตารางมาตรฐานกรมทหาร 105D และแผนการสุ่มตัวอย่างแบบดอตจและโรมิก โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป STATGRAPHIC ช่วยในการประเมินผลและช่วยทำการเปรียบเทียบเพื่อหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากค่าจำนวนตรวจสอบโดยเฉลี่ยต่ำสุด (ATI) และการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งศึกษาจากการสุ่มตัวอย่างสรุปได้ว่าจากพิกัดควบคุมบน (UCL) และพิกัดควบคุมล่าง (LCL) บอกลักษณะที่สำคัญที่ทำให้เป็นรองเท้าเสียนั้น จะมีพิกัดควบคุมบนต่ำกว่าลักษณะที่ไม่สำคัญภายในส่วนประกอบเดียวกัน และพบว่าถ้าค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตมีค่ามากกว่า 0.03 ควรใช้แผนการสุ่มตัวอย่างที่อาศัยตารางมาตรฐานกรมทหาร 105D โดยทำการสุ่มตัวอย่างเดี่ยวแบบปกติมีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 4 คู่ หรือ 8 ข้าง จำนวนของเสียที่ยอมรับให้มีได้เป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธีรชัย วัฒนจินดาพร และคณะ ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมปังของ บริษัท เพอร์ซิเดนท์ เบเกอรี่ โดยการสุ่มตัวอย่างขนมปังมาซึ่งน้ำหนักและนำข้อมูลมาสร้างแผนควบคุมคุณภาพรวมทั้งหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม โดยแผนภูมิที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ แผนภูมิควบคุม  $\bar{X}$ , แผนภูมิ R และแผนภูมิอัตราส่วนของเสีย ส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างนั้นใช้แผนการสุ่มตัวอย่างที่อาศัยตารางมาตรฐานกรมทหาร 105D แผนการสุ่มตัวอย่างแบบตอจจ์และโรมิก แผนการสุ่มตัวอย่างตามลำดับและแผนการสุ่มตัวอย่างแบบตัวแปร โดยอาศัยตารางมาตรฐานกรมทหาร 414 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป STATGRAPHIC ช่วยในการประเมินผลและทำการเปรียบเทียบเพื่อหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม โดยพิจารณาอัตราส่วนของเสียไม่เกิน 3% ซึ่งกำหนดคุณภาพในการยอมรับ (AQL) อยู่ในช่วงไม่เกิน 4% ของแต่ละแผนการสุ่มตัวอย่าง

ธีรพร จารุงษ์ และคณะ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์พีวีซีชนิดผงของบริษัทไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด(มหาชน) โดยเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์พีวีซีชนิดผงขนาด 25 กิโลกรัม นำมาซึ่งน้ำหนักและนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุม คือ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยโดยอาศัยค่าพิสัย แผนภูมิควบคุมการกระจายด้วยค่าพิสัย แผนภูมิการควบคุมค่าเฉลี่ยโดยอาศัยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแผนภูมิการควบคุมการกระจายด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมทั้งหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมคือ แผนการสุ่มตัวอย่างแบบตัวแปรโดยใช้ตารางมาตรฐานกรมทหาร 414(MIL-STD414) นอกจากนี้ยังได้ศึกษาข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์พีวีซีชนิดผง คือ ค่า K-VALUE(K), BULK DENSITY (BD) และ PARTICLE SIZE (PS) โดยใช้แผนภูมิควบคุม X และ R สำหรับตัวอย่างเดี่ยวพร้อมทั้งหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า BD และค่า PS ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ได้นำโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการประเมินผลคือ STATGRAPHICS, EXCEL และ LOTUS และการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพทางเคมีพบว่าพิสัยควบคุมยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่ส่วนใหญ่อยู่ในขอบเขตมาตรฐาน ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างค่า BD และ PS จะเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม

นิบาฮารุดิน ระเด่นอาหมัด และคณะ การใช้เทคนิคทางสถิติควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เป็นการศึกษาการควบคุมคุณภาพยางรถยนต์ โดยใช้ตัวอย่างจากบริษัทไทยบริดส์โตนมามาทำการสร้างแผนภูมิควบคุมการกระจายแบบพิสัย (R Chart) และแผนภูมิควบคุมอัตราส่วนของเสีย (p Chart) ซึ่งพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ภายในขอบเขตควบคุม

ปณิศา สุขแสงศรี และคณะ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพการผลิตผงซักฟอกของบริษัทลีเวอร์ บราเธอร์ (ประเทศไทย) จำกัด โดยทำการสุ่มตัวอย่างผงซักฟอกขนาด 200 กรัม เพื่อชั่งน้ำหนักและวัดค่าความหนาแน่นของก้อนอนุภาค (Bulk Density) รวมทั้งตรวจสอบความบกพร่องของกล่องที่ใช้บรรจุตามลักษณะต่าง ๆ และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุม คือ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยโดยการกระจายด้วยค่าพิสัย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\bar{X}$ -R Chart, S Chart) แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วย (u Chart) และแผนภูมิควบคุมข้อเสียหาย (D Chart) พร้อมทั้งหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าความหนาแน่นของก้อนอนุภาค รวมทั้งหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม คือ แผนการสุ่มตัวอย่างแบบคุณภาพโดยใช้ตารางมาตรฐานกรมทหาร 105D และแผนการสุ่มตัวอย่างแบบตัวแปรโดยใช้ตารางมาตรฐานกรมทหาร 414 ซึ่งจะใช้โปรแกรม STATGRAPHICS และ LOTUS มาช่วยในการประมวลผล

ปิยมาศ ไ้วมณี และคณะ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักการใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพโดยใช้ข้อมูลการผลิตจริงของบริษัทเอทีแอนด์ทีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (ไทย) จำกัด มีการสร้างแผนภูมิสำหรับอัตราส่วนของเสีย (p Chart) ของข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบในแต่ละขั้นตอน ผู้ควบคุมเครื่องจักรมีความผิดพลาดและวัตถุดิบไม่ได้มาตรฐาน และได้มีการใช้แผนภูมิควบคุมสำหรับจำนวนของเสีย (np Chart) นอกจากนี้ได้มีการศึกษาถึงการนำระบบกลุ่มสร้างคุณภาพ (QCC) มาใช้ในบริษัท ซึ่งพบว่าก่อให้เกิดความสะดวกและความเป็นระเบียบในการทำงานมากยิ่งขึ้น

รติสรณ์ พงศ์ศิลากร และคณะ ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพของ บริษัท เอกรัฐวิศวกรรม จำกัด (มหาชน) โดยวัตถุดิบที่ทำการตรวจสอบ คือ ตัวถังหม้อแปลง และ ฝาถังหม้อแปลง โดยใช้การสุ่มตัวอย่างที่อาศัยตารางมาตรฐานกรมทหาร 105D แผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยวในการตรวจสอบวัตถุดิบ และใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพในการควบคุมข้อกำหนดต่างๆ ของวัตถุดิบที่ทำการตรวจสอบ โดยแผนภูมิที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ แผนภูมิค่าเฉลี่ยและแผนภูมิค่าพิสัย พร้อมทั้งได้ทำการหาขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนตามธรรมชาตินำมาเปรียบเทียบกับขีดจำกัดข้อกำหนด พบว่าในทุกลักษณะที่ตรวจสอบ ขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนตามธรรมชาติอยู่ภายใต้ขีดจำกัดข้อกำหนด จึงยังไม่ต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตในขณะนั้น และจากการคำนวณค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยพบว่า ค่าสัดส่วนของเสียน้อยกว่าค่าระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ที่ตั้งไว้ใน การตรวจสอบ คือ ที่ 6.5 และ 4.0 นั่นคือ ในการกำหนดค่า AQL อาจจะกำหนดค่าให้ต่ำกว่าเดิม และเปลี่ยนระดับการตรวจสอบ ทำให้ขนาดตัวอย่างในการตรวจสอบน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฤษฎี โชตยาสิทธิ์ และคณะ ได้ทำการควบคุมคุณภาพเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์นมสดยู.เอช.ที. ขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุม คือ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมการกระจาย รวมทั้งหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม คือ แผนการสุ่มตัวอย่างแบบตัวแปร โดยใช้ตารางมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.9 ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้นำโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการประมวลผล คือ STATGRAPHICS และ MICROSOFT EXCEL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

#### 3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพนี้ ใช้ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อควบคุมคุณภาพวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ในระหว่างการผลิต จากแผนก Process Control ฝ่ายควบคุมคุณภาพ บริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน) โดยวัตถุดิบที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย

##### 1. CALCAREOUS

เป็นวัตถุดิบประเภทที่ให้สารประกอบพวก  $\text{CaO}$  เป็นหลัก เช่น

- หินปูน (LIMESTONE) เช่น

HIGH GRADE LIMESTONE มี  $\text{SiO}_2$  0-5 %

MEDIUM GRADE LIMESTONE มี  $\text{SiO}_2$  5-10%

LOW GRADE LIMESTONE มี  $\text{SiO}_2$  มากกว่า 10 % ขึ้นไป

- ดินมาร์ล (MARL)

##### 2. ARGILLACEOUS

เป็นวัตถุดิบประเภทที่ให้สารประกอบพวก  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  เป็นหลัก เช่น

- ดินดาน (SHALE) เช่น

SHALE MIX

SHALE CORRECTIVE

- ดินดำ (CLAY)

##### 3. CORRECTIVES

เป็นวัตถุดิบประเภทที่ให้สารประกอบพวก  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  เป็นหลัก เช่น

- แร่เหล็ก (IRON ORE)

- ดินลูกรัง (LATERITE)

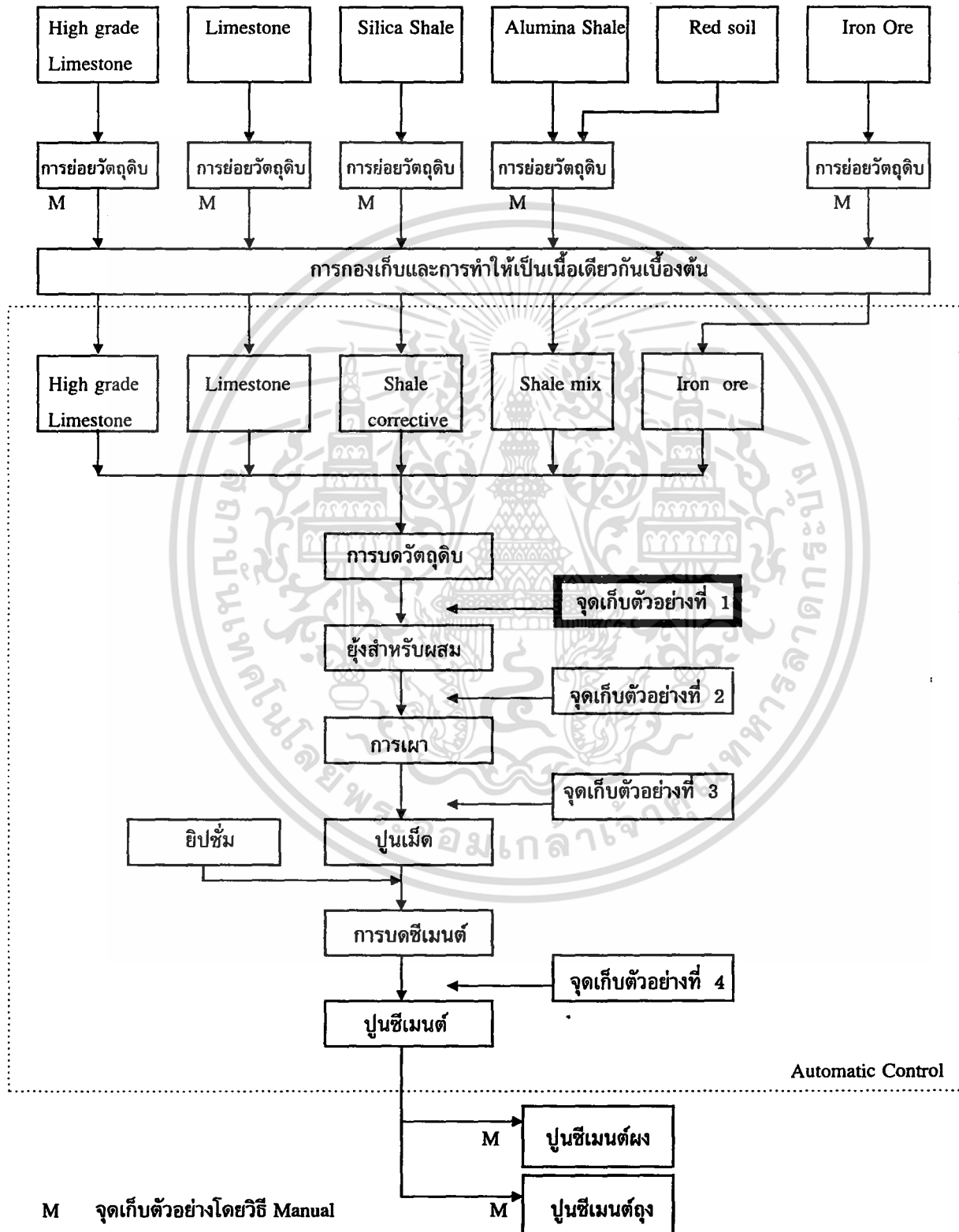
- ดินแดง (RED SOIL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 ขั้นตอนการทำงานในการควบคุมคุณภาพของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

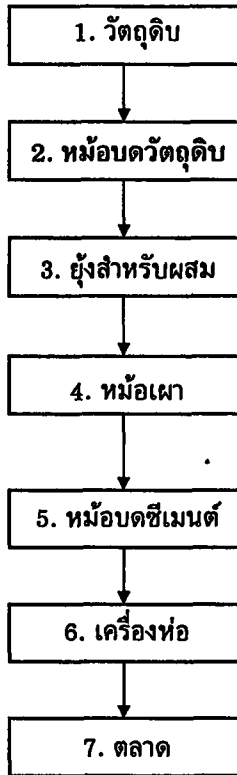
### 3.2.1 การเก็บตัวอย่างอัตโนมัติในการควบคุมคุณภาพ

รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการผลิตปูนซีเมนต์และจุดเก็บตัวอย่างอัตโนมัติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงการควบคุมคุณภาพการผลิตปูนซีเมนต์ของ บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)



ลักษณะตัวอย่าง	ความถี่ของการเก็บ	การทดลอง	วัตถุประสงค์	วิธีการเก็บ
1. ผุ่นจากหลุมเจาะ	ทุกครั้งที่เจาะระเบิด	- วิเคราะห์เคมี	- ควบคุมการทำเหมืองและคุณภาพการผลิตวัตถุดิบจากเหมือง	วิธี Manual
2. ดินผง	ทุก 1 ชั่วโมง	- วิเคราะห์เคมี - วิเคราะห์ความละเอียด - วิเคราะห์ความชื้น	- ควบคุมคุณภาพการบดและสัดส่วนการผสมของวัตถุดิบ	วิธี Automatic
3. ดินผง	ทุก 1 ชั่วโมง	- วิเคราะห์เคมี - วิเคราะห์ความละเอียด - วิเคราะห์ความชื้น	- ควบคุมคุณภาพดินผงก่อนเข้าสู่เตาเผาและประสิทธิภาพการผสม	วิธี Automatic
4. ปูนเม็ด	ทุก 1 ชั่วโมง	- วิเคราะห์ค่า Free CaO	- ควบคุมคุณภาพของปูนเม็ดที่ได้จากการเผา	วิธี Automatic
5. ปูนซีเมนต์	ทุก 1 ชั่วโมง	- วิเคราะห์ความละเอียด - วิเคราะห์ค่า SO <sub>3</sub> - วิเคราะห์ค่า False set	- ควบคุมคุณภาพของปูนซีเมนต์ที่ได้มาจากการบดโดย Cement Mill	วิธี Automatic
6. ปูนซีเมนต์	ทุก 2 ชั่วโมง	- คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีตามมาตรฐานอุตสาหกรรมซีเมนต์	- ควบคุมคุณภาพของปูนซีเมนต์ก่อนที่จะจ่ายออกไปให้ลูกค้า	วิธี Manual
7. ปูนซีเมนต์	ทุก 15 วัน	- คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีตามมาตรฐานอุตสาหกรรมซีเมนต์	- ติดตามคุณภาพของปูนซีเมนต์หลังจากที่จ่ายไปให้ลูกค้าแล้ว	วิธี Manual

จากแผนผังแสดงขั้นตอนการผลิตปูนซีเมนต์และจุดเก็บตัวอย่างอัตโนมัติ แสดงถึงขั้นตอนการผลิตในแต่ละโรงปูนซีเมนต์ ซึ่งในกระบวนการ Automatic Control การทำงานจะเป็นระบบปิด คือ ทำงานต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ใส่วัตถุดิบ จนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นปูนซีเมนต์ ทุกขั้นตอนในกระบวนการ Automatic Control จะทำงานโดยอัตโนมัติมีการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ขณะนี้ บริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน) มีโรงปูนซีเมนต์ 3 โรง ดังนี้

- โรงปูนซีเมนต์ที่ 1 (INTRAFA) มีหม้อบดวัตถุดิบ (Raw Mill Plant) 2 หม้อบด
- โรงปูนซีเมนต์ที่ 2 (INTRAVER) มีหม้อบดวัตถุดิบ (Raw Mill Plant) 3 หม้อบด
- โรงปูนซีเมนต์ที่ 3 (INTRAFA-3) มีหม้อบดวัตถุดิบ (Raw Mill Plant) 3 หม้อบด

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพนี้ จะทำการศึกษาเฉพาะข้อมูลค่า MODULI จาก หม้อบดวัตถุดิบที่ 1 (Raw Mill 1) ของโรงปูนซีเมนต์ที่ 1 (INTRAFA) โดยมีรายละเอียดดังนี้

### ค่า MODULI ที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ

#### 1. Lime Saturation Faction (LSF)

$$LSF = \frac{CaO}{2.8SiO_2 + 1.1Al_2O_3 + 0.7Fe_2O_3}$$

(Normally 90-98)

#### 2. Silica modulus (SM)

$$SM = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

(Normally 2.2-2.8)

#### 3. Alumina modulus (AM)

$$AM = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$$

(Normally 1.6-2.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การทำงานของหม้อบดวัตถุดิบ (Raw Mill Plant)

- จะบดหินปูน, หินเชลผสม และแร่เหล็กในอัตราส่วนที่เหมาะสม และบดให้เป็นหินฝุ่นละเอียดตามที่ต้องการ
- หินฝุ่นละเอียดที่ออกจากหม้อบดวัตถุดิบ เรียกว่า Raw Meal (ดินผง) ซึ่งจะเก็บเป็นตัวอย่าง (จุดเก็บตัวอย่างที่ 1) นำไปหาสัดส่วนการผสมของวัตถุดิบ คือค่า LSF, SM และ AM

### 3.2.2 ขั้นตอนและวิธีการทำงานในการหาเกณฑ์ควบคุมคุณภาพในระหว่างการผลิต ของแผนก Process Control ฝ่ายควบคุมคุณภาพ บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

#### 1. อำนาจและผู้รับผิดชอบ

1. ช่างเทคนิค มีหน้าที่รวบรวมข้อมูลประจำวัน และรายงานสถานะในกระบวนการผลิต
2. วิศวกรนักเคมี มีหน้าที่กำหนดเกณฑ์ควบคุมคุณภาพในระหว่างการผลิต และตรวจสอบรายงาน

#### 2. ขั้นตอนการทำงาน

- การสร้างเกณฑ์ควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต

1. ช่างเทคนิคจะรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร Log Sheet (F51-101) และบันทึกค่าเฉลี่ย และค่าพิสัยในแต่ละวันลงในเอกสาร Quality Monthly Report (F51-312)
2. ช่างเทคนิค นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าพิสัยเฉลี่ย ( $\bar{R}$ ) บันทึกลงในเกณฑ์ควบคุมคุณภาพ ในระหว่างการผลิตประจำเดือน (F51-305)

#### วิธีคำนวณขอบเขตควบคุม ดังนี้

##### $\bar{X}$ - Chart

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

$$CL = \bar{X}$$

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## R - Chart

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

$$CL_R = \bar{R}$$

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

[  $A_2$ ,  $D_3$  และ  $D_4$  คือ Factors for Control Limits ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่าง ( $n$ ) นำผลการคำนวณบันทึกลงในเกณฑ์ควบคุมคุณภาพ ในระหว่างการผลิตประจำเดือน (F51-305) ]

- การหาเกณฑ์ควบคุมคุณภาพในรายงานประจำวัน

1. ช่างเทคนิค รวบรวมข้อมูลประจำวันบันทึกลงใน Quality Daily Report (F51-02)
2. ช่างเทคนิค ตรวจสอบข้อมูลเปรียบเทียบกับเกณฑ์ควบคุมคุณภาพในระหว่างการผลิตประจำเดือน (F51-305) ดังนี้
  - ถ้าพบค่าที่ผิดปกติ คือ เกินขอบเขตควบคุมค่าสูง (UCL) หรือต่ำกว่าขอบเขตควบคุมค่าต่ำ (LCL) ทำเครื่องหมายค่าที่ผิดปกติ
  - จุดค่าที่ผิดปกติลงในรายงานสรุปปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพ ในระหว่างการผลิต (F51-304)
  - รายงานกับวิศวกร / นักเคมี
3. วิศวกร / นักเคมี หาสาเหตุของปัญหาและวิธีแก้ไข จดบันทึกลงในรายงานสรุปปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพในระหว่างการผลิต (F51-304)

- การใช้เกณฑ์ควบคุมคุณภาพในการรายงานประจำเดือน

1. ช่างเทคนิครวบรวมข้อมูลประจำวันบันทึกลงในคอมพิวเตอร์
2. ช่างเทคนิคนำค่า UCL , LCL และ CL จากเกณฑ์ควบคุมคุณภาพในระหว่างการผลิตประจำเดือน (F51-305). และสร้าง Control Chart ลงในคอมพิวเตอร์ และพิมพ์รายงาน
3. วิศวกร / นักเคมี ตรวจสอบรายงาน สำหรับตัวอย่างเอกสารต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สามารถดูได้จากภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 วิธีการคำนวณเกณฑ์ควบคุมคุณภาพ

อาศัยข้อมูลตัวอย่างในระหว่างวันที่ 1-31 กรกฎาคม 2540 เป็นตัวอย่างในการคำนวณ ซึ่งได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลลงในตารางบันทึกข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูล ในวันที่ 1 กรกฎาคม 2540

TIME	RAW MATERIALS GRINDING PLANT		
	RAW MILL #1		
	LSF	SM	AM
<b>SET POINT</b>	97.50	2.45	1.60
07.30			
08.00	96.89	2.47	1.67
08.30			
09.00	98.99	2.47	1.57
09.30			
10.00	99.79	2.45	1.58
10.30			
11.00	98.31	2.46	1.59
11.30			
12.00	99.08	2.46	1.58
12.30			
13.00	97.03	2.45	1.58
13.30			
14.00	97.73	2.48	1.58
14.30			
15.00	98.19	2.46	1.56
<b>AVERAGE 1st SHIFT</b>	<b>98.25</b>	<b>2.46</b>	<b>1.59</b>
15.30			
16.00	96.67	2.49	1.60
16.30			
17.00	97.31	2.46	1.54
17.30			
18.00	97.92	2.48	1.61
18.30			
19.00	98.20	2.47	1.64
19.30			
20.00	98.10	2.49	1.63
20.30			
21.00	97.46	2.49	1.62
21.30			
22.00	98.05	2.45	1.62
22.30			
23.00	98.77	2.48	1.63
<b>AVERAGE 2nd SHIFT</b>	<b>97.81</b>	<b>2.48</b>	<b>1.61</b>
23.30			
00.00	97.82	2.40	1.61
00.30			
01.00	98.24	2.49	1.57
01.30			
02.00	100.55	2.46	1.57
02.30			
03.00	97.38	2.51	1.59
03.30			
04.00	96.78	2.50	1.59
04.30			
05.00	98.04	2.46	1.61
05.30			
06.00	96.54	2.41	1.70
06.30			
07.00	98.50	2.48	1.59
<b>AVERAGE 3rd SHIFT</b>	<b>97.73</b>	<b>2.46</b>	<b>1.60</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.1 วิธีการคำนวณของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

จากตารางบันทึกข้อมูล จะทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โดยให้ค่าเฉลี่ยของแต่ละกะเป็นหนึ่งหน่วยตัวอย่าง โดยแบ่งช่วงของเวลาแต่ละกะดังนี้

กะที่หนึ่งจะเป็นช่วงเวลา 07.30 ถึง 15.00 น.

กะที่สองจะเป็นช่วงเวลา 15.30 ถึง 23.00 น.

กะที่สามจะเป็นช่วงเวลา 23.30 ถึง 07.00 น.

และมีข้อตกลงเบื้องต้น คือ “หากพบว่ากะใดกะหนึ่งในหนึ่งวันเครื่องจักรมีการทำงานไม่ถึง 2 ชั่วโมง จะไม่นำวันนั้นมาคำนวณ”

ดังนั้นข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณค่าจะมีลักษณะดังนี้

#### 1. การคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าพิสัย

RAW MILL #1

MODULI CONTROL : LSF

1 กรกฎาคม - 31 กรกฎาคม 2540

กลุ่มที่	วันที่	ค่าเฉลี่ยของแต่ละกะ			$\sum x$	$\bar{x}$	R
		1	2	3			
1	1 Jul	98.25	97.81	97.73	293.79	97.93	0.52
2	2 Jul	97.40	97.81	97.98	293.19	97.73	0.58
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
24	31 Jul	97.30	97.29	97.98	292.57	97.52	0.69
<b>Total</b>						<b>2,345.19</b>	<b>32.95</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณค่า  $\bar{\bar{x}}$  และ  $\bar{R}$  ได้ดังนี้

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{m} = \frac{2,345.19}{24} = 97.72$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{m} = \frac{32.95}{24} = 1.37$$

## 2. คำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ $\bar{X}$ -R

ตัวอย่างการคำนวณจากข้อมูลเดือนกรกฎาคม

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ  $\bar{X}$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} = 97.72 + (1.023)(1.37) = 99.12$$

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{x}} = 97.72$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} = 97.72 - (1.023)(1.37) = 96.31$$

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ R

$$UCL_R = D_4 \bar{R} = (2.574)(1.37) = 3.53$$

$$CL_R = \bar{R} = 1.37$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R} = (0)(1.37) = 0$$

### การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

ในการวิเคราะห์ผลนี้มีข้อกำหนดเบื้องต้นว่า “จุดที่ตกนอกเส้นพิกัดควบคุมทั้งหมดถือว่า ระบุสาเหตุได้ ซึ่งจะทำการตัดจุดเหล่านั้นทั้งหมด”

การตัดจุดที่ตกนอกพิกัดควบคุม ทางบริษัทที่พีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ใช้หลักเกณฑ์ ดังนี้

1. ถ้าค่าพิสัยตกนอกพิกัด จะตัดทั้งค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของกลุ่มย่อยนั้น
2. ถ้าค่าเฉลี่ยตกนอกพิกัด โดยที่ค่าพิสัยไม่ตกนอกพิกัดจะตัดเฉพาะค่าเฉลี่ยของกลุ่มย่อยนั้น

### 3.3.2 วิธีการคำนวณเกณฑ์ควบคุมคุณภาพที่นำเสนอ

ในการวิจัยครั้งนี้ วิธีการคำนวณเกณฑ์ควบคุมคุณภาพที่นำเสนอจะทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นรายวันและรายกะดังนี้

#### ข้อมูลรายวัน

จากตารางบันทึกข้อมูลจะทำการเก็บข้อมูล โดยให้ข้อมูลหนึ่งวันเป็นหนึ่งกลุ่มตัวอย่างย่อย ดังนั้นข้อมูลใน 1 เดือนที่ใช้ในการคำนวณค่าจะมีลักษณะดังนี้

RAW MILL #1  
MODULI CONTROL : LSF  
1 กรกฎาคม - 31 กรกฎาคม 2540

กลุ่มที่	วันที่	จำนวนตัวอย่างในกลุ่มย่อย	$\bar{x}$	S
1	1 Jul	24	97.93	1.01
2	2 Jul	23	97.74	1.19
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
28	31 Jul	25	97.51	3.42
Total		601	2,736.19	54.94

#### 1. การคำนวณค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

คำนวณค่า  $\bar{x}$  และ  $s$  ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{n_1 \bar{x}_1 + n_2 \bar{x}_2 + \dots + n_m \bar{x}_m}{n_1 + n_2 + \dots + n_m} \\ &= \frac{24(97.93) + 23(97.74) + \dots + 25(97.51)}{24 + 23 + \dots + 25} \end{aligned}$$

$$= 97.71$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \bar{s} &= \sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2 + (n_3-1)s_3^2 + \dots + (n_m-1)s_m^2}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_m - m}} \\ &= \sqrt{\frac{(24-1)(1.01)^2 + (23-1)(1.19)^2 + \dots + (25-1)(3.42)^2}{24 + 23 + \dots + 25 - 28}} \\ &= 2.09 \end{aligned}$$

## 2. คำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ $\bar{X} - s$

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ  $\bar{X}$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s} = 97.71 + (0.66)(2.09) = 99.09$$

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} = 97.71$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s} = 97.71 - (0.66)(2.09) = 96.32$$

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ  $s$

$$UCL_s = B_4 \bar{s} = 1.48(2.09) = 3.10$$

$$CL_s = \bar{s} = 2.09$$

$$LCL_s = B_3 \bar{s} = 0.52(2.09) = 1.09$$

### ข้อมูลรายกะ

จากตารางบันทึกข้อมูลจะทำการเก็บข้อมูล โดยให้กะที่ 1 เป็นข้อมูลกลุ่มที่ 1 กะที่ 2 เป็นข้อมูลกลุ่มที่ 2 กะที่ 3 เป็นข้อมูลกลุ่มที่ 3 ดังนั้นข้อมูลใน 1 เดือนที่ใช้ในการคำนวณค่าจะมีลักษณะดังนี้

**RAW MILL #1**  
**MODULI CONTROL : LSF**  
**1 กรกฎาคม - 31 กรกฎาคม 2540**

กลุ่มที่	วันที่	กะที่	จำนวนตัวอย่างในกลุ่มย่อย	$\bar{x}$	S
1	1 Jul	1	8	98.25	1.02
2		2	8	97.81	0.64
3		3	8	97.73	1.32
4	2 Jul	1	7	97.40	0.88
5		2	8	97.81	1.21
6		3	8	97.98	1.47
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
78	31 Jul	1	9	97.30	3.84
79		2	8	97.29	4.04
80		3	8	97.98	2.55
Total			601	7,815.48	145.37

**1. การคำนวณค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**

คำนวณค่า  $\bar{x}$  และ  $s$  ได้ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{n_1 \bar{x}_1 + n_2 \bar{x}_2 + \dots + n_m \bar{x}_m}{n_1 + n_2 + \dots + n_m}$$

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2 + (n_3 - 1)s_3^2 + \dots + (n_m - 1)s_m^2}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_m - m}}$$

$$= \sqrt{\frac{(8-1)(1.02)^2 + (8-1)(0.64)^2 + (8-1)(1.32)^2 + \dots + (8-1)(2.55)^2}{8+8+8+\dots+8-80}}$$

$$= 2.01$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. คำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ $\bar{X}$ -S

ตัวอย่างการคำนวณจากข้อมูลเดือนกรกฎาคม

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ  $\bar{X}$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{s} = 97.71 + (1.10)(2.01) = 99.91$$

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} = 97.71$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{s} = 97.71 - (1.10)(2.01) = 95.50$$

ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ s

$$UCL_s = B_4\bar{s} = 1.81(2.01) = 3.63$$

$$CL_s = \bar{s} = 2.01$$

$$LCL_s = B_3\bar{s} = 0.19(2.01) = 0.38$$

## 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

แผนภูมิควบคุมคุณภาพ

1. แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย
2. แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีขนาดกลุ่มย่อยแตกต่างกัน เมื่อกลุ่มย่อยคือ รายวัน และ รายกะ

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์

จากขั้นตอนในการวิจัยต่าง ๆ ของปัญหาพิเศษนี้ สามารถวิเคราะห์ผลโดยใช้วิธีการทางสถิติ คือ ทฤษฎีการควบคุมคุณภาพและ แผนภูมิควบคุมคุณภาพ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะนำเสนอในรูปแบบของแผนภูมิควบคุมคุณภาพดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บในระหว่างวันที่ 1 เมษายน 2540 ถึง วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2540 แบ่งเป็นช่วงดังนี้

#### Moduli Control : LSF

ช่วงที่ 1	วันที่ 1-30	เมษายน	พ.ศ. 2540
ช่วงที่ 2	วันที่ 1-31	พฤษภาคม	พ.ศ. 2540
ช่วงที่ 3	วันที่ 1-30	มิถุนายน	พ.ศ. 2540
ช่วงที่ 4	วันที่ 1	กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม	พ.ศ. 2540 (มีการเปลี่ยนแปลง Setpoint)
ช่วงที่ 5	วันที่ 9-31	สิงหาคม	พ.ศ. 2540
ช่วงที่ 6	วันที่ 1-30	กันยายน	พ.ศ. 2540

#### Moduli Control : SM

ช่วงที่ 1	วันที่ 1	เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม	พ.ศ. 2540 (มีการเปลี่ยนแปลง Setpoint)
ช่วงที่ 2	วันที่ 13-31	พฤษภาคม	พ.ศ. 2540
ช่วงที่ 3	วันที่ 1-30	มิถุนายน	พ.ศ. 2540
ช่วงที่ 4	วันที่ 1-31	กรกฎาคม	พ.ศ. 2540
ช่วงที่ 5	วันที่ 1-31	สิงหาคม	พ.ศ. 2540
ช่วงที่ 6	วันที่ 1-30	กันยายน	พ.ศ. 2540

#### Moduli Control : AM

ช่วงที่ 1	วันที่ 1-30	เมษายน	พ.ศ. 2540
ช่วงที่ 2	วันที่ 1-31	พฤษภาคม	พ.ศ. 2540
ช่วงที่ 3	วันที่ 1-30	มิถุนายน	พ.ศ. 2540
ช่วงที่ 4	วันที่ 1-31	กรกฎาคม	พ.ศ. 2540
ช่วงที่ 5	วันที่ 1-31	สิงหาคม	พ.ศ. 2540
ช่วงที่ 6	วันที่ 1-30	กันยายน	พ.ศ. 2540

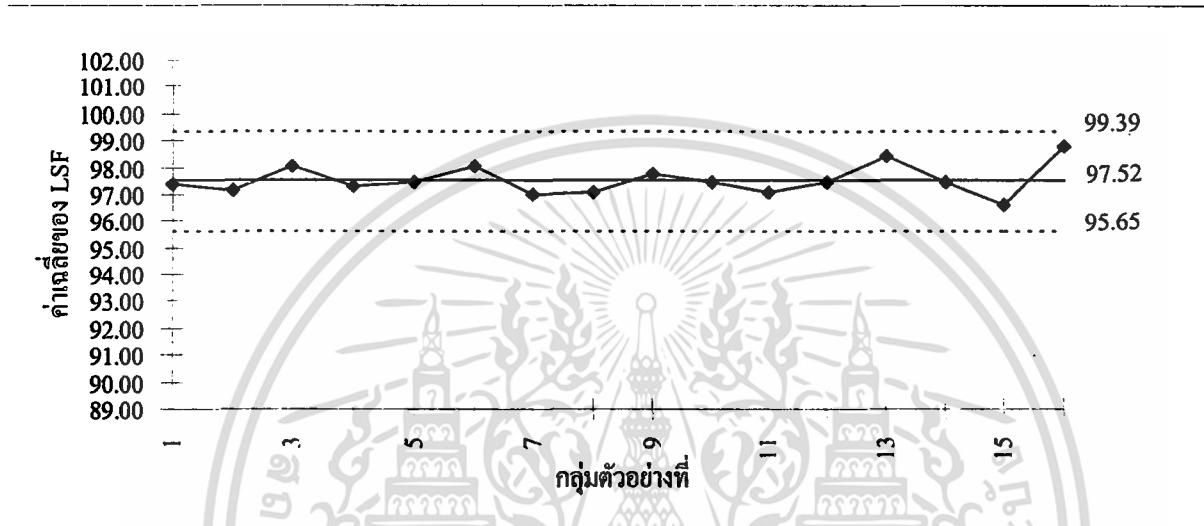
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.1 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพของ LSF

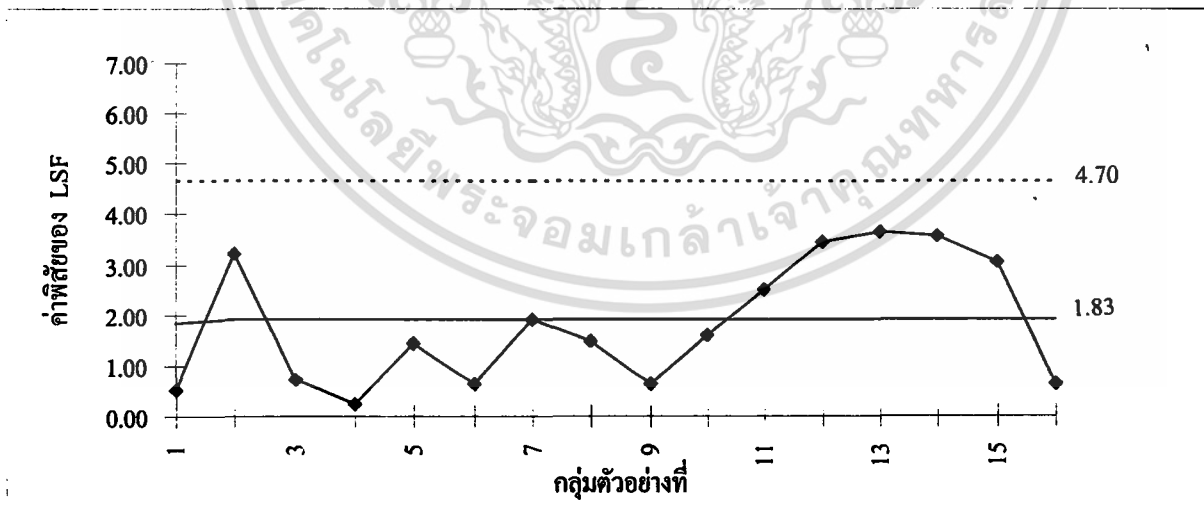
### 4.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

#### 4.1.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนเมษายน พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนเมษายน พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.2 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF เดือนเมษายน พ.ศ. 2540

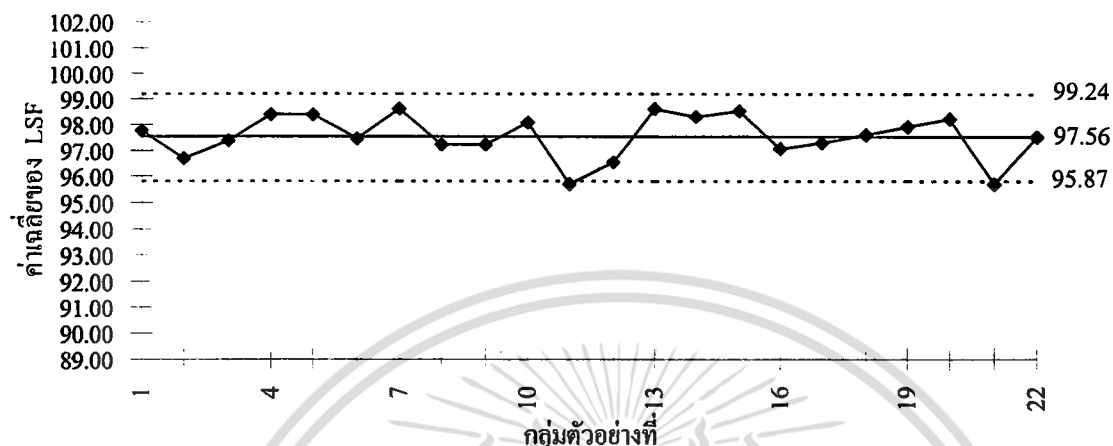


จากรูปที่ 4.1-4.2 พบว่าไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

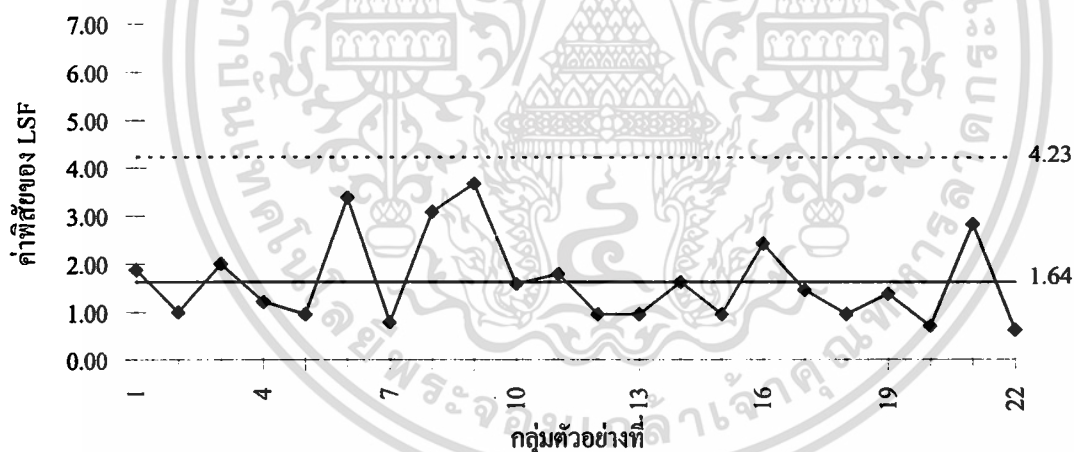
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.1.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.3 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.4 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540



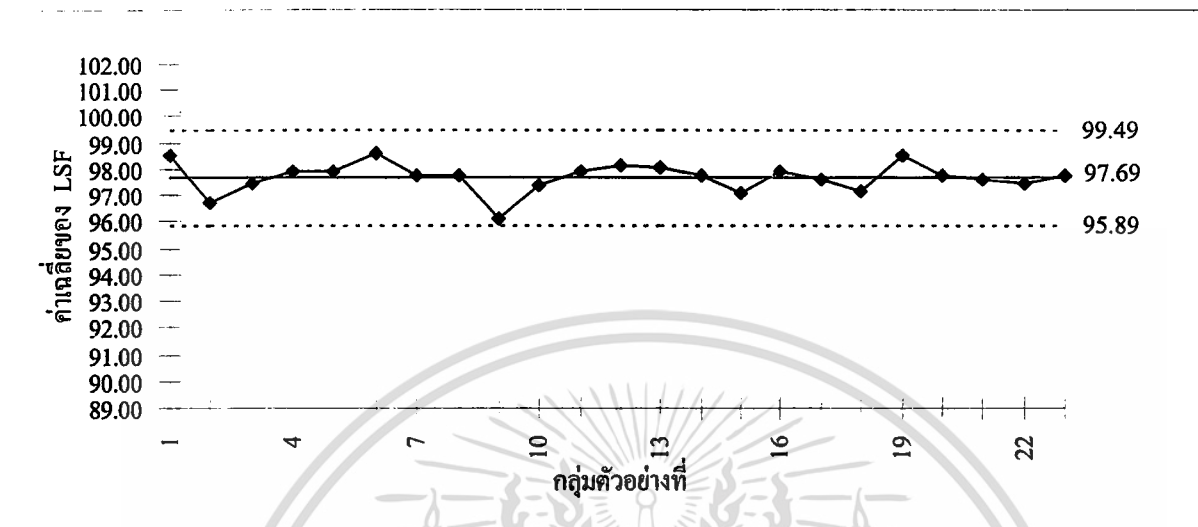
จากรูปที่ 4.3 พบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 2 จุด คือ จุดที่ 11 และ 21 และรูปที่ 4.4 ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม ดังนั้น แผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 99.43, \quad CL_{\bar{x}} = 97.74, \quad LCL_{\bar{x}} = 96.06$$

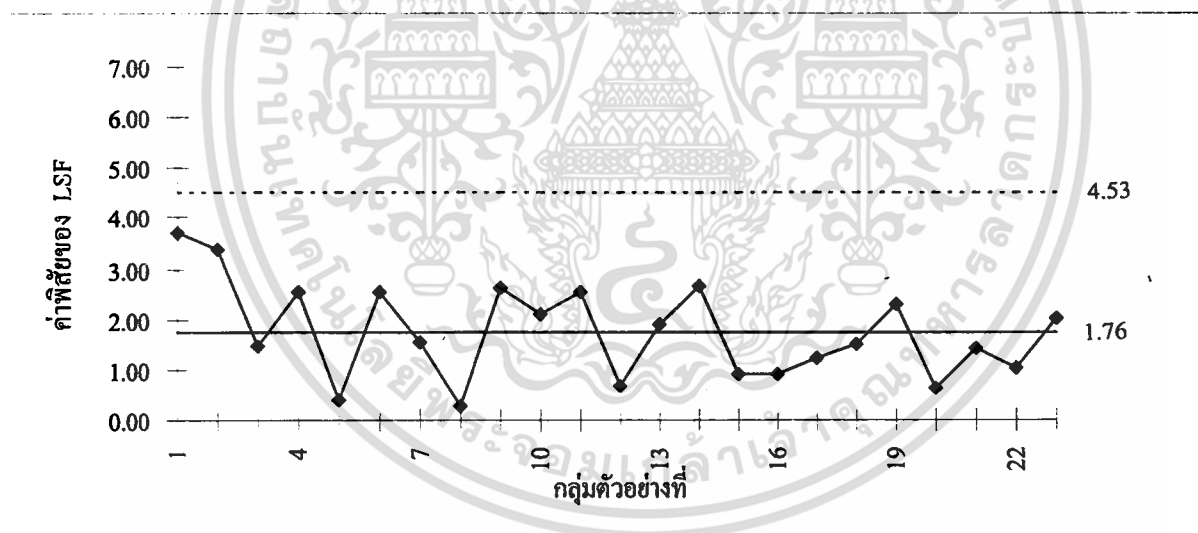
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.1.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนมิถุนายน พ. ศ. 2540

รูปที่ 4.5 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.6 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540

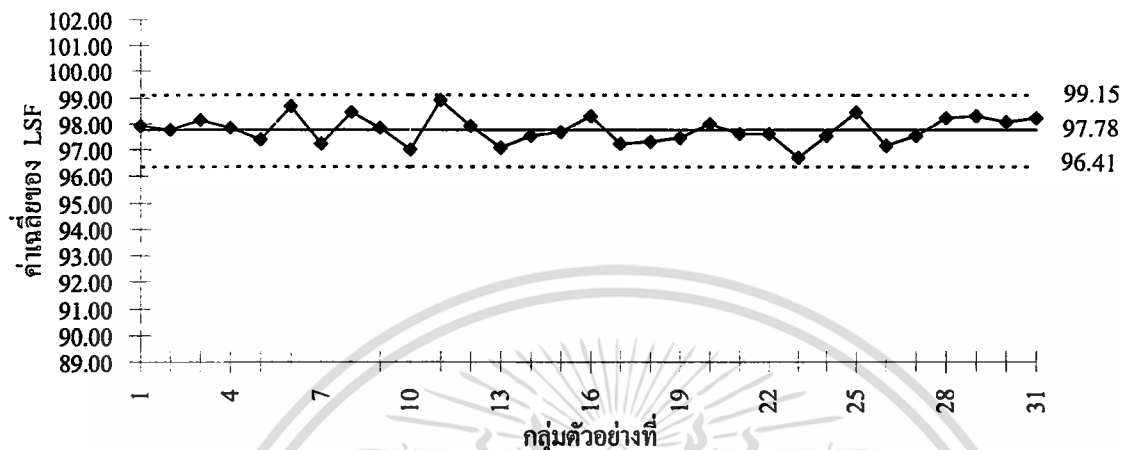


จากรูปที่ 4.5-4.6 พบว่าไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

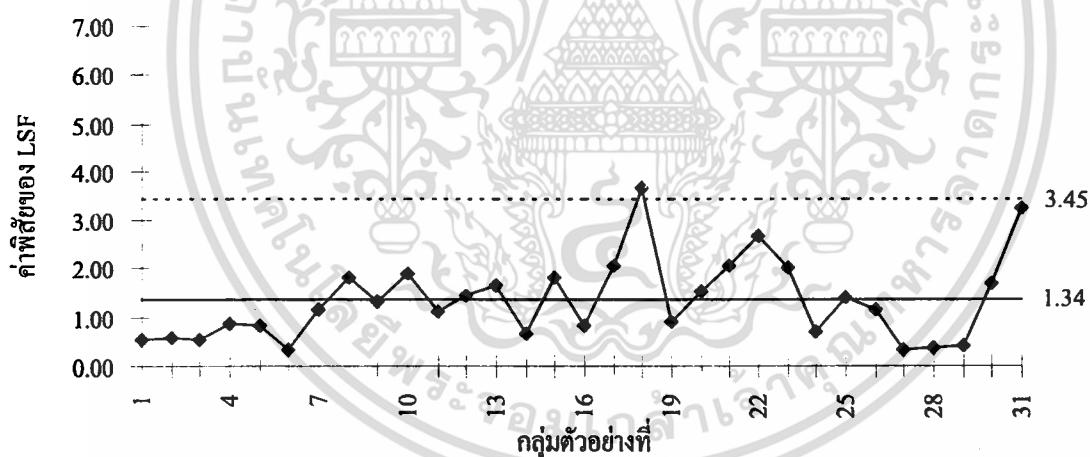
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.1.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับวันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.7 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.8 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.7 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม แต่รูปที่ 4.8 พบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือจุดที่ 18 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

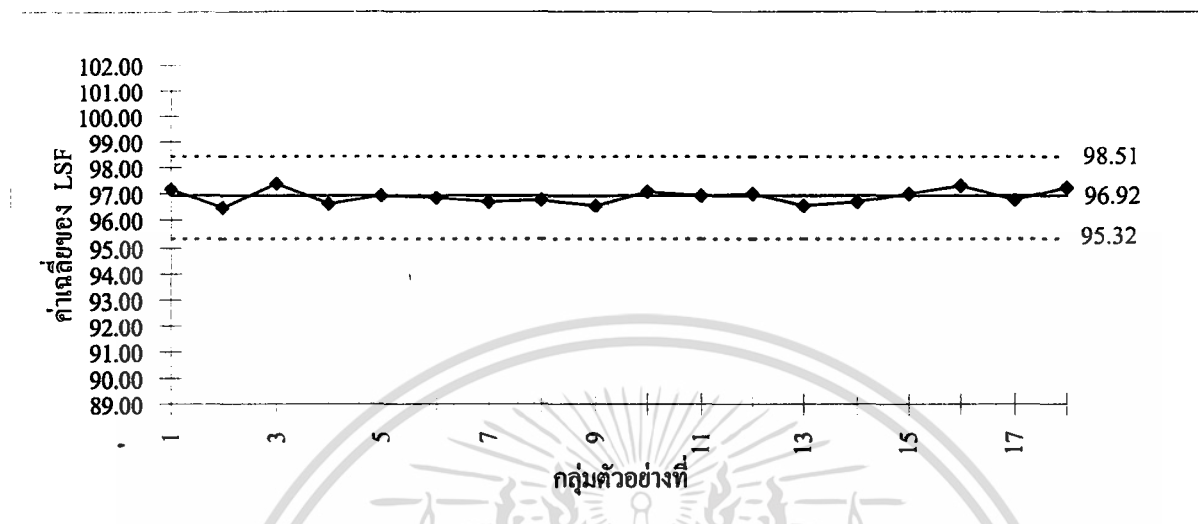
$$UCL_{\bar{X}} = 99.09, \quad CL_{\bar{X}} = 97.79, \quad LCL_{\bar{X}} = 96.50$$

$$UCL_R = 3.25, \quad CL_R = 1.26, \quad LCL_R = 0$$

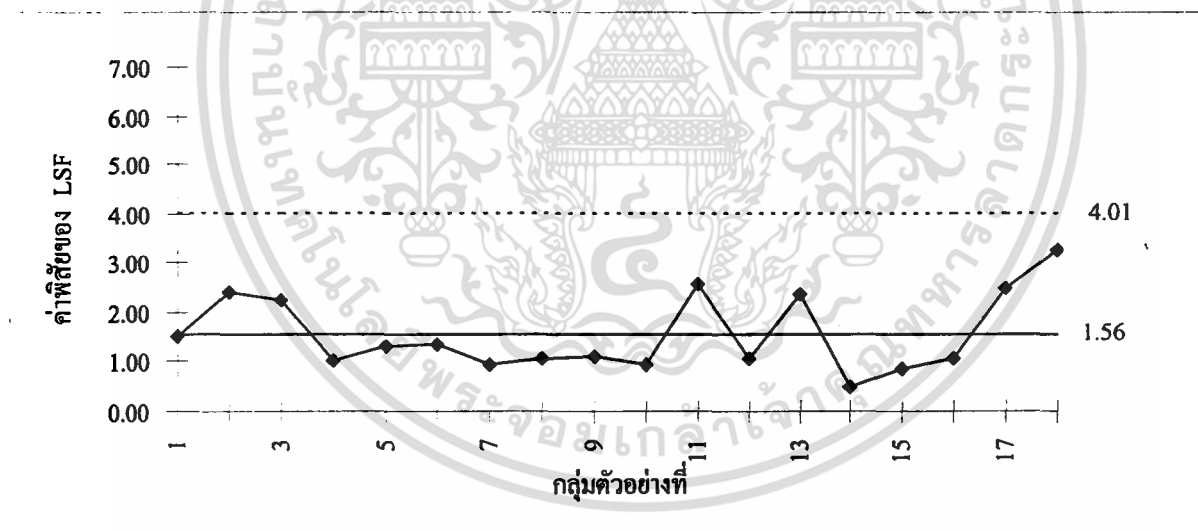
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.1.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับวันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.9 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF วันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.10 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF วันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540

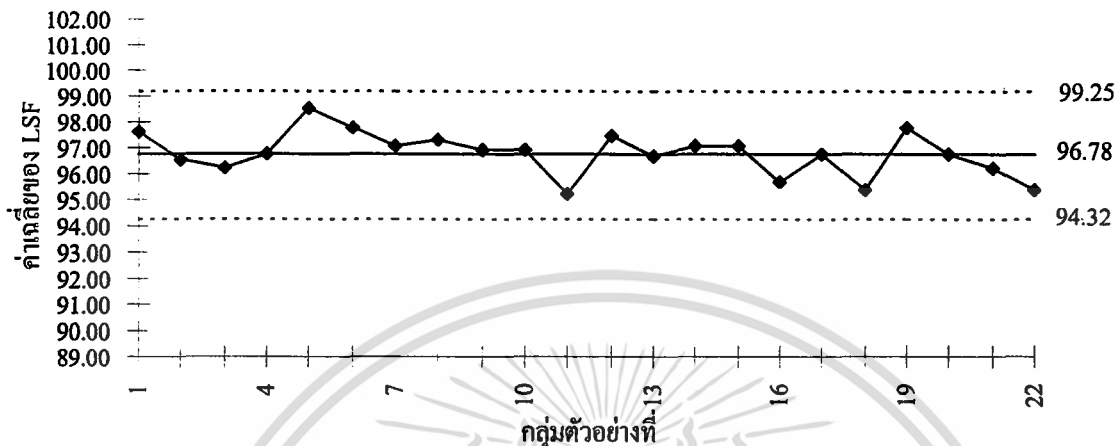


จากรูปที่ 4.9-4.10 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

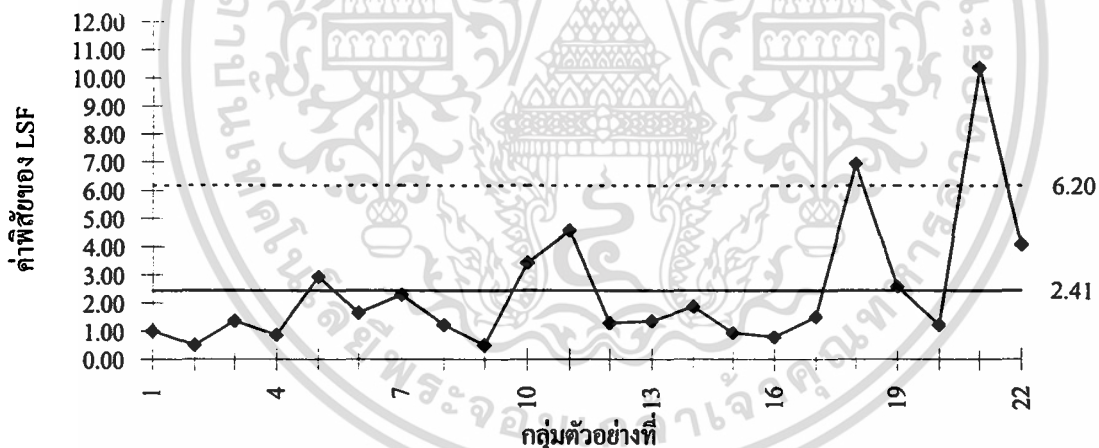
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกันยายน พ. ศ. 2540

รูปที่ 4.11 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.12 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย LSF เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.11 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม แต่รูปที่ 4.12 พบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 2 จุด คือจุดที่ 18 และ 21 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

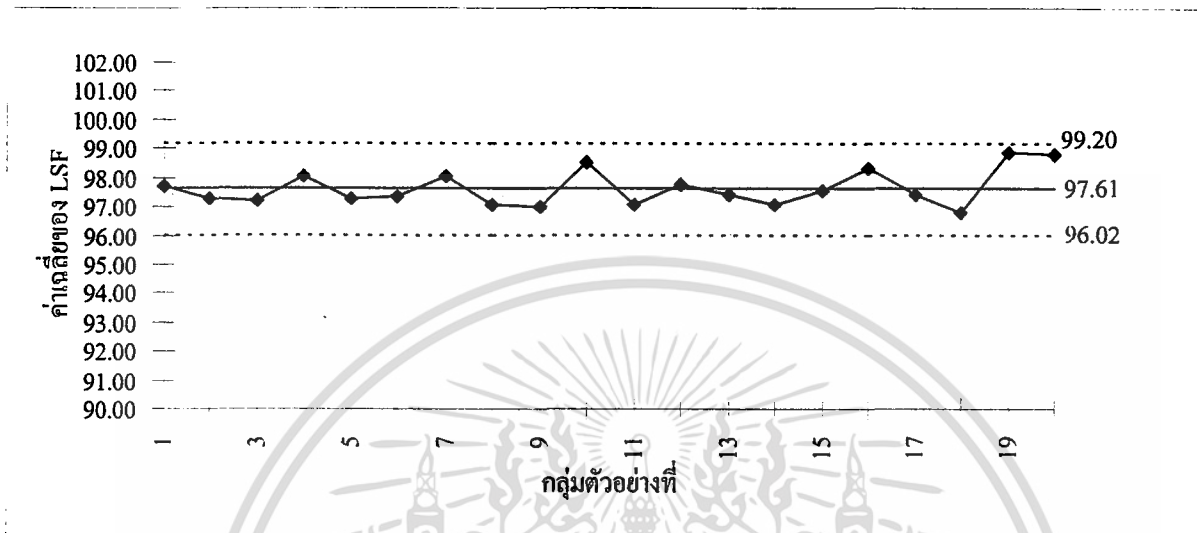
$$UCL_{\bar{x}} = 98.71, \quad CL_{\bar{x}} = 96.88, \quad LCL_{\bar{x}} = 95.06$$

$$UCL_R = 4.59, \quad CL_R = 1.78, \quad LCL_R = 0$$

## 4.1.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลรายวัน

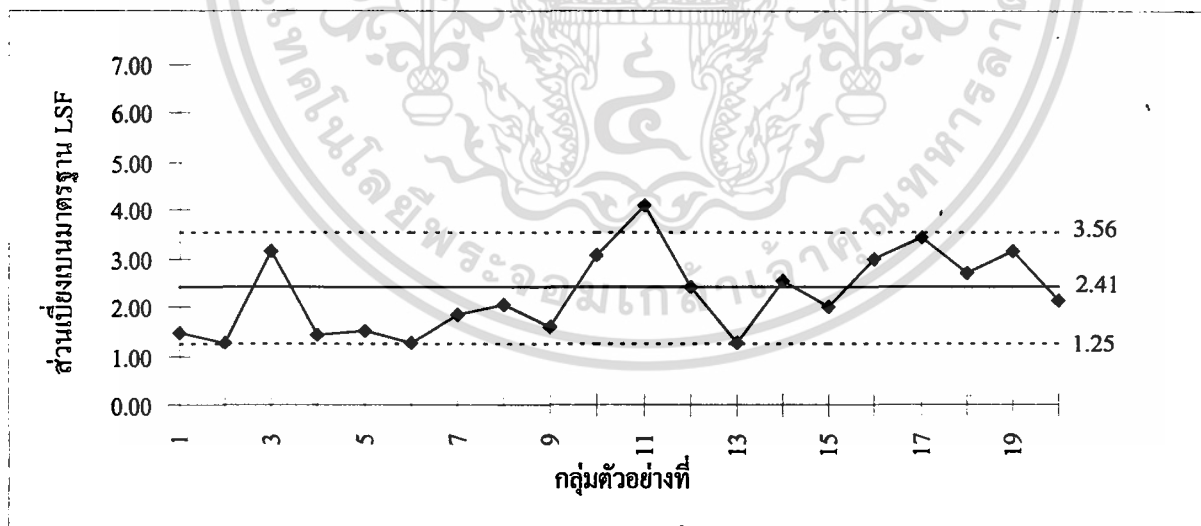
### 4.1.2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนเมษายน พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.13 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนเมษายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.13 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 19 และ 20 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

รูปที่ 4.14 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเดือนเมษายน พ.ศ. 2540



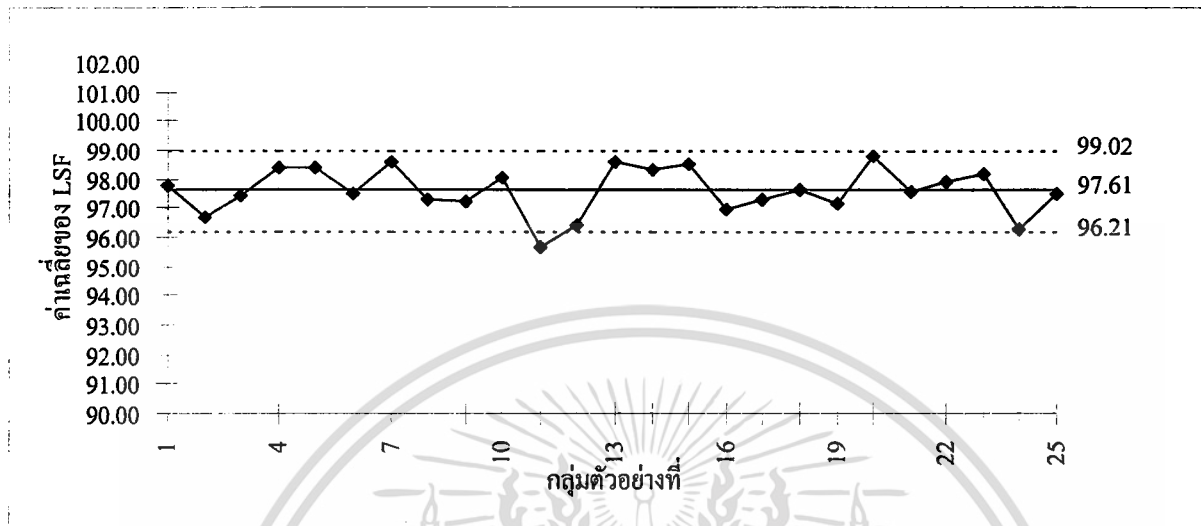
จากรูปที่ 4.14 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 11 และ 17 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 1 จุด คือจุดที่ 11 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_S = 3.36, \quad CL_S = 2.27, \quad LCL_S = 1.18$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540

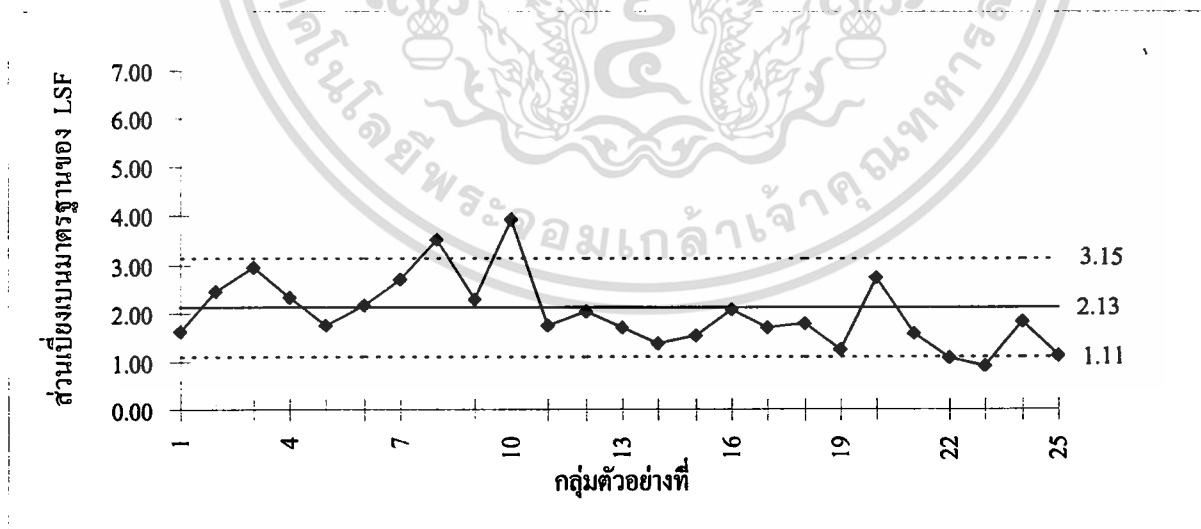
รูปที่ 4.15 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.15 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 7 จุด คือ จุดที่ 2, 7, 11, 12, 13, 20 และ 24 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือ จุดที่ 11 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{X}} = 98.98, \quad CL_{\bar{X}} = 97.71, \quad LCL_{\bar{X}} = 96.44$$

รูปที่ 4.16 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540



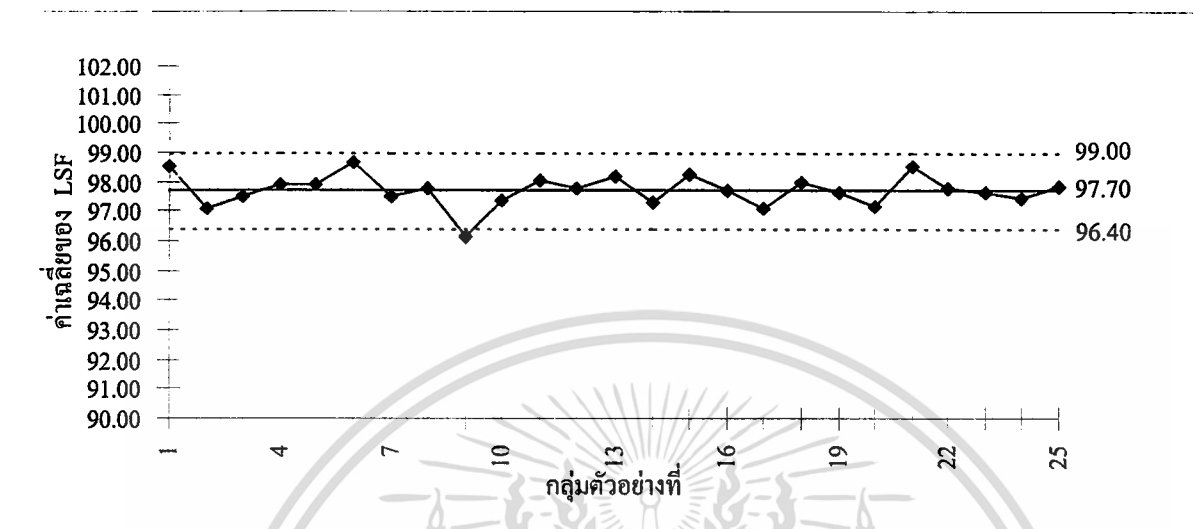
จากรูปที่ 4.16 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 3 จุด คือจุดที่ 3, 8 และ 10 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 2 จุด คือจุดที่ 8 และ 10 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 2.85, \quad CL_s = 1.92, \quad LCL_s = 1.00$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.2.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540

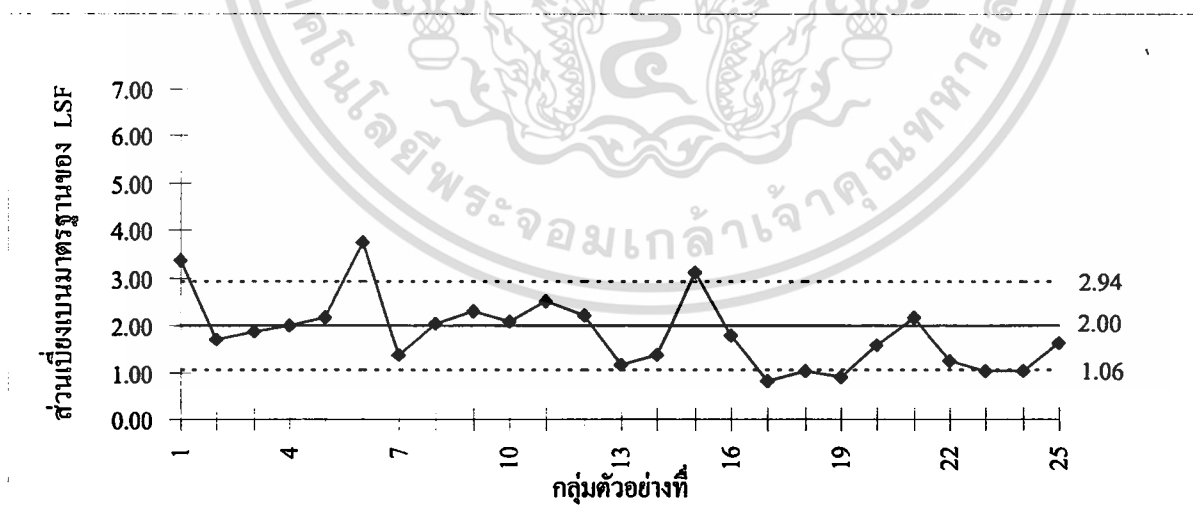
รูปที่ 4.17 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.17 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 5 จุด คือจุดที่ 1, 2, 6, 9 และ 21 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือ จุดที่ 9 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 98.88, \quad CL_{\bar{x}} = 97.77, \quad LCL_{\bar{x}} = 96.66$$

รูปที่ 4.18 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



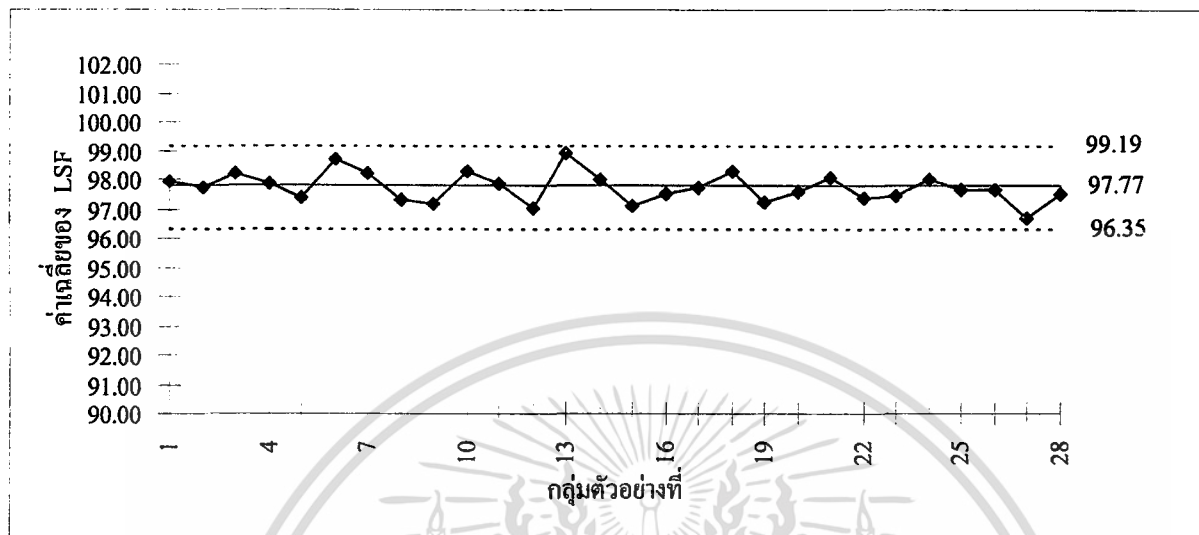
จากรูปที่ 4.18 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 3 จุด คือจุดที่ 1, 6 และ 15 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ทั้ง 3 จุดตกนอกพิสัยควบคุมบนทั้งหมด ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 2.51, \quad CL_s = 1.71, \quad LCL_s = 0.91$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

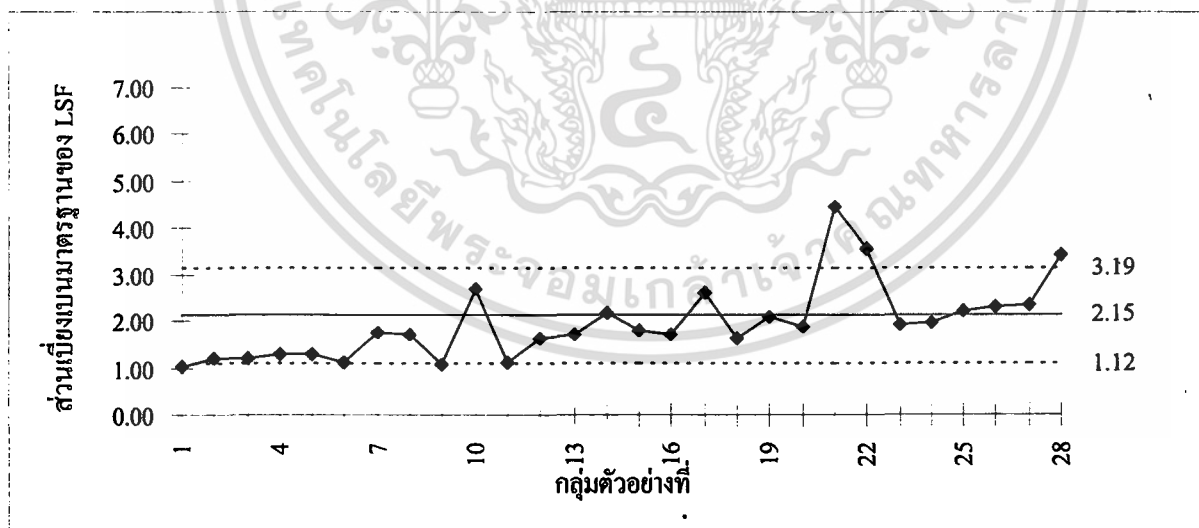
#### 4.1.2.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับวันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.19 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.19 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 13 และ 27 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

รูปที่ 4.20 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540



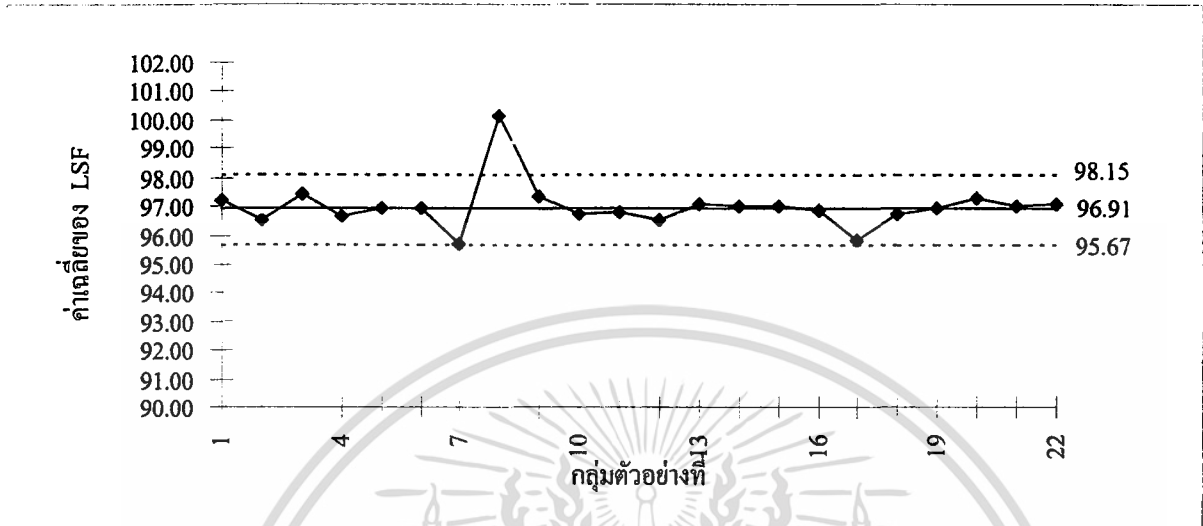
จากรูปที่ 4.20 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 3 จุด คือจุดที่ 21, 22 และ 28 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 1 จุด คือ จุดที่ 9 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_S = 2.89, \quad CL_S = 1.95, \quad LCL_S = 1.02$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.2.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับวันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540

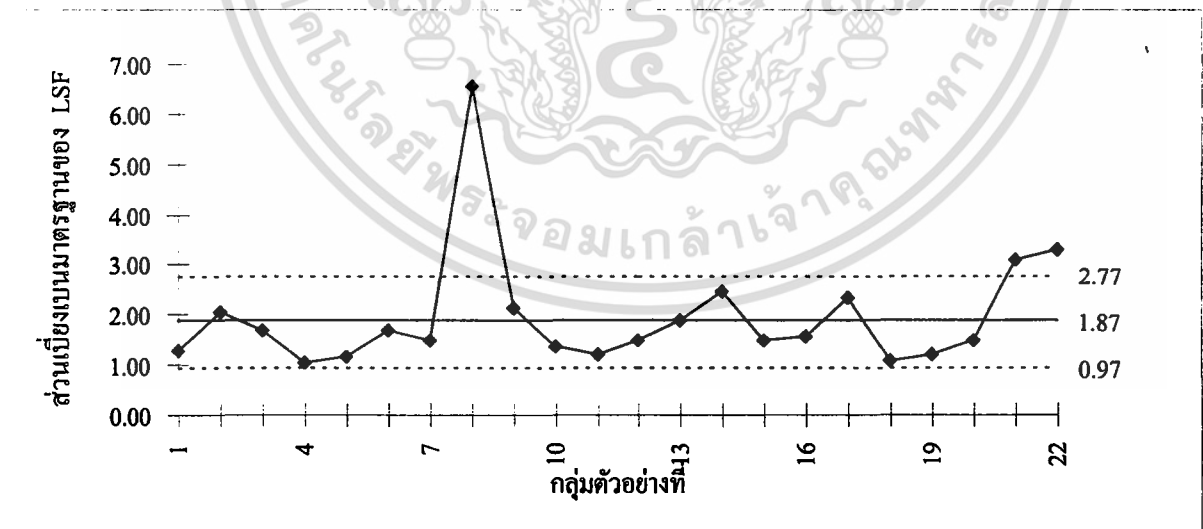
รูปที่ 4.21 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF วันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.21 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 4 จุด คือจุดที่ 2, 7, 8 และ 17 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิกัดควบคุม 2 จุด คือ จุดที่ 2 และ 17 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิกัดควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 98.20, \quad CL_{\bar{x}} = 96.96, \quad LCL_{\bar{x}} = 95.73$$

รูปที่ 4.22 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF วันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540

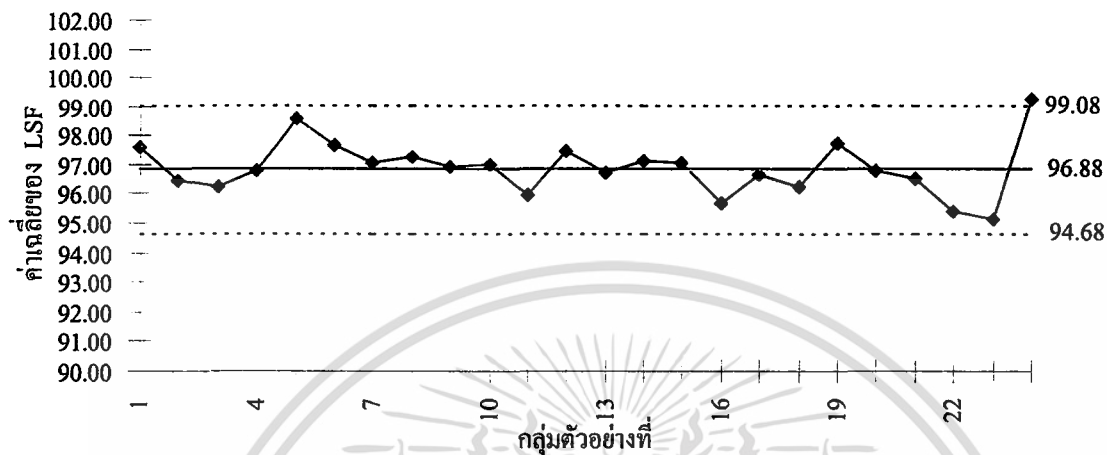


จากรูปที่ 4.22 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 4 จุด คือจุดที่ 8, 14, 21 และ 22 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิกัดควบคุมบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

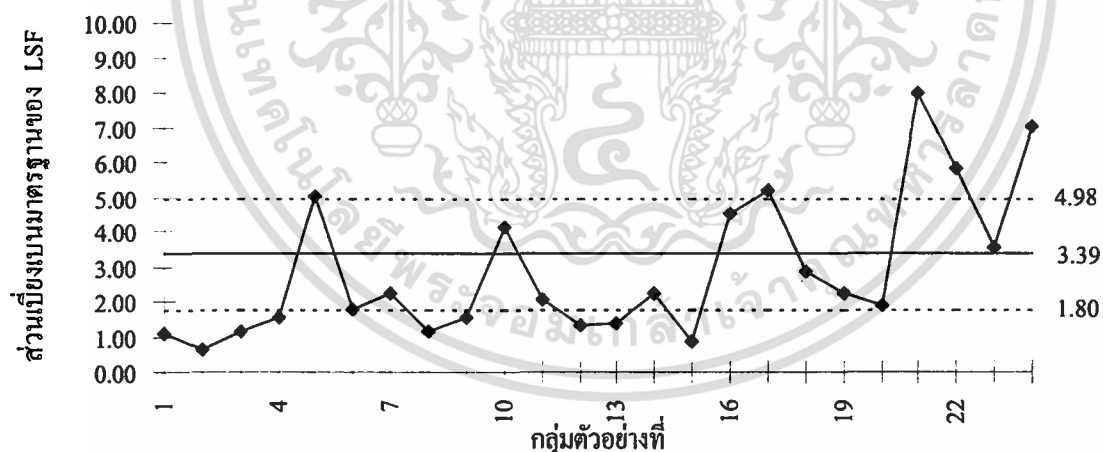
#### 4.1.2.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกันยายน พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.23 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.23 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 3 จุด คือ จุดที่ 5, 23 และ 24 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

รูปที่ 4.24 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.24 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 6 จุด คือจุดที่ 5, 16, 17, 21, 22 และ 24 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 5 จุด คือจุดที่ 5, 17, 21, 22 และ 24 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 3.40, \quad CL_s = 2.31, \quad LCL_s = 1.22$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลรายกะ

#### 4.1.3.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนเมษายน พ.ศ. 2540

จากรูปที่ 4.25 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนเมษายน พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 15 จุด คือจุดที่ 6, 16, 22, 24, 25, 28, 39, 41, 45, 46, 47, 48, 50, 53 และ 54 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือจุดที่ 45 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 100.03, \quad CL_{\bar{x}} = 97.57, \quad LCL_{\bar{x}} = 95.11$$

จากรูปที่ 4.26 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF เดือนเมษายน พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 5 จุด คือจุดที่ 21, 27, 28, 33 และ 48 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 2 จุด คือจุดที่ 28 และ 48 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 3.92, \quad CL_s = 2.08, \quad LCL_s = 0.25$$

#### 4.1.3.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540

จากรูปที่ 4.27 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 12 จุด คือจุดที่ 4, 17, 18, 22, 25, 32, 33, 35, 41, 46, 66 และ 67 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 2 จุด คือจุดที่ 25 และ 32 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 99.91, \quad CL_{\bar{x}} = 97.70, \quad LCL_{\bar{x}} = 95.49$$

จากรูปที่ 4.28 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 5 จุด คือจุดที่ 9, 20, 24, 28 และ 29 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 3 จุด คือจุดที่ 20, 24 และ 29 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 3.52, \quad CL_s = 1.87, \quad LCL_s = 0.22$$

#### 4.1.3.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540

จากรูปที่ 4.29 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 10 จุด คือจุดที่ 3, 4, 10, 18, 26, 31, 35, 45, 57 และ 60 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 4 จุด คือจุดที่ 3, 4, 18 และ 26 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{X}} = 99.49, \quad CL_{\bar{X}} = 97.69, \quad LCL_{\bar{X}} = 95.89$$

จากรูปที่ 4.30 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 5 จุด คือจุดที่ 3, 13, 18, 33 และ 41 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ทั้ง 5 จุดนั้นตกนอกพิสัยควบคุมบนทั้งหมด ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_S = 2.86, \quad CL_S = 1.52, \quad LCL_S = 0.18$$

#### 4.1.3.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับวันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540

จากรูปที่ 4.31 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 5 จุด คือจุดที่ 58, 59, 77, 90 และ 101 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 2 จุด คือจุดที่ 58 และ 59 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{X}} = 100.09, \quad CL_{\bar{X}} = 97.79, \quad LCL_{\bar{X}} = 95.43$$

จากรูปที่ 4.32 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 7 จุด คือจุดที่ 26, 49, 58, 60, 78, 79 และ 85 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 4 จุด คือจุดที่ 26, 58, 60 และ 85 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_S = 3.71, \quad CL_S = 1.98, \quad LCL_S = 0.24$$

#### 4.1.3.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับวันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540

จากรูปที่ 4.33 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF วันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540 พบว่ามีจุดที่ควรพิจารณา 13 จุด คือจุดที่ 5, 7, 19, 20, 29, 36, 37, 41, 44, 53, 56, 57 และ 58 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือจุดที่ 58 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 98.63, \quad CL_{\bar{x}} = 96.86, \quad LCL_{\bar{x}} = 95.09$$

จากรูปที่ 4.34 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF วันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540 พบว่ามีจุดที่ควรพิจารณา 7 จุด คือจุดที่ 20, 34, 36, 55, 56, 57 และ 58 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 3 จุด คือจุดที่ 20, 36 และ 58 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 2.91, \quad CL_s = 1.61, \quad LCL_s = 0.31$$

#### 4.1.3.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกันยายน พ.ศ. 2540

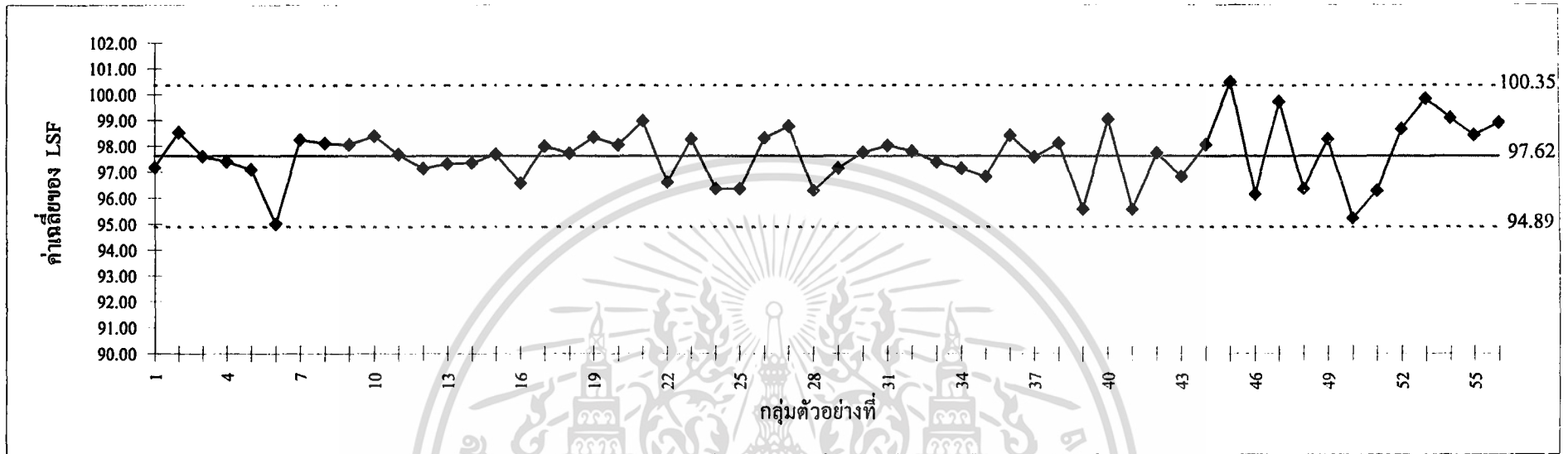
จากรูปที่ 4.35 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนกันยายน พ.ศ. 2540 พบว่ามีจุดที่ควรพิจารณา 10 จุด คือจุดที่ 14, 31, 54, 56, 61, 63, 65, 66, 69 และ 70 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 5 จุด คือจุดที่ 54, 63, 65, 66 และ 69 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 99.18, \quad CL_{\bar{x}} = 97.06, \quad LCL_{\bar{x}} = 94.95$$

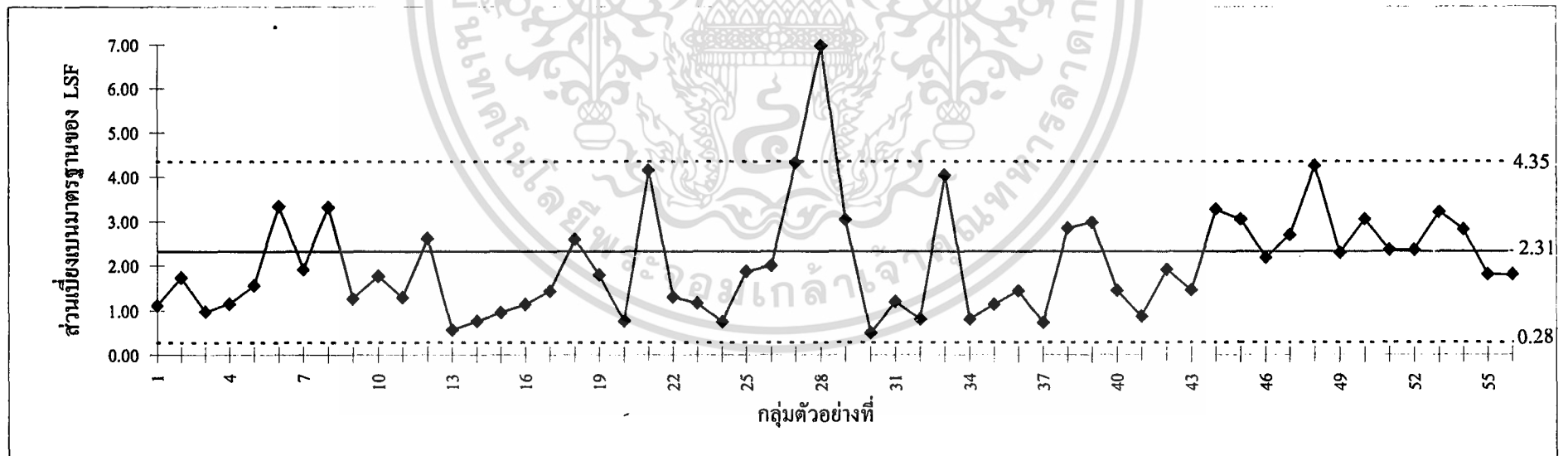
จากรูปที่ 4.36 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF เดือนกันยายน พ.ศ. 2540 พบว่ามีจุดที่ควรพิจารณา 9 จุด คือจุดที่ 14, 29, 48, 49, 50, 61, 63, 64 และ 69 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า ทั้ง 9 จุดนั้นตกนอกพิสัยควบคุมบนทั้งหมด ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 3.48, \quad CL_s = 1.92, \quad LCL_s = 0.37$$

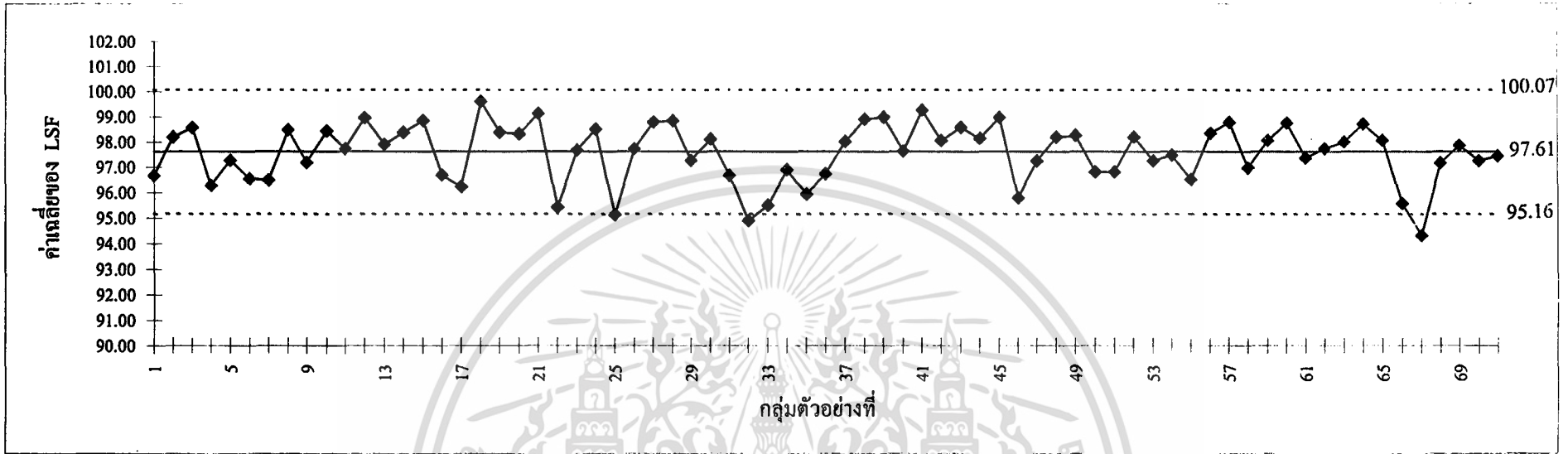
รูปที่ 4.25 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนเมษายน พ.ศ. 2540



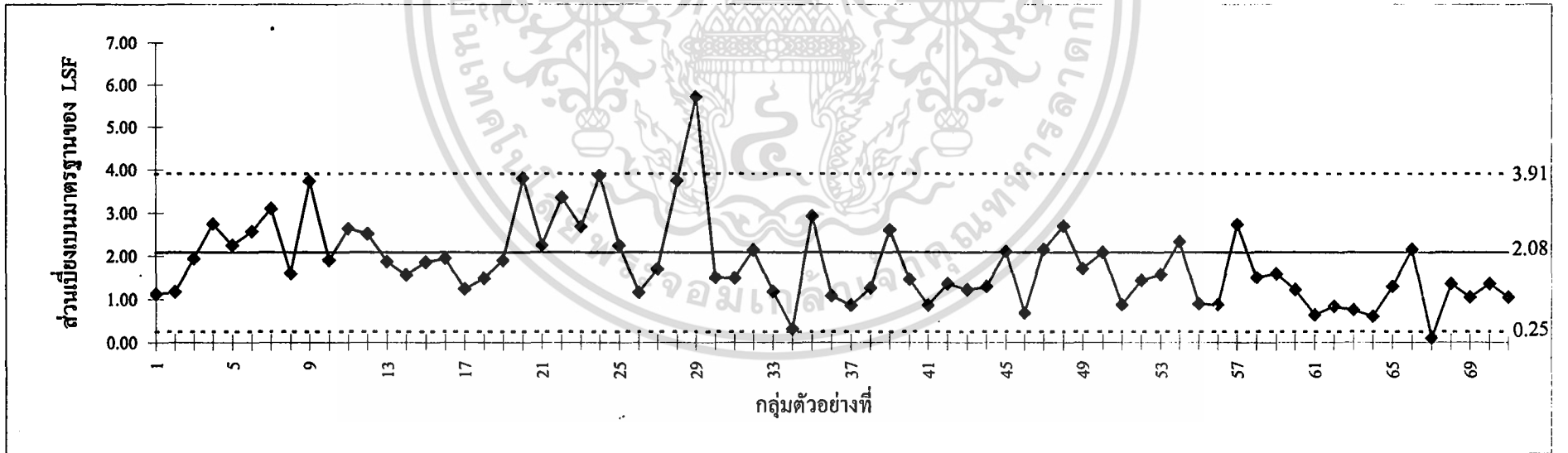
รูปที่ 4.26 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF เดือนเมษายน พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.27 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540



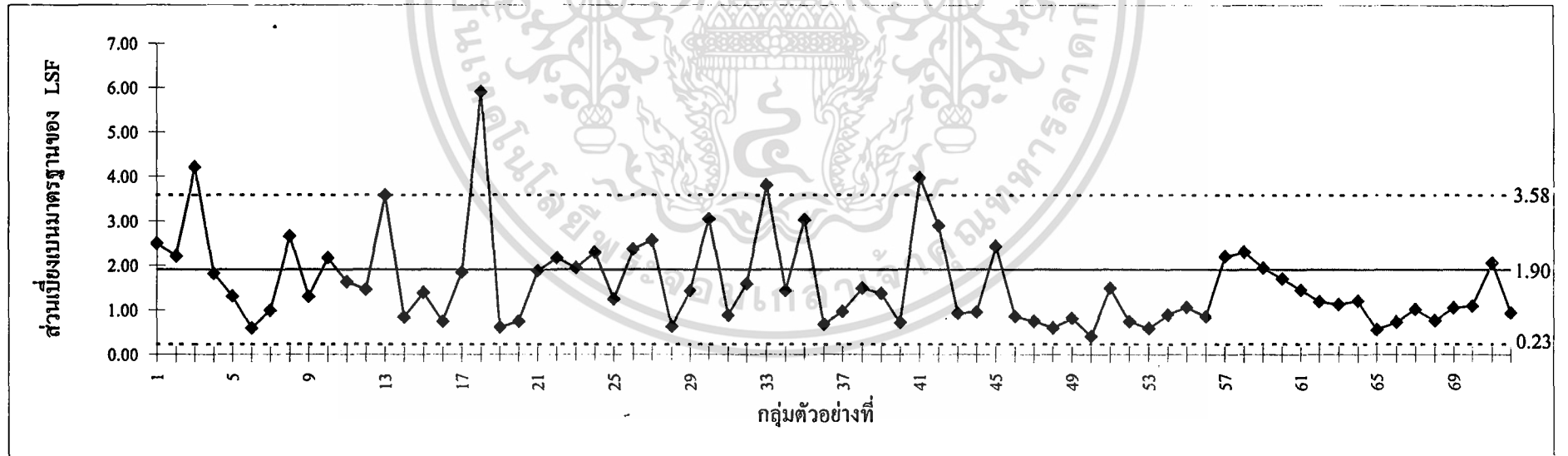
รูปที่ 4.28 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540



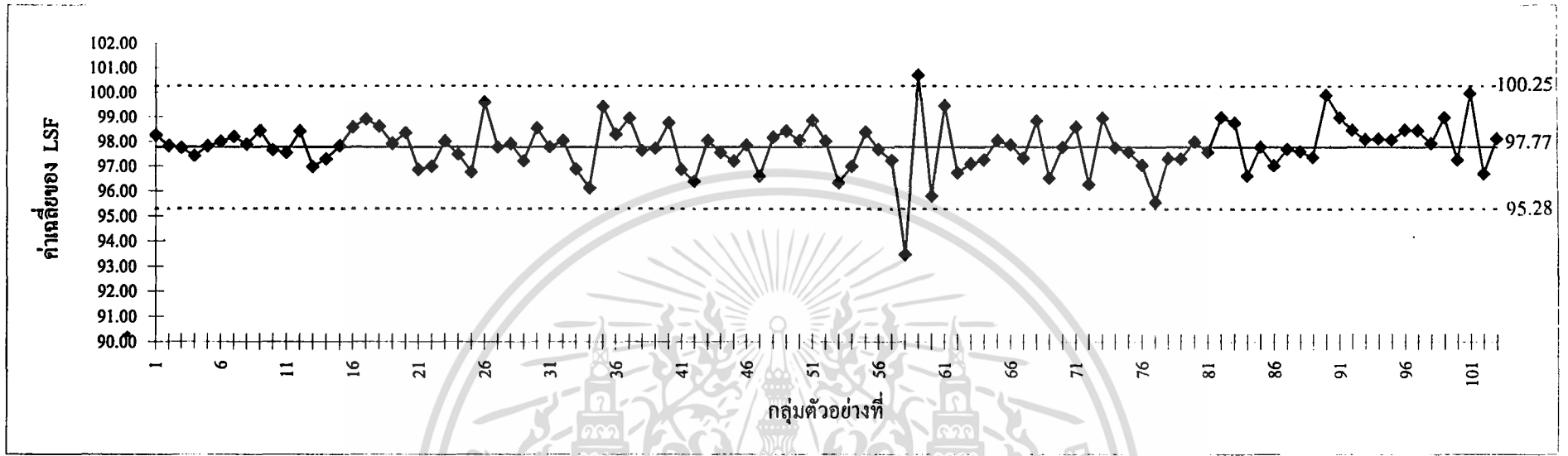
รูปที่ 4.29 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



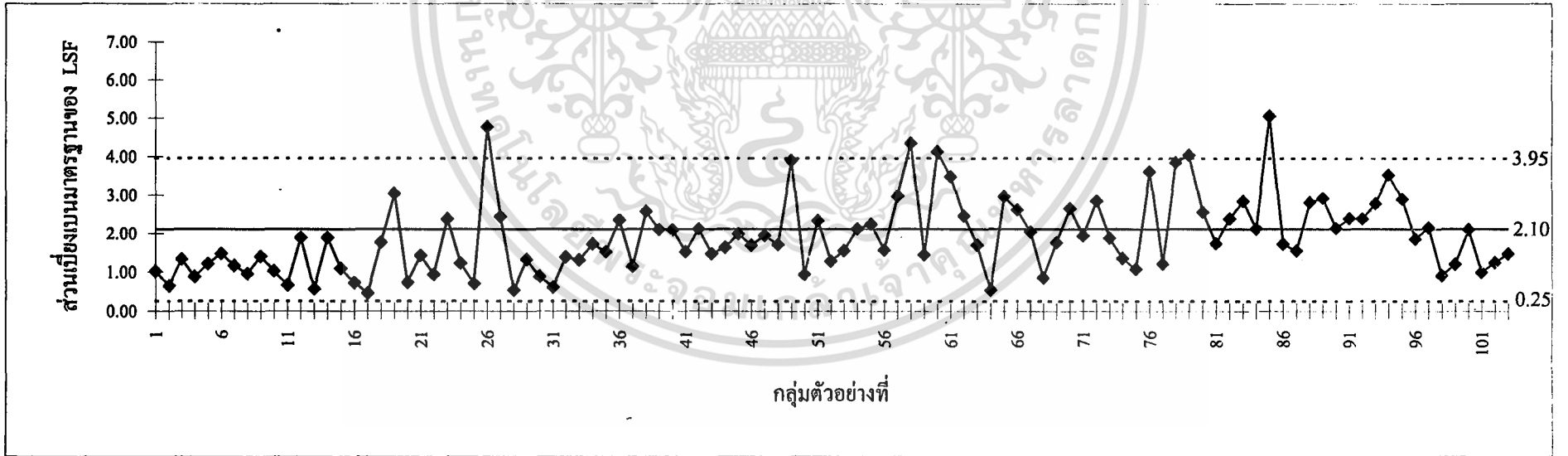
รูปที่ 4.30 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



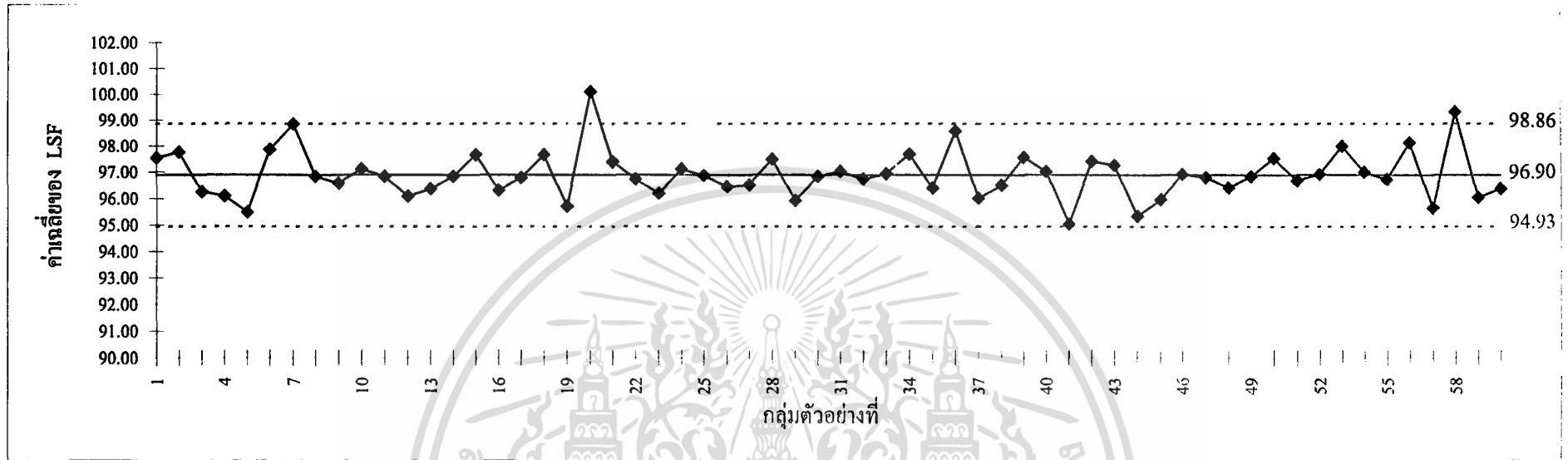
รูปที่ 4.31 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540



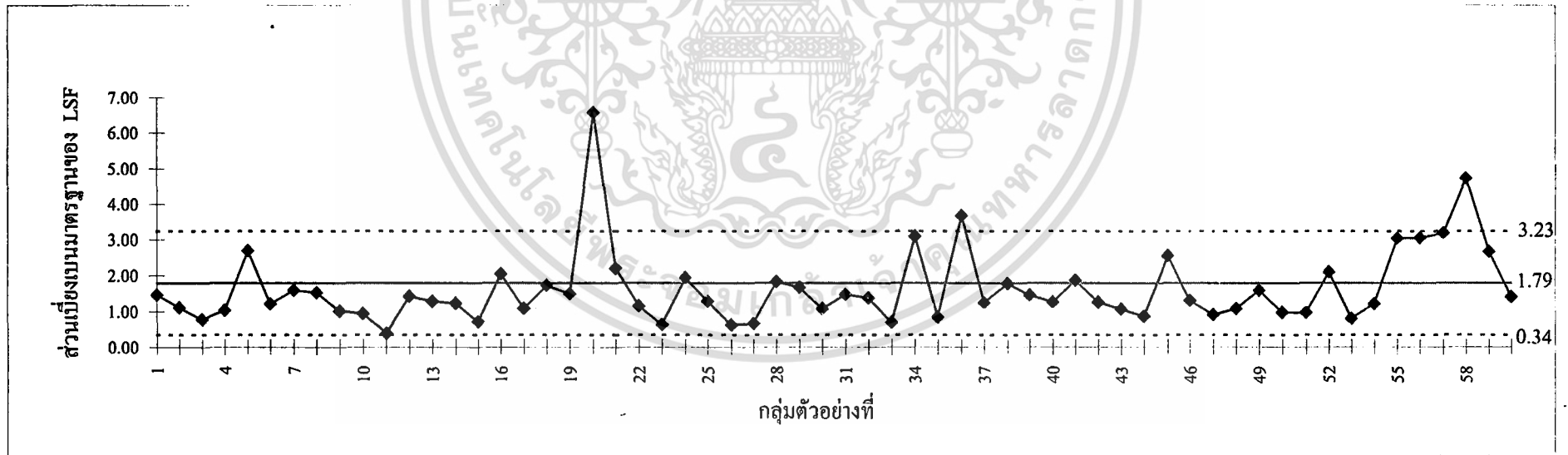
รูปที่ 4.32 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 8 สิงหาคม พ.ศ. 2540



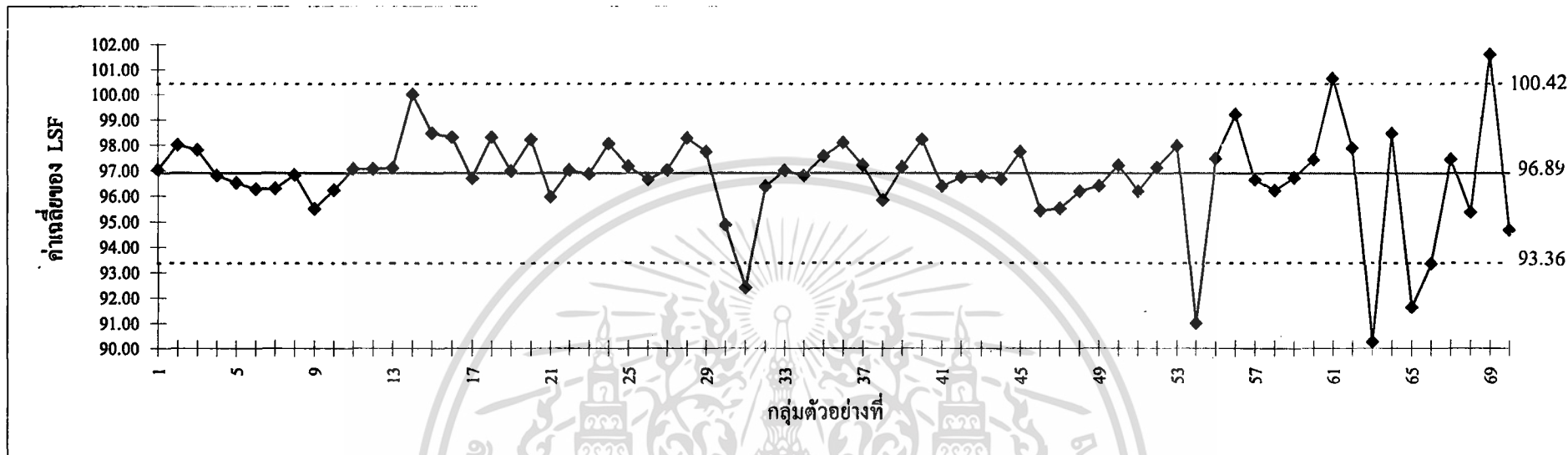
รูปที่ 4.33 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF วันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540



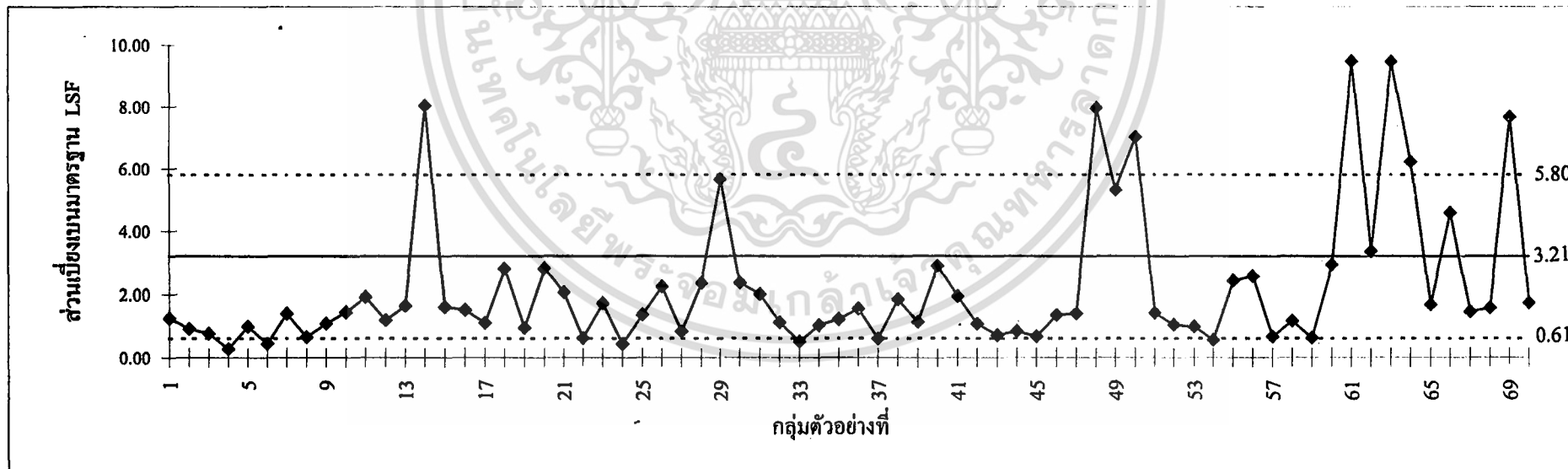
รูปที่ 4.34 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF วันที่ 9-31 สิงหาคม พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.35 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.36 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF เดือนกันยายน พ.ศ. 2540

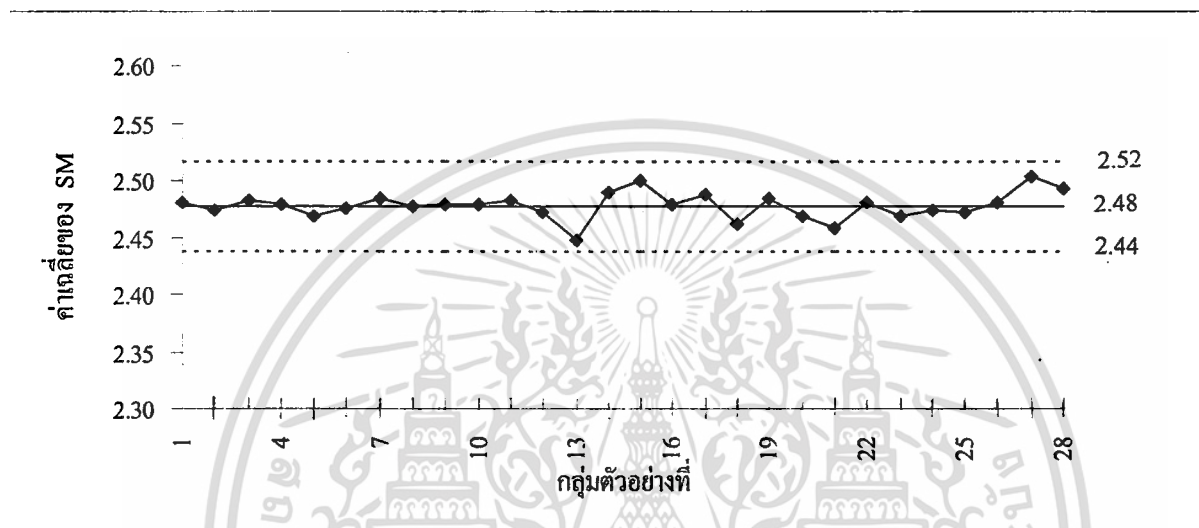


## 4.2 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพของ SM

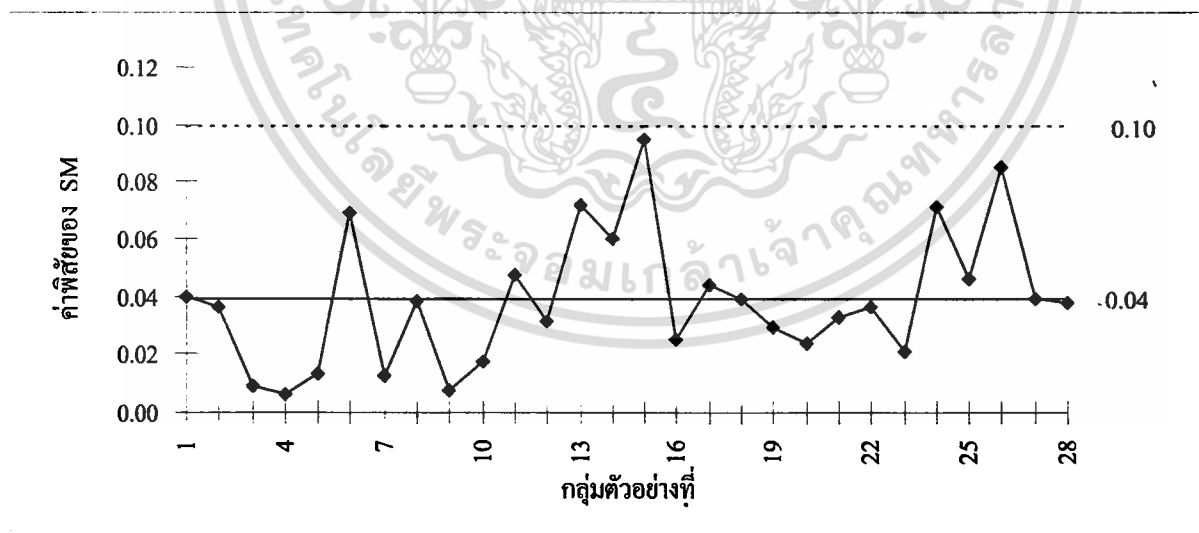
### 4.2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

#### 4.2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับวันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.37 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM วันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.38 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM วันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540

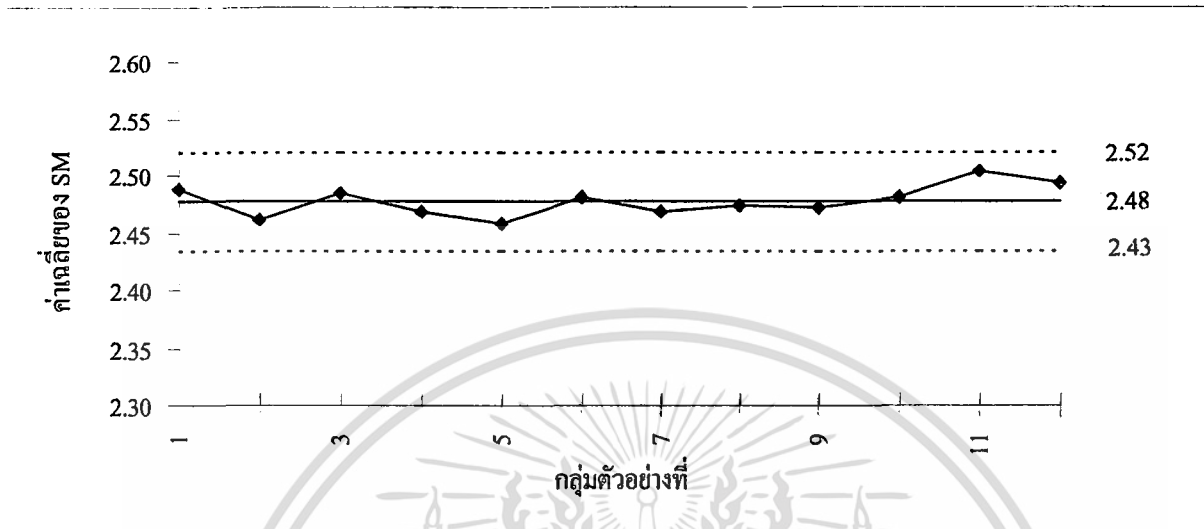


จากรูปที่ 4.37-4.38 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

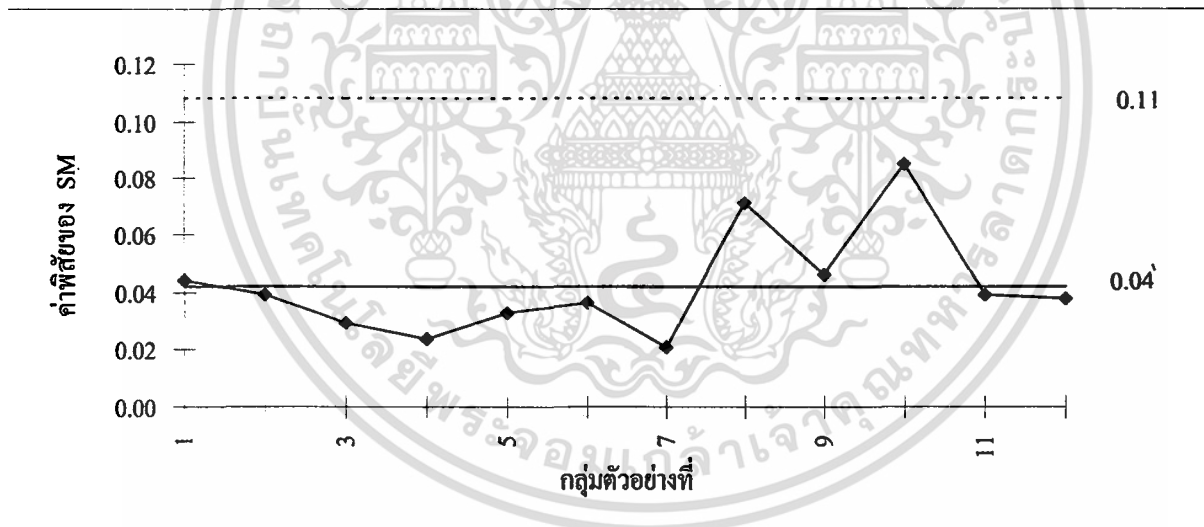
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.1.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับวันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.39 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM วันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.40 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM วันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540

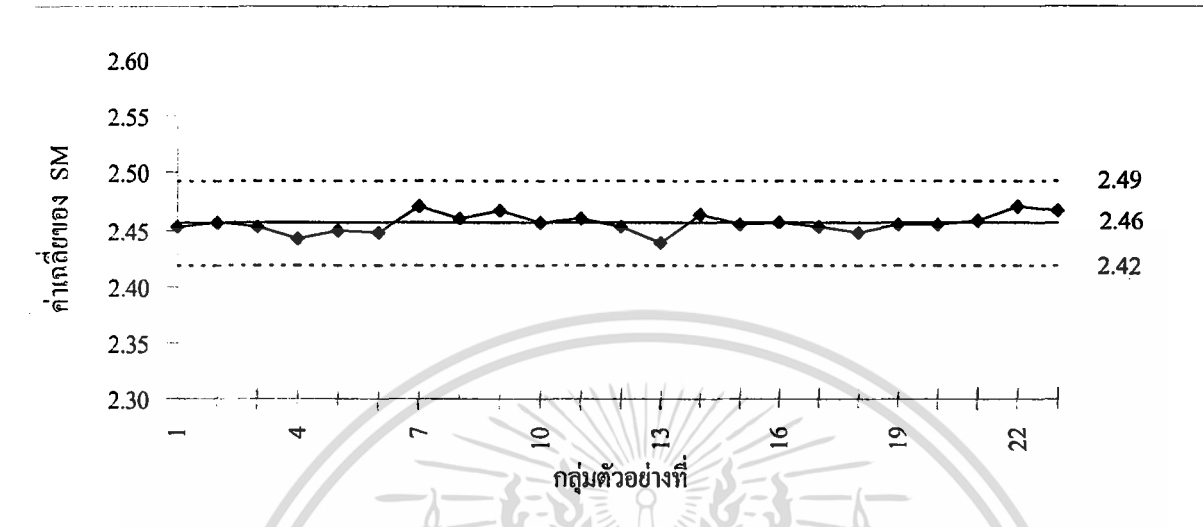


จากรูปที่ 4.39-4.40 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.2.1.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.41 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.42 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.41 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม แต่รูปที่ 4.42 พบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือจุดที่ 13 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

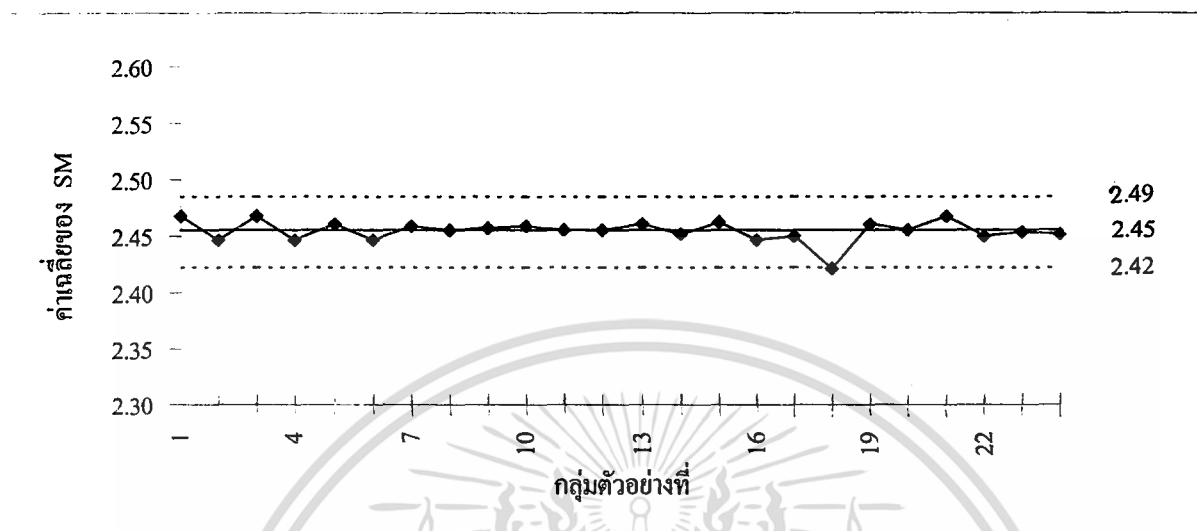
$$UCL_{\bar{X}} = 2.49, \quad CL_{\bar{X}} = 2.46, \quad LCL_{\bar{X}} = 2.42$$

$$UCL_R = 0.08, \quad CL_R = 0.03, \quad LCL_R = 0$$

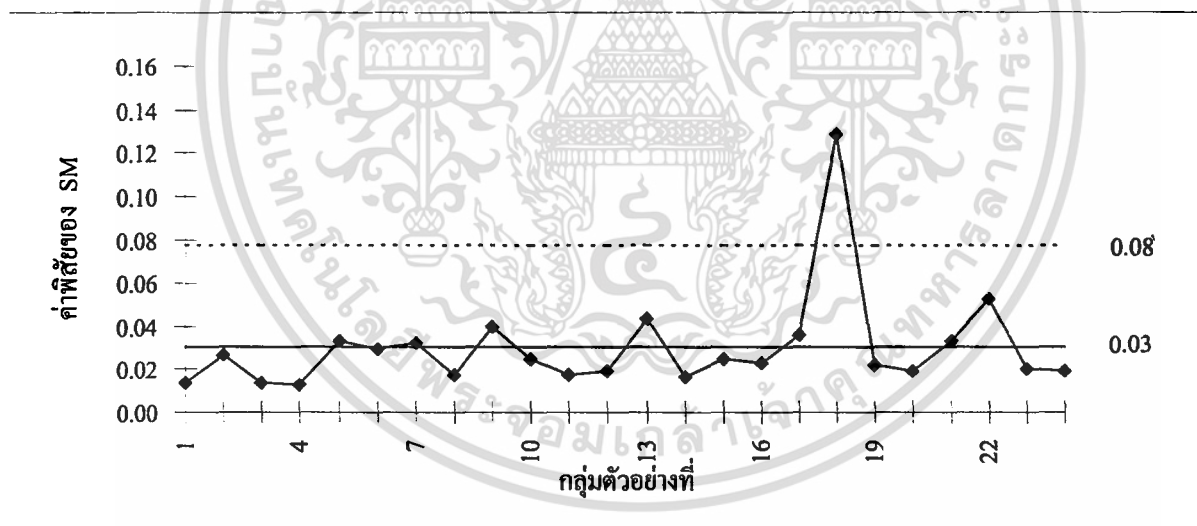
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.1.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.43 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.44 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540



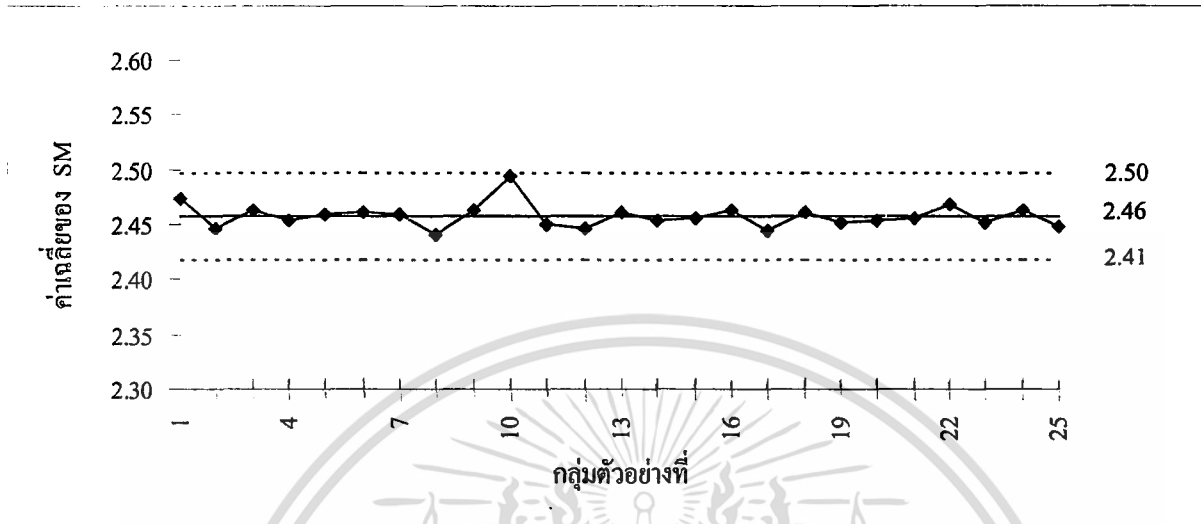
จากรูปที่ 4.43 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม แต่รูปที่ 4.44 พบว่ามีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือจุดที่ 18 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$\begin{aligned}
 UCL_{\bar{X}} &= 2.48, & CL_{\bar{X}} &= 2.46, & LCL_{\bar{X}} &= 2.43 \\
 UCL_R &= 0.07, & CL_R &= 0.03, & LCL_R &= 0
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.1.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.45 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.46 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.45 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม แต่รูปที่ 4.46 พบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือจุดที่ 25 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

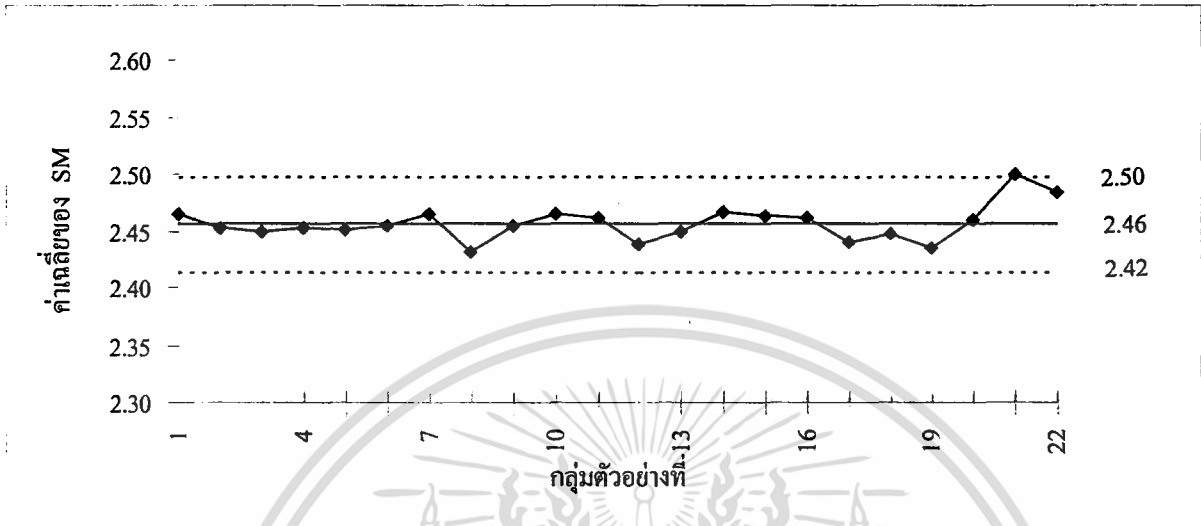
$$UCL_{\bar{X}} = 2.49, \quad CL_{\bar{X}} = 2.46, \quad LCL_{\bar{X}} = 2.42$$

$$UCL_R = 0.09, \quad CL_R = 0.03, \quad LCL_R = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.1.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกันยายน พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.47 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.48 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.47 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม แต่รูปที่ 4.48 พบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือจุดที่ 21 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{X}} = 2.49, \quad CL_{\bar{X}} = 2.45, \quad LCL_{\bar{X}} = 2.42$$

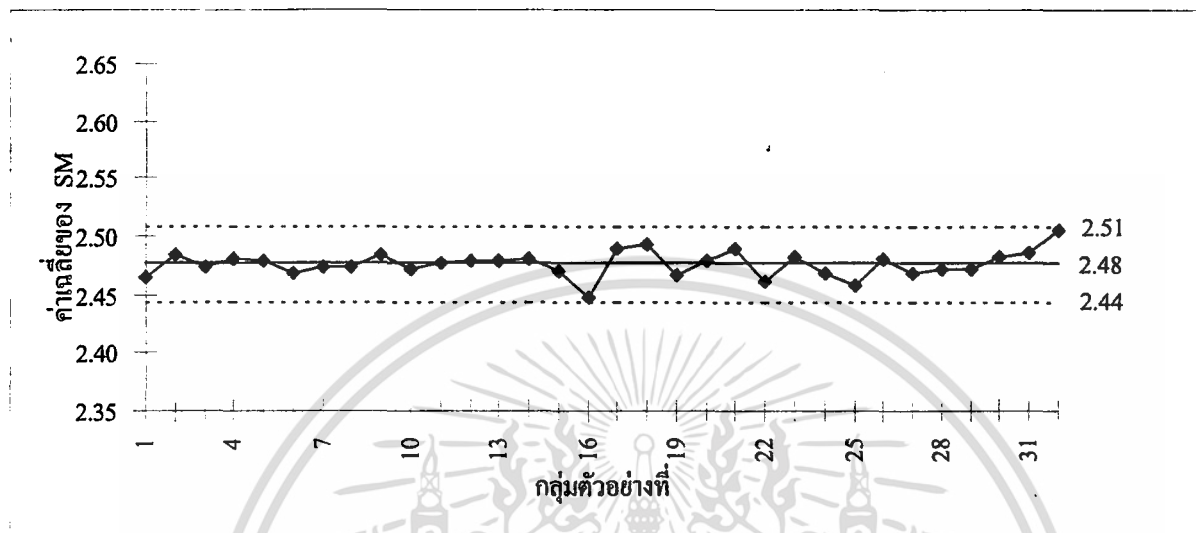
$$UCL_R = 0.09, \quad CL_R = 0.03, \quad LCL_R = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลรายวัน

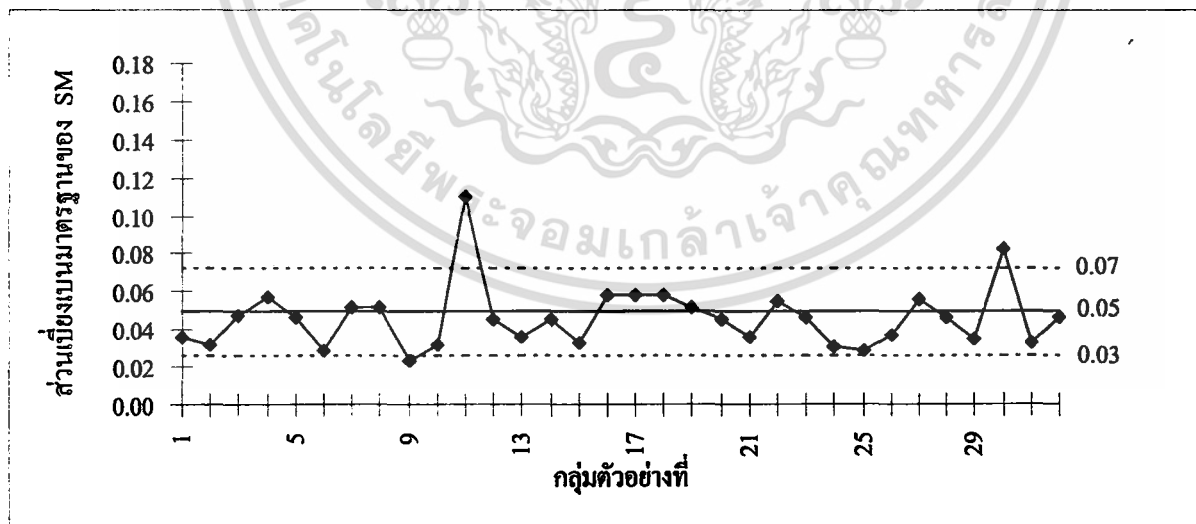
### 4.2.2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับวันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.49 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM วันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.49 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 16 และ 31 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่าไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

รูปที่ 4.50 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM วันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540



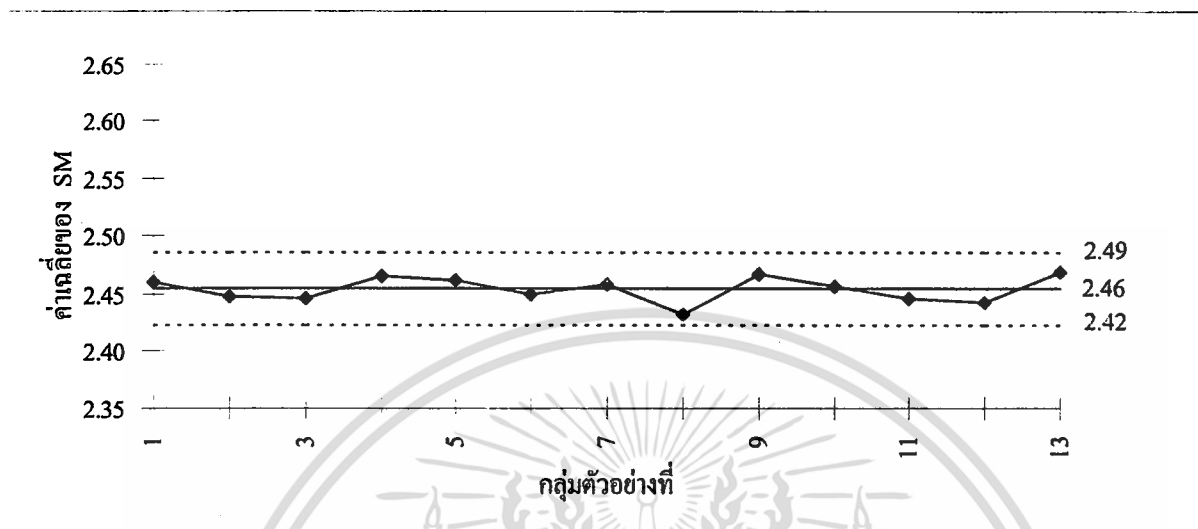
จากรูปที่ 4.50 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 11 และ 30 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 2 จุด คือจุดที่ 11 และ 30 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.07, \quad CL_s = 0.04, \quad LCL_s = 0.02$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

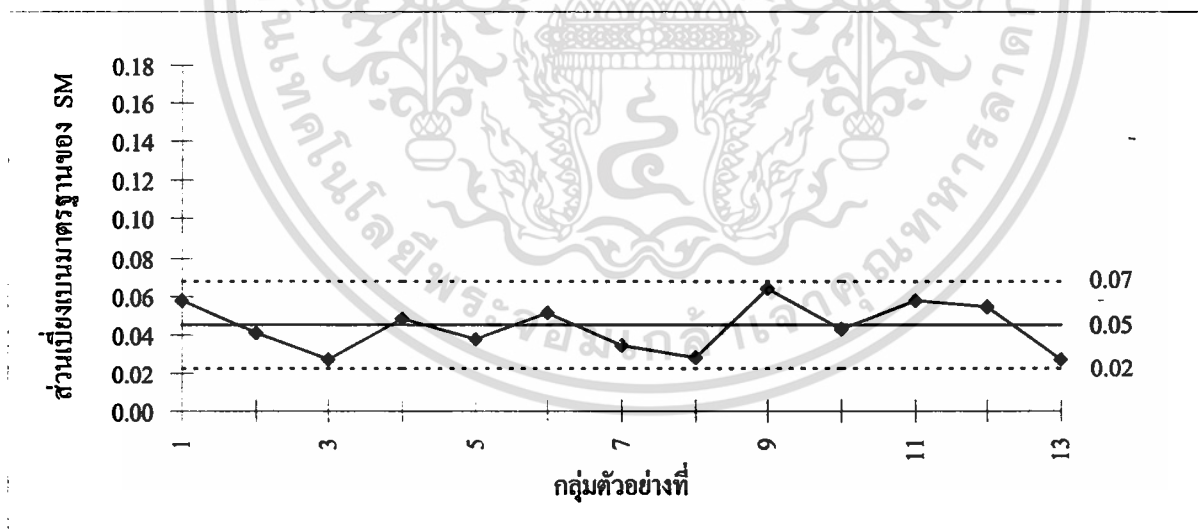
#### 4.2.2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับวันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.51 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM วันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.51 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 1 จุด คือ จุดที่ 8 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

รูปที่ 4.52 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM วันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540

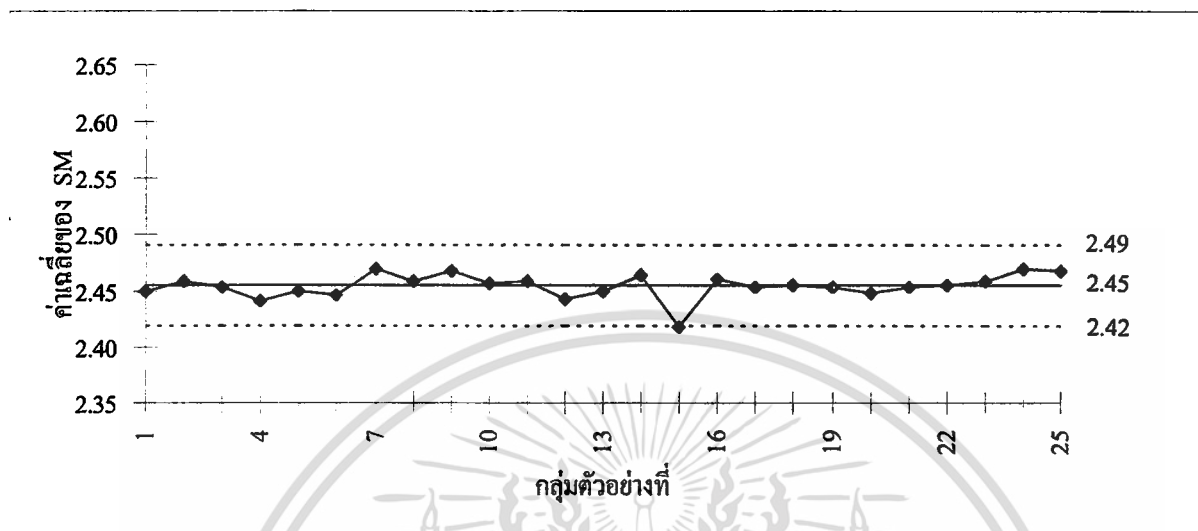


จากรูปที่ 4.52 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 1 จุด คือจุดที่ 9 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

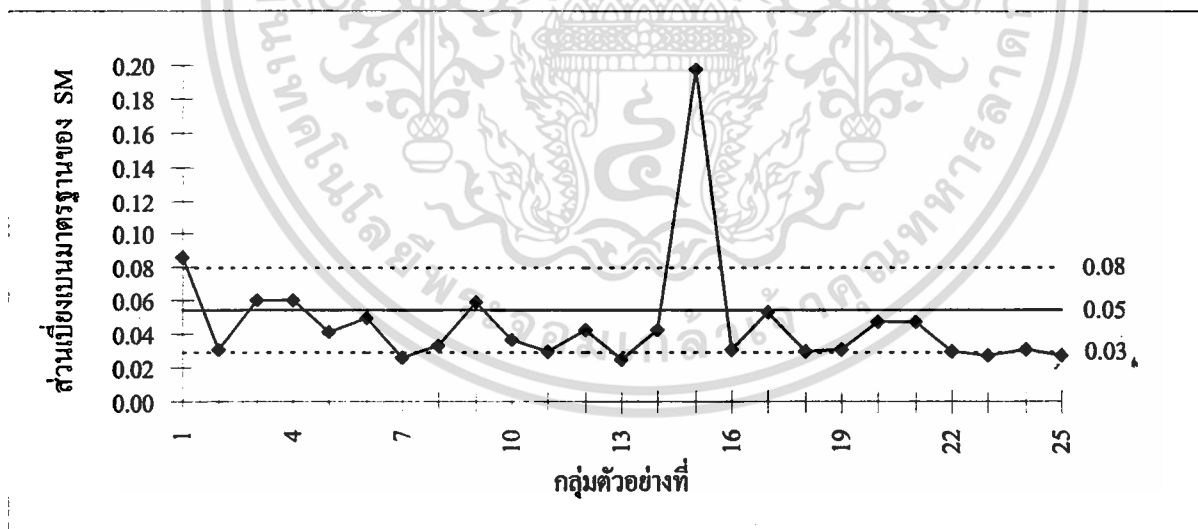
### 4.2.2.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.53 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.53 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 1 จุด คือจุดที่ 15 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

รูปที่ 4.54 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



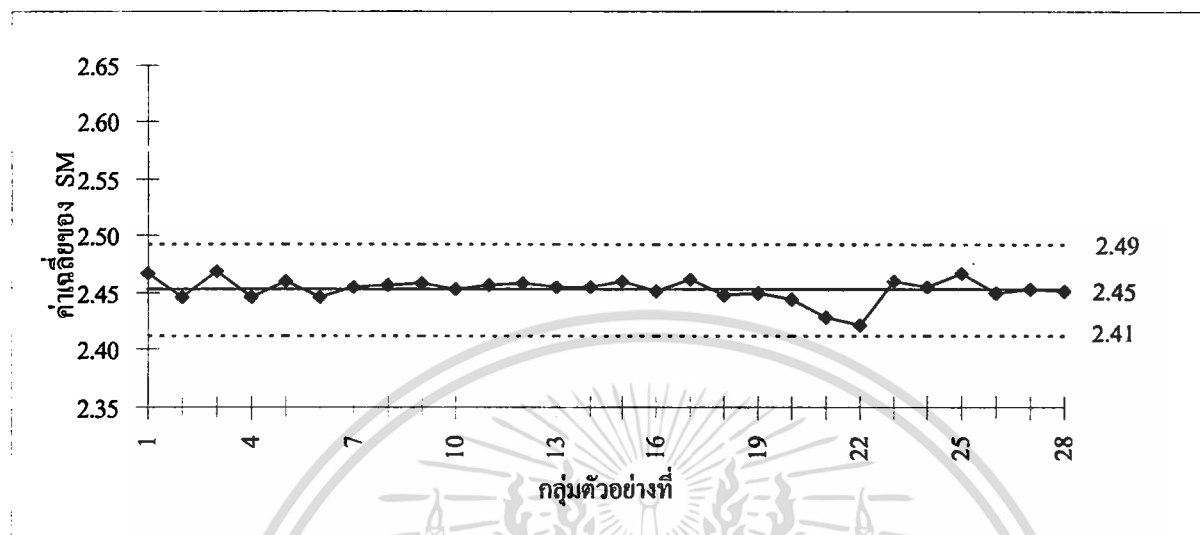
จากรูปที่ 4.54 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 1 และ 15 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 2 จุด คือจุดที่ 1 และ 15 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_S = 0.06 , \quad CL_S = 0.04 , \quad LCL_S = 0.02$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

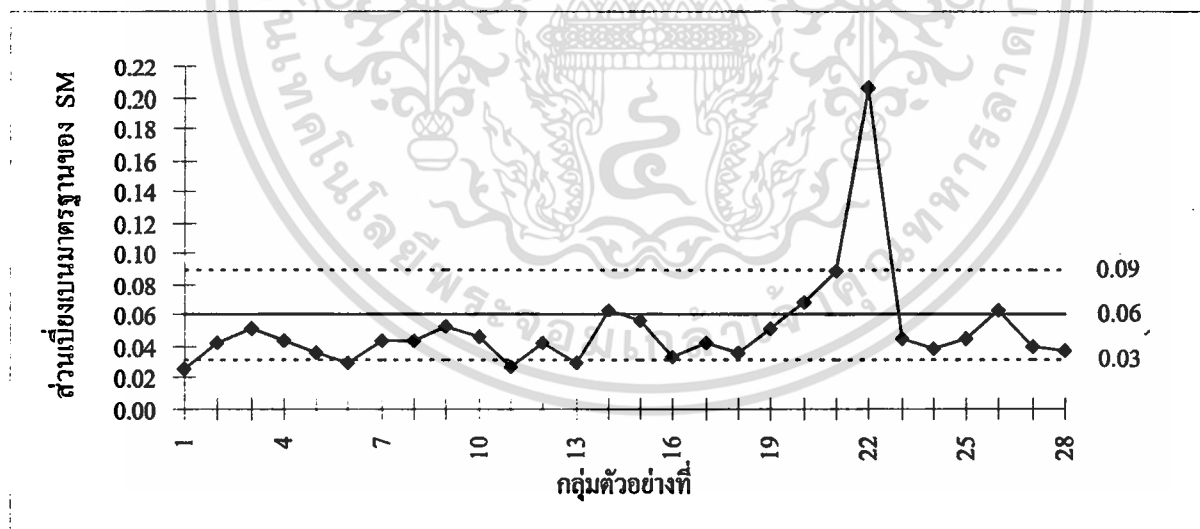
#### 4.2.2.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540

##### รูปที่ 4.55 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.55 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 21 และ 22 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

##### รูปที่ 4.56 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540



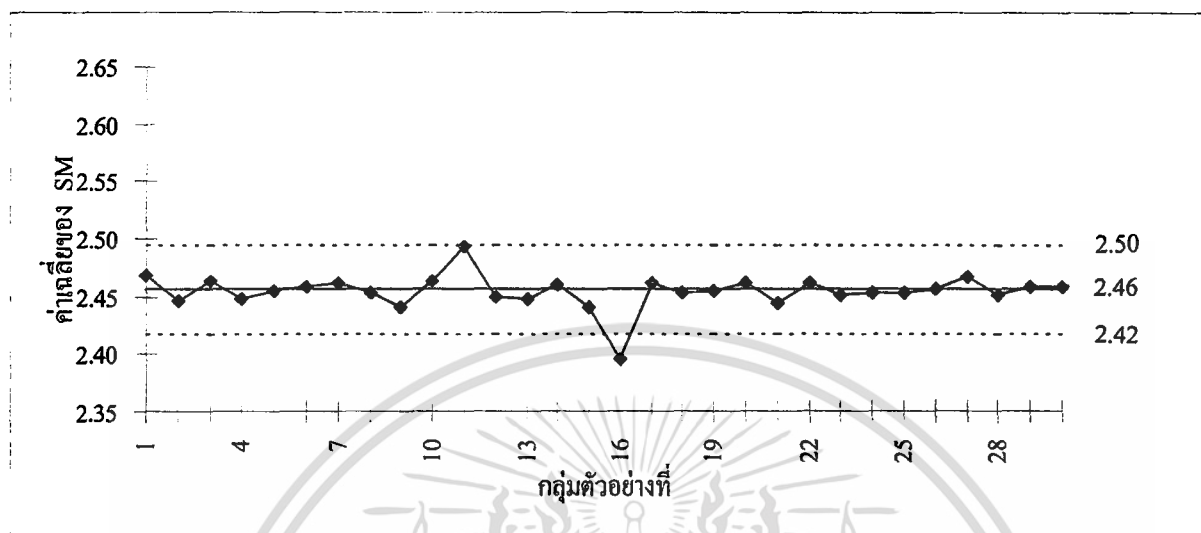
จากรูปที่ 4.56 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 21 และ 22 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 1 จุด คือจุดที่ 22 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.07, \quad CL_s = 0.05, \quad LCL_s = 0.02$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

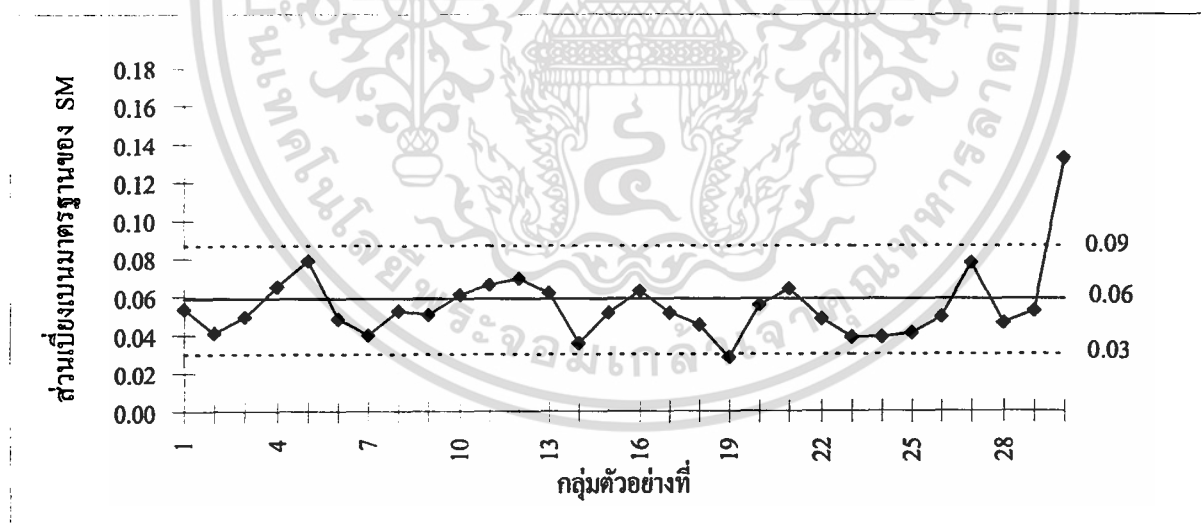
#### 4.2.2.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.57 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.57 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 11 และ 16 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

รูปที่ 4.58 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540

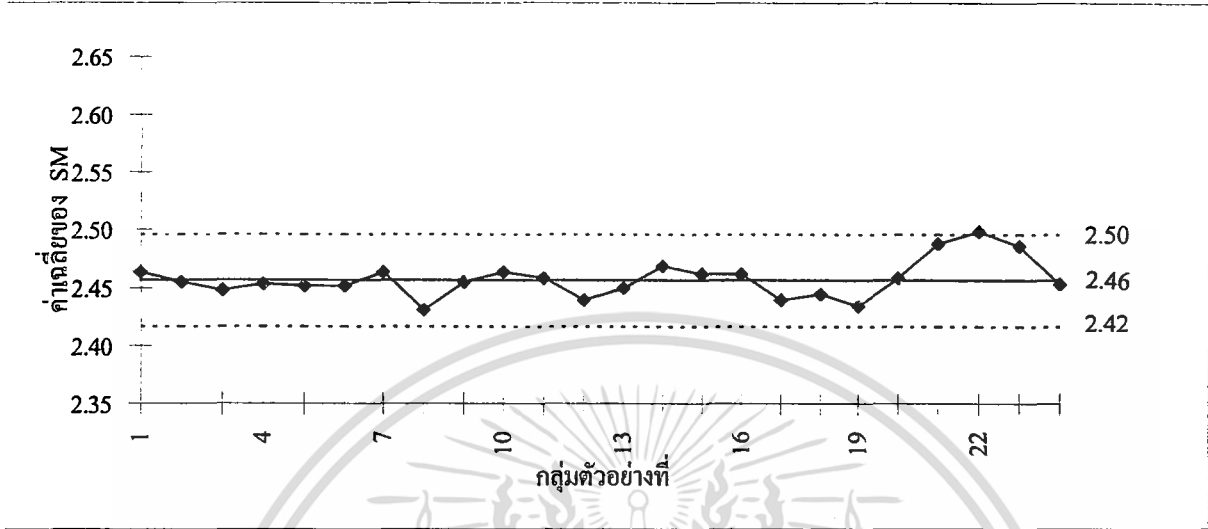


จากรูปที่ 4.58 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 1 จุด คือจุดที่ 30 เมื่อพิจารณาที่ละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกันยายน พ.ศ. 2540

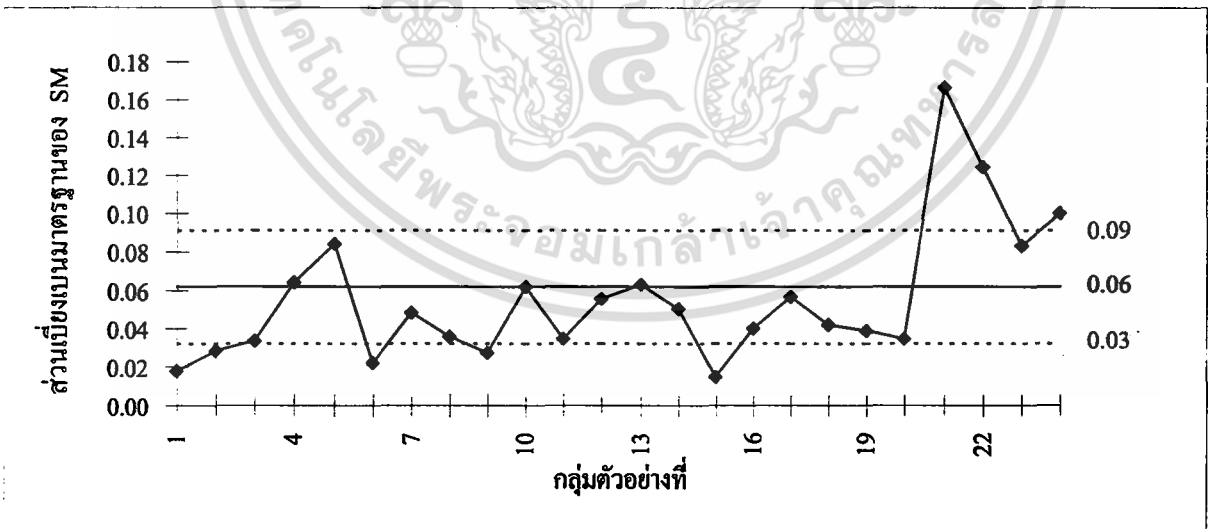
รูปที่ 4.59 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.59 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 3 จุด คือจุดที่ 21, 22 และ 23 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือจุดที่ 23 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 2.49 , \quad CL_{\bar{x}} = 2.46 , \quad LCL_{\bar{x}} = 2.42$$

รูปที่ 4.60 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.60 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 5 จุด คือจุดที่ 5, 21, 22, 23 และ 24 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 3 จุด คือจุดที่ 21, 22 และ 24 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.07 , \quad CL_s = 0.05 , \quad LCL_s = 0.03$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.2.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลรายกะ

#### 4.2.3.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับวันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.61 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM วันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 4 จุด คือจุดที่ 21, 45, 50 และ 85 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 2 จุด คือจุดที่ 45, 50 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 2.53, \quad CL_{\bar{x}} = 2.48, \quad LCL_{\bar{x}} = 2.43$$

รูปที่ 4.62 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM วันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 4 จุด คือจุดที่ 9, 28, 29 และ 85 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 3 จุด คือจุดที่ 28, 29 และ 85 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.08, \quad CL_s = 0.04, \quad LCL_s = 0.01$$

#### 4.2.3.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับวันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.63 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM วันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 1 จุด คือจุดที่ 30 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

รูปที่ 4.64 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM วันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 3 จุด คือจุดที่ 3, 28 และ 30 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 1 จุด คือจุดที่ 3 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.08, \quad CL_s = 0.04, \quad LCL_s = 0.01$$

#### 4.2.3.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.65 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 3 จุด คือจุดที่ 3, 35 และ 41 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือจุดที่ 41 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 2.50, \quad CL_{\bar{x}} = 2.46, \quad LCL_{\bar{x}} = 2.41$$

รูปที่ 4.66 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 4 จุด คือจุดที่ 3, 41, 42 และ 46 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 3 จุด คือจุดที่ 3, 41, 42 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.07, \quad CL_s = 0.04, \quad LCL_s = 0.048$$

#### 4.2.3.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.67 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 57 และ 61 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือจุดที่ 61 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 2.51, \quad CL_{\bar{x}} = 2.46, \quad LCL_{\bar{x}} = 2.41$$

รูปที่ 4.68 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM เดือน 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 1 จุด คือจุดที่ 61 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 1 จุด คือจุดที่ 61 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.08, \quad CL_s = 0.05, \quad LCL_s = 0.01$$

#### 4.2.3.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.69 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย  $\bar{X}$  เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 6 จุด คือจุดที่ 3, 30, 31, 43, 81 และ 82 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 3 จุด คือจุดที่ 30, 81 และ 82 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{X}} = 2.52, \quad CL_{\bar{X}} = 2.46, \quad LCL_{\bar{X}} = 2.39$$

รูปที่ 4.70 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $S$  เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 4 จุด คือจุดที่ 13, 72, 81 และ 82 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 3 จุด คือจุดที่ 72, 81 และ 82 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_S = 0.10, \quad CL_S = 0.05, \quad LCL_S = 0.01$$

#### 4.2.3.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกันยายน พ.ศ. 2540

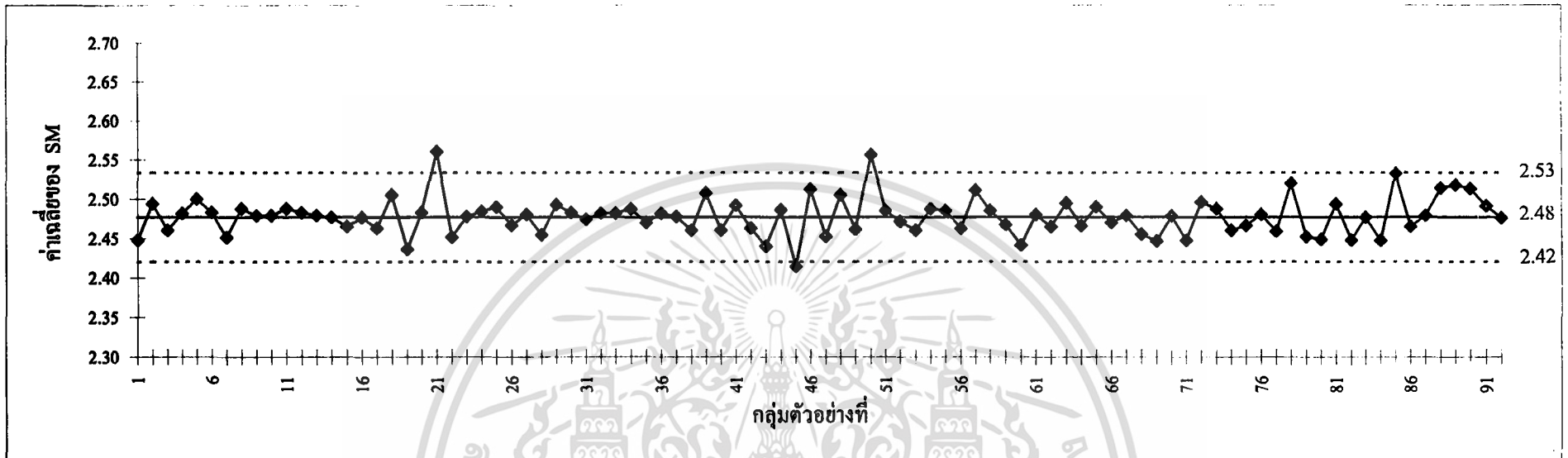
รูปที่ 4.71 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย  $\bar{X}$  เดือนกันยายน พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 30 และ 63 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือจุดที่ 63 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{X}} = 2.50, \quad CL_{\bar{X}} = 2.46, \quad LCL_{\bar{X}} = 2.41$$

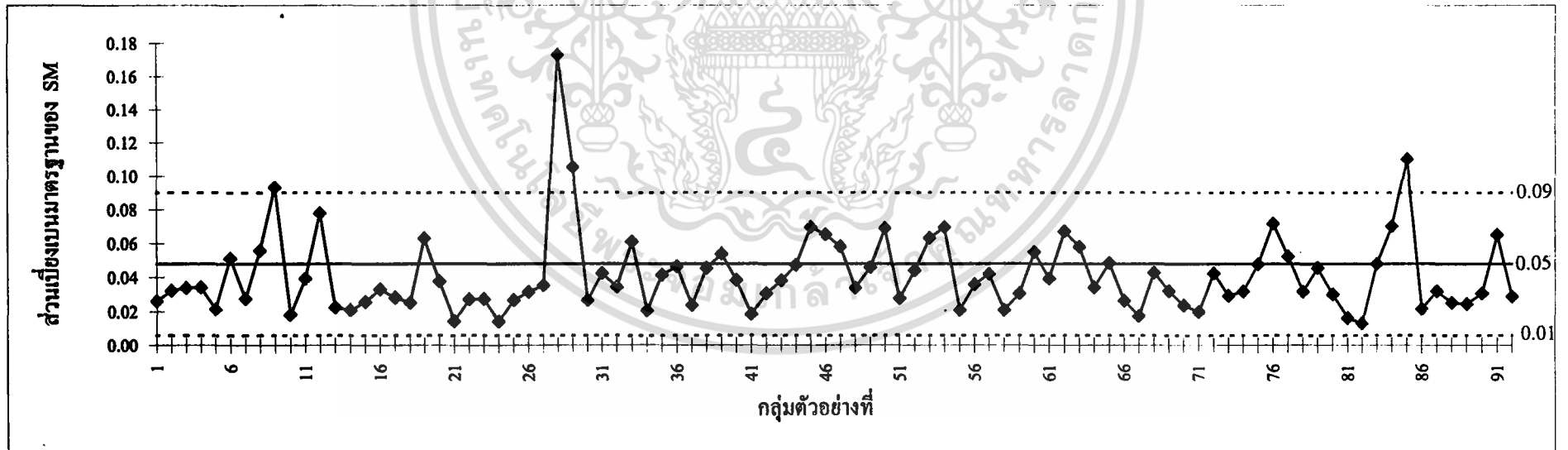
รูปที่ 4.72 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $S$  เดือนกันยายน พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 6 จุด คือจุดที่ 14, 61, 63, 64, 66 และ 69 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า พบว่าทั้ง 6 จุดนั้นตกนอกพิสัยควบคุมบนทั้งหมด ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_S = 0.08, \quad CL_S = 0.04, \quad LCL_S = 0.01$$

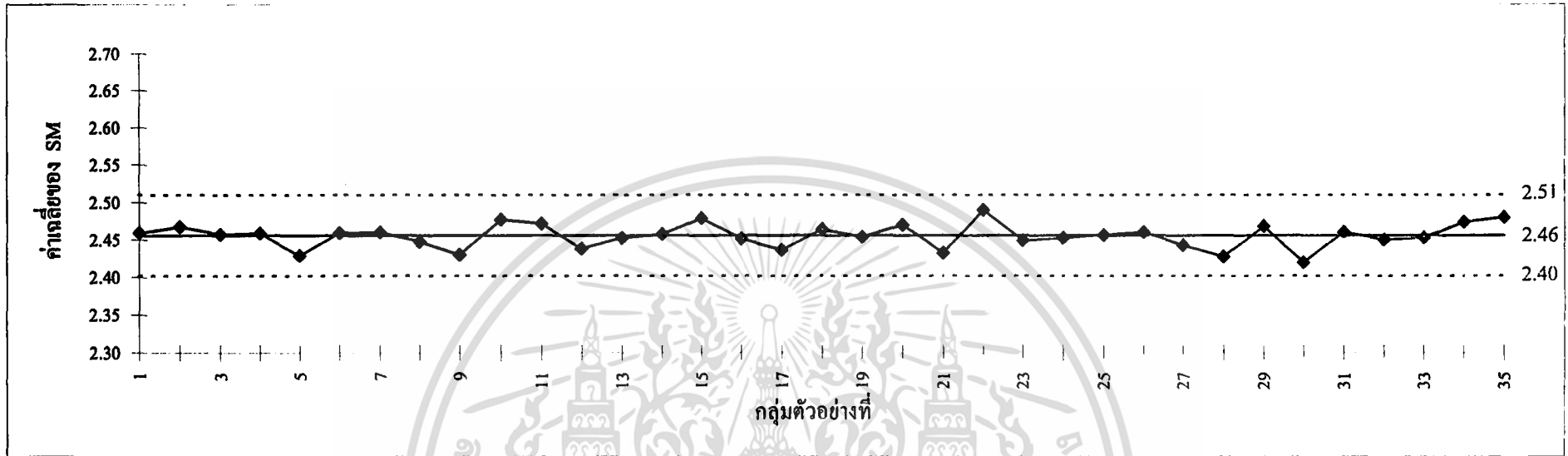
รูปที่ 4.61 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM วันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540



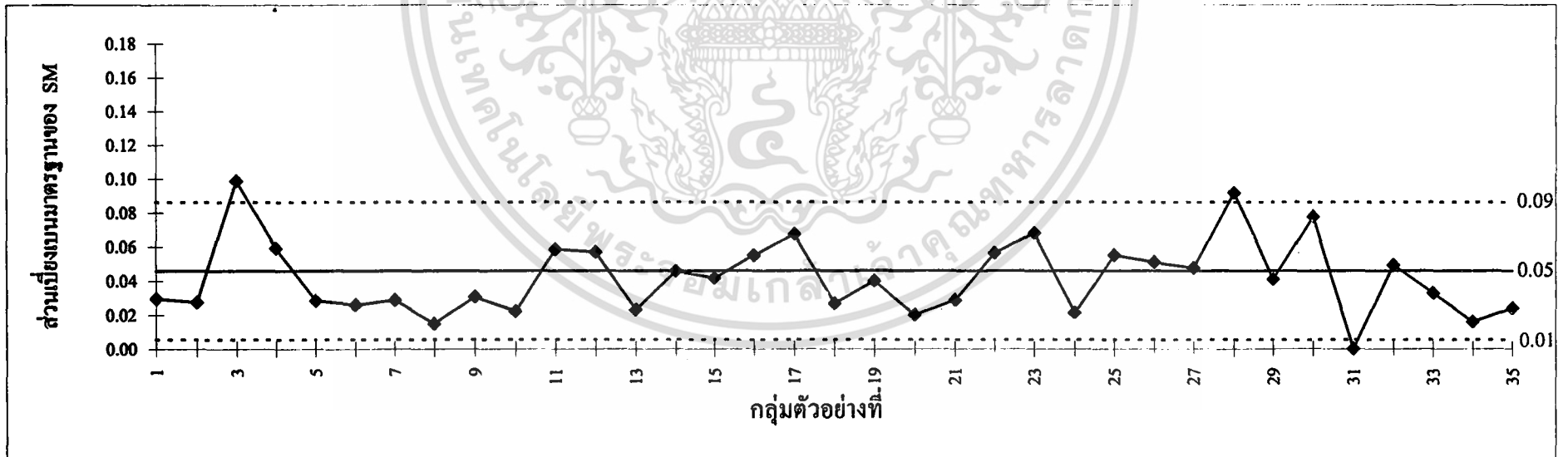
รูปที่ 4.62 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM วันที่ 1 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.63 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM วันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540



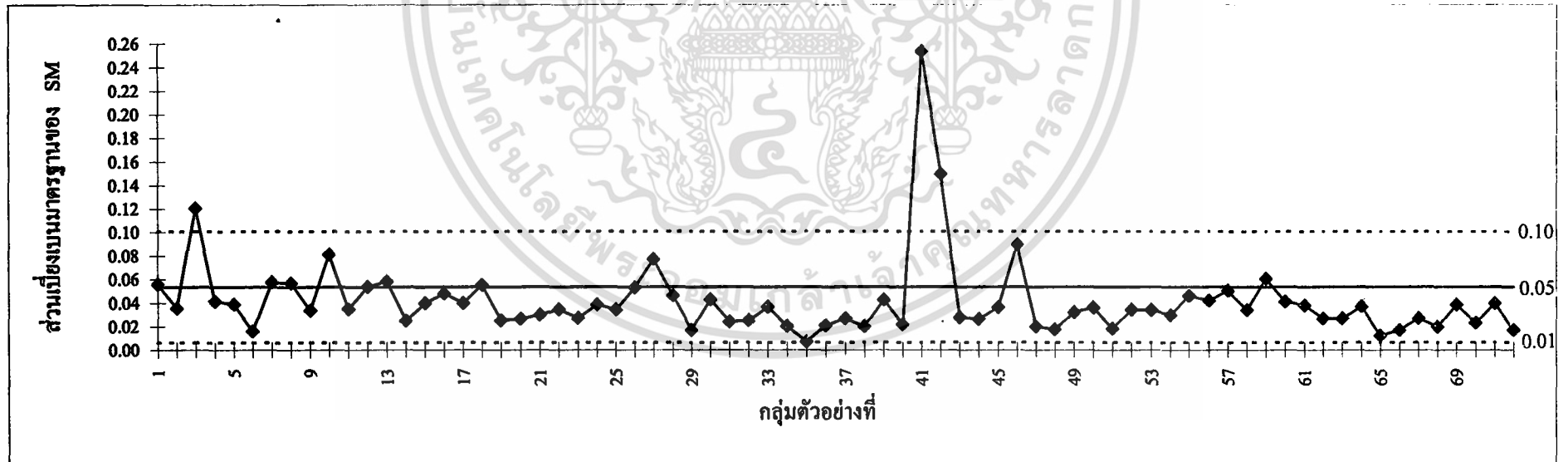
รูปที่ 4.64 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ SM วันที่ 13-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2540



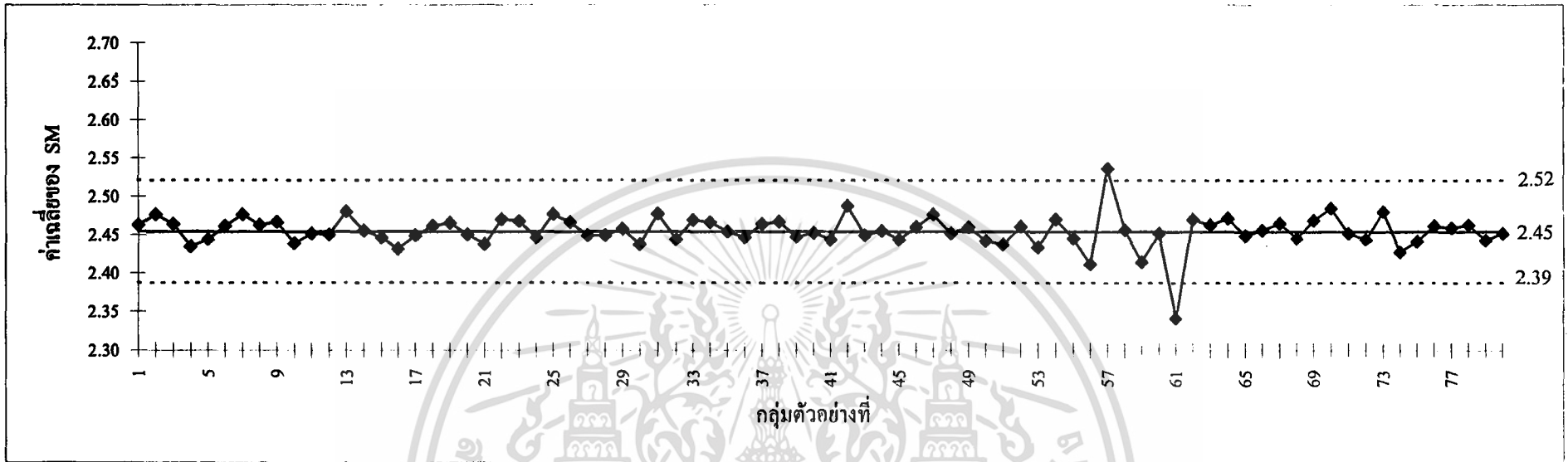
รูปที่ 4.65 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



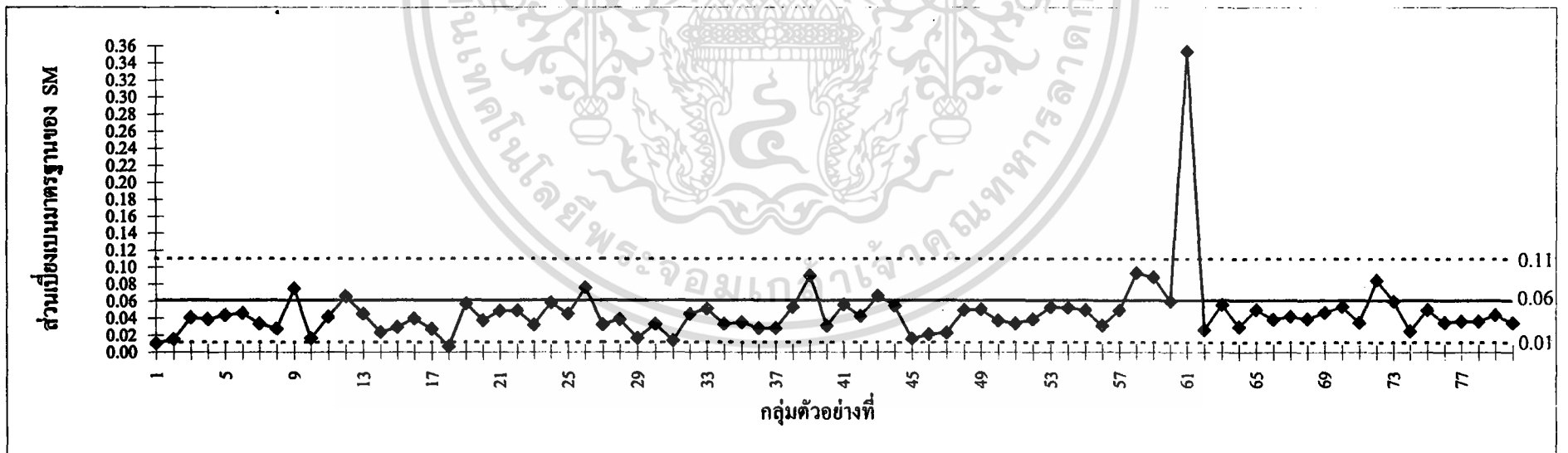
รูปที่ 4.66 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



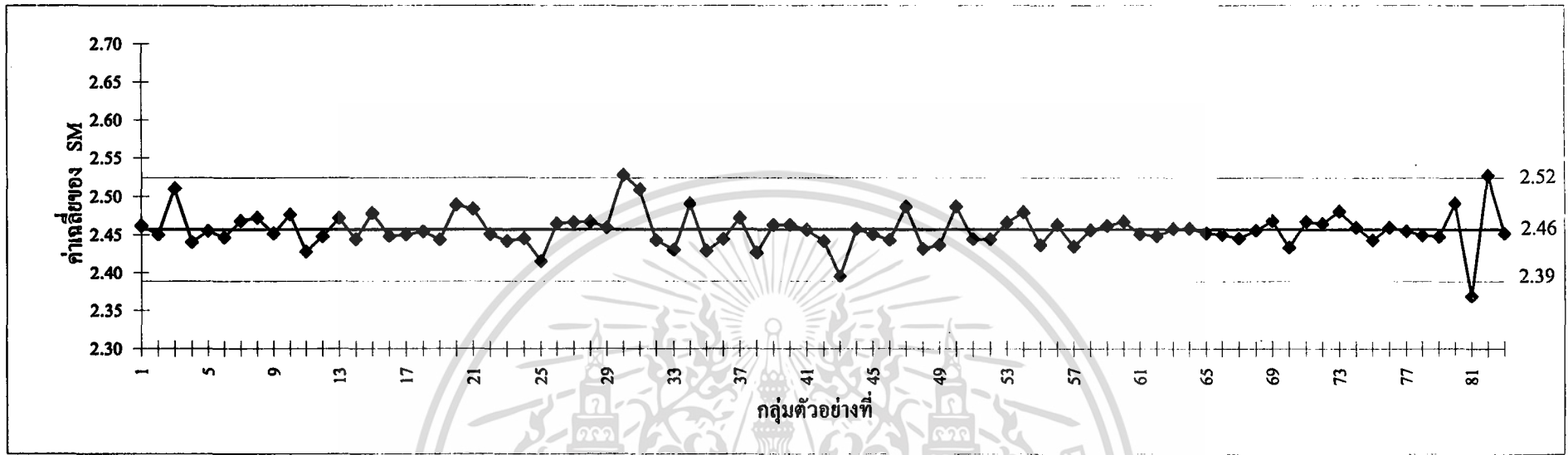
รูปที่ 4.67 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540



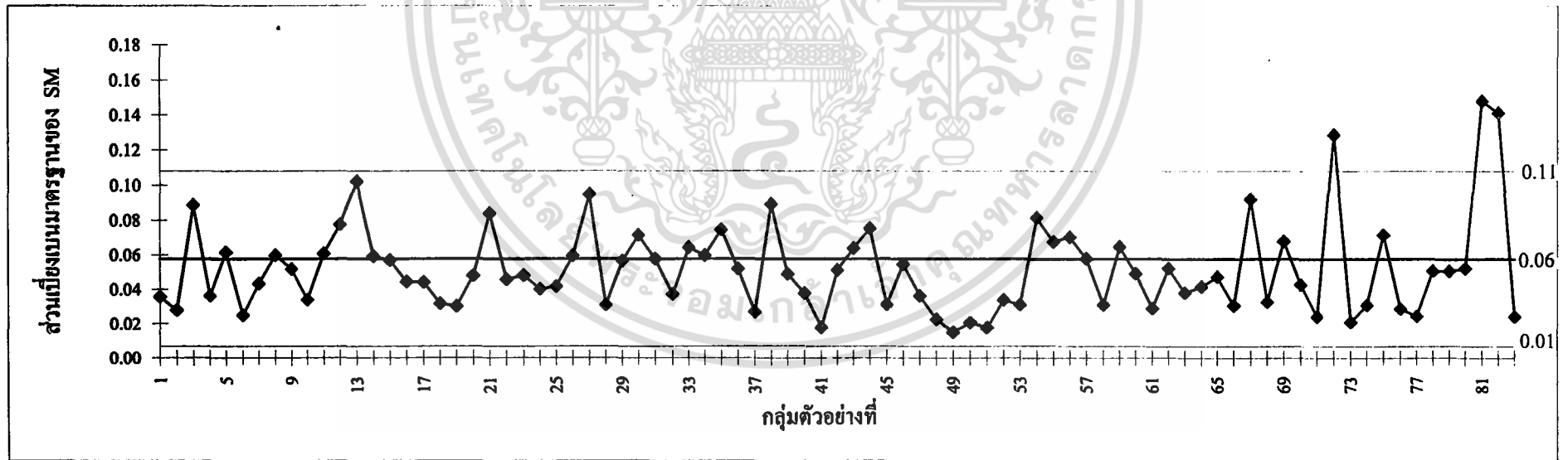
รูปที่ 4.68 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ SM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540



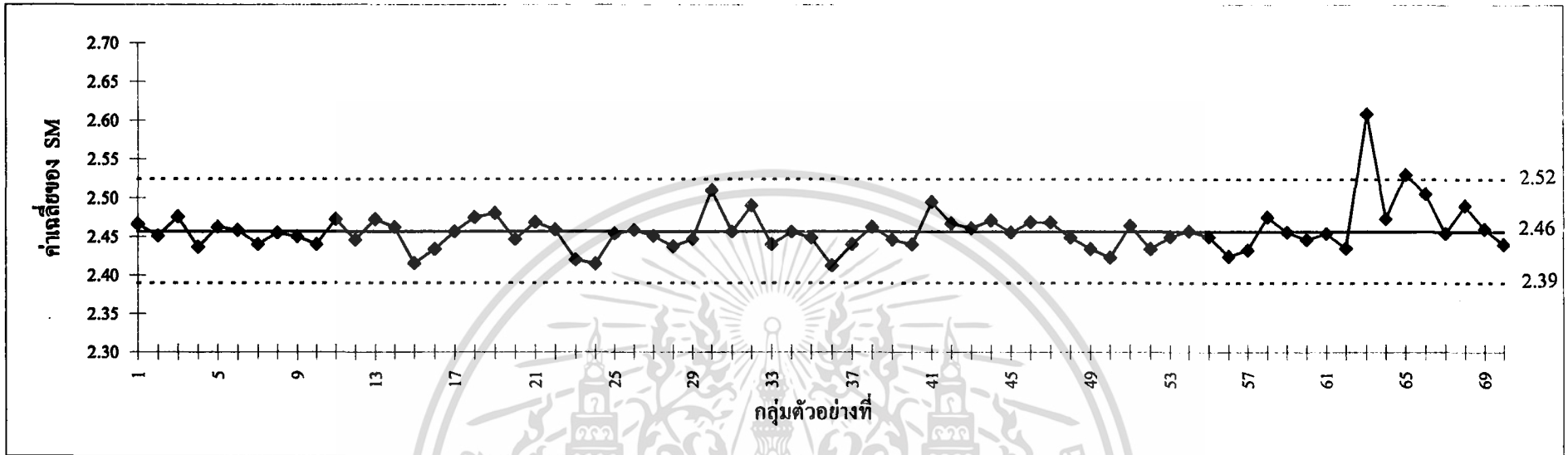
รูปที่ 4.69 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540



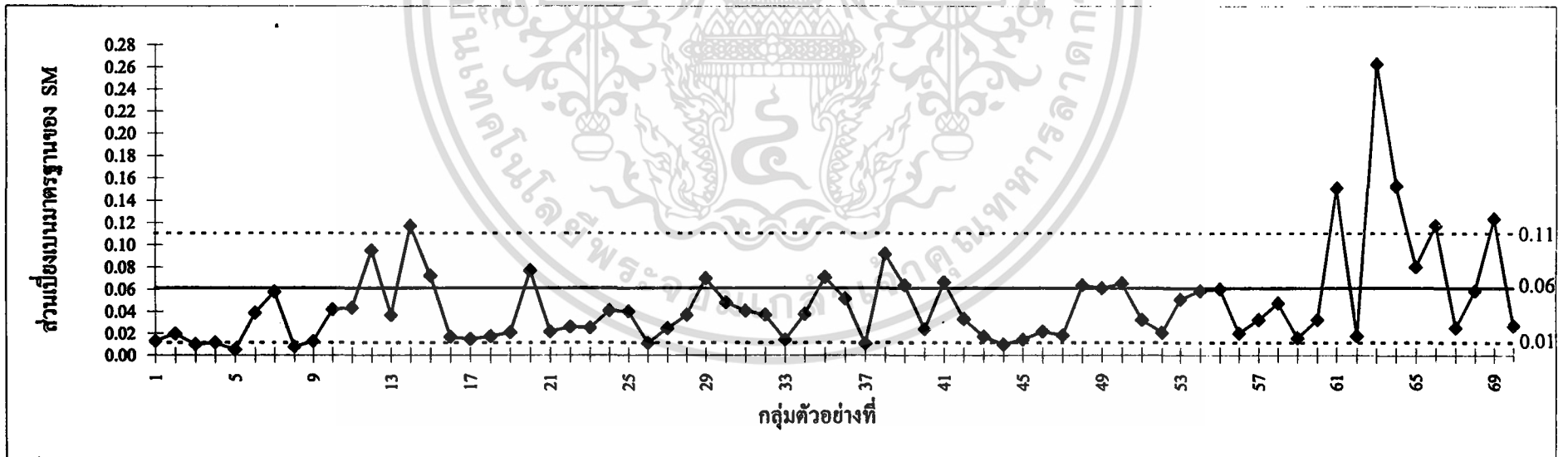
รูปที่ 4.70 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ SM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.71 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.72 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540

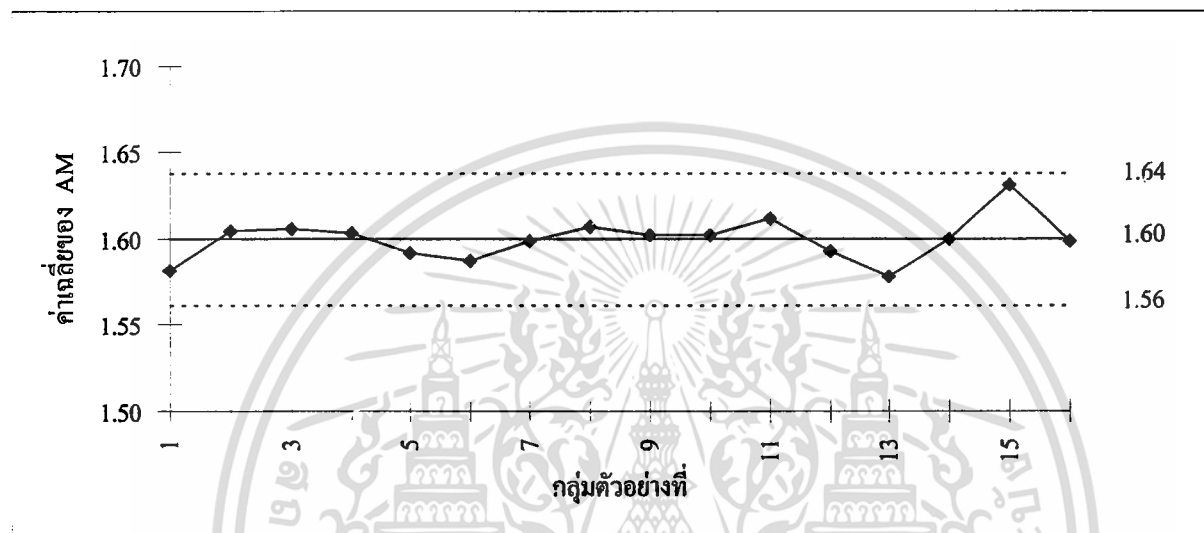


### 4.3 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพของ AM

#### 4.3.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

##### 4.3.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนเมษายน พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.73 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนเมษายน พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.74 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนเมษายน พ.ศ. 2540

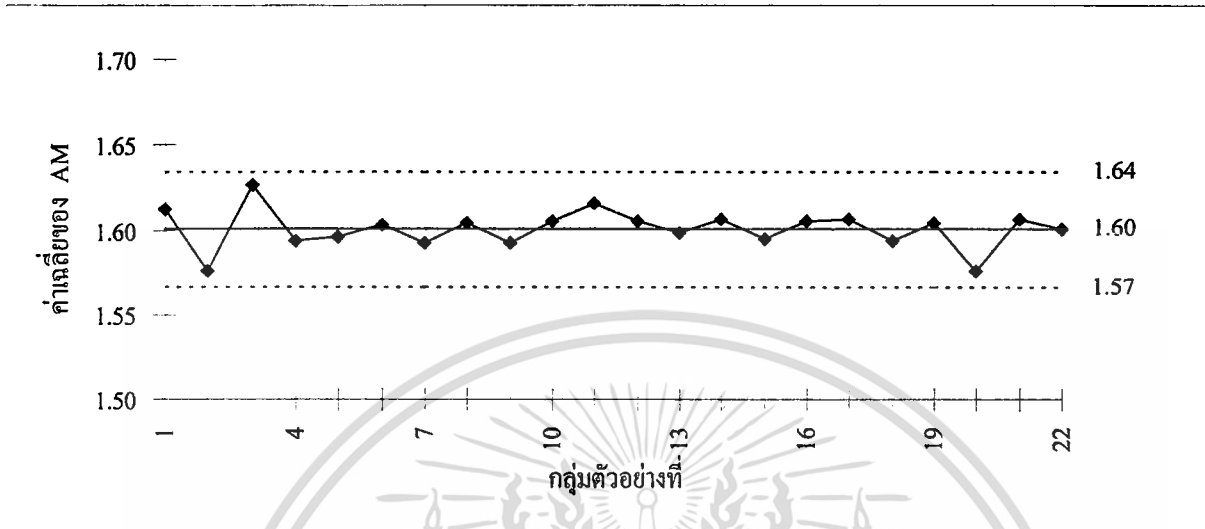


จากรูปที่ 4.73-4.74 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

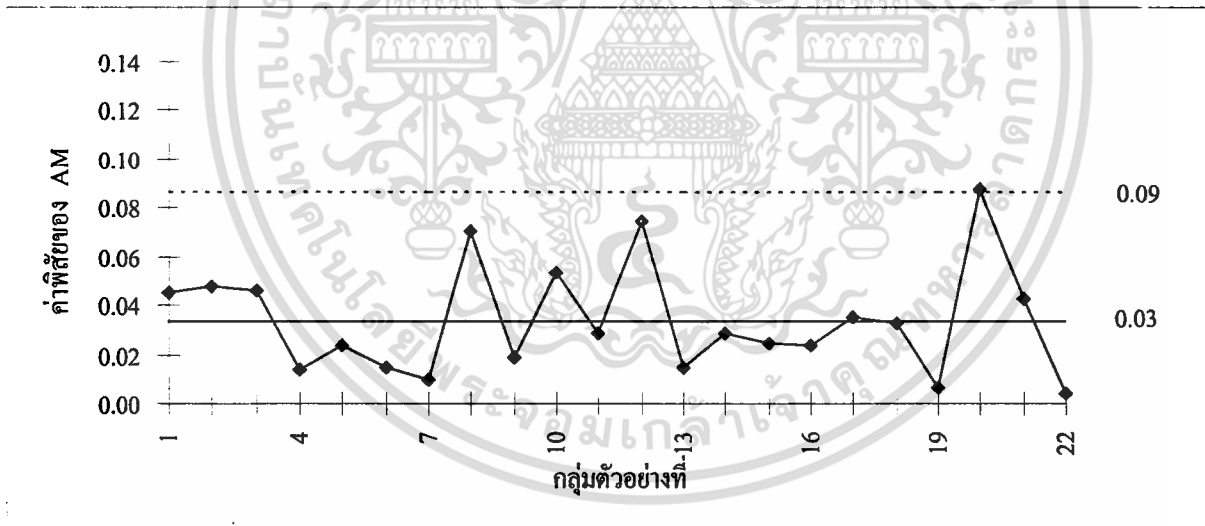
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3.1.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.75 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.76 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540

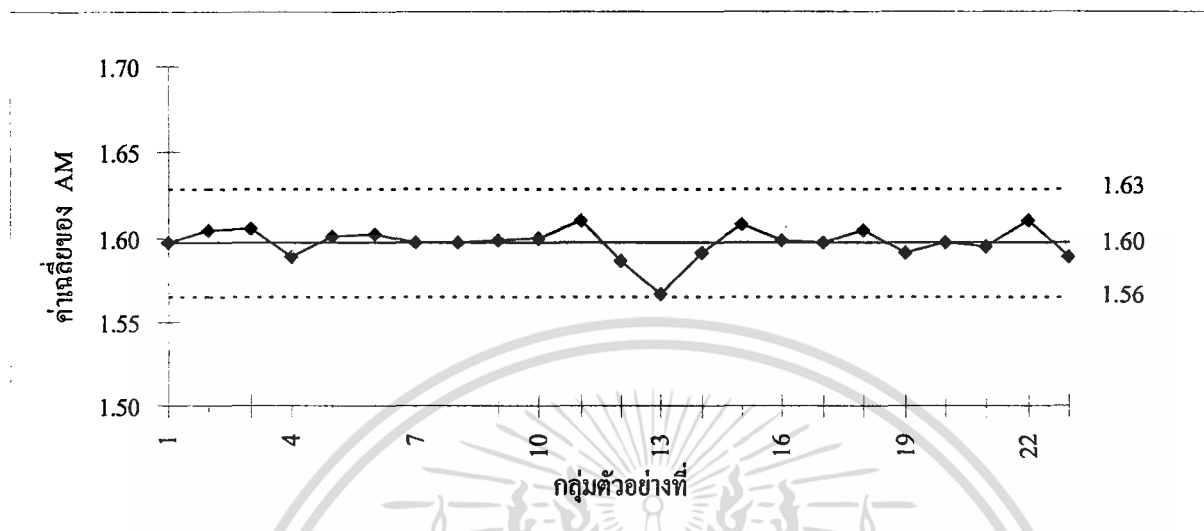


จากรูปที่ 4.75-4.76 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

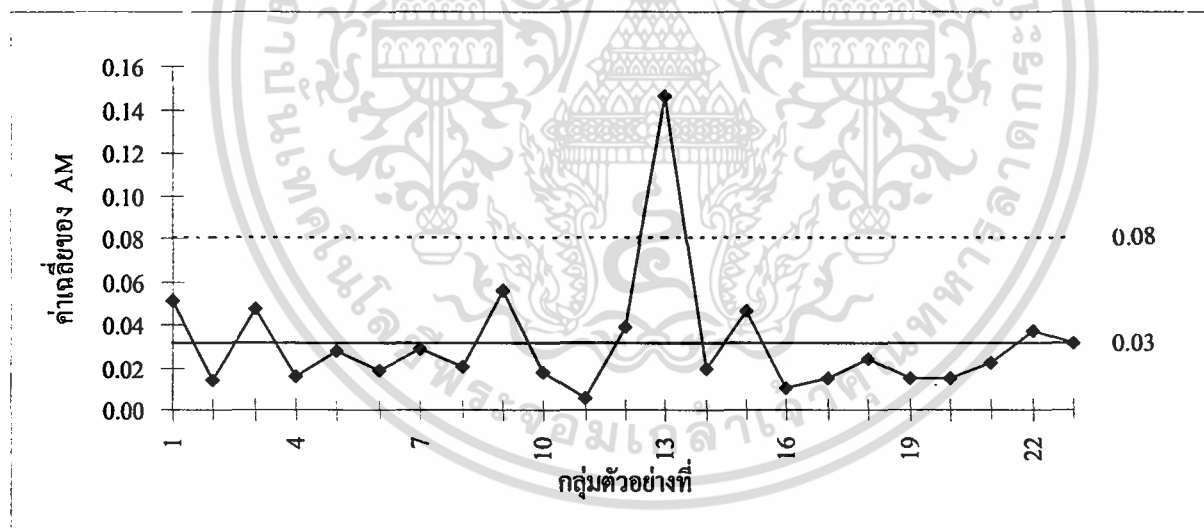
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.1.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.77 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.78 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.77 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม แต่รูปที่ 4.78 พบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือจุดที่ 13 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

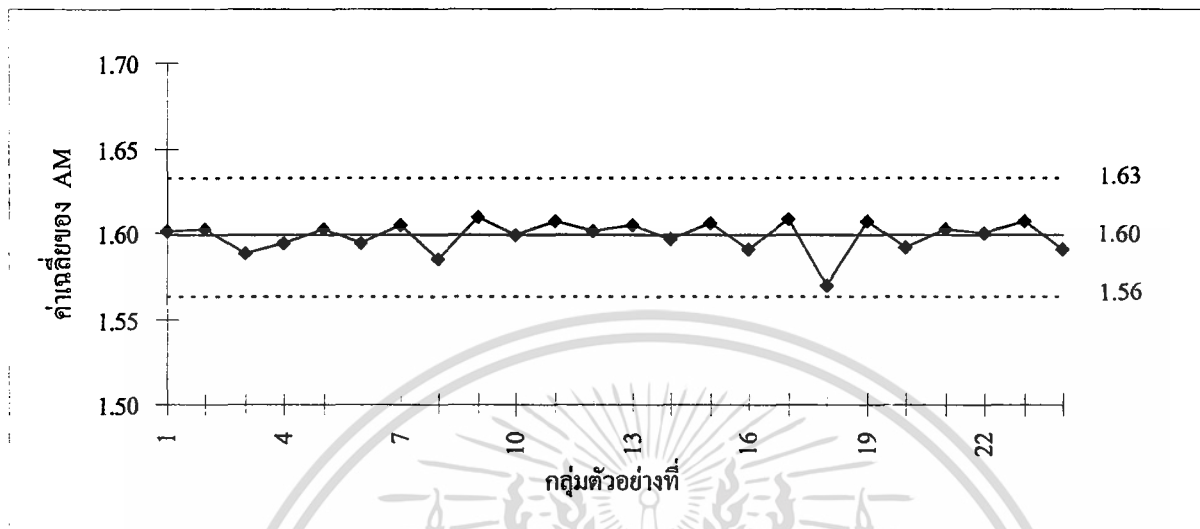
$$UCL_{\bar{X}} = 1.63, \quad CL_{\bar{X}} = 1.60, \quad LCL_{\bar{X}} = 1.57$$

$$UCL_R = 0.07, \quad CL_R = 0.03, \quad LCL_R = 0$$

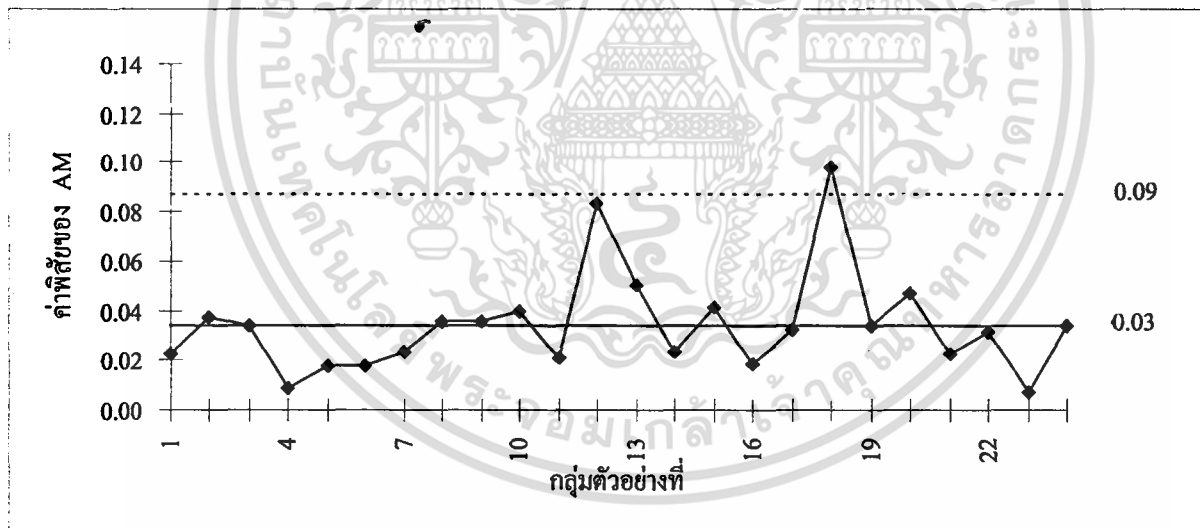
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.79 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.80 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.79 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม แต่รูปที่ 4.80 พบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือจุดที่ 18 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

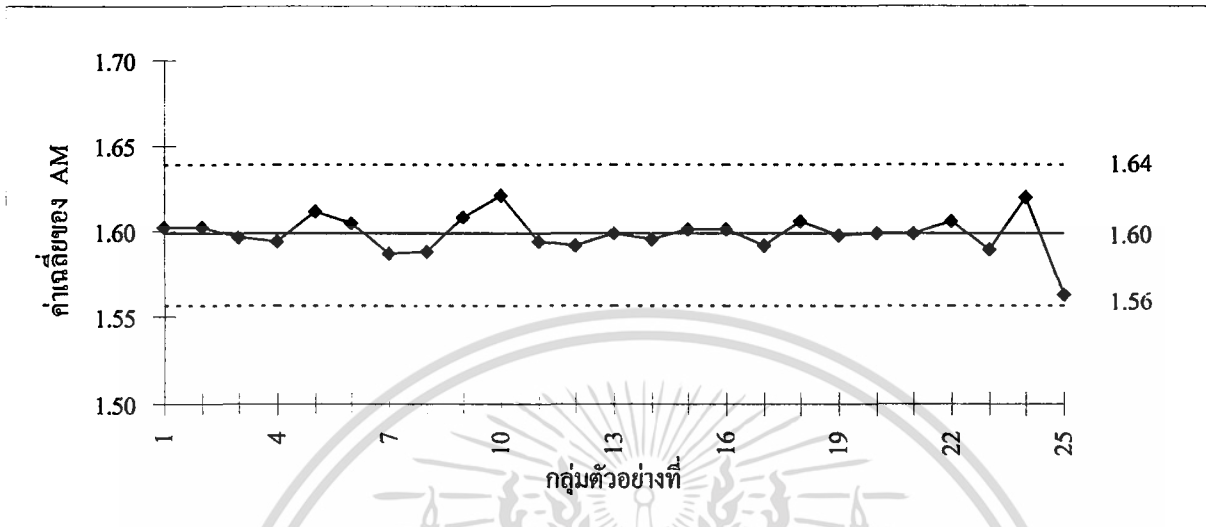
$$UCL_{\bar{X}} = 1.63, \quad CL_{\bar{X}} = 1.60, \quad LCL_{\bar{X}} = 1.57$$

$$UCL_R = 0.08, \quad CL_R = 0.03, \quad LCL_R = 0$$

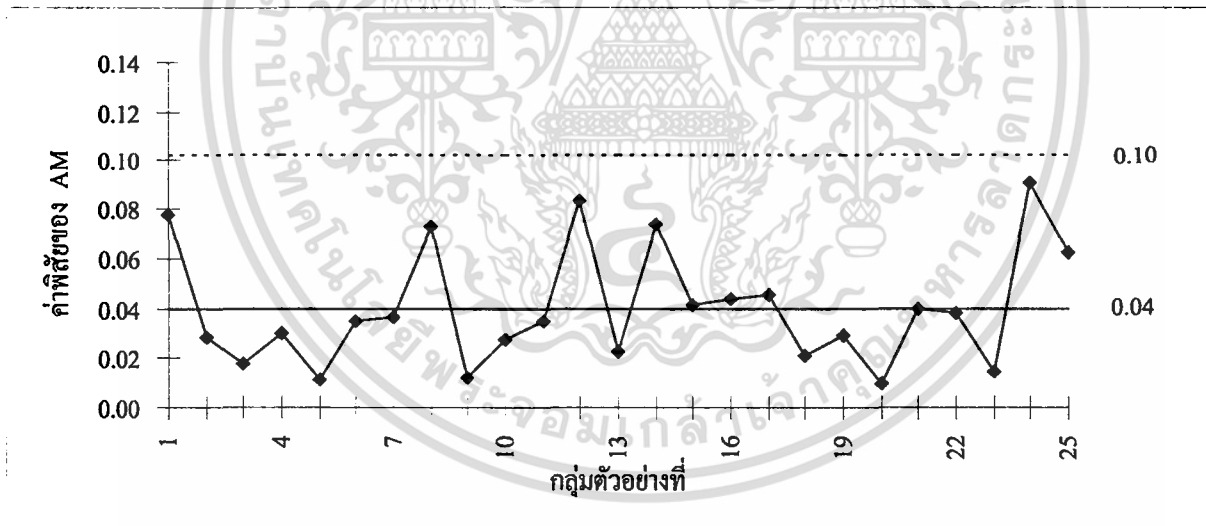
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3.1.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.81 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.82 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540

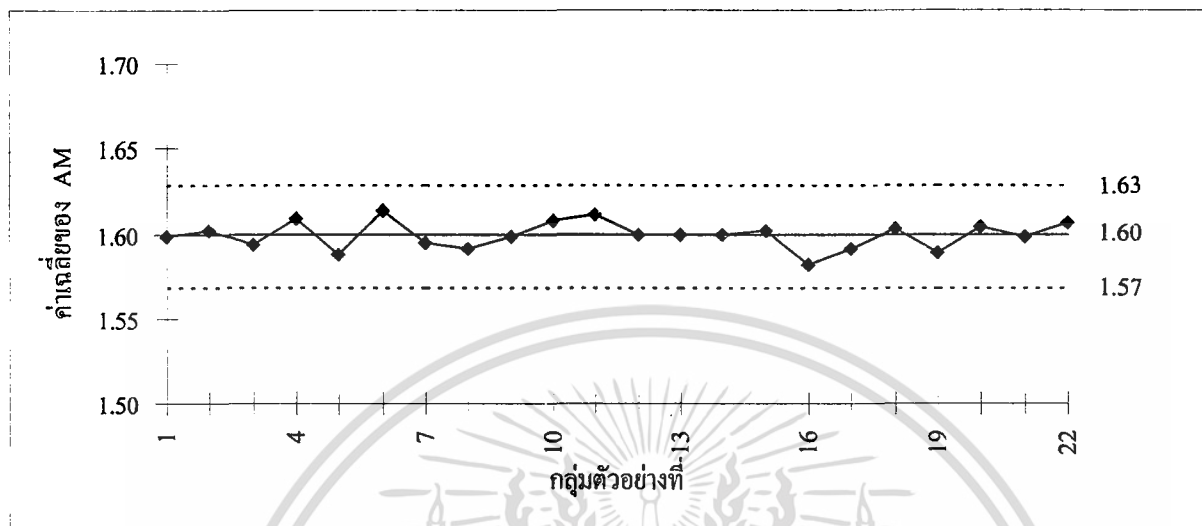


จากรูปที่ 4.81-4.82 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

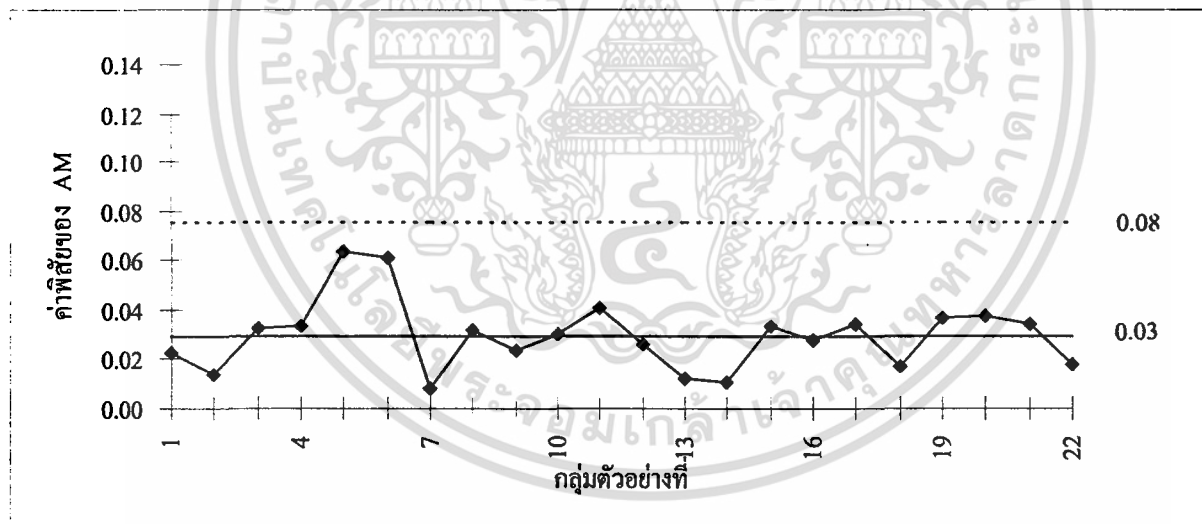
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3.1.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกันยายน พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.83 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.84 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย AM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



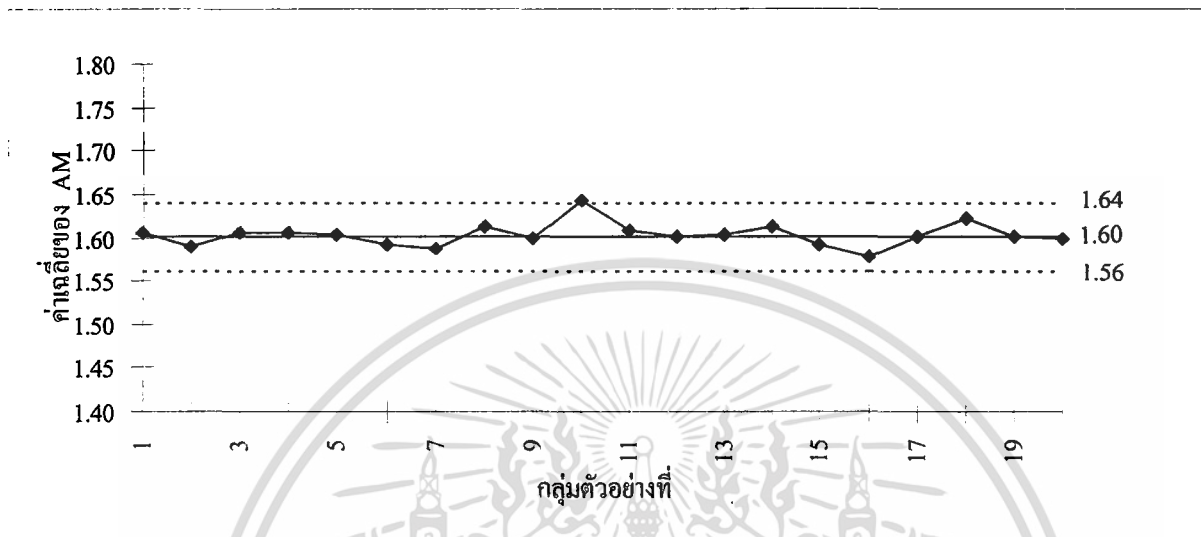
จากรูปที่ 4.83-4.84 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิกัดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลรายวัน

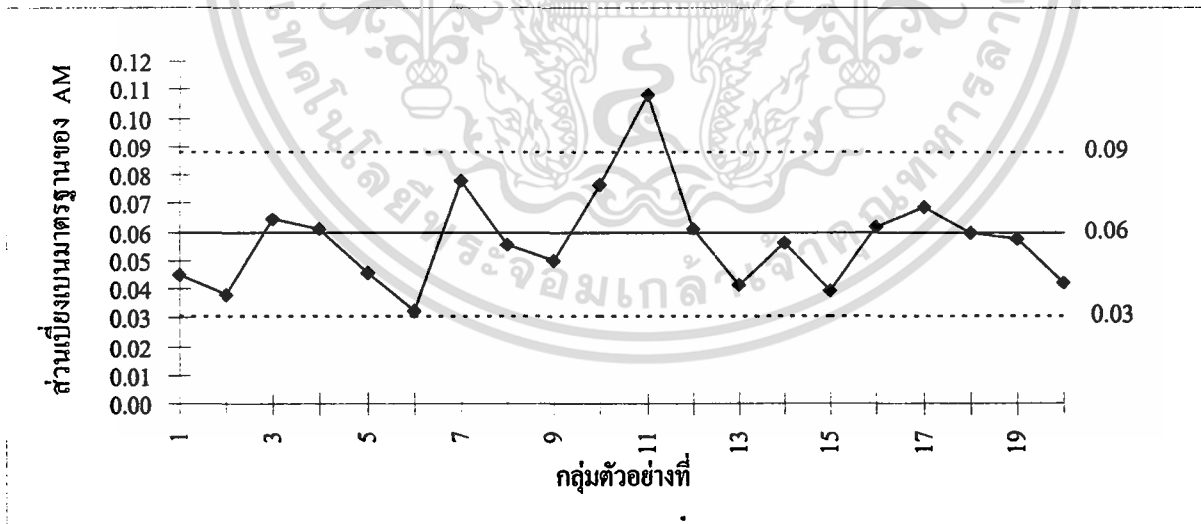
#### 4.3.2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนเมษายน พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.85 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนเมษายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.85 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 1 จุด คือจุดที่ 10 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

รูปที่ 4.86 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนเมษายน พ.ศ. 2540



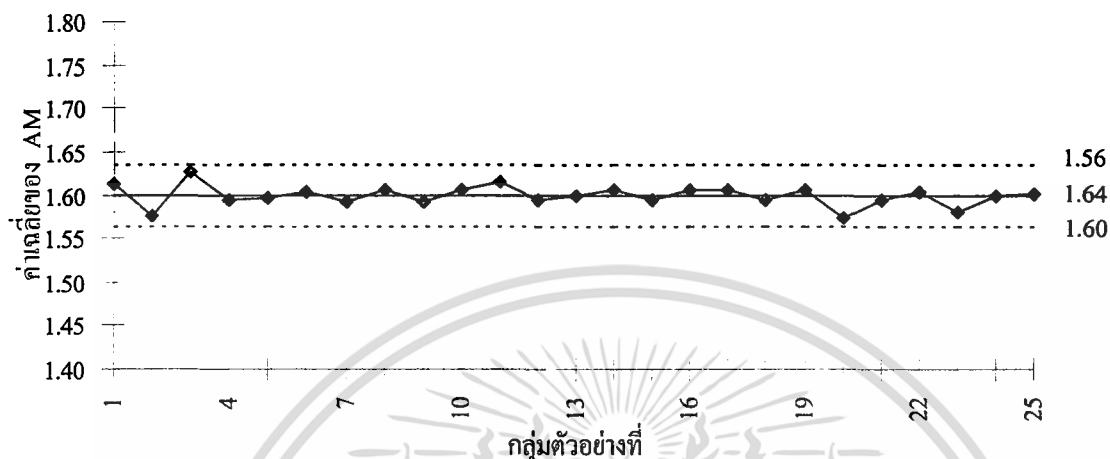
จากรูปที่ 4.86 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 1 จุด คือจุดที่ 11 เมื่อพิจารณาแล้วพบว่า จุดนั้นตกนอกพิสัยควบคุมบน ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_S = 0.08 , \quad CL_S = 0.06 , \quad LCL_S = 0.03$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

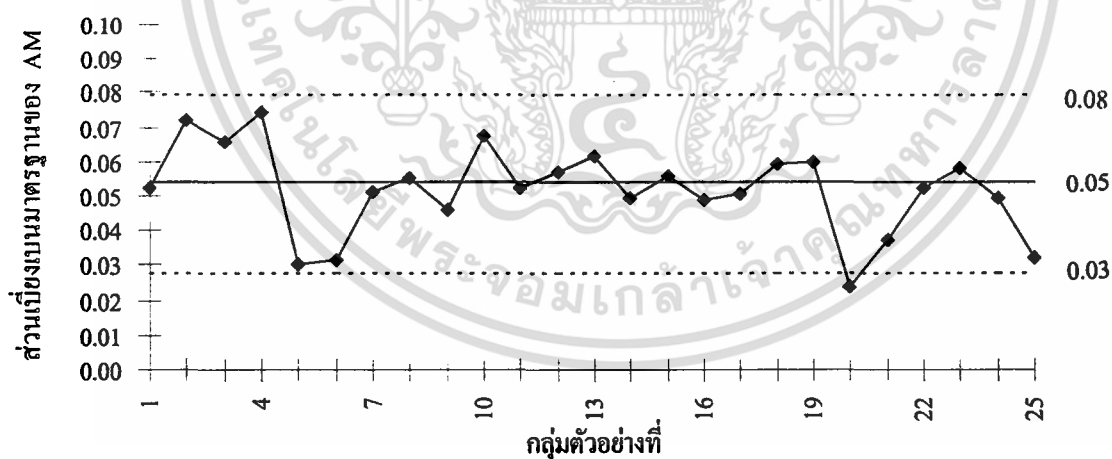
#### 4.3.2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.87 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.87 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 3 จุด คือ จุดที่ 2, 3 และ 20 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิกัดควบคุม

รูปที่ 4.88 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540

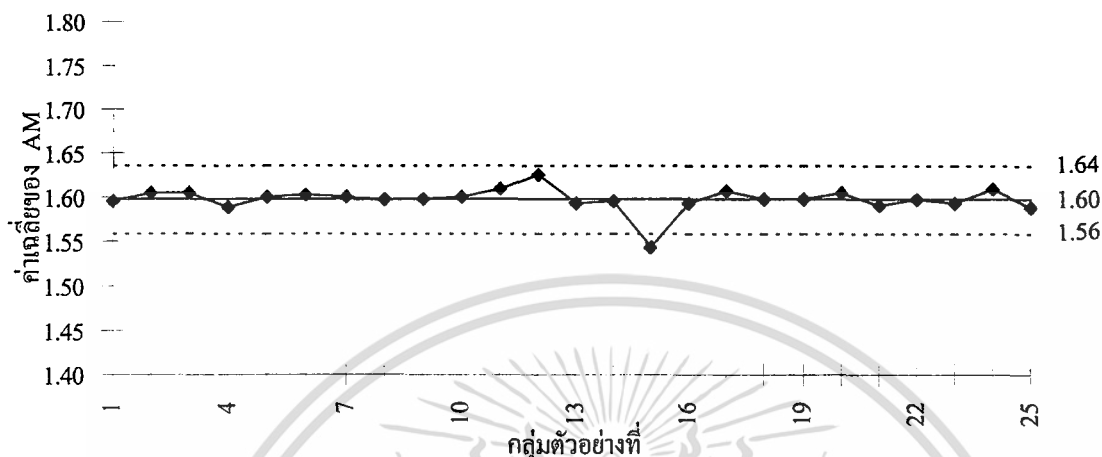


จากรูปที่ 4.88 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 2 และ 4 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิกัดควบคุมบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.2.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540

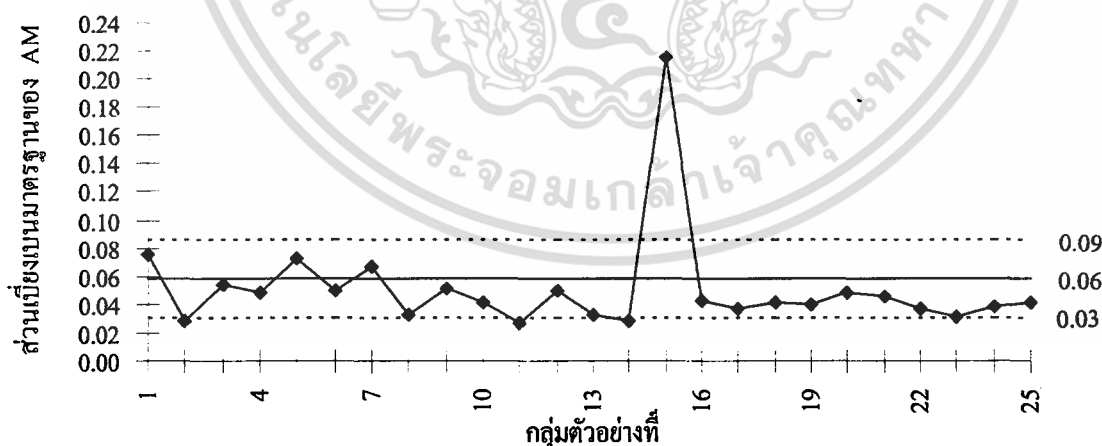
รูปที่ 4.89 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.89 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 12 และ 15 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือจุดที่ 15 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{X}} = 1.63, \quad CL_{\bar{X}} = 1.60, \quad LCL_{\bar{X}} = 1.57$$

รูปที่ 4.90 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



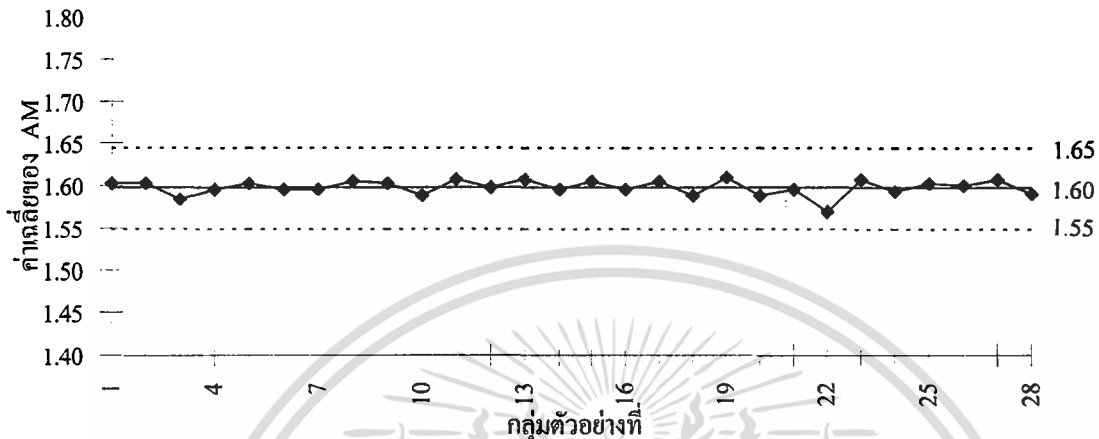
จากรูปที่ 4.90 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 1 จุด คือจุดที่ 15 เมื่อพิจารณาแล้วพบว่า จุดนั้นตกนอกพิสัยควบคุมบน ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_S = 0.07, \quad CL_S = 0.05, \quad LCL_S = 0.02$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

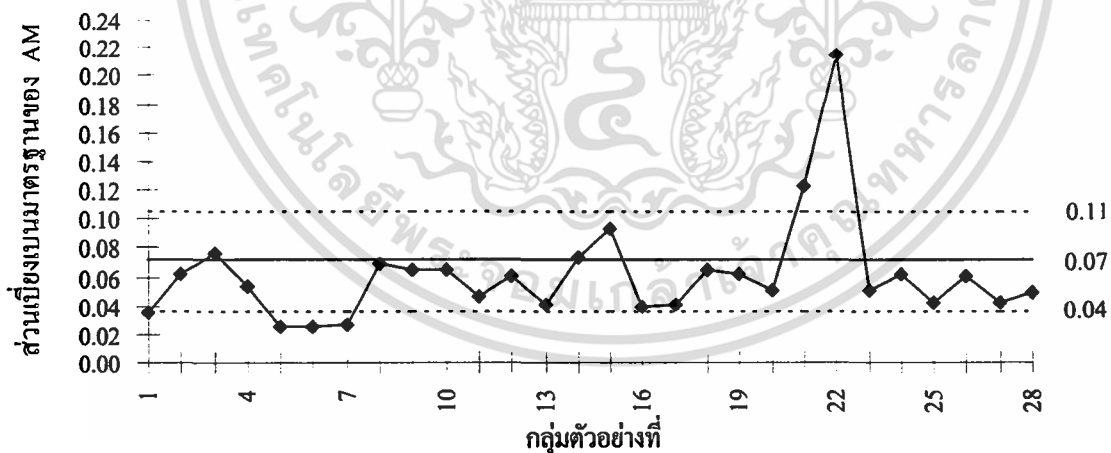
#### 4.3.2.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.91 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.91 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 1 จุด คือจุดที่ 22 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

รูปที่ 4.92 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540



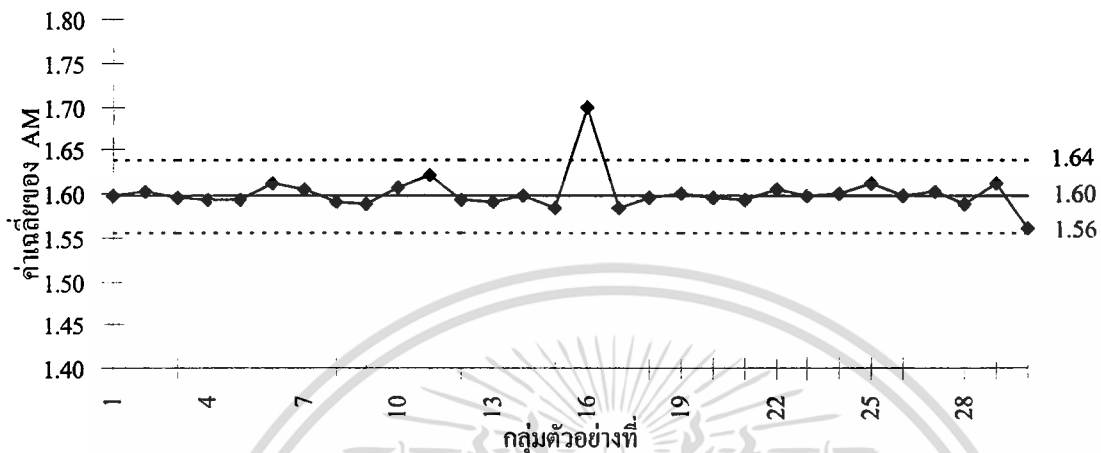
จากรูปที่ 4.92 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 3 จุด คือจุดที่ 15, 21 และ 22 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 2 จุด คือจุดที่ 21 และ 22 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.08, \quad CL_s = 0.06, \quad LCL_s = 0.03$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540

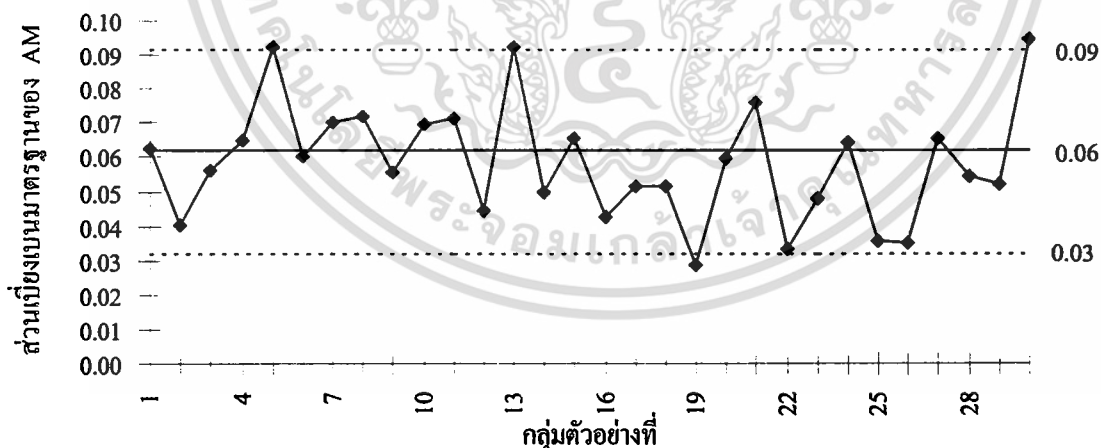
รูปที่ 4.93 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.93 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 16 และ 30 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ทั้ง 2 จุดนั้นตกนอกพิสัยควบคุมทั้งหมด ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 1.64, \quad CL_{\bar{x}} = 1.60, \quad LCL_{\bar{x}} = 1.56$$

รูปที่ 4.94 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540



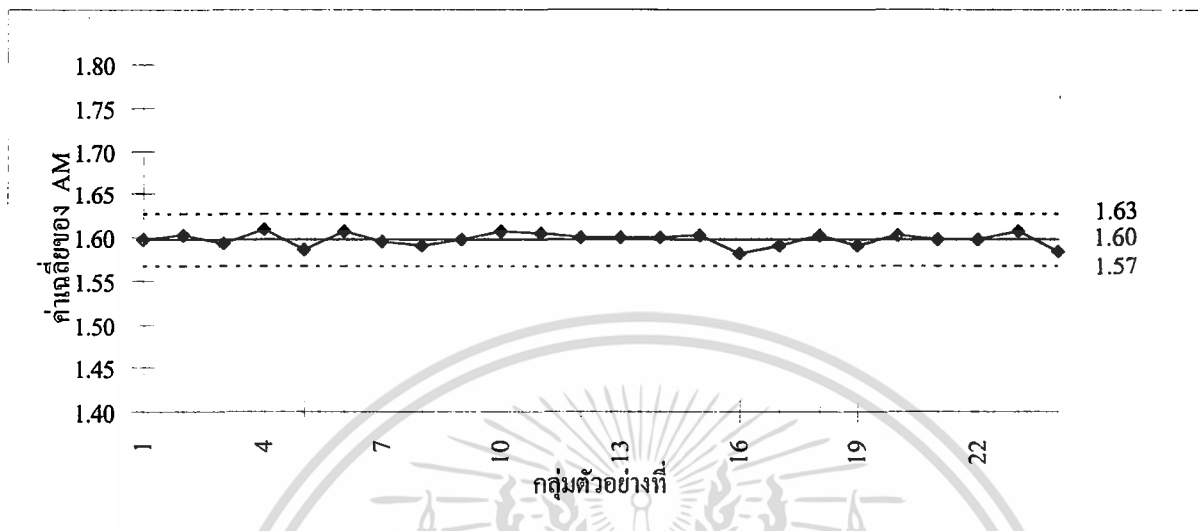
จากรูปที่ 4.94 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 3 จุด คือจุดที่ 5, 13 และ 30 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ทั้ง 3 จุดนั้นตกนอกพิสัยควบคุมบนทั้งหมด ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.08, \quad CL_s = 0.06, \quad LCL_s = 0.03$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

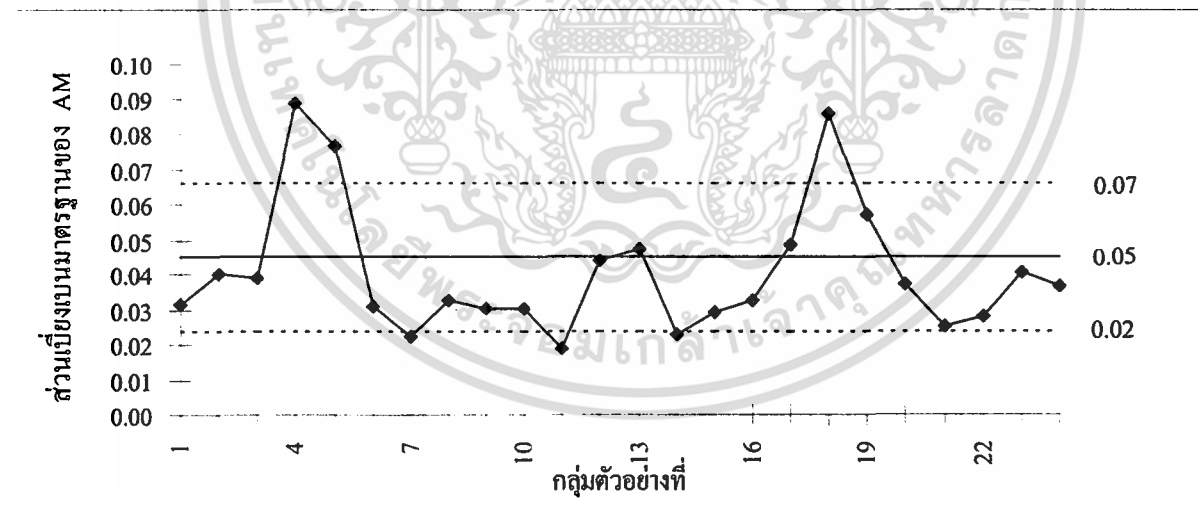
#### 4.3.2.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกันยายน พ.ศ. 2540

รูปที่ 4.95 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.95 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือ จุดที่ 16 และ 24 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

รูปที่ 4.96 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



จากรูปที่ 4.96 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 3 จุด คือจุดที่ 4, 5 และ 18 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ทั้ง 3 จุดนั้นตกนอกพิสัยควบคุมบนทั้งหมด ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_S = 0.05, \quad CL_S = 0.04, \quad LCL_S = 0.02$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลรายกะ

#### 4.3.3.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนเมษายน พ.ศ. 2540

จากรูปที่ 4.97 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนเมษายน พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 4 จุด คือจุดที่ 3, 21, 27 และ 50 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 2 จุด คือจุดที่ 27 และ 50 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 1.66, \quad CL_{\bar{x}} = 1.60, \quad LCL_{\bar{x}} = 1.54$$

จากรูปที่ 4.98 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนเมษายน พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 28 และ 29 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ทั้ง 2 จุดนั้นตกนอกพิสัยควบคุมบนทั้งหมด ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.10, \quad CL_s = 0.05, \quad LCL_s = 0.01$$

#### 4.3.3.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540

จากรูปที่ 4.99 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 1 จุด คือจุดที่ 64 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

จากรูปที่ 4.100 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 3 จุด คือจุดที่ 6, 11 และ 39 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 2 จุด คือจุดที่ 6 และ 11 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.10, \quad CL_s = 0.05, \quad LCL_s = 0.01$$

#### 4.3.3.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540

จากรูปที่ 4.101 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 1 จุด คือจุดที่ 41 เมื่อพิจารณาแล้วพบว่า จุดนั้นตกนอกพิสัยควบคุม ดังนั้น แผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 1.65, \quad CL_{\bar{x}} = 1.60, \quad LCL_{\bar{x}} = 1.55$$

จากรูปที่ 4.102 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 4 จุด คือจุดที่ 15, 20, 35 และ 41 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 2 จุด คือจุดที่ 20 และ 41 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.09, \quad CL_s = 0.05, \quad LCL_s = 0.01$$

#### 4.3.3.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540

จากรูปที่ 4.103 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 58 และ 61 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 1 จุด คือ จุดที่ 61 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 1.66, \quad CL_{\bar{x}} = 1.60, \quad LCL_{\bar{x}} = 1.54$$

จากรูปที่ 4.104 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 3 จุด คือจุดที่ 9, 59 และ 61 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุมบน 2 จุด คือจุดที่ 59 และ 61 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.10, \quad CL_s = 0.06, \quad LCL_s = 0.01$$

#### 4.3.3.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540

จากรูปที่ 4.105 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 4 จุด คือจุดที่ 10, 43, 80 และ 82 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

จากรูปที่ 4.106 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 5 จุด คือจุดที่ 13, 21, 38, 72 และ 82 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 4 จุด คือจุดที่ 13, 38, 72 และ 82 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.10, \quad CL_s = 0.06, \quad LCL_s = 0.01$$

#### 4.3.3.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับเดือนกันยายน พ.ศ. 2540

จากรูปที่ 4.107 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 2 จุด คือจุดที่ 18 และ 31 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า ไม่มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม

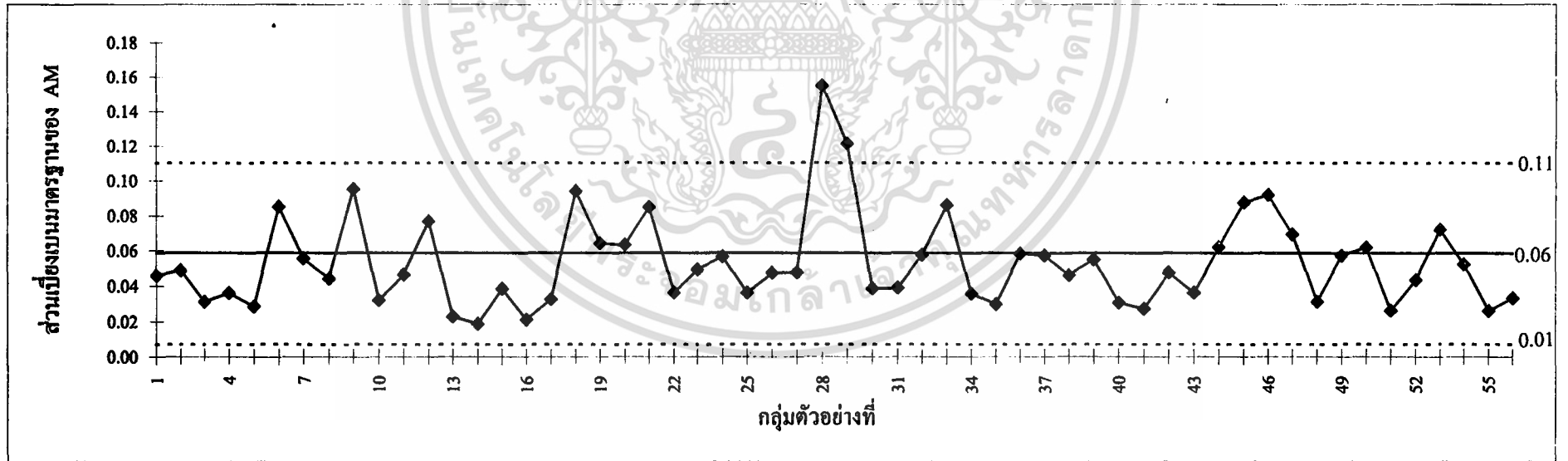
จากรูปที่ 4.108 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540 พบว่า มีจุดที่ควรพิจารณา 7 จุด คือจุดที่ 12, 13, 15, 39, 53, 54 และ 56 เมื่อพิจารณาทีละจุดพบว่า มีจุดตกนอกพิสัยควบคุม 4 จุด คือจุดที่ 12, 13, 53 และ 54 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงจะมีเส้นพิสัยควบคุมดังนี้

$$UCL_s = 0.07, \quad CL_s = 0.04, \quad LCL_s = 0.01$$

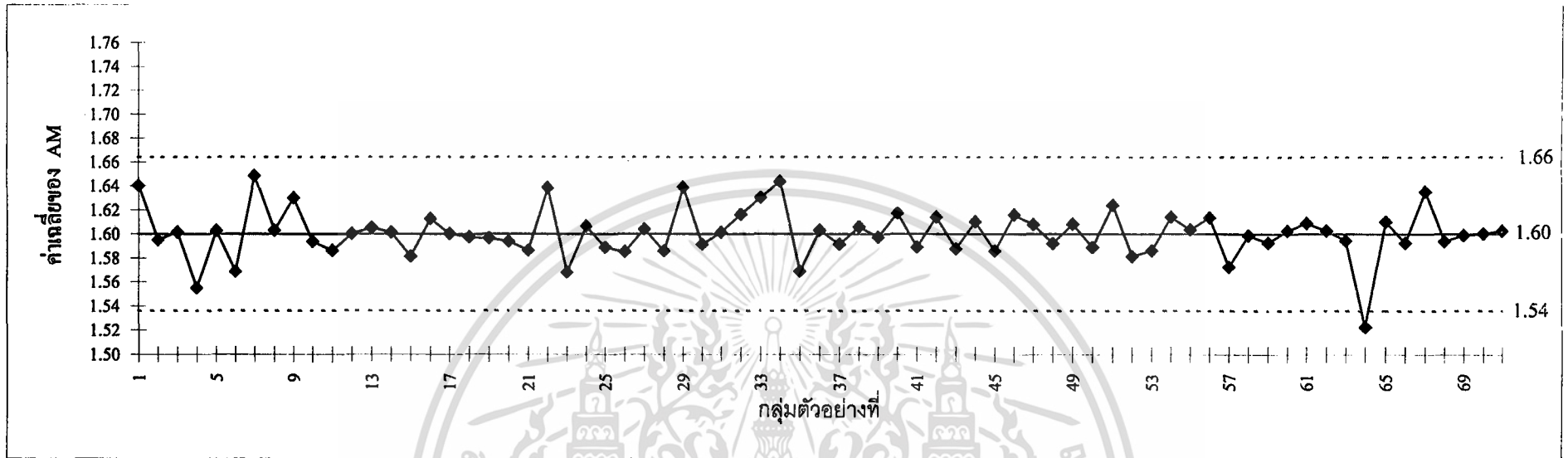
รูปที่ 4.97 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนเมษายน พ.ศ. 2540



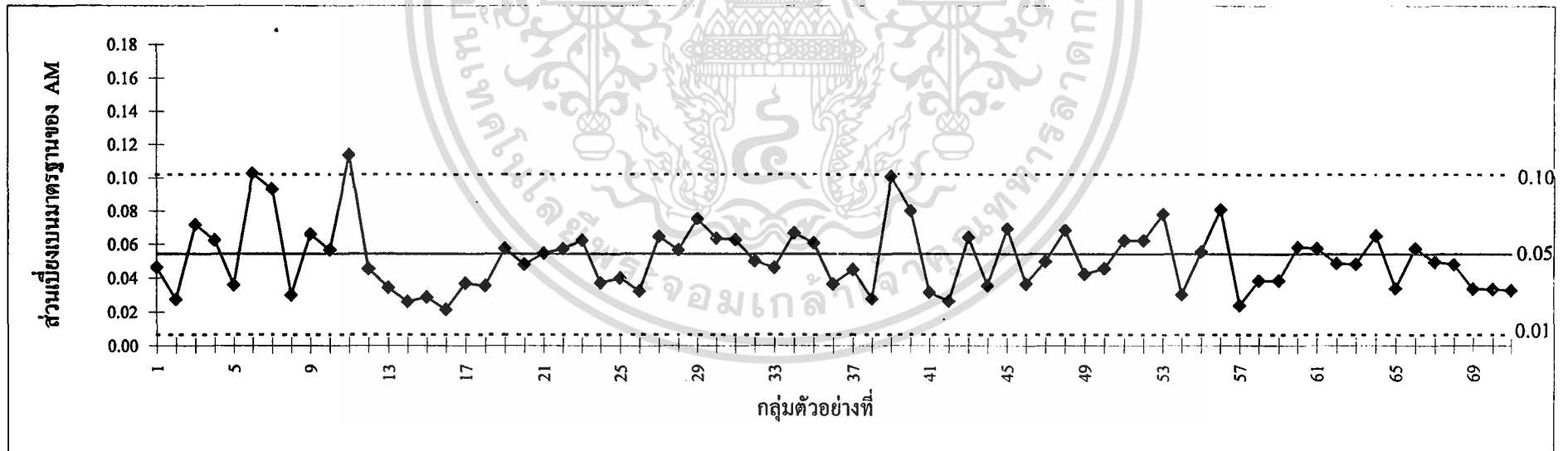
รูปที่ 4.98 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ AM เดือนเมษายน พ.ศ. 2540



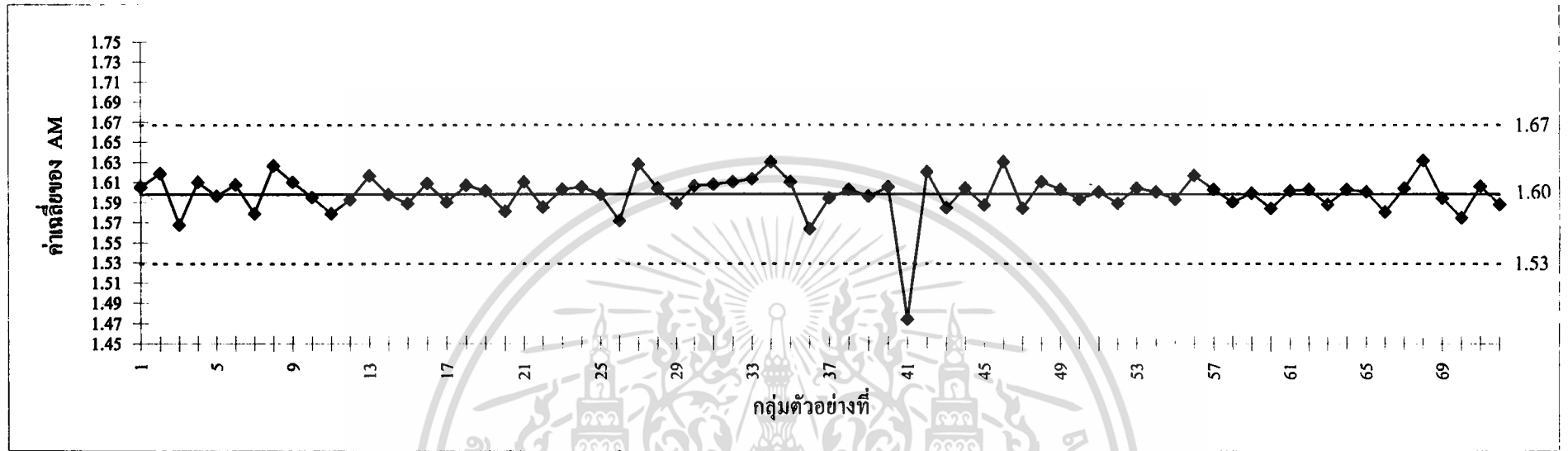
รูปที่ 4.99 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540



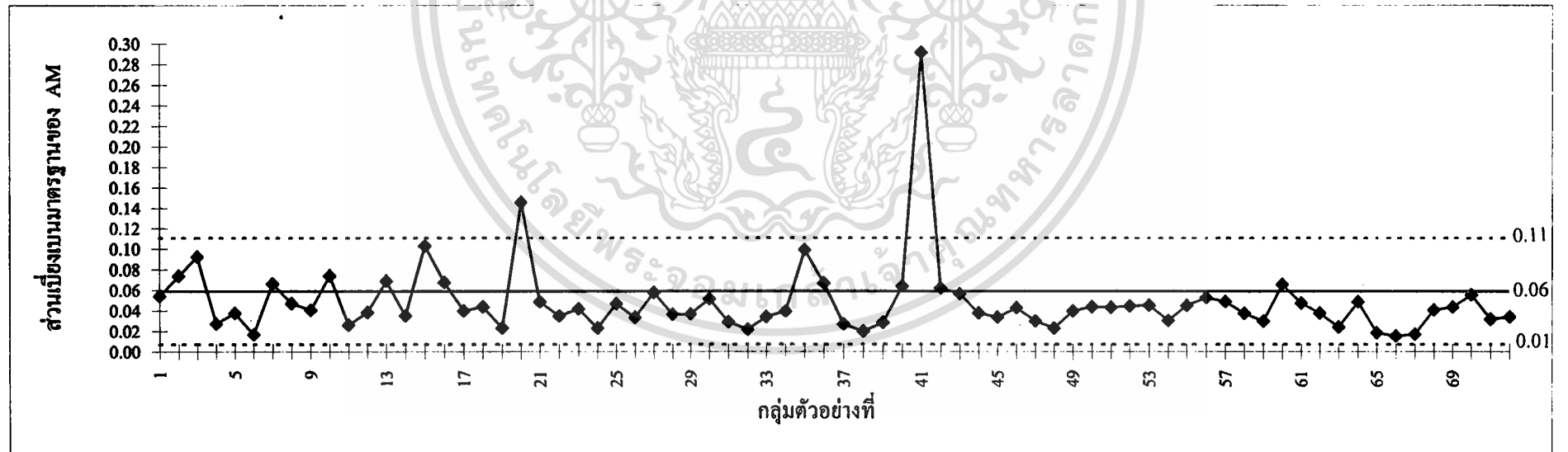
รูปที่ 4.100 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540



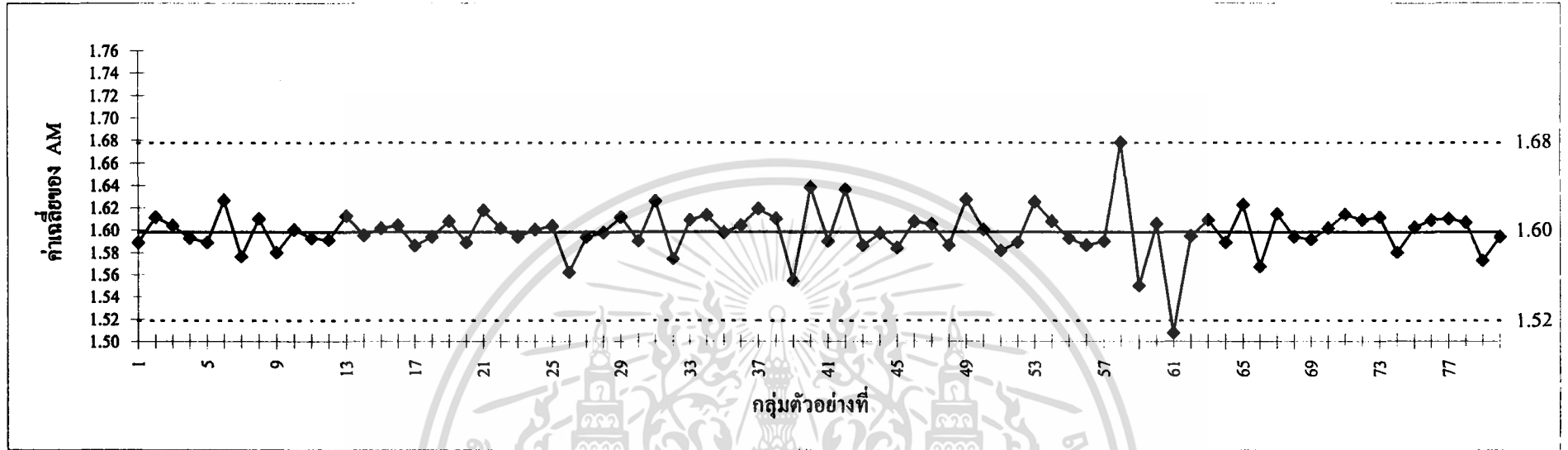
รูปที่ 4.101 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



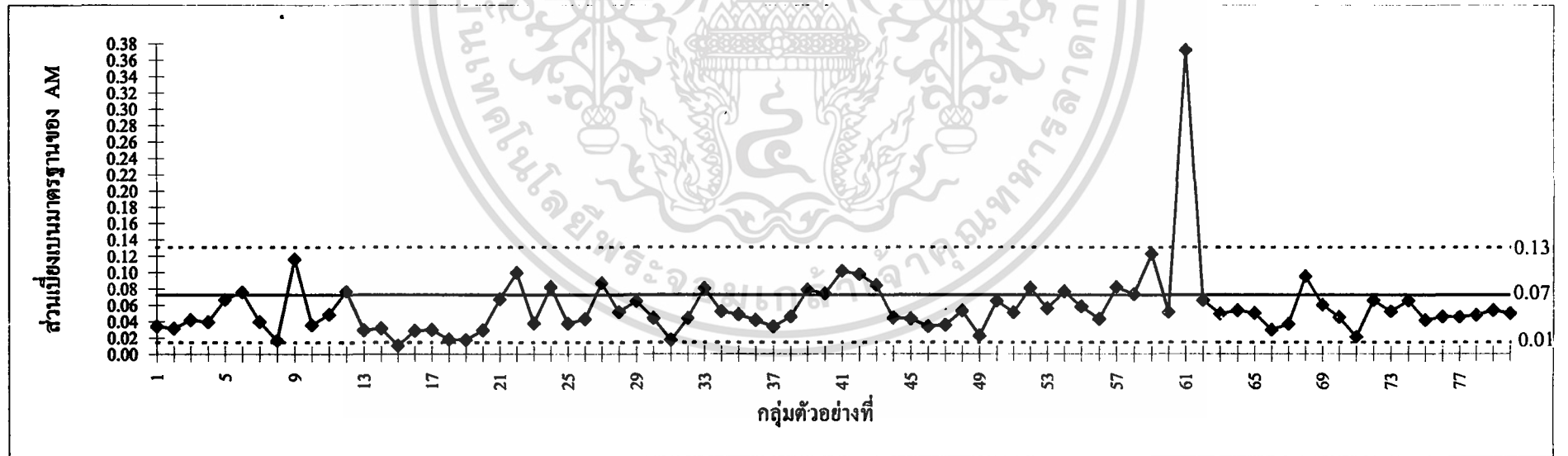
รูปที่ 4.102 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540



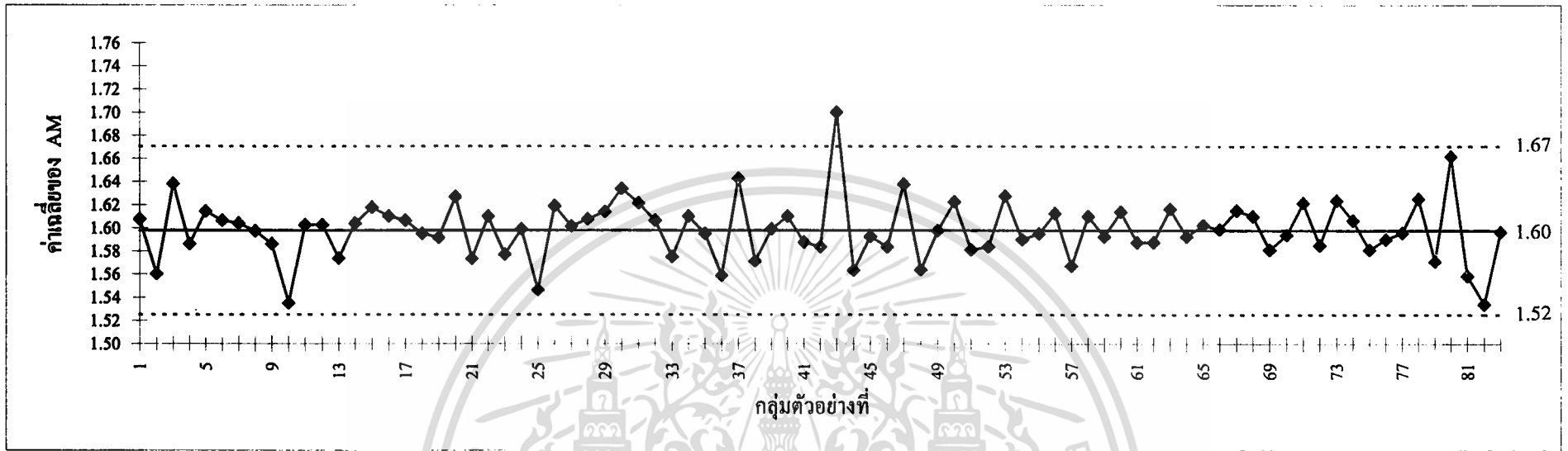
รูปที่ 4.103 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540



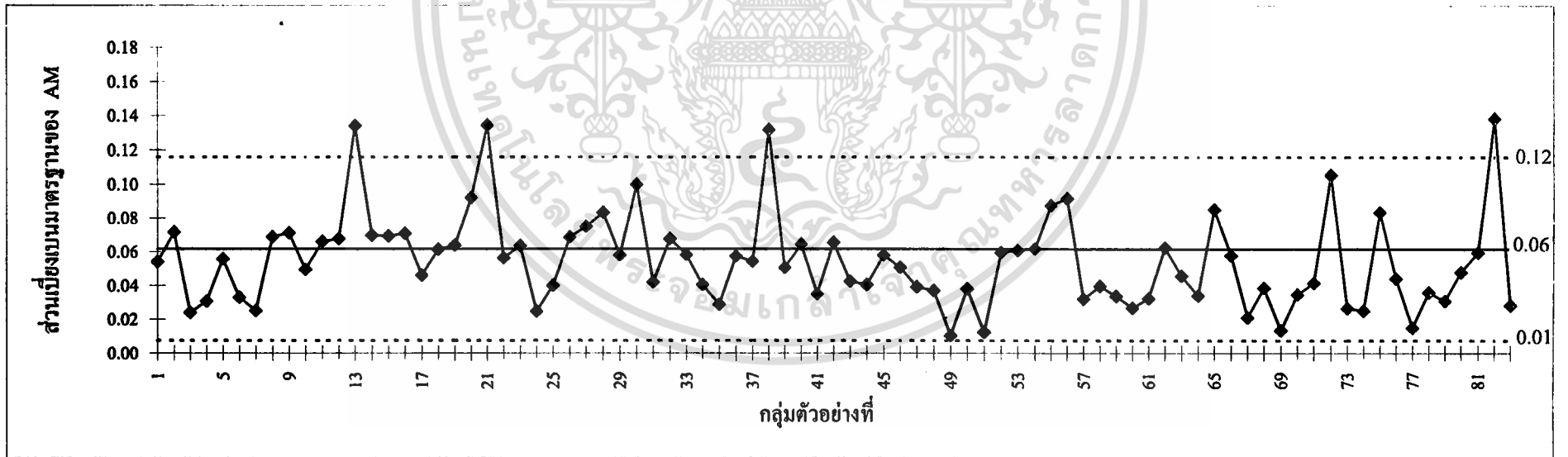
รูปที่ 4.104 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540



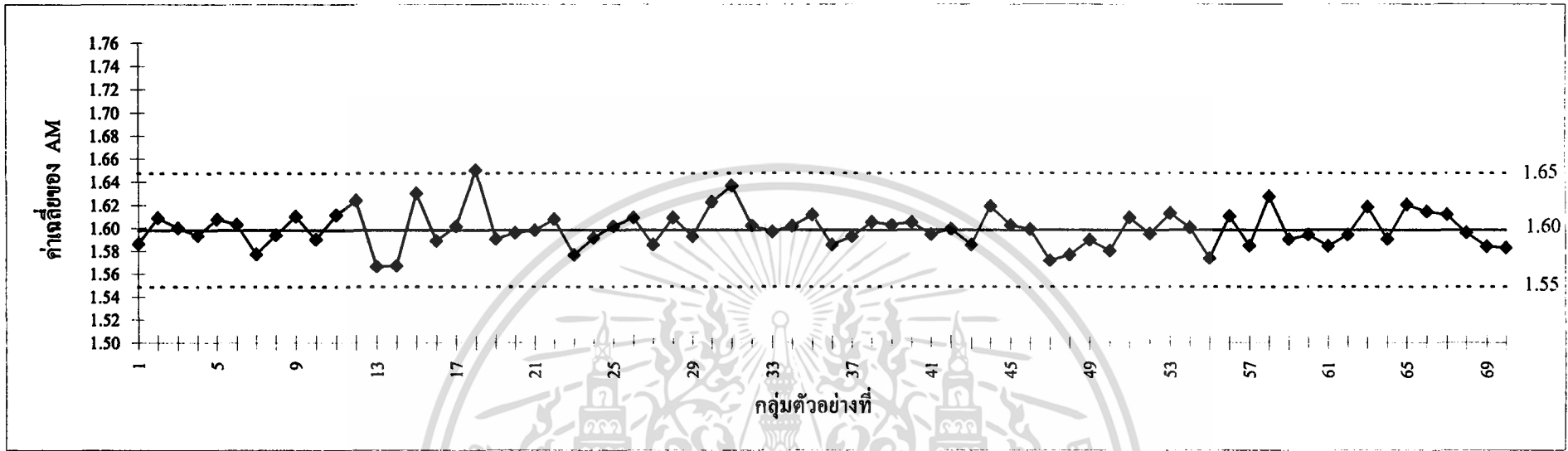
รูปที่ 4.105 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540



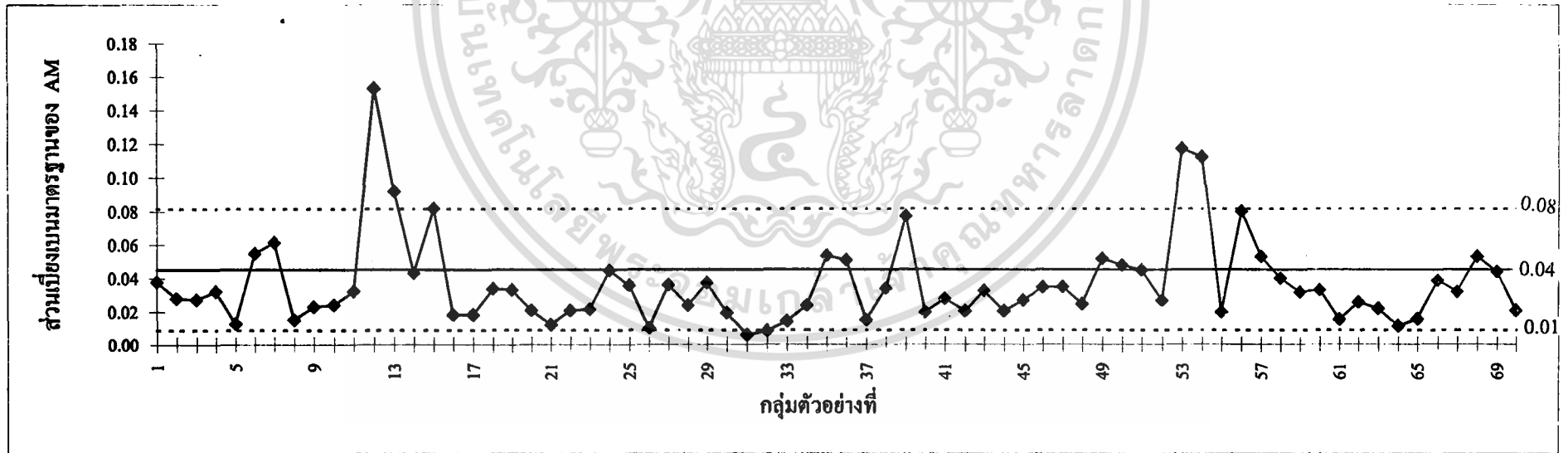
รูปที่ 4.106 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.107 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย AM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



รูปที่ 4.108 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM เดือนกันยายน พ.ศ. 2540



#### 4.4 เปรียบเทียบผลต่างระหว่างขีดจำกัดบนและขีดจำกัดล่าง

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้จะนำเอาค่าขีดจำกัดบน ( $UCL$ ) และค่าขีดจำกัดล่าง ( $LCL$ ) ที่ปรับปรุงแล้วมาหาผลต่าง ได้ดังนี้

##### 4.4.1 เปรียบเทียบอยู่ในรูปของตาราง

ตารางที่ 4.1 แสดงผลต่างระหว่าง  $UCL$  และ  $LCL$  ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของค่า LSF ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ข้อมูลรายวัน และข้อมูลรายกะ

เดือน	Setpoint	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของ LSF										
		บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)			ข้อมูลรายวัน				ข้อมูลรายกะ			
		ผลรวม กลุ่มย่อย	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$	ผลรวม กลุ่มย่อย	$\bar{\bar{x}}$	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$	ผลรวม กลุ่มย่อย	$\bar{\bar{x}}$	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$
เม.ย.	97.5	16	97.5	3.74	20	21	97.61	3.00	56	7	97.57	4.92
พ.ค.	97.5	22	97.7	3.36	25	21	97.71	2.54	71	7	97.70	4.42
มิ.ย.	97.5	23	97.7	3.60	25	22	97.77	2.22	72	7	97.69	3.59
ก.ค. - 8 ส.ค.	97.5	31	97.8	2.59	28	21	97.77	2.58	103	7	97.76	4.66
9-31 ส.ค.	96.5	18	96.9	3.19	22	21	96.96	2.47	60	8	96.86	3.54
ก.ย.	96.5	22	96.9	3.65	24	22	96.88	3.00	70	8	97.06	4.23
ค่าเฉลี่ย	97.17	22	97.42	3.36	24	21	97.45	2.64	72	7	97.44	4.23

ตารางที่ 4.2 แสดงผลต่างระหว่าง  $UCL$  และ  $LCL$  ของแผนภูมิควบคุมค่าการกระจายของค่า LSF ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ข้อมูลรายวัน และข้อมูลรายกะ

เดือน	Setpoint	แผนภูมิควบคุมค่าการกระจายของ LSF										
		บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)			ข้อมูลรายวัน				ข้อมูลรายกะ			
		ผลรวม กลุ่มย่อย	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$	ผลรวม กลุ่มย่อย	$\bar{n}$	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$	ผลรวม กลุ่มย่อย	$\bar{n}$	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$
เม.ย.	97.5	16	1.83	4.70	20	21	2.27	2.18	56	7	2.08	3.67
พ.ค.	97.5	22	1.64	4.23	25	21	1.92	1.85	71	7	1.87	3.30
มิ.ย.	97.5	23	1.76	4.53	25	22	1.71	1.61	72	7	1.52	2.68
ก.ค. - 8 ส.ค.	97.5	31	1.26	3.25	28	21	1.95	1.88	103	7	1.98	3.48
9-31 ส.ค.	96.5	18	1.56	4.01	22	21	1.87	1.80	60	8	1.61	2.61
ก.ย.	96.5	22	1.78	4.59	24	22	2.31	2.17	70	8	1.92	3.11
ค่าเฉลี่ย	97.17	22	1.64	4.22	24	21	2.01	1.91	72	7	1.83	3.14

ตารางที่ 4.3 แสดงผลต่างระหว่าง  $UCL$  และ  $LCL$  ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของค่า SM ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ข้อมูลรายวัน และข้อมูลรายกะ

เดือน	Setpoint	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของ SM										
		บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)			ข้อมูลรายวัน				ข้อมูลรายกะ			
		ผลรวม กลุ่มย่อย	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$	ผลรวม กลุ่มย่อย	$\bar{n}$	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$	ผลรวม กลุ่มย่อย	$\bar{n}$	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$
เม.ย. - 12 พ.ค.	2.47	28	2.48	0.08	32	22	2.48	0.06	92	7	2.48	0.10
13-31 พ.ค.	2.45	12	2.48	0.09	13	19	2.46	0.06	35	7	2.46	0.10
มิ.ย.	2.45	23	2.46	0.06	25	22	2.45	0.05	72	7	2.46	0.09
ก.ค.	2.45	24	2.46	0.05	28	21	2.45	0.06	80	8	2.46	0.10
ส.ค.	2.45	25	2.46	0.07	30	21	2.46	0.08	83	7	2.46	0.12
ก.ย.	2.45	22	2.45	0.07	24	22	2.46	0.06	70	8	2.46	0.10
ค่าเฉลี่ย	2.45	22	2.46	0.07	25	21	2.46	0.06	72	7	2.46	0.10

ตารางที่ 4.4 แสดงผลต่างระหว่าง  $UCL$  และ  $LCL$  ของแผนภูมิควบคุมค่าการกระจายของค่า SM ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ข้อมูลรายวัน และข้อมูลรายกะ

เดือน	Setpoint	แผนภูมิควบคุมค่าการกระจายของ SM										
		บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)			ข้อมูลรายวัน				ข้อมูลรายกะ			
		ผลรวม กลุ่มย่อย	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$	ผลรวม กลุ่มย่อย	$\bar{n}$	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$	ผลรวม กลุ่มย่อย	$\bar{n}$	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$
เม.ย. - 12 พ.ค.	2.47	28	0.04	0.10	32	22	0.04	0.04	92	7	0.04	0.07
13-31 พ.ค.	2.45	12	0.04	0.11	13	19	0.05	0.05	35	7	0.04	0.08
มิ.ย.	2.45	23	0.03	0.08	25	22	0.04	0.04	72	7	0.04	0.07
ก.ค.	2.45	24	0.03	0.07	28	21	0.05	0.04	80	8	0.05	0.07
ส.ค.	2.45	25	0.03	0.09	30	21	0.06	0.06	83	7	0.05	0.09
ก.ย.	2.45	22	0.03	0.09	24	22	0.05	0.05	70	8	0.04	0.07
ค่าเฉลี่ย	2.45	22	0.03	0.09	25	21	0.05	0.05	72	7	0.04	0.08

ตารางที่ 4.5 แสดงผลต่างระหว่าง  $UCL$  และ  $LCL$  ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของค่า AM ของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ข้อมูลรายวัน และข้อมูลรายกะ

เดือน	Setpoint	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของ AM										
		บริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)			ข้อมูลรายวัน				ข้อมูลรายกะ			
		ผลรวม กลุ่มย่อย	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$	ผลรวม กลุ่มย่อย	$\bar{n}$	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$	ผลรวม กลุ่มย่อย	$\bar{n}$	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$
เม.ย.	1.60	16	1.60	0.08	20	22	1.60	0.07	56	7	1.60	0.13
พ.ค.	1.60	22	1.60	0.07	25	19	1.60	0.07	71	7	1.60	0.12
มิ.ย.	1.60	23	1.60	0.05	25	22	1.60	0.06	72	7	1.60	0.11
ก.ค.	1.60	24	1.60	0.06	28	21	1.60	0.07	80	8	1.60	0.12
ส.ค.	1.60	25	1.60	0.08	30	21	1.60	0.07	83	7	1.60	0.13
ก.ย.	1.60	22	1.60	0.06	24	22	1.60	0.05	70	8	1.60	0.08
ค่าเฉลี่ย	1.60	22	1.60	0.07	25	21	1.60	0.07	72	7	1.60	0.11

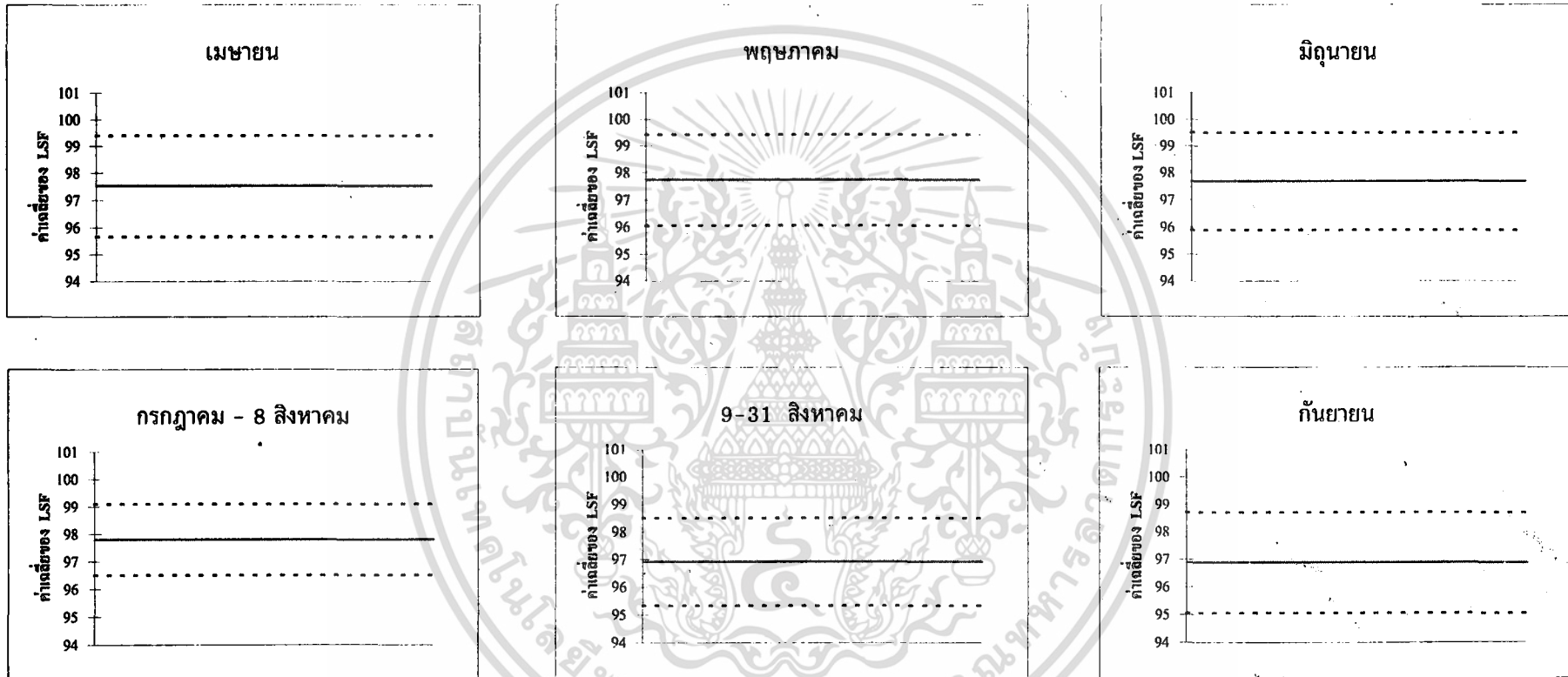
ตารางที่ 4.6 แสดงผลต่างระหว่าง  $UCL$  และ  $LCL$  ของแผนภูมิควบคุมค่าการกระจายของค่า AM ของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ข้อมูลรายวัน และข้อมูลรายกะ

เดือน	Setpoint	แผนภูมิควบคุมค่าการกระจายของ AM										
		บริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)			ข้อมูลรายวัน				ข้อมูลรายกะ			
		ผลรวม กลุ่มย่อย	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$	ผลรวม กลุ่มย่อย	$\bar{n}$	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$	ผลรวม กลุ่มย่อย	$\bar{n}$	$CL_{\bar{x}}$	$UCL-LCL$
เม.ย.	1.60	16	0.04	0.10	20	22	0.06	0.05	56	7	1.66	0.09
พ.ค.	1.60	22	0.03	0.09	25	19	0.05	0.05	71	7	1.66	0.09
มิ.ย.	1.60	23	0.03	0.07	25	22	0.05	0.04	72	7	1.65	0.08
ก.ค.	1.60	24	0.03	0.08	28	21	0.06	0.05	80	8	1.66	0.09
ส.ค.	1.60	25	0.04	0.10	30	21	0.06	0.05	83	7	1.66	0.10
ก.ย.	1.60	22	0.03	0.08	24	22	0.04	0.03	70	8	1.64	0.06
ค่าเฉลี่ย	1.60	22	0.03	0.09	25	21	0.05	0.05	72	7	1.66	0.09

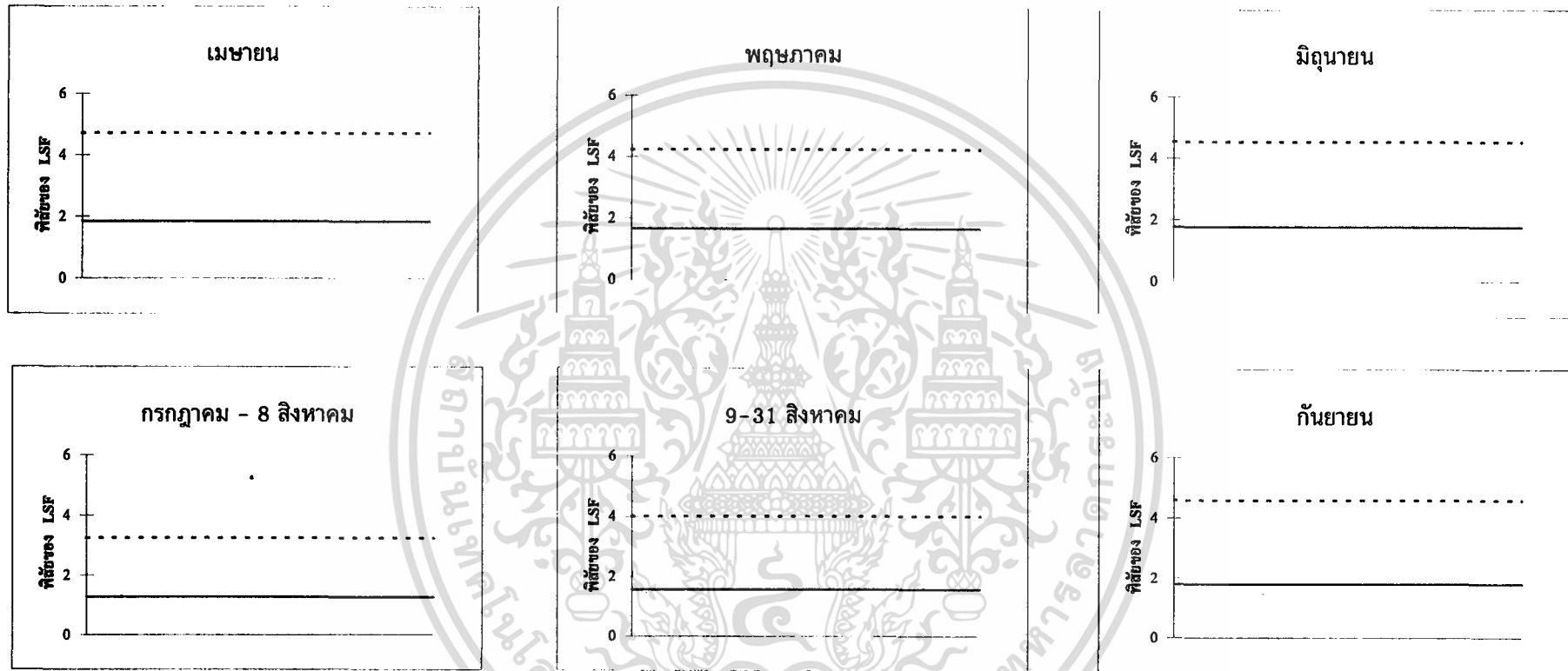
จากตารางที่ 4.1 - 4.6 จะพบว่า ผลต่างระหว่าง  $UCL$  และ  $LCL$  ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าการกระจาย ของทั้ง LSF, SM และ AM ของข้อมูลรายวันจะให้ช่วงที่แคบที่สุด

#### 4.4.2 เปรียบเทียบอยู่ในรูปของแผนภูมิควบคุม

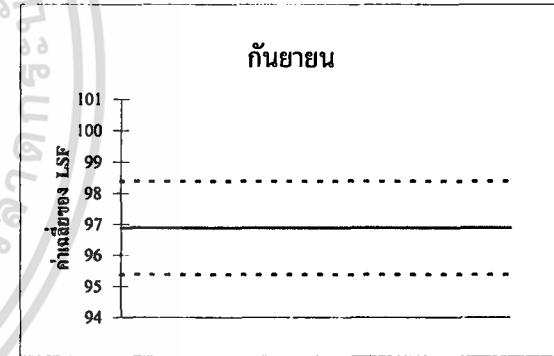
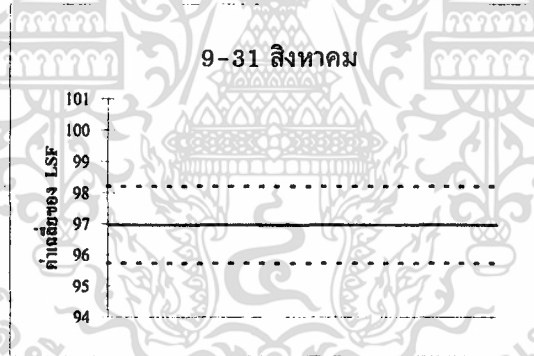
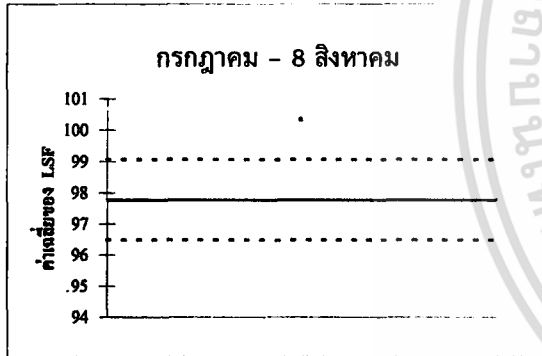
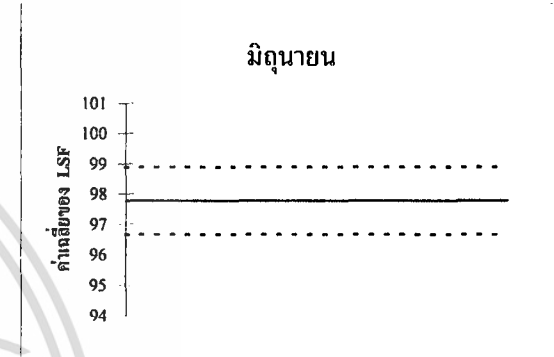
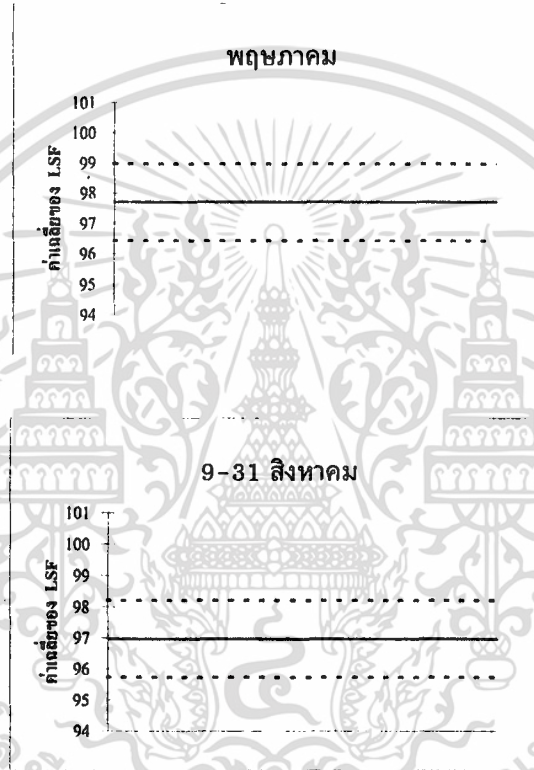
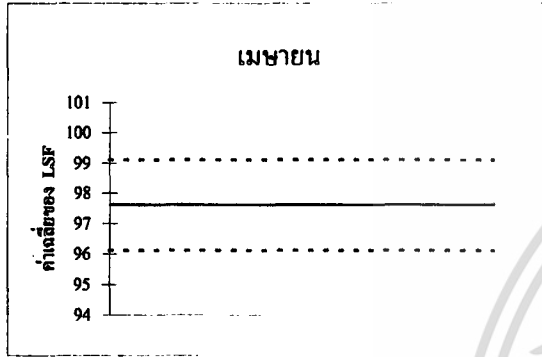
รูปที่ 4.109 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย LSF ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)



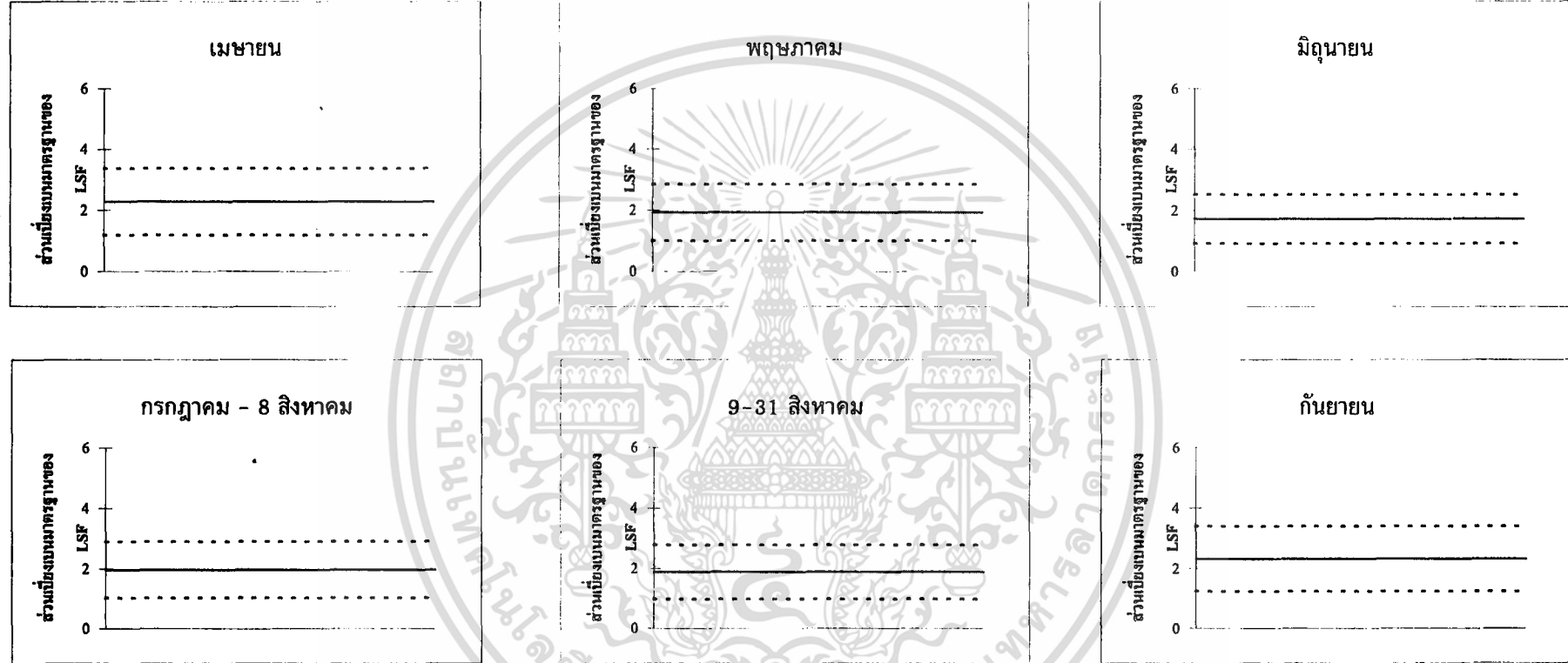
รูปที่ 4.110 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าพิสัย LSF ของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)



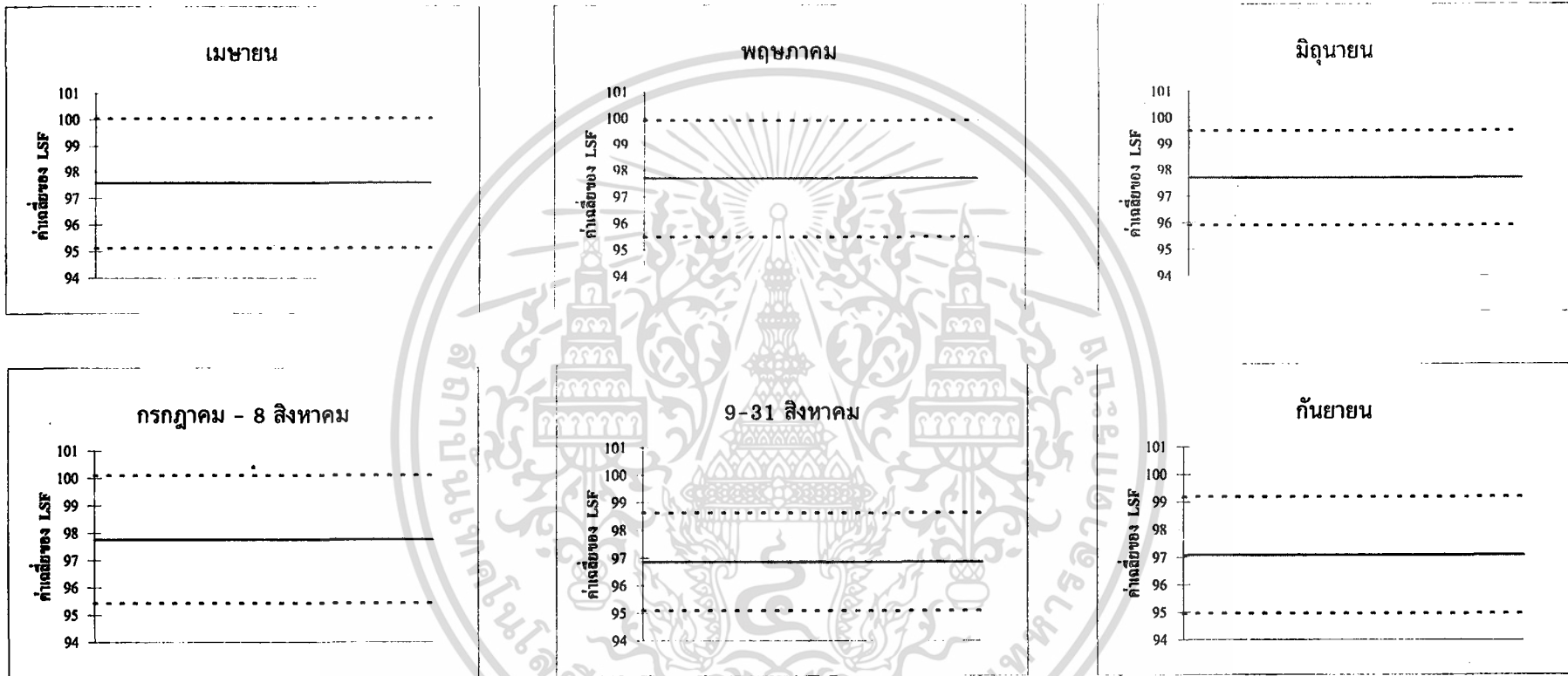
รูปที่ 4.111 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย LSF ของข้อมูลรายวัน



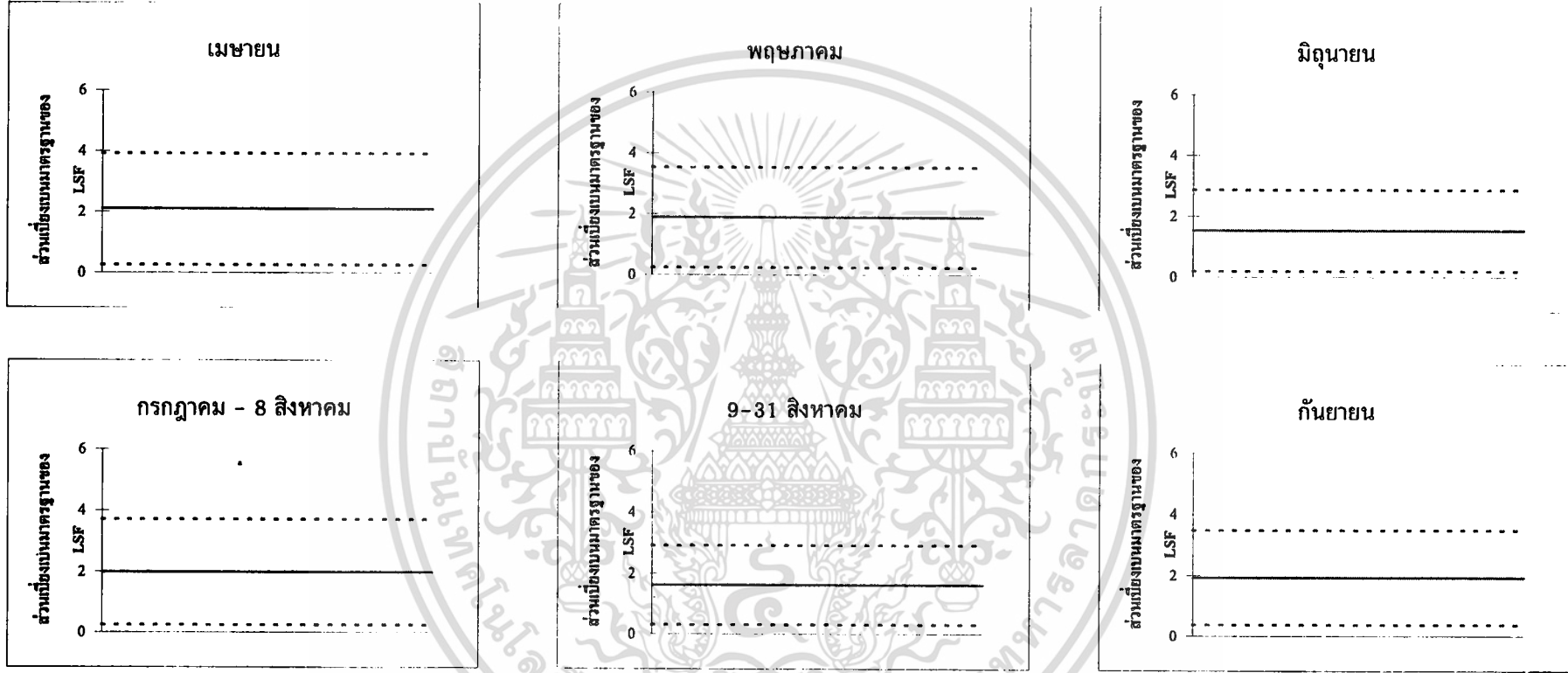
รูปที่ 4.112 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF ของข้อมูลรายวัน



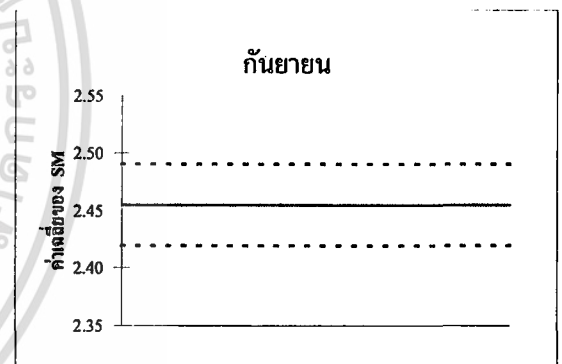
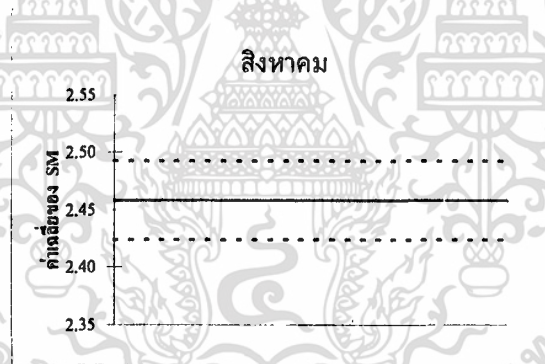
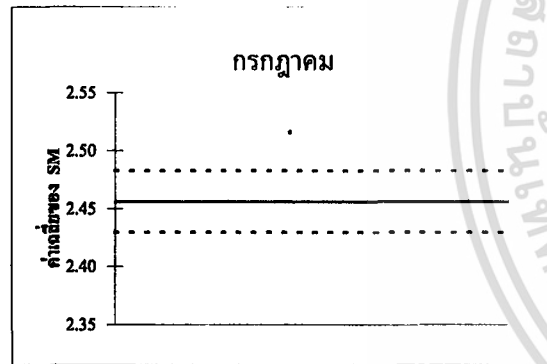
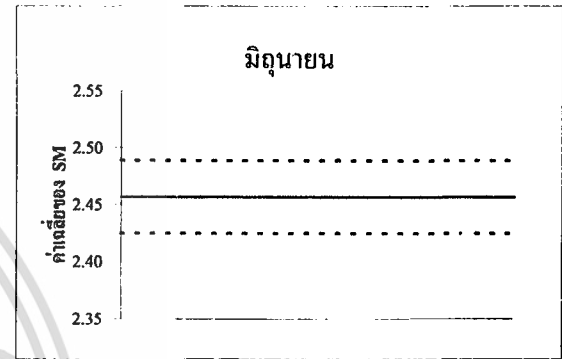
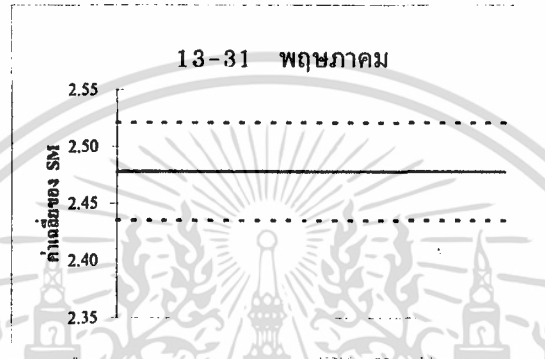
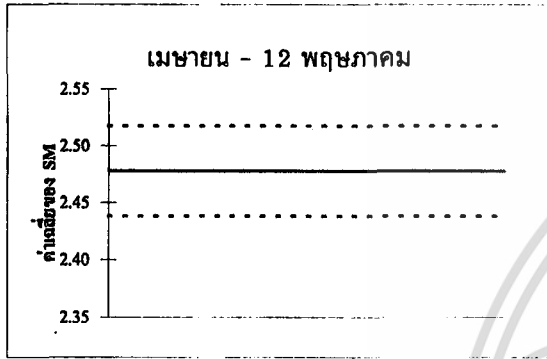
รูปที่ 4.113 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย LSF ของข้อมูลรายกะ



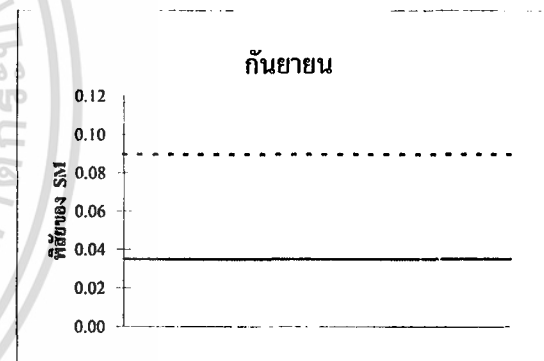
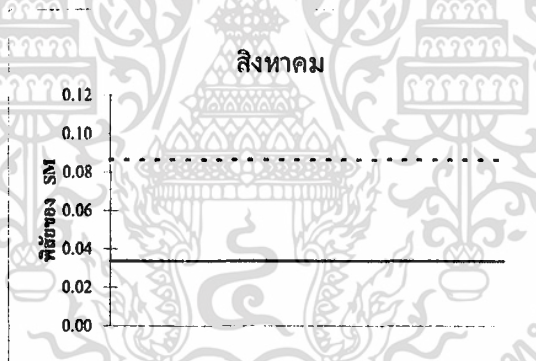
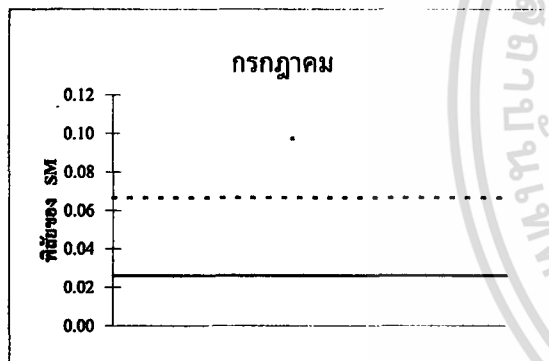
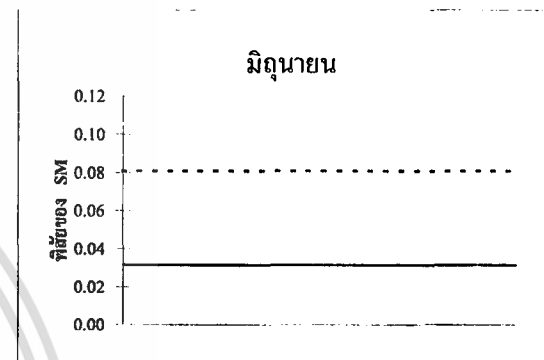
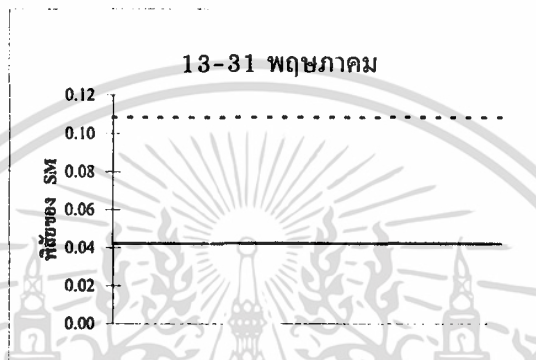
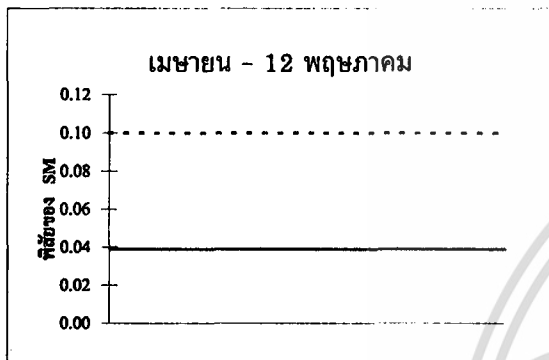
รูปที่ 4.114 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน LSF ของข้อมูลรายกะ



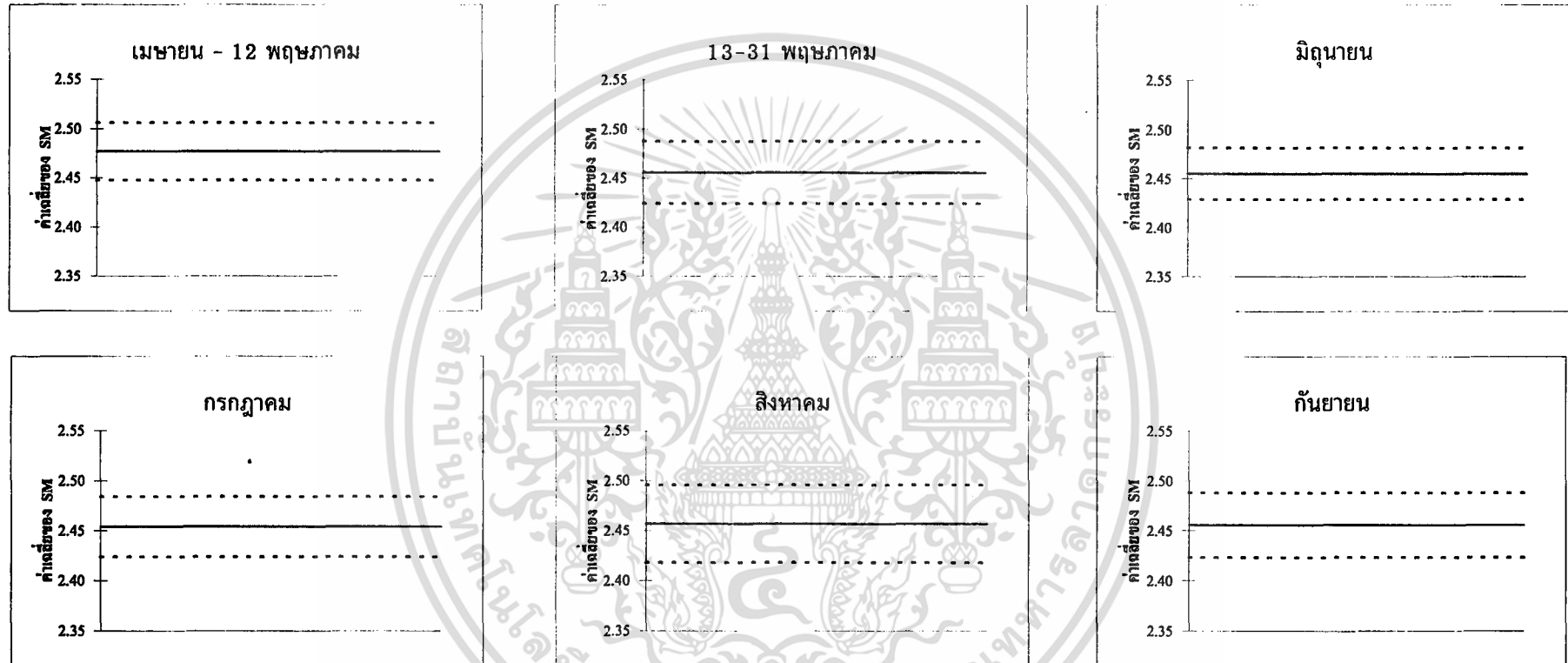
รูปที่ 4.115 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย SM ของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)



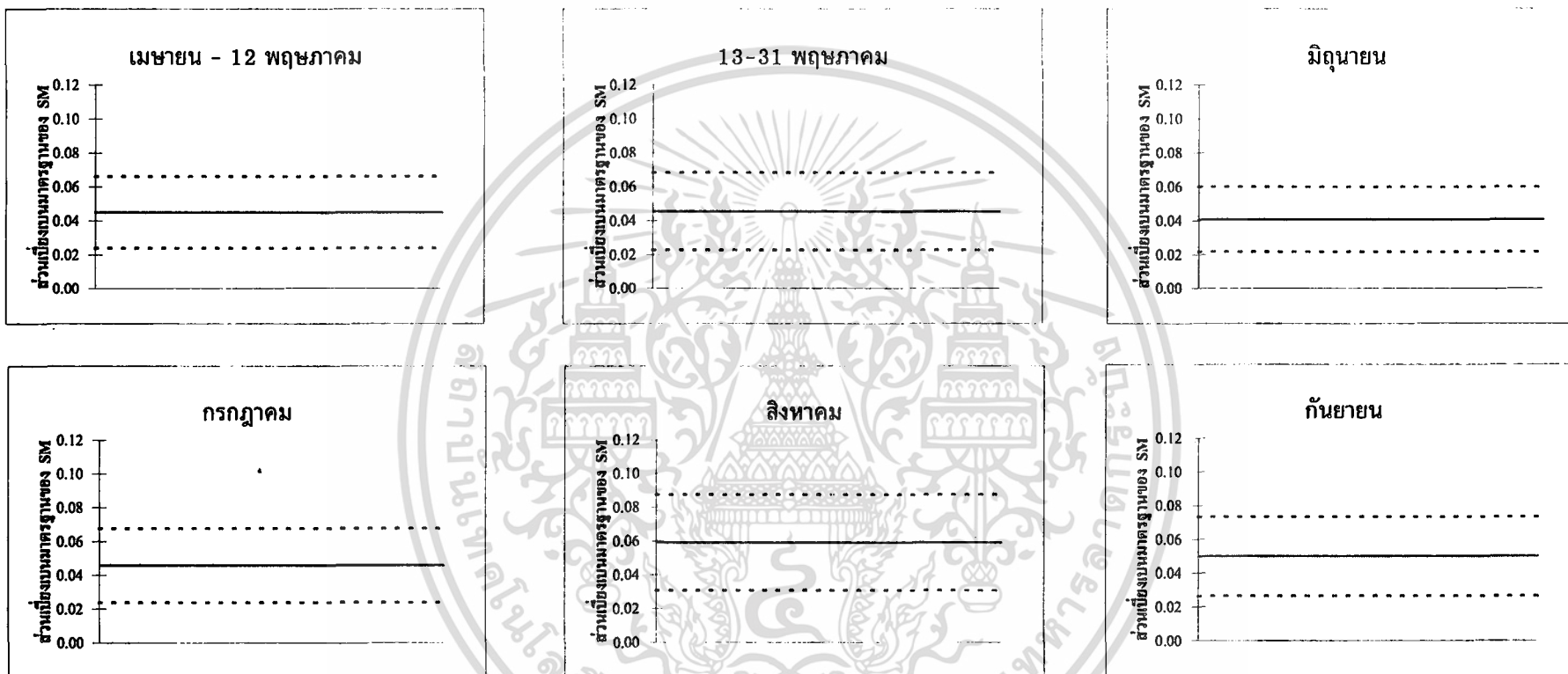
รูปที่ 4.116 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าพิสัย SM ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)



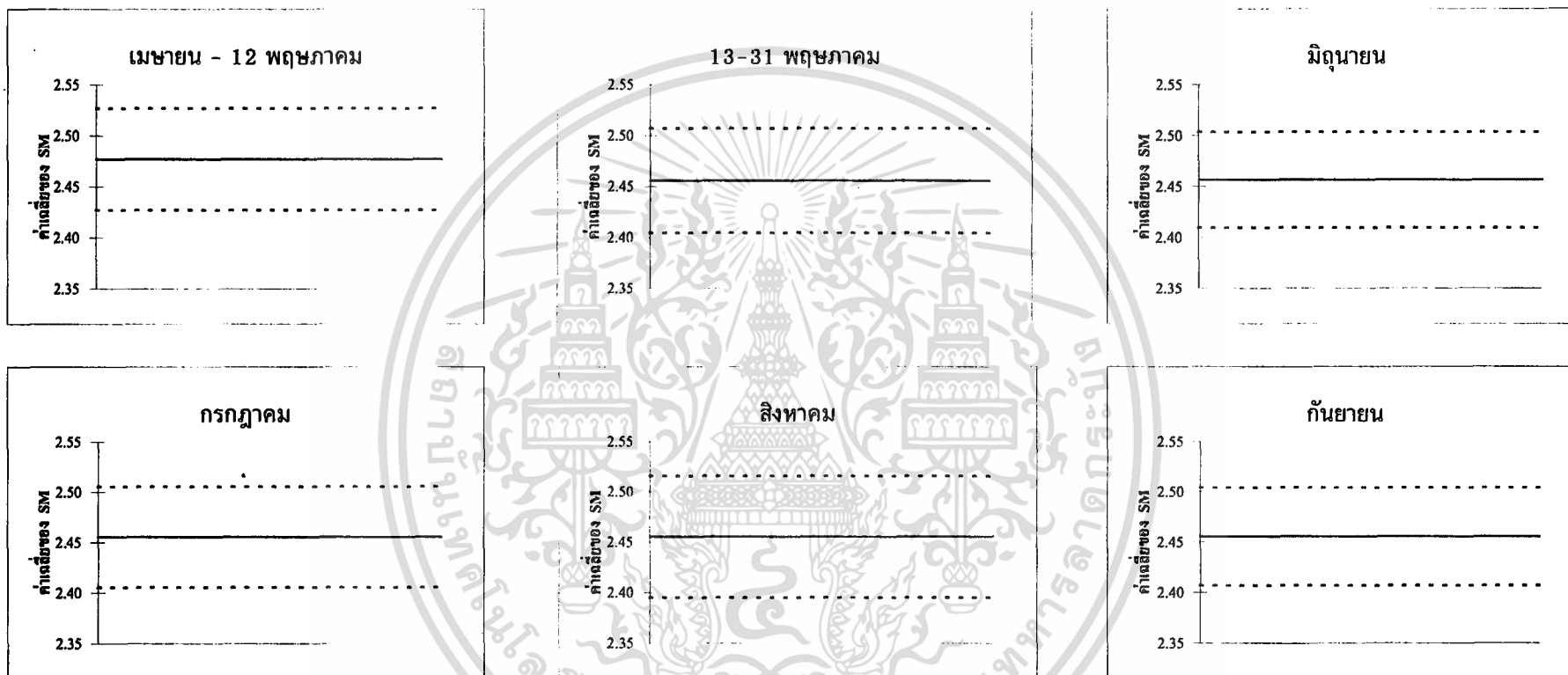
รูปที่ 4.117 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย SM ของข้อมูลรายวัน



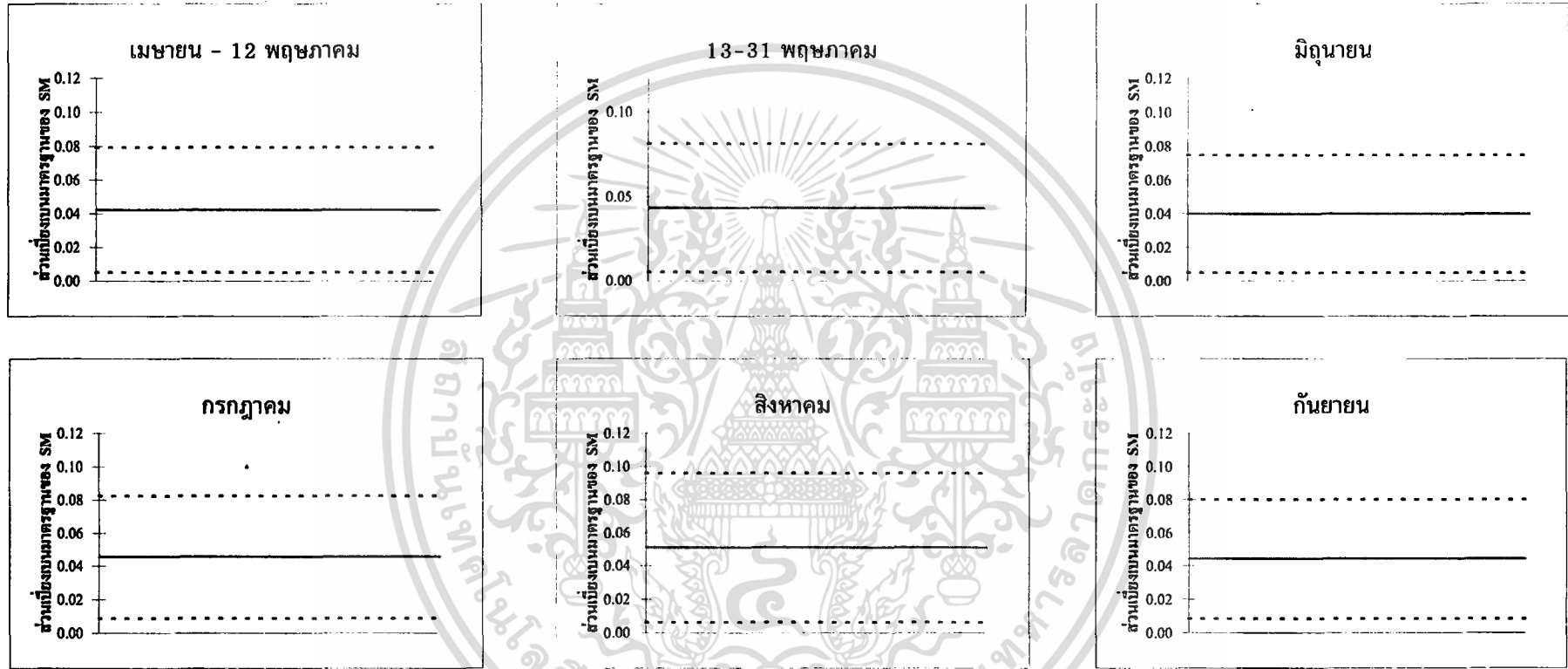
รูปที่ 4.118 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM ของข้อมูลรายวัน



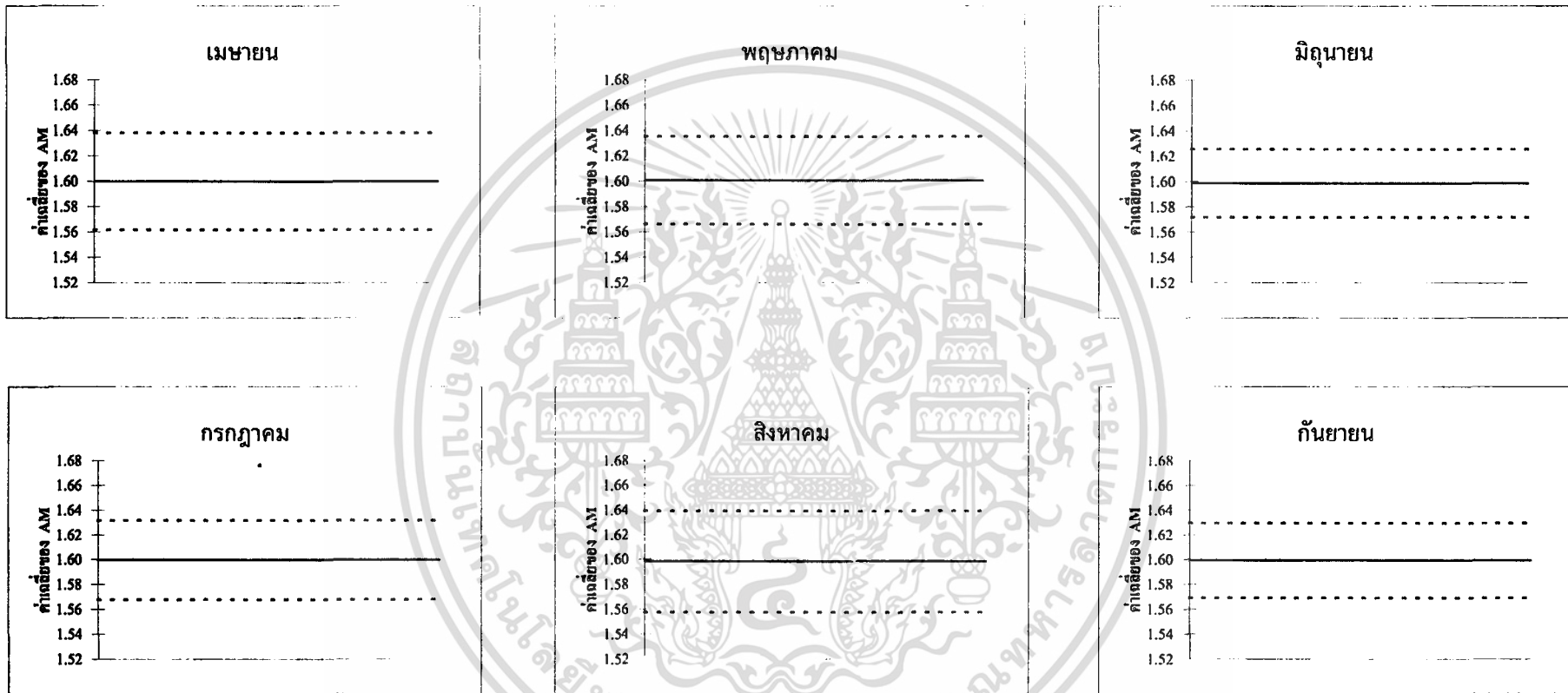
รูปที่ 4.119 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย SM ของข้อมูลรายกะ



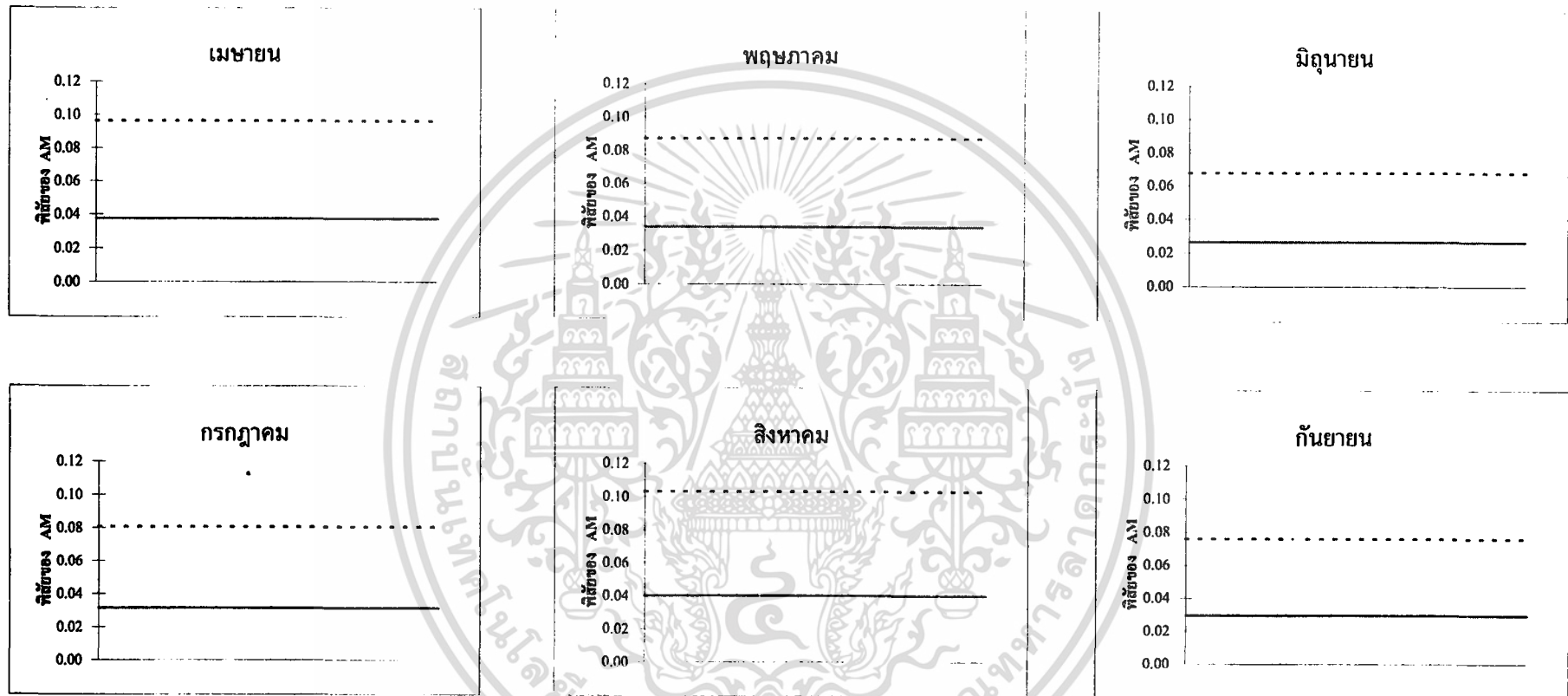
รูปที่ 4.120 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SM ของข้อมูลรายกะ



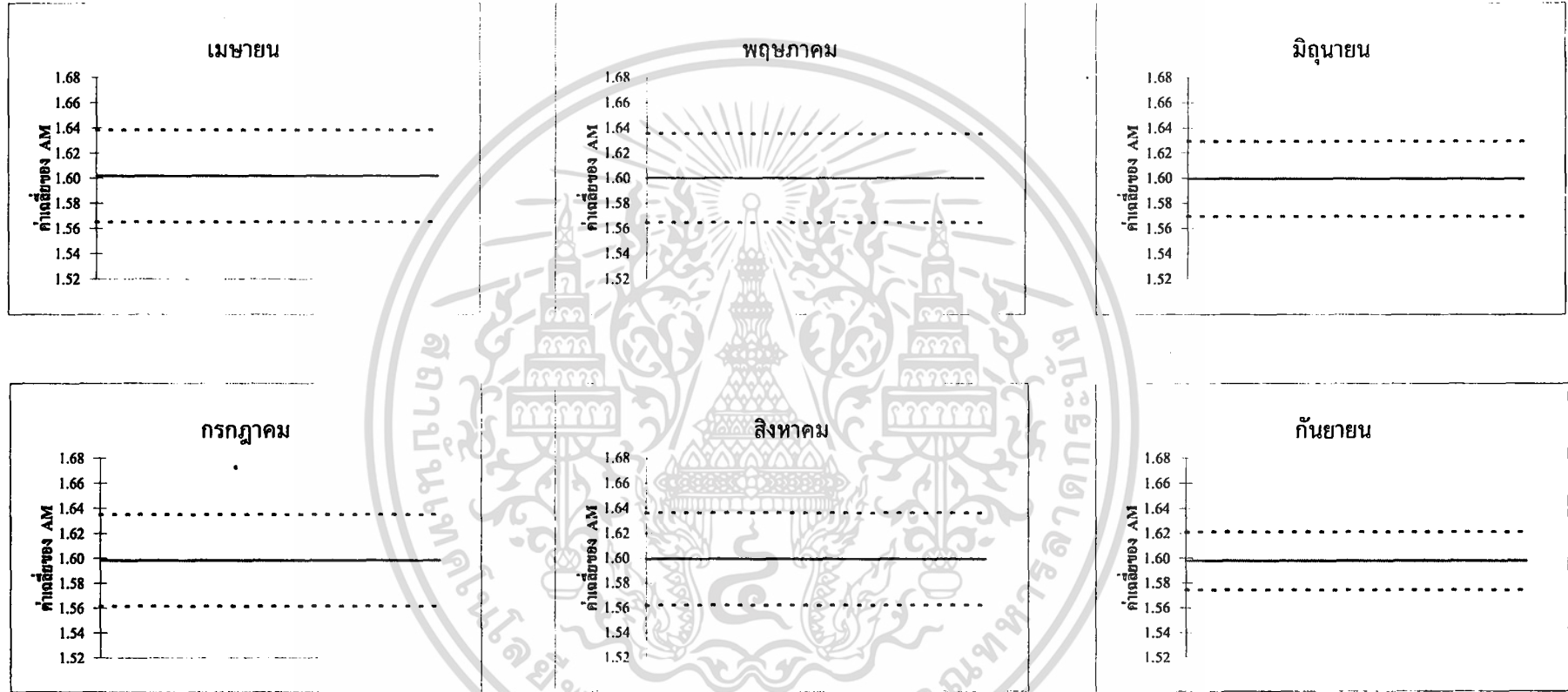
รูปที่ 4.121 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย AM ของบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)



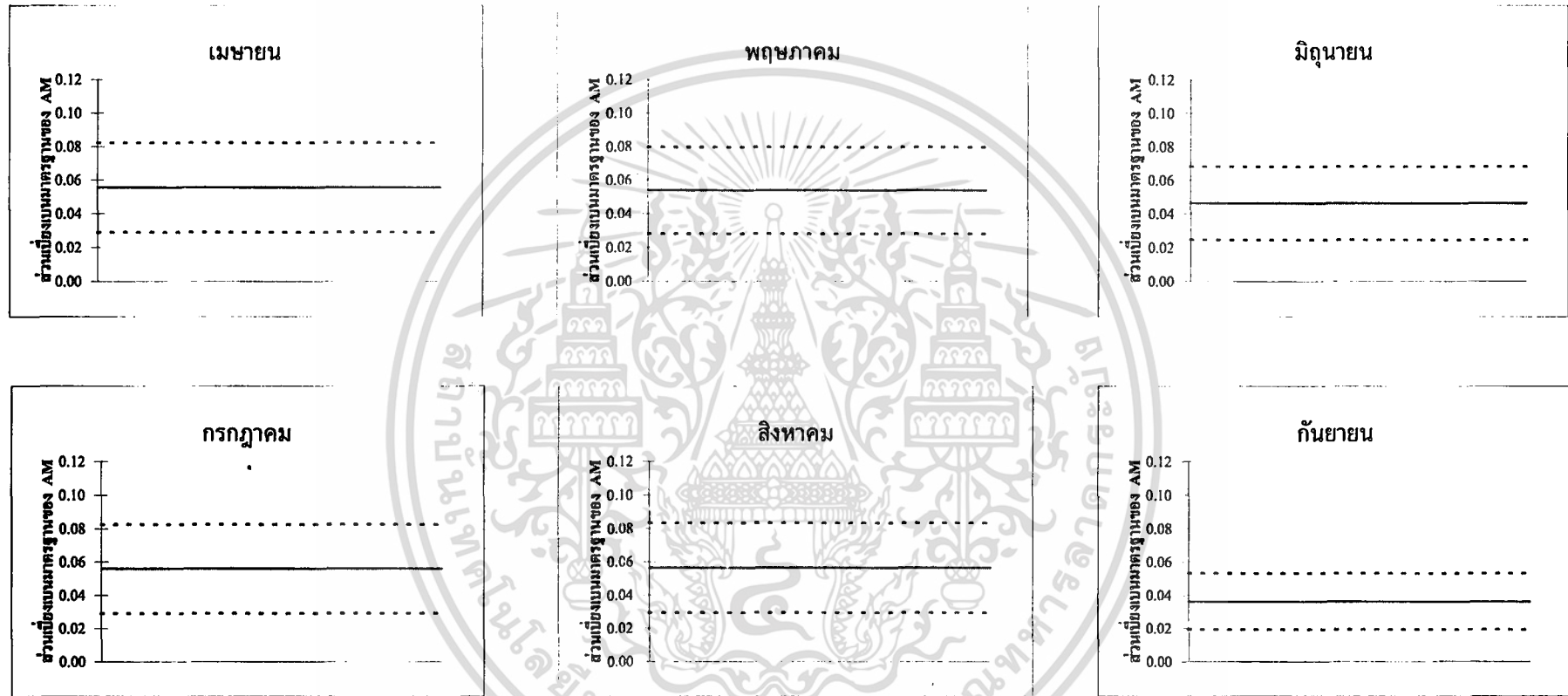
รูปที่ 4.122 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าพิสัย AM ของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)



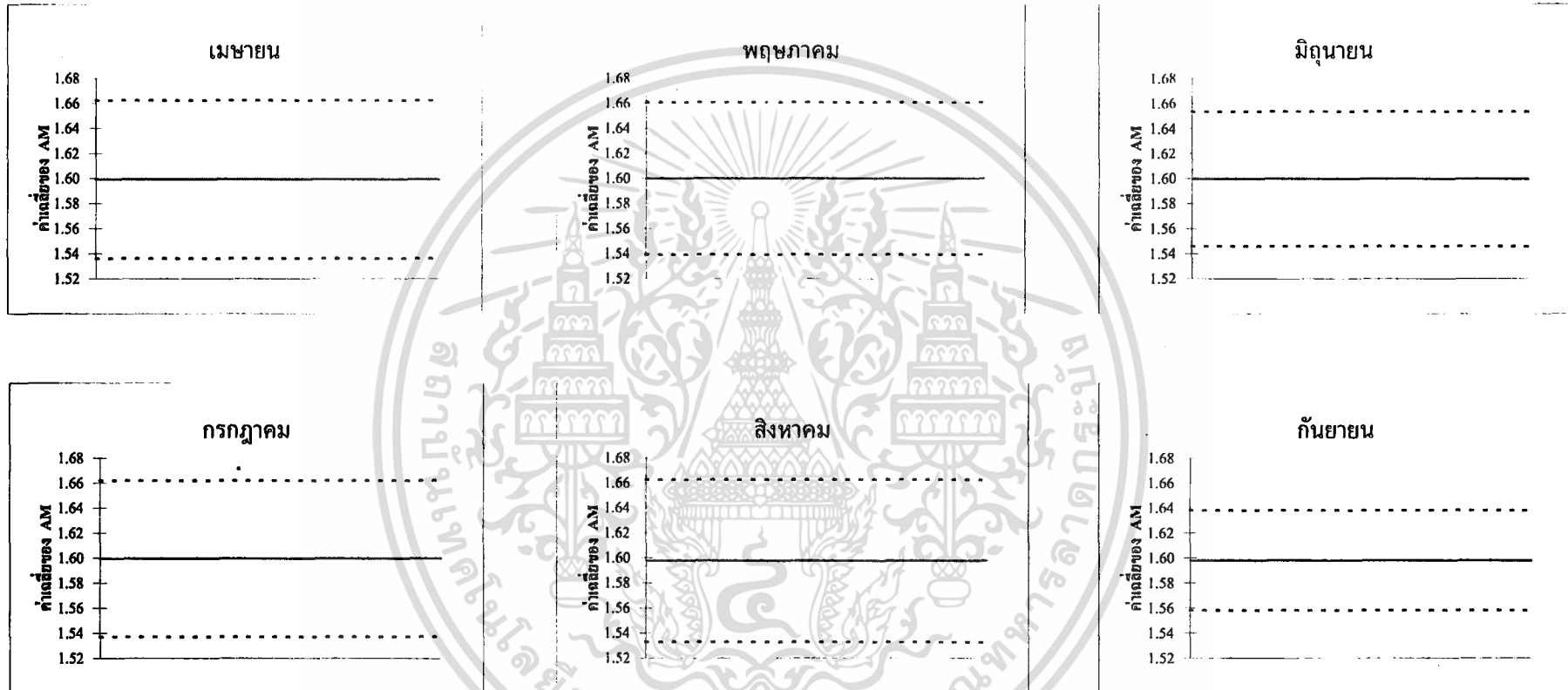
รูปที่ 4.123 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย AM ของข้อมูลรายวัน



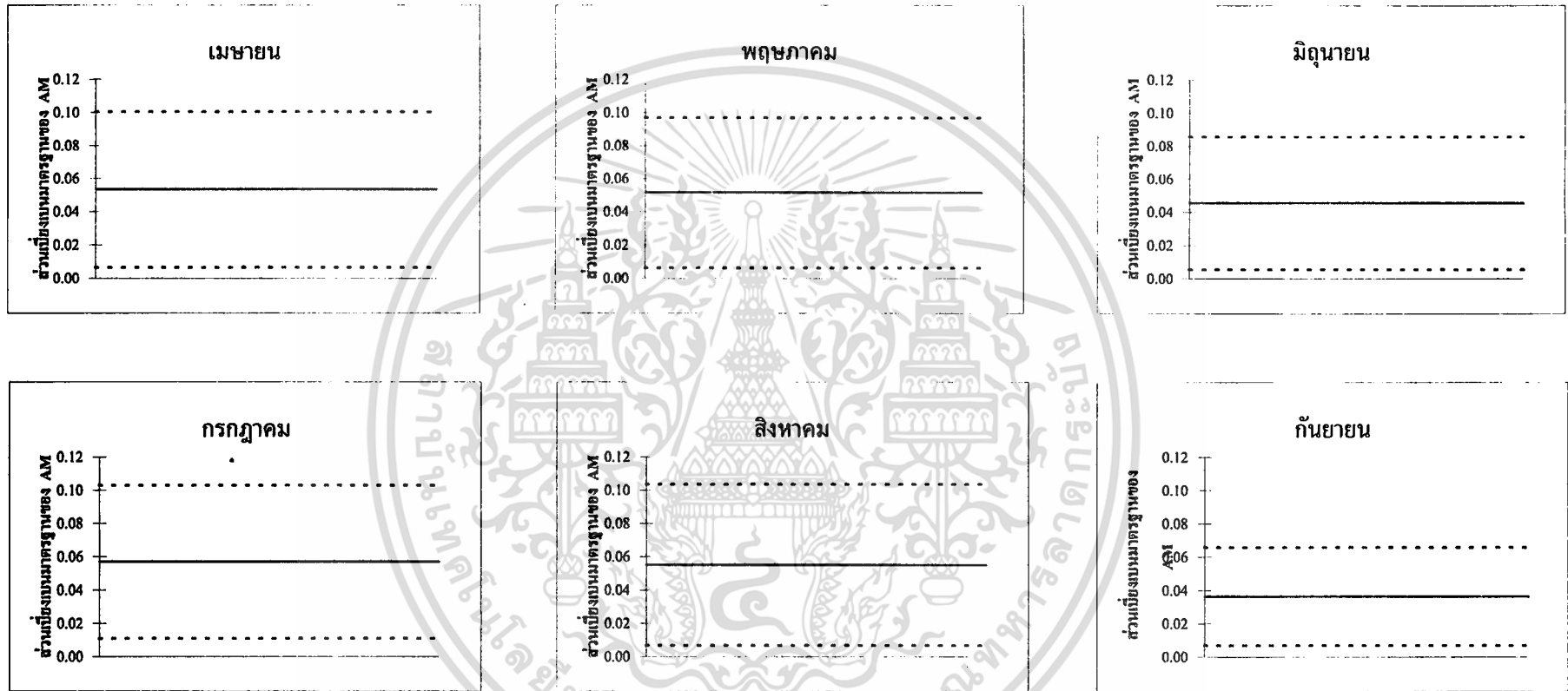
รูปที่ 4.124 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM ของข้อมูลรายวัน



รูปที่ 4.125 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย AM ของข้อมูลรายกะ



รูปที่ 4.126 แสดงขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน AM ของข้อมูลรายกะ



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการนำหลักเกณฑ์ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ของบริษัททีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ซึ่งผลการวิจัยสามารถระบุได้ดังนี้ คือ

#### 5.1 การควบคุมคุณภาพของปูนซีเมนต์สำหรับวัตถุดิบในหม้อบดที่ 1

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลค่า LSF SM และ AM ของวัตถุดิบ ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2540 ถึง 30 กันยายน 2540 โดยอาศัยหลักเกณฑ์การควบคุมคุณภาพ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับวัตถุดิบควรเก็บข้อมูลชั่วโมงละ 1 ตัวอย่าง โดยทำการเก็บทุกชั่วโมงและบันทึกผลลงในตารางบันทึกข้อมูล (Logsheet)
2. สร้างแผนภูมิ  $\bar{X}$  ในการควบคุมค่าเฉลี่ยของข้อมูล และแผนภูมิ S ในการควบคุมการกระจายของข้อมูล
3. ควรทำการปรับปรุงแผนภูมิดังกล่าว เมื่อทราบสาเหตุของความผิดปกติของกระบวนการผลิต

#### 5.2 การเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

จากการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างค่าพิสัยบนกับพิสัยล่างของแผนภูมิค่าเฉลี่ย แผนภูมิ R และแผนภูมิ S จากข้อมูลของวัตถุดิบที่เก็บรวบรวมตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2540 ถึง 30 กันยายน 2540 สรุปได้ดังนี้

##### 5.2.1 ค่า LSF

- แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

เมื่อเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมคุณภาพทั้ง 3 แบบ คือ

1. แผนภูมิควบคุมคุณภาพของบริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด (มหาชน)
2. แผนภูมิควบคุมคุณภาพเมื่อใช้รายวันเป็นกลุ่มตัวอย่างย่อย
3. แผนภูมิควบคุมคุณภาพเมื่อใช้รายกะเป็นกลุ่มตัวอย่างย่อย

พบว่าแผนภูมิแบบที่สองจะเป็นแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีขอบเขตพิสัยแคบที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### - แผนภูมิควบคุมการกระจาย

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะได้ผลเช่นเดียวกับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย LSF

#### 5.2.2 ค่า SM

ทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมการกระจายจะได้ผลเช่นเดียวกับแผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับวัตถุดิบ LSF กล่าวคือแผนภูมิเมื่อใช้รายวันเป็นกลุ่มตัวอย่างย่อยจะเป็นแผนภูมิที่ได้ขอบเขตพิกิตแคบที่สุด

#### 5.2.3 ค่า AM

แผนภูมิค่าเฉลี่ยและแผนภูมิการกระจายได้ผลเช่นเดียวกับแผนภูมิที่ใช้ควบคุมวัตถุดิบ LSF และ AM

### 5.3 ปัญหาที่พบในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เนื่องจากข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์นั้นได้มาจากการถ่ายสำเนา ทำให้ข้อมูลบางตัวไม่ชัดเจน
2. เนื่องจากเป็นการนำข้อมูลจากบริษัทวิเคราะห์ ผู้วิเคราะห์ไม่ได้ทำการเก็บข้อมูลจริง จึงไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัดของปัญหา จึงต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าจุดที่ตกนอกพิกิตควบคุมให้ถือว่าหาสาเหตุได้ทั้งหมด

### 5.4 ข้อเสนอแนะ

1. จากขอบเขตควบคุมคุณภาพ  $\bar{X} \pm 3\sigma_{\bar{X}}$  เพื่อความสะดวกในการทำงานสามารถใช้ Setpoint แทน  $\bar{X}$  ได้ เพราะได้ทำการทดสอบสมมติฐานที่ว่า  $\bar{X}$  และ Setpoint ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งผลปรากฏว่ายอมรับสมมติฐานดังกล่าว
2. แผนภูมิทั้ง 3 แบบนี้ให้ค่าขอบเขตพิกิตใกล้เคียงกัน แต่แผนภูมิเมื่อใช้รายวันเป็นกลุ่มตัวอย่างย่อยจะให้ขอบเขตที่แคบที่สุด ดังนั้นการจะเลือกใช้แผนภูมิใดควรพิจารณาตามบุคคลากรและค่าใช้จ่าย



**ภาคผนวก ก.**

**ตารางสถิติ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.1 ตัวประกอบสำหรับการคำนวณเส้นพิสัยควบคุม

Factors for Computing Central Lines and  $3\sigma$  Control Limits for  $\bar{X}$ ,  $s$ , and  $R$ , Charts

Observations in Sample, $n$	Chart for Averages			Chart for Standard Deviations						Chart for Ranges						
	Factors for Control Limits			Factors for Central Line		Factors for Control Limits				Factors for Central Line		Factors for Control Limits				
	$A$	$A_1$	$A_2$	$c_4$	$1/c_4$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	$d_1$	$1/d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548
25	0.600	0.155	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541

Copyright ASTM, 1916 Race Street, Philadelphia, PA, 19103, Reprinted with permission.

ภาคผนวก ข.

เอกสารประกอบของ บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Log Sheet

DATE : 1 February 1997

TIME	RAW MATERIALS GRINDING PLANT		
	RAW MILL #1		
	LSF	SM	AM
<b>SET POINT</b>	<b>97.50</b>	<b>2.50</b>	<b>1.60</b>
8.00	93.79	2.53	1.57
9.00	96.94	2.53	1.56
10.00	93.19	2.52	1.59
11.00	96.23	2.54	1.57
12.00	98.26	2.53	1.58
13.00	97.12	2.55	1.58
14.00	94.40	2.52	1.59
15.00	99.27	2.52	1.60
<b>AVERAGE 1st SHIFT</b>	<b>94.92</b>	<b>2.53</b>	<b>1.58</b>
16.00	96.97	2.52	1.62
17.00	96.74	2.49	1.63
18.00	100.49	2.47	1.63
19.00	101.41	2.50	1.64
20.00	99.97	2.51	1.63
21.00	96.45	2.53	1.62
22.00	95.74	2.49	1.63
23.00	95.99	2.49	1.64
<b>AVERAGE 2nd SHIFT</b>	<b>97.97</b>	<b>2.50</b>	<b>1.63</b>
0.00	96.24	2.49	1.67
1.00	94.43	2.48	1.68
2.00	92.56	2.50	1.71
3.00	98.22	2.51	1.70
4.00	95.92	2.52	1.69
5.00	103.68	2.48	1.68
6.00	99.69	2.49	1.66
7.00	93.34	2.53	1.65
<b>AVERAGE 3rd SHIFT</b>	<b>96.76</b>	<b>2.50</b>	<b>1.68</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## QUALITY DAILY REPORT

DATE : 1 February 1997

SHIFT	RAW MATERIALS GRINDING PLANT		
	RAW MILL #1		
	LSF	SM	AM
1 st SHIFT	94.92	2.53	1.58
2 nd SHIFT	97.97	2.50	1.63
3 rd SHIFT	96.76	2.50	1.68
<b>AVERAGE</b>	<b>96.55</b>	<b>2.51</b>	<b>1.63</b>
<b>MAX</b>	<b>97.97</b>	<b>2.53</b>	<b>1.68</b>
<b>MIN</b>	<b>94.92</b>	<b>2.50</b>	<b>1.58</b>
<b>RANGE</b>	<b>3.05</b>	<b>0.03</b>	<b>0.10</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## QUALITY MONTHLY REPORT

FEBRUARY 1997

DATE	MILL NO	LSF	SM	AM	R		
					LSF	SM	AM
1-Feb	1	96.55	2.51	1.63	3.05	0.03	0.10
2-Feb	1	97.83	2.50	1.60	1.03	0.01	0.06
3-Feb	1	95.96	2.51	1.60			
4-Feb	1	97.14	2.52	1.61	0.71	0.04	0.03
5-Feb	1	97.03	2.52	1.61	1.49	0.02	0.00
6-Feb	1	98.40	2.50	1.60	1.34	0.02	0.04
7-Feb	1	97.44	2.50	1.60	0.28	0.02	0.00
8-Feb	1	97.13	2.51	1.59	1.28	0.05	0.01
9-Feb	1	97.51	2.50	1.60	0.88	0.00	0.04
10-Feb	1	97.39	2.50	1.60	1.98	0.04	0.05
11-Feb	1	97.83	2.50	1.60	1.13	0.02	0.04
12-Feb	1	96.17	2.50	1.57	1.26	0.08	0.11
13-Feb	1						
14-Feb	1	98.33	2.50	1.60	1.80	0.11	0.14
15-Feb	1	96.48	2.51	1.59	1.85	0.04	0.03
16-Feb	1	98.63	2.49	1.60	1.37	0.06	0.08
17-Feb	1	96.46	2.50	1.63	3.70	0.04	0.11
18-Feb	1	96.98	2.51	1.61	1.71	0.05	0.06
19-Feb	1	97.41	2.50	1.58	1.96	0.03	0.02
20-Feb	1	97.77	2.48	1.59	2.70	0.03	0.01
21-Feb	1	97.53	2.46	1.59	2.44	0.05	0.03
22-Feb	1	97.72	2.14	1.61	2.01	1.03	0.04
23-Feb	1	97.08	2.49	1.60	0.90	0.03	0.01
24-Feb	1	98.06	2.48	1.59	2.34	0.02	0.04
25-Feb	1	98.20	2.49	1.62	1.45	0.05	0.06
26-Feb	1	98.28	2.46	1.59	2.16	0.09	0.06
27-Feb	1	98.28	2.46	1.59	2.16	0.09	0.06
28-Feb	1	96.74	2.47	1.60	0.75	0.04	0.04
ITEM		LSF	SM	AM	LSF-R	SM-R	AM-R
AVG		97.42	2.48	1.60	1.68	0.08	0.05
MAX		98.63	2.52	1.63	3.70	1.03	0.14
MIN		95.96	2.14	1.57	0.28	0.00	0.00
SUM		2630.33	67.01	43.20	43.73	2.09	1.27
SD		0.72	0.07	0.01	0.78	0.20	0.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่สามารถเผยแพร่ ฟังชั่น ฮีททำสมมติที่เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายงานสรุปปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพในระหว่างการผลิต

หน่วยงาน PROCESS INVESTIGATION

INTRAFA

PRODUCTION DATE 14/2/97

หัวเรื่อง	ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข-ผลที่ได้	ข้อเสนอแนะ
Raw mill 1	SM R สูง 0.11 AM R สูง 0.14	ไม่สามารถหาสาเหตุได้ ไม่สามารถหาสาเหตุได้		

REPORT BY .....

CHECKED BY .....

APPROVED BY .....

DATE .....

DATE .....

DATE .....

### PROCESS INVESTIGATION UNIT

เกณฑ์ควบคุมคุณภาพในระหว่างการผลิต

ระหว่างวันที่ 6 กุมภาพันธ์ - 5 มีนาคม 2540

UNIT	ITEM	MAIN TARGET	$\bar{X}$	UCL	LCL	$\bar{R}$	UCL	LCL
RAW MILL 1	LSF	97.50	97.30	98.96	95.64	1.62	4.18	0.00
	SM	2.50	2.50	2.54	2.46	0.04	0.10	0.00
	AM	1.60	1.58	1.62	1.53	0.04	0.11	0.00

**TPI POLENE PUBLIC COMPANY**  
**SET POINT APPROVAL FORM**  
**INTRAFA**

Revision 6

Date 16 January 1997

Subject Raw Meal (Raw Mill 1 &2)

SET POINT ITEMS	PREVIOUS REVISION 5 Date 11 July 1996	NEW REVISION 6 Date 16 January 1997
LSF	96.50 +/- 1.18	97.50 +/- 1.18
SM	2.50 +/- 0.03	2.50 +/- 0.03
AM	1.55 +/- 0.03	1.60 +/- 0.03
Size retain on sieve (90 micron)	15.00 +/- 1.33%	15.00 +/- 1.33%
Size retain on sieve (212 micron)	1.20 +/- 0.38%	1.20 +/- 0.38%

REMARK : .....

.....

.....

.....

.....

Prepared by  
 Process Control Section Manager  
 Date (.....)

.....

Primary Approved  
 Quality Control Manager  
 Date (.....)

.....

Final Approved by  
 Plant Manager  
 Date (.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา มาลัยทอง. การควบคุมคุณภาพร่องเท้าในกระบวนการผลิตของบริษัทรองเท้าบาจา (ประเทศไทย) จำกัด. สาขาบางพลี. ปริญญาโท, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2534.

กฤษณี โชตยาสีหนาท และคณะ. การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบในโรงงาน. ปริญญาโท, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2539.

ธีระชัย วัฒนจินดาพร และคณะ. การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ฟาร์มเห็ดของ บริษัท เพชรดี เดนท์เบเกอร์ จำกัด. ปริญญาโท, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2535.

ธีราพร จารุงษ์ และคณะ. การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์พีวีซีชนิดผงของบริษัทไทยพลาสติก และเคมีภัณฑ์ จำกัด(มหาชน). ปริญญาโท, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2536.

นิบาฮารุดิน ระเด่นอาหมัด และคณะ. การใช้เทคนิคทางสถิติควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์, วิทยานิพนธ์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532.

ปณัญดา สุขแสงศรี และคณะ. การควบคุมคุณภาพการผลิตผงซักฟอกของบริษัท ลีเวอร์ บราเธอร์ (ประเทศไทย) จำกัด. ปริญญาโท, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2536.

ปิยะมาศ โจ้วมณี และคณะ. เทคนิคการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ในโรงงานอุตสาหกรรม. ปริญญาโท, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2532.

พิชิต สุขเจริญพงษ์, ดร. การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : เอช-เอน การพิมพ์, 2521.

รติสรณ์ พฤตีสาลิกร และคณะ. การควบคุมคุณภาพเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์นมสด ยู.เอช.ที. ขนาด 250 ซี.ซี. ปริญญาโท, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2539.

DALE H. BESTERFIELD. QUALITY CONTROL, SECOND EDITION. PRENTICE-HALL INTERNATIONAL, INC. 1986.

EUGENE L. GRANT, RICHARD S. LEAVENWORTH. STATISTICAL QUALITY CONTROL, SIXTH EDITION. MCGRAW-HILL BOOK COMPANY. 1988.

JERRY BANKS, PRINCIPLE OF QUALITY CONTROL, John Wiley & Sons, Inc. 1989.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้