การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติของการผลิตน้ำมันหล่อลื่นของบริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด

T039879

นางสาวทิพวัลย์ เทพสาตรา
นางสาวเบญจา ศรีสวัสดิ์
นางสาววลัยภรณ์ ประเสริฐสุข

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาสถิติประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 39879
วัน, เดือน, ปี 11 ก.ค. 2544
.b.....
.i.....
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Statistical Quality Control for Lubricant Products of Apollo (Thailand) Co.,Ltd.

Miss Tippawan Tepsatra

Miss Benja Srisawad

Miss Walaiporn Prasertsuk

A Special Project 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

2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าอนุมัติ

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติของการผลิตน้ำมันหล่อลื่น ของบริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด
โดย	นางสาวทิพวัลย์ เทพสาตรา
	นางสาวเบญจา ศรีสวัสดิ์
	นางสาววลัยภรณ์ ประเสริฐสุข
ภาควิชา	สถิติประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ชูใจ คูหารัตนไชย

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ลายเซนต์

.....

(ผศ.วรารัตน์ เรืองรัตนเมธี) หัวหน้าภาควิชา

คณะกรรมการปัญหาพิเศษ

.....

(ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย) ประธานกรรมการ

.....

(ผศ.วรารัตน์ เรืองรัตนเมธี) กรรมการ

.....

(ผศ.ดร.มนัส ไพฑูรย์เจริญลาภ) กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติของน้ำมันหล่อลื่นของบริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด

นักศึกษา นางสาวทิพวัลย์ เทพสาตรา
นางสาวเบญจา ศรีสวัสดิ์
นางสาววลัยภรณ์ ประเสริฐสุข

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ชูใจ คูหารัตนไชย

ภาควิชา สถิติประยุกต์

ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังพัฒนาประเทศไปสู่ประเทศอุตสาหกรรม ดังนั้น ในการประกอบกิจการด้านต่าง ๆ จึงมีการนำเอาเครื่องจักรกลหรือเครื่องยนต์เข้ามาช่วย เครื่องจักรหรือเครื่องยนต์เหล่านี้นอกจากจะใช้เชื้อเพลิงหรือน้ำมันเป็นแหล่งให้พลังงานในการเดินเครื่องแล้ว ยังต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีคุณภาพตรงตามชนิดและประเภทของเครื่องจักรกลหรือเครื่องยนต์ ดังนั้นการควบคุมคุณภาพจึงเป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการผลิต รวมทั้งยังช่วยลดต้นทุนการผลิต ตลอดจนลดความสูญเสียของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้

ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิธีการควบคุมคุณภาพ จึงได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตน้ำมันหล่อลื่นของบริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาตรของน้ำมันหล่อลื่นเบนซินในขั้นตอนการผลิต และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$-Chart) และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S Chart) รวมทั้งเปรียบเทียบหัวจ่ายน้ำมันของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง และหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation : C.V.) ซึ่งใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมาช่วยในการประมวลผล คือ SPSS และMicrosoft Excel

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาตรของน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน โดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$-Chart) และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S Chart) พบว่า ยังมีข้อมูลตกนอกพิกัด แสดงว่า การควบคุมคุณภาพยังอยู่ในสภาวะควบคุมไม่ได้ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพหัวจ่ายน้ำมันของเครื่องจักรในแต่ละเครื่อง พบว่า ไม่แตกต่างกัน และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักร M-6 M-7 M-8 และM-9 พบว่า เครื่องจักร M-7 มีประสิทธิภาพดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Statistical Quality Control for Lubricant of Apollo (Thailand) Co., Ltd.
Name	Miss Tippawon Tepsatra
	Miss Benja Srisawad
	Miss Walaiporn Prasertsuk
Special Project Advisor	Miss Choochai Kuharuttanachai
Department	Applied Statistics
Acaedmic Year	2000

ABSTRACT

Nowadays Thailand has developed to be industrial country. The most of industrial use machine power by fuel engine. These machines haven't needed only fuel but also lubricant. These fuel engine need lubricant that match which its type and category. So quality control of lubricant is important. It can reduce production cost and failure of product.

To understand quality control process, we had study quality control process of lubricant in Apollo (Thailand) company. We gather volume of lubricant data in production process and bring it to create $\bar{X}$-Chart and S-Chart and also compare lubricator for each engine and find Coefficient of Variation (C.V.) by using software application (SPSS and Microsoft Excel).

Result from analyze volume data of benzene lubricant by using $\bar{X}$-Chart and S-Chart. We found outlier data that show quality control process is not under control. And when compare efficiency of lubricator for each engines, we didn't found difference. Finally in machine efficiency comparison between M-6, M-7, M-8 and M-9 we found M-7 engine has best efficiency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้โดยได้รับความกรุณาจากผศ. ชูใจ ดูหารัตนไชย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งกรุณาให้คำแนะนำ ปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสาร และหนังสืออ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีมาโดยตลอด จึงขอขอบพระคุณ ด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คุณปัญจศังกร กัลล์ประวิทธ์ ผู้ช่วยผู้จัดการบริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด ที่ได้อนุญาตให้ทำการศึกษาและดูงานของกระบวนการผลิตน้ำมันหล่อลื่น

ขอขอบพระคุณ คุณนครินทร์ ลิมปโชติ ผู้จัดการแผนกควบคุมคุณภาพบริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด ที่ได้อนุญาตให้ทำการศึกษาและดูงานของกระบวนการผลิตน้ำมันหล่อลื่น และให้ความสะดวกในการเข้าศึกษางานภายในโรงงาน ตลอดจนเอื้อเฟื้อข้อมูลการควบคุมคุณภาพและอธิบายระบบการผลิตของบริษัทในกระบวนการต่างๆ

ขอขอบพระคุณ คุณพินิจ อวพรชัย ในการติดต่อประสานงานกับทางบริษัทเรื่องเข้าขอทำการศึกษางาน

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ และพนักงานของบริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด ที่ให้การต้อนรับอย่างอบอุ่น และเป็นกันเอง

ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติทุกท่านที่ให้ความสะดวกและช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ท้ายสุดนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่เป็นกำลังใจให้ตลอดมา และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

นางสาวทิพวัลย์ เทพสาตรา
นางสาวเบญจา ศรีสวัสดิ์
นางสาววลัยภรณ์ ประเสริฐสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 ประวัติและความเป็นมาของบริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด	2
1.3 จุดประสงค์ของการศึกษา	2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.5 แหล่งที่มาของข้อมูล	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.8 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง	
2.1.1 ข้อมูล	6
2.1.2 การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์	6
2.1.3 แผนภูมิควบคุม	7
2.1.3.1 ประเภทของแผนภูมิควบคุม	8
2.1.3.2 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม	9
2.1.4 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10
2.1.5 สัมประสิทธิ์ความแปรผัน	14
2.1.6 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากร	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3 การวิจัยและการดำเนินงาน	
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล	21
3.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์	22
3.3 การกำหนดจำนวนตัวอย่าง	23
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างในการจ่ายน้ำมันของหัวจ่ายที่ 1 และ หัวจ่ายที่ 2 ของแต่ละเครื่องจักร	26
4.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นในระหว่างการผลิต	
4.2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพปริมาตรของน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร ของเครื่องจักร M-6	29
4.2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพปริมาตรของน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร ของเครื่องจักร M-7	37
4.2.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพปริมาตรของน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร ของเครื่องจักร M-8	42
4.2.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพปริมาตรของน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร ของเครื่องจักร M-9	48
4.3 การเปรียบเทียบพิกัดควบคุมของปริมาตรของน้ำมันหล่อลื่น	55
4.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักร	65
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ	
5.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพหัวจ่ายน้ำมันของเครื่องจักร	66
5.2 การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำมันหล่อลื่นเบนซิน	66
5.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักร	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
5.4 ปัญหาที่พบในการวิเคราะห์ข้อมูล	67
5.5 ข้อเสนอแนะ	67
เอกสารอ้างอิง	68
ภาคผนวก	
ตารางตัวประกอบของการคำนวณเส้นพิกัดควบคุม	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ตารางมาตรฐานทางการทหารของสหรัฐอเมริกา	23
3.2	ใบบันทึกผลการตรวจสอบวัดน้ำหนักของน้ำมันหล่อลื่นในระหว่างการผลิต	24
4.1	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของการจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-6	26
4.2	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของการจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-7	27
4.3	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของการจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-8	27
4.4	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของการจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-9	28
4.5	แสดงการเปรียบเทียบค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ของการผลิตในเครื่องจักร M-6	55
4.6	แสดงการเปรียบเทียบค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ของการผลิตในเครื่องจักร M-7	58
4.7	แสดงการเปรียบเทียบค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ของการผลิตในเครื่องจักร M-8	60
4.8	แสดงการเปรียบเทียบค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร)ของการผลิตในเครื่องจักร M-9	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.9 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรM-6 M-7 M-8 และ M-9	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

4.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 29

4.2 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 29

4.3 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 30

4.4 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 30

4.5 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 31

4.6 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 31

4.7 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 32

4.8 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.9 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 33
4.10 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 33
4.11 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 34
4.12 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 34
4.13 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 35
4.14 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 35
4.15 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 36
4.16 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6 36
4.17 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.18 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7 37
4.19 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7 38
4.20 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7 38
4.21 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7 39
4.22 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7 39
4.23 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7 40
4.24 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7 40
4.25 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.26 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7 41

4.27 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8 42

4.28 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8 42

4.29 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8 43

4.30 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8 43

4.31 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8 44

4.32 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8 44

4.33 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8 45

4.34 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.35 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ
ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543
ของเครื่องจักร M-8 46
4.36 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ
ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543
ของเครื่องจักร M-8 46
4.37 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ
ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543
ของเครื่องจักร M-8 47
4.38 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ
ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543
ของเครื่องจักร M-8 47
4.39 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ
ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2543
ของเครื่องจักร M-9 48
4.40 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ
ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2543
ของเครื่องจักร M-9 48
4.41 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ
ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543
ของเครื่องจักร M-9 49
4.42 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ
ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543
ของเครื่องจักร M-9 49
4.43 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ
ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543
ของเครื่องจักร M-9 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.44 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9 50

4.45 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9 51

4.46 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9 51

4.47 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9 52

4.48 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9 52

4.49 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9 53

4.50 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9 53

4.51 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9 54

4.52 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.53 แสดงการเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ของเครื่องจักร M-6 56
4.54 แสดงการเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ของเครื่องจักร M-7 59
4.55 แสดงการเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ของเครื่องจักร M-8 61
4.56 แสดงการเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ของเครื่องจักร M-9 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

เนื่องด้วยประเทศไทยกำลังพัฒนาประเทศไปสู่ประเทศอุตสาหกรรม ดังนั้น ในการประกอบกิจการในด้านต่าง ๆ จึงมีการนำเอาเครื่องจักรกลหรือเครื่องยนต์เข้ามาช่วย ไม่ว่าจะเป็นกิจการในด้านอุตสาหกรรมหรือเกษตรกรรม เพื่อเป็นการช่วยในด้านการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนแรงงาน หรือแม้แต่การเดินทางในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ก็จำเป็นต้องพึ่งพาเครื่องยนต์ ไม่ว่าจะเป็นการเดินทางทางบก ทางน้ำหรือทางอากาศ

เครื่องจักรกลหรือเครื่องยนต์เหล่านี้ นอกจากจะต้องใช้เชื้อเพลิงหรือน้ำมันเป็นแหล่งให้พลังงานในการเดินเครื่องแล้ว ยังต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นหรือที่ชาวบ้านเรียกว่า น้ำมันเครื่อง ช่วยในการหล่อลื่นเครื่องจักรกลหรือเครื่องยนต์ เพื่อให้เครื่องทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและช่วยลดการสึกหรอของเครื่องยนต์ด้วย

ในปัจจุบันและอนาคตอันใกล้นี้ปริมาณการใช้น้ำมันหล่อลื่นจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะยานยนต์ จะใช้น้ำมันหล่อลื่นประมาณ 40 ล้านลิตรต่อปี น้ำมันหล่อลื่นที่วางขายในท้องตลาดในเวลานี้ ส่วนหนึ่งเป็นน้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูปที่นำเข้ามาจากต่างประเทศโดยตรง และอีกส่วนหนึ่งเป็นน้ำมันหล่อลื่นที่ผลิตเองในประเทศ โดยการสั่งซื้อน้ำมันดิบจากต่างประเทศเข้ามาเป็นวัตถุดิบในการผลิต น้ำมันหล่อลื่นที่ได้มีการผลิตออกมาจำหน่ายในท้องตลาดนั้นมีอยู่หลายประเภท ซึ่งในแต่ละประเภทจะมีวัตถุดิบที่ใช้ผลิต ขั้นตอนการผลิต ตลอดจนคุณสมบัติและประสิทธิภาพที่แตกต่างกันไป ดังนั้น ในการผลิตน้ำมันหล่อลื่นจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพการผลิต เพื่อให้ได้น้ำมันหล่อลื่นที่มีคุณภาพตรงตามประเภทและชนิดของน้ำมันหล่อลื่นนั้น ๆ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า นอกจากนี้การควบคุมคุณภาพการผลิตยังส่งผลดีในด้านอื่น ๆ อีก เช่น ช่วยลดต้นทุนการผลิต ช่วยลดปริมาณของของเสีย ลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม และยังเป็นการยกระดับของสินค้าให้สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการศึกษาถึงการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมันหล่อลื่นของบริษัท น้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด โดยอาศัยหลักเกณฑ์และวิธีวิเคราะห์ทางสถิติมาช่วยในด้านการศึกษาข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล

1.2 ประวัติและความเป็นมาของบริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด

เมื่อวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2512 บริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด โดยได้รับการสนับสนุนจาก บริษัทอิเดมิซึ โคซัน จำกัด ด้วยเงินจดทะเบียน 4 ล้านบาทให้เป็นผู้จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันหล่อลื่นอพอลลอยและดาฟเน่ แต่เพียงผู้เดียวในประเทศไทย เดิมทีสำนักงานของบริษัทตั้งอยู่ที่ถนนพระรามที่ 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร และเพื่อรองรับการบริการลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพ บริษัทจึงได้ย้ายสำนักงานไปยังเลขที่ 1/34 ถนนประดิพัทธ์ สามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร

บริษัทได้เพิ่มทุนจดทะเบียนเป็น 32 ล้านบาท เมื่อวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2530 เพื่อเป็นการรองรับการเติบโตของธุรกิจ และการบริการลูกค้าให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ปัจจุบันบริษัทได้ย้ายสำนักงานใหญ่มาอยู่ ณ 408/154-6 อาคารพหลโยธินเพลส ชั้น 37 ถนนพหลโยธิน พญาไท กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2537

ด้วยสาเหตุของความต้องการน้ำมันหล่อลื่นภายในประเทศมีมากขึ้น อันเนื่องจากการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทย บริษัท จึงได้ตัดสินใจร่วมลงทุนกับ บริษัทอิเดมิสึ โคซัน จำกัด ตั้งโรงงานผลิตน้ำมันหล่อลื่นขึ้นใหม่ ด้วยเงินลงทุนกว่า 100 ล้านบาท ที่จังหวัดปทุมธานี บนเนื้อที่ 7 ไร่เศษ และเปิดโรงงานอย่างเป็นทางการในวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2533 ภายในโรงงานมีห้องวิจัยพร้อมสรรพอุปกรณ์อันทันสมัยได้มาตรฐานสากล ควบคุมการผลิตโดยวิศวกรจากญี่ปุ่นอย่างใกล้ชิด เพื่อคุณภาพที่ได้มาตรฐานเปี่ยมประสิทธิภาพสามารถมีกำลังการผลิตปีละประมาณ 12 ล้านลิตร และในปี พ.ศ.2538 บริษัทได้ขยายกำลังการผลิตขึ้นปีละ 30 ล้านลิตร

1.3 จุดประสงค์ของการศึกษา

1.3.1 เพื่อนำข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์น้ำมันหล่อลื่นที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์ และสร้างแผนภูมิควบคุมแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสม

1.3.2 เพื่อเสนอแนะรูปแบบการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามหลักวิธีการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติที่เหมาะสมแก่บริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาการควบคุมคุณภาพนี้ จะทำการศึกษาข้อมูลปริมาตรของน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 3 ผลิตภัณฑ์ คือ น้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร น้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร และน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร จากเครื่องจักร M-6 M-7 M-8 และM-9 โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกระบวนการผลิต เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสม

1.5 แหล่งที่มาของข้อมูล

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้ จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูล ในระหว่างวันที่ 11-13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 วันที่ 16-20 ตุลาคม พ.ศ. 2543 และวันที่ 24-25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 รวมทั้งสิ้นเป็นเวลา 10 วัน ที่บริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพนี้ ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพการผลิตของบริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด

1.6.2 ผลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจ เลือกใช้วิธีการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับโรงงานอื่น ๆ ได้

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.7.1 ศึกษาหลักเกณฑ์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในเรื่องแผนภูมิควบคุม

1.7.2 รวบรวมข้อมูลปริมาตรของผลิตภัณฑ์น้ำมันหล่อลื่น

1.7.3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยแผนภูมิควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.8 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

คุณภาพ (Quality) หมายถึง ลักษณะของผลิตภัณฑ์ หรือ บริการที่ตรงตามความต้องการและเหมาะสมกับการใช้งาน โดยทั่วไปจะกำหนดด้วยข้อกำหนด (Specification) หรือ มาตรฐาน (Standard) รวมทั้งการออกแบบให้จูงใจผู้ใช้

การควบคุม (Control) หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ให้มีคุณสมบัติที่ตรงตามมาตรฐาน และหากพบว่ามีข้อบกพร่องที่แตกต่างออกไปก็จะต้องมีการแก้ไขหรือ วิเคราะห์เพิ่มเติม

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) หมายถึง การบริหารงานในด้านการควบคุมวัตถุดิบ การควบคุมการผลิต และการควบคุมผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีมาตรฐานตามที่ได้กำหนดไว้ รวมทั้งการคอยติดตามแก้ไขไม่ให้ผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จออกมามีข้อบกพร่องและเสียหาย ซึ่งสามารถสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้าโดยที่มีต้นทุนต่ำที่สุด

การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ (Statistical Quality Control) หมายถึง การนำหลักและวิธีการสถิติต่างๆ อันได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection of Data) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) การเปรียบเทียบและนำเสนอข้อมูลมาใช้เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ในระบบการผลิต มีการใช้เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ควบคุมคุณภาพอันประกอบด้วย แผนภูมิควบคุม (Control Charts) และแผนการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Plan)

แผนภูมิควบคุม (Control Chart) เป็นกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่รวบรวมมาจากการตรวจผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อดูว่ามีข้อมูลใดที่อยู่นอกขีดจำกัดและเนื่องมาจากสาเหตุใด

ผลิตภัณฑ์ (Product) หมายถึง สิ่งที่ได้จากการผลิต

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ (Standard) หมายถึง การกำหนดลักษณะของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นตัวบ่งถึงระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เป็นเครื่องมือสำคัญในการเชื่อมโยงให้ผู้ออกแบบ ผู้ผลิต และผู้บริโภค มีความเข้าใจตรงกัน

วัตถุดิบ (Raw Material) หมายถึง สิ่งที่เตรียมไว้เพื่อผลิต หรือ ประกอบเป็นสินค้าสำเร็จรูป

อุตสาหกรรม (Industrial) หมายถึง การผลิตสิ่งของเพื่อให้เป็นสินค้า

น้ำมันหล่อลื่น (Lubricant) หมายถึง สารหรือวัตถุซึ่งสามารถใช้ลดแรงเสียดสี ลดความร้อนและลดการสึกหรอของชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวและเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน ในที่นี้จะกล่าวถึง น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในเครื่องยนต์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจักร M-6 M-7 M-8 และM-9 หมายถึง เครื่องจักรแบบ 2 หัวจ่ายที่ใช้ในการบรรจุน้ำมันหล่อลื่น

น้ำหนัก หมายถึง ค่าที่ได้จากการชั่งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก มีหน่วยเป็น กรัม

ปริมาตร หมายถึง ค่าที่บอกความจุหรือขนาดของสสาร มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร

ความหนาแน่น หมายถึง มวลของสารในหนึ่งหน่วยปริมาตร มีหน่วยเป็น กรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมันหล่อลื่นของบริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลแบบตัวแปร เพื่อใช้ในการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ซึ่งอาศัยทฤษฎีและหลักเกณฑ์ทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ

2.1 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ข้อมูล (Data)

แบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ 2 ประเภท คือ

1 ข้อมูลแบบตัวแปร (Variable Data) หมายถึง ข้อมูลที่รวบรวมมาได้ในรูปของตัวเลข (numerical data) เช่น น้ำหนัก ความสูง ปริมาตร เป็นต้น

2 ข้อมูลแบบคุณภาพ (Attribute Data) หมายถึง ข้อมูลที่รวบรวมมาโดยพิจารณาจากคุณสมบัติของข้อมูลเป็นหลัก เช่น คุณภาพของผลิตภัณฑ์ : ของดี ของเสีย เป็นต้น

โดยทั่วไปแล้ว ข้อมูลแบบตัวแปรจะเป็นข้อมูลที่ได้จากการชั่งหรือวัด ส่วนข้อมูลแบบคุณภาพเป็นข้อมูลที่ได้จากการนับจำนวน

2.1.2 การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์

ในการตรวจสอบคุณภาพ โดยทั่วไปมักนิยมดูจากคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ โดยอาศัยการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีอยู่ 3 วิธี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น (Screening Inspection)

ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นที่ผลิตได้จะต้องถูกตรวจสอบทั้งหมด เพื่อหาผลิตภัณฑ์ที่เสียจากผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ซึ่งมีข้อดี คือ เป็นวิธีการที่ง่าย แต่มีข้อเสียที่เกิดขึ้น คือ ผู้ตรวจสอบจะเกิดความเบื่อหน่าย และเสียค่าใช้จ่ายรวมทั้งเวลามาก

2. การตรวจสอบผลิตภัณฑ์โดยสุ่มตัวอย่างจากรุ่น (Lot Sampling Inspection)

เป็นวิธีการตรวจสอบโดยสุ่มตัวอย่างบางส่วน จากแต่ละรุ่นขึ้นมาทำการตรวจสอบเพื่อใช้เป็นตัวแทนสรุปผลจากรุ่นนั้น ว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธรุ่นนั้น ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ที่สร้างขึ้น ทำให้ลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการตรวจสอบ เมื่อเทียบกับวิธีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น

3. การตรวจสอบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิต (Process Inspection)

เป็นการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการผลิตจาก คน วัตถุและเครื่องจักร ไปสู่ผลผลิตที่ผลิตได้ ทำให้สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ทันที ณ จุดนั้นๆ

โดยในการศึกษาครั้งนี้จะเป็นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิต

2.1.3 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับควบคุมการผลิต เพื่อไม่ให้เกิดความผันแปรหรือการเปลี่ยนแปลงจากขบวนการผลิต ซึ่งความผันแปรหรือการเปลี่ยนแปลงอาจแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. การเปลี่ยนแปลงในชิ้นวัตถุ เป็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่ผิวของวัตถุว่ามีความหยาบหรือเรียบมากน้อยเพียงใด
2. การเปลี่ยนแปลงชิ้นต่อชิ้น เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างชิ้นที่ผลิตขึ้นในเวลาเดียวกัน
3. การเปลี่ยนแปลงเวลาต่อเวลา เป็นการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากการผลิตต่างเวลากันในวันหนึ่ง ๆ

การเปลี่ยนแปลงที่กล่าวมานี้เกิดขึ้นจากองค์ประกอบ 4 อย่าง คือ

- กระบวนการ (Process)
- วัตถุดิบ (Materials)
- ผู้ควบคุม (Operators)
- อื่น ๆ (Miscellaneous) เช่น เครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสร้างแผนภูมิควบคุม อาศัยข้อมูลจากตัวอย่างที่เก็บมาแบบสุ่มจากกระบวนการ ซึ่งข้อมูลที่ได้ย่อมมีความผันแปรเกิดขึ้น จึงต้องศึกษาหาสาเหตุของความผันแปร ซึ่งสามารถแบ่งความผันแปรเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. **ความผันแปรที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ (Chance Variation)** เป็นความผันแปรที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญจากสาเหตุเล็กๆ น้อยๆ ซึ่งผู้ผลิตยอมรับให้เกิดขึ้นได้ เนื่องจากเป็นสิ่งที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ และมักจะมองไม่เห็น เพราะส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการ การปฏิบัติการอาจจะมีสิ่งเกิดขึ้นเหนือการคาดหมายได้ เช่น ความไม่ระมัดระวังของพนักงานผลิตหรือพนักงานตรวจสอบ หรือเกิดขึ้นจากการใช้เครื่องจักรทำงานมากเกินไป จนทำให้กลไกบางอย่างเปลี่ยนไป เป็นต้น

2. **ความผันแปรที่มีสาเหตุระบุได้ (Assignable Variation)** ความผันแปรที่เกิดจากข้อมูลที่ได้ไม่เป็นไปตามแบบ (pattern) มิได้เกิดขึ้นโดยบังเอิญ หากแต่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ที่สามารถระบุได้ และนำไปแก้ไขปรับปรุงได้ สาเหตุดังกล่าวอาจเป็น

- การใช้เครื่องจักรแตกต่างกัน หรือการติดตั้งเครื่องจักรไม่ดี เช่น เครื่องจักรอาจมีความบกพร่องทำงานได้ไม่เต็มที่ อายุการใช้งานต่างกัน ความเร็วรอบไม่เท่ากัน เป็นต้น
- การใช้วัตถุดิบแตกต่างกัน เช่น อาจมีการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ เปลี่ยนแหล่งผลิต หรือมีระยะเวลาที่ใช้ต่างกัน หรือใช้ส่วนผสมแตกต่างกัน เป็นต้น
- ความแตกต่างระหว่างคนงาน พนักงานตรวจสอบบางคนยังไม่มีความชำนาญ การปฏิบัติงานของพนักงานแต่ละคนแตกต่างกัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์ ทัศนคติและอื่นๆ
- ความแตกต่างของแฟกเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับการดำเนินงาน วิธีการทำงานมาตรฐาน วิธีบำรุงรักษา เป็นต้น

กรณีความผันแปรที่เกิดขึ้นจากสาเหตุเหล่านี้ ถือว่ามีความสำคัญต่อการรักษามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น หากพบว่ามีสาเหตุเหล่านี้ ถือว่ากระบวนการอยู่นอกการควบคุม ซึ่งจะต้องแก้ไขข้อบกพร่อง โดยตรวจสอบดูว่า เกิดข้อบกพร่อง ณ จุดใดในกระบวนการ ด้วยสาเหตุอะไรแล้วทำการแก้ไข ณ จุดนั้น

2.1.3.1 ประเภทของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบตัวแปร (Control Chart for Variable) และแผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบคุณภาพ (Control Chart for Attribute)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบตัวแปร ประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ Chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R Chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-Chart)

แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบคุณภาพ ประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P Chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np Chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องหรือตำหนิ (c Chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องหรือตำหนิต่อหน่วย (u Chart)

ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ Chart) และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S Chart) เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในรูปของข้อมูลแบบตัวแปร

2.1.3.2 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมเป็นวิธีการทางสถิติที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการผลิต นอกจากนี้แผนภูมิควบคุมยังมีประโยชน์อื่น ๆ อีกหลายประการซึ่งพอสรุปได้ ดังนี้

1. ควบคุมการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์ สิ่งที่ต้องการควบคุมจะถูกสุ่มตัวอย่างและเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมเป็นระยะ ๆ ถ้าจุดมิได้แสดงความผิดปกติก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่จุดแสดงความผิดปกติ ผู้ควบคุมการผลิตก็สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สภาพการผลิตกลับสู่ปกติได้อย่างทันท่วงที นอกจากนี้สภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมยังสามารถใช้เพื่อคาดการณ์สภาพของกระบวนการผลิตในอนาคตได้อีกด้วย

2. ตรวจสอบค่ามาตรฐานที่กำหนด ประโยชน์สำคัญประการหนึ่งของแผนภูมิควบคุม คือ การตรวจสอบค่าผลการผลิตว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ เมื่อใดที่ตัวอย่างที่สุ่มวัดได้ตกอยู่นอกเส้นพิกัดควบคุม ย่อมแสดงว่ากระบวนการผลิตได้คลาดเคลื่อนออกจากมาตรฐานที่กำหนดแล้ว

3. รู้ถึงสมรรถภาพกระบวนการ (Process Capability) กระบวนการผลิตที่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจอยู่ในข้อกำหนด (specification) หรือไม่ก็ได้ กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุมเชิงสถิติ สามารถนำไปใช้เพื่อคำนวณถึงสมรรถภาพกระบวนการ เพื่อหาความสามารถในการผลิตภายใต้ข้อกำหนด ผลของสมรรถภาพกระบวนการที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างสำคัญต่อผู้บริหารในการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ เช่น การตัดสินใจเพื่อลงทุนปรับปรุงสมรรถภาพกระบวนการ การตัดสินใจรับคำสั่งผลิตจากลูกค้า เป็นต้น

4. แผนภูมิควบคุมช่วยเพิ่มผลผลิต แผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยอย่างสำคัญในการลดจำนวนของเสีย การลดของเสียจากการผลิตและลดการซ้ำก็ช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับกระบวนการ

5. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาด้านคุณภาพ แผนภูมิควบคุมช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลา การใช้แผนภูมิควบคุมจะช่วยขจัดสภาพการผลิตสินค้าด้อยคุณภาพ เมื่อใดที่กระบวนการผลิตเริ่มผิดปกติ แผนภูมิควบคุมจะแสดงให้รู้ ทำให้ผู้ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตไม่ผลิตของเสียหรือของด้อยคุณภาพออกมา ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้อย่างดียิ่ง

6. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันการปรับแต่งกระบวนการโดยไม่จำเป็น แผนภูมิควบคุมสามารถแยกแยะสภาพความแปรปรวนของกระบวนการผลิต ว่าเมื่อใดเป็นความแปรปรวนตามสภาพธรรมชาติ และเมื่อใดเป็นสภาพความแปรปรวนที่เกิดจากความผิดปกติ การแยกแยะสภาพความแปรปรวนไม่มีวิธีใดทำได้ดีเท่าแผนภูมิควบคุม แม้กระทั่งผู้ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตถ้าผู้คุมเครื่องจักรหยุดเครื่องจักร เพื่อปรับแต่งกระบวนการผลิตเป็นระยะ ๆ ตามเวลาที่กำหนด อาจทำให้กระบวนการผลิตที่ดีอยู่แล้วผิดปกติไปก็ได้ แผนภูมิควบคุมจะเป็นตัวกำหนดได้เป็นอย่างดีว่าถึงเวลาแล้วหรือยังที่จะทำการปรับแต่งกระบวนการผลิต กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ถ้ากระบวนการผลิตยังปกติอยู่ก็ไม่จำเป็นต้องปรับแต่งกระบวนการผลิตให้เสียเวลาและค่าใช้จ่าย

7. แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต การวิเคราะห์สภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ จะทำให้ได้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต เช่น การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ การเปลี่ยนวิธีการทำงาน และการเปลี่ยนแปลงรูปแบบวิศวกรรม เป็นต้น

2.1.4 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มตัวอย่างจากแต่ละกลุ่มย่อยมา n หน่วย คำนวณค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่มย่อย ซึ่งมีทั้งหมด m กลุ่ม ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่	จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	$X_{11}, X_{12}, \ldots, X_{1n}$	$\overline{X}_1$	S_1
2	$X_{21}, X_{22}, \ldots, X_{2n}$	$\overline{X}_2$	S_2
:	:	:	:
m	$X_{m1}, X_{m2}, \ldots, X_{mn}$	$\overline{X}_m$	S_m

2. คำนวณหาค่า

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n}\left(X_{ij} - \overline{X}_i\right)^2}{n-1}$$

$$S_i = \sqrt{S_i^2}$$

$$\overline{X}_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} X_{ij}$$

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{m} \overline{X}_i\right)}{m}$$

$$\overline{S} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{m} S_i\right)}{m}$$

เมื่อ $\overline{\overline{X}}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มรวมกัน

$\overline{X}_i$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ i

m คือ จำนวนกลุ่ม

$\overline{S}$ คือ ค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแต่ละกลุ่มรวมกัน

S_i คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มที่ i

n คือ จำนวนค่าสังเกตในแต่ละกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คำนวณหาเส้นพิกัดควบคุมของแต่ละแผนภูมิ

3.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย จะได้เส้นพิกัดควบคุม ดังนี้

$$\begin{aligned} UCL_{\bar{x}} &= \overline{\overline{X}} + A_3\overline{S} \\ CL_{\bar{x}} &= \overline{\overline{X}} \\ LCL_{\bar{x}} &= \overline{\overline{X}} - A_3\overline{S} \end{aligned}$$

เมื่อ A_3 คือ ตัวประกอบที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งเปลี่ยนแปลงตามขนาดของกลุ่ม ซึ่งหาค่าได้จากตารางที่ 1 ในภาคผนวก

3.2 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จะได้เส้นพิกัดควบคุม ดังนี้

$$\begin{aligned} UCL_S &= B_4\overline{S} \\ CLs &= \overline{S} \\ LCL_S &= B_3\overline{S} \end{aligned}$$

เมื่อ B_3 , B_4 คือ ตัวประกอบที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งเปลี่ยนแปลงตามขนาดของกลุ่ม ซึ่งหาค่าได้จากตารางที่ 1 ในภาคผนวก

4. นำค่าที่ได้ ในข้อ 3. ไปเขียนแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. ลงจุด $\overline{X}_1, \overline{X}_2, \ldots, \overline{X}_m$ บนแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ $S_1, S_2, \ldots, S_m$ บนแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6. ปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

ในกรณีที่ปรากฏมีจุดอยู่นอกเส้นพิกัดควบคุม แสดงว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น อาจเกิดจากสาเหตุหลายๆ อย่าง ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุโดยบังเอิญหรือสาเหตุที่ระบุได้ ถ้ามีจุดตกออกนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิกัดควบคุมและสามารถระบุสาเหตุนั้นได้ จะทำการตัดจุดนั้นออกไปและคำนวณหาพิกัดควบคุมใหม่ซึ่งจะนำพิกัดควบคุมใหม่นี้มาใช้ควบคุมคุณภาพในวันถัดไป

โดยคำนวณค่า $\overline{\overline{X}}$ และ ค่า $\overline{S}$ ใหม่ ดังนี้

$$\overline{\overline{X}}_{new} = \frac{\sum \overline{X} - \overline{X}_d}{m - m_d}$$

$$\overline{S}_{new} = \frac{\sum S - S_d}{m - m_d}$$

เมื่อ $\overline{X}_d$ = ค่าเฉลี่ยที่ตกนอกเส้นพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

S_d = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ตกนอกเส้นพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

m_d = จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ถูกตัดออกไปในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6.1 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะได้เส้นพิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้

$$UCL_S = B_6\sigma_0$$

$$CL_s = \overline{S}_{new}$$

$$LCL_S = B_5\sigma_0$$

เมื่อ $\sigma_0 = \frac{\overline{S}_{new}}{c_4}$ และ c_4 , B_5 , B_6 คือ ตัวประกอบที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งเปลี่ยนแปลงตามขนาดของกลุ่ม ซึ่งหาค่าได้จากตารางที่ 1 ในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยจะได้เส้นพิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{UCL}_{\bar{x}} &= \overline{\overline{X}}_{new} + A\sigma_0 \\ \text{CL}_{\bar{x}} &= \overline{\overline{X}}_{new} \\ \text{LCL}_{\bar{x}} &= \overline{\overline{X}}_{new} - A\sigma_0 \end{aligned}$$

เมื่อ A คือ ตัวประกอบที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งเปลี่ยนแปลงตามขนาดของกลุ่ม ซึ่งหาค่าได้จากตารางที่ 1 ในภาคผนวก

7. วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้จากแผนภูมิทั้งสอง

2.1.5 สัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation : C.V.)

สัมประสิทธิ์ความแปรผันเป็นค่าที่ใช้วัดการกระจายของข้อมูลที่ไม่มีหน่วย ซึ่งต่างจากค่าสถิติตัวอื่น ๆ ที่ใช้ วัดการกระจาย ซึ่งมีหน่วยเป็นหน่วยเดียวกับหน่วยของข้อมูล

ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันหาได้จากการนำเอาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหารด้วยค่าเฉลี่ย เนื่องจากหน่วยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดหนึ่งจะเป็นหน่วยเดียวกัน จึงทำให้ C.V. ไม่มีหน่วย

$$\text{C.V. ของประชากร} = \frac{\sigma}{\mu} \times 100\ \%$$

$$\text{C.V. ของตัวอย่าง} = \frac{S}{\overline{\overline{X}}} \times 100\ \%$$

ในการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุด ขึ้นไป ที่มีหน่วยต่างกัน เช่น ข้อมูลชุดหนึ่งมีหน่วยเป็นบาท อีกชุดหนึ่งมีหน่วยเป็นกิโลเมตร หรือถึงแม้ว่าเมื่อต้องการเปรียบเทียบข้อมูล 2 ชุดที่มีหน่วยเหมือนกัน แต่มีขนาดต่างกัน เช่น เป็นเซ็นติเมตรและเป็นเมตร จึงทำให้เปรียบเทียบกันได้ยาก ดังนั้นสามารถใช้ C.V. ในการเปรียบเทียบข้อมูลหลาย ๆ ชุด ข้อมูลชุดใดที่มีค่า C.V. มากจะมีการกระจายมากกว่าข้อมูลชุดที่มีค่า C.V. น้อย เนื่องจาก C.V. ไม่มีหน่วย ทำให้สามารถเปรียบเทียบการกระจายข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุด ขึ้นไปได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากร

เป็นการทดสอบผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของลักษณะที่สนใจของ 2 ประชากรว่าแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ข้อมูลตัวอย่าง 2 ชุด สุ่มจากประชากรทั้งสองอย่างเป็นอิสระกัน ถ้าให้ n_1 และ n_2 เป็นขนาดตัวอย่างที่สุ่มจากประชากรที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่ง n_1 และ n_2 จะมีขนาดเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ โดยจะนำข้อมูลจากหน่วยตัวอย่างมาทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ เช่น ต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการจ่ายน้ำมันหล่อลื่นของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักรว่าเท่ากันหรือไม่

สัญลักษณ์ที่ใช้มีดังนี้

	ค่าเฉลี่ย	ค่าแปรปรวน	ขนาด
ประชากรที่ 1	μ_1	σ^2_1	N_1
ประชากรที่ 2	μ_2	σ^2_2	N_2
ตัวอย่างที่สุ่มจากประชากรที่ 1	$\overline{X}_1$	S^2_1	n_1
ตัวอย่างที่สุ่มจากประชากรที่ 2	$\overline{X}_2$	S^2_2	n_2

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

ก. $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = d_0$
$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq d_0$

ข. $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = d_0$
$H_1 : \mu_1 - \mu_2 < d_0$

ค. $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = d_0$
$H_1 : \mu_1 - \mu_2 > d_0$

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากร จะพิจารณาเป็น 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ประชากรทั้งสองมีการแจกแจงแบบปกติและทราบค่า σ^2_1 และ σ^2_2

ตัวสถิติทดสอบ คือ $$Z = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 2 ประชากรทั้งสองมีการแจกแจงแบบใดก็ได้ และขนาดตัวอย่าง n_1 และ n_2 มีขนาดใหญ่ $(n_1 \geq 30, n_2 \geq 30)$

กรณีที่ประชากรทั้งสองมีการแจกแจงแบบใด ๆ เช่น ประชากรที่หนึ่งอาจมีการแจกแจงแบบปกติ แต่ประชากรที่สองมีการแจกแจงแบบอื่น ๆ ที่ไม่ใช่แบบปกติ การสุ่มตัวอย่างจากแต่ละประชากรเป็นอิสระกัน โดยที่ $n_1 \geq 30$ และ $n_2 \geq 30$ แล้ว จากทฤษฎีลิมิตสู่ส่วนกลางจะได้ $\overline{X}_1$ และ $\overline{X}_2$ ต่างมีการแจกแจงโดยประมาณแบบปกติซึ่งทำให้ $\overline{X}_1 - \overline{X}_2$ มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย $\mu_1 - \mu_2$ และค่าแปรปรวน $\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}$ ดังนั้นสถิติทดสอบ คือ Z โดยแยกเป็น 2 กรณี ดังนี้

1. ทราบค่าแปรปรวนประชากร σ^2_1 และ σ^2_2

ตัวสถิติทดสอบ คือ $$Z = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

2. ไม่ทราบค่าแปรปรวนประชากร σ^2_1 และ σ^2_2

ตัวสถิติทดสอบ คือ $$Z = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

กรณีที่ 3 ประชากรทั้งสองมีการแจกแจงแบบปกติหรือใกล้เคียงแบบปกติ ขนาดตัวอย่างเล็ก $(n_1 < 30, n_2 < 30)$ และไม่ทราบค่า σ^2_1 และ σ^2_2 จะแบ่งเป็น 2 กรณี คือ

1. ไม่ทราบค่า σ^2_1 และ σ^2_2 แต่ทราบว่า $\sigma^2_1 = \sigma^2_2$

เมื่อไม่ทราบว่า σ^2_1 และ σ^2_2 มีค่าเท่าใด แต่ทราบว่ามีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน $(\sigma^2_1 = \sigma^2_2)$ นั่นคือ $\sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \sigma^2_p$ จึงประมาณ σ^2_p ด้วย S^2_p โดยที่

$$S^2_p = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวสถิติทดสอบ คือ $t = \dfrac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{S_p\sqrt{\dfrac{1}{n_1} + \dfrac{1}{n_2}}}$ d.f. $= n_1 + n_2 - 2$

2. ไม่ทราบค่า σ^2_1 และ σ^2_2 แต่ทราบว่า $\sigma^2_1 \neq \sigma^2_2$

ตัวสถิติทดสอบ คือ $t = \dfrac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\dfrac{S_1^2}{n_1} + \dfrac{S_2^2}{n_2}}}$

เมื่อ $\text{d.f.} = \dfrac{\left(\dfrac{S_1^2}{n_1} + \dfrac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\dfrac{\left(\dfrac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \dfrac{\left(\dfrac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$

การตัดสินใจ

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้าค่า p-value มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ (α) ที่กำหนดไว้

หมายเหตุ ค่าพี (p-value) หรือบางครั้งเรียกว่า associated probability หรือเรียกว่าระดับนัยสำคัญที่แท้จริง คือ ความน่าจะเป็นที่ค่าสถิติทดสอบจะมีค่ามากกว่า (หรือน้อยกว่า) หรือเท่ากับค่าสถิติที่คำนวณได้จริงจากตัวอย่างสุ่ม ค่าพีนี้จะบอกโอกาสที่ตัวอย่างสุ่มจะเป็นจริงตาม H_0 มีมากน้อยเพียงใด ถ้าค่าพีมีค่าใหญ่ เช่น มีค่ามากกว่า .05 หรือ .01 ก็หมายความว่า โอกาสที่ตัวอย่างสุ่มจะเป็นไปตาม H_0 นั้นมีมาก จึงพอยอมรับ H_0 นั้นได้ แต่ถ้าค่าพีมีค่าน้อย เช่น น้อยกว่า .01 หรือ .05 จะทำให้ปฏิเสธ H_0 เพื่อยอมรับ H_1 แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
39879

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่จะเก็บข้อมูลมาจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือส่วนของกระบวนการผลิตที่สนใจ โดยข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลแบบตัวแปร และข้อมูลแบบคุณภาพ แล้วนำมาสร้างแผนภูมิแบบต่าง ๆ ตามลักษณะของข้อมูลที่เก็บมาได้ พร้อมทั้งหาแบบการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ตัวอย่างรายงานวิจัย เช่น

กฤษณี โชตยาสีหนาท และคณะ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์นมสด ยู.เอช.ที. ขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อำเภอหมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุม คือ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมการกระจาย รวมทั้งหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม คือแผนการสุ่มตัวอย่างแบบตัวแปรโดยใช้ตารางมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.9 ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้นำโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการประมวลผลคือ STATGRAPHIC และ MICROSOFT EXCEL

ธีระชัย วัฒนจินดาพร และคณะ ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมปังของบริษัทเพรซิเดนท์เบเกอรี่ โดยทำการสุ่มตัวอย่างขนมปังมาชั่งน้ำหนักและนำข้อมูลมาสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพรวมทั้งหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม โดยแผนภูมิที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ แผนภูมิควบคุมคุณภาพ $\overline{X}$ แผนภูมิ R และแผนภูมิอัตราส่วนของเสีย ส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างนั้นใช้แผนการสุ่มตัวอย่างที่อาศัยตารางมาตรฐานกรมทหาร 105D แผนการสุ่มตัวอย่างแบบดอดจ์และโรมิก แผนการสุ่มตัวอย่างตามลำดับและแผนการสุ่มตัวอย่างแบบตัวแปรโดยอาศัยตารางมาตรฐานกรมทหาร 414 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป STATGRAPHIC ช่วยในการประมวลผลและทำการเปรียบเทียบเพื่อหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม โดยพิจารณาอัตราส่วนของเสียไม่เกิน 3% ซึ่งกำหนดคุณภาพในการยอมรับ (AQL) อยู่ในช่วงไม่เกิน 4% ของแต่ละแผนการสุ่มตัวอย่าง

ธีราพร จารุพงษ์ และคณะ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์พีวีซีชนิดผงของบริษัทไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด(มหาชน) โดยเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์พีวีซีชนิดผงขนาด 25 กิโลกรัม นำมาชั่งน้ำหนักและนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุม คือ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยโดยอาศัยค่าพิสัย แผนภูมิควบคุมการกระจายด้วยค่าพิสัย แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยโดยอาศัยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแผนภูมิควบคุมการกระจายด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมทั้งหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม คือ แผนการสุ่มตัวอย่างแบบตัวแปรโดยใช้ตารางมาตรฐานกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทหาร 414 (MIL-STD 414) นอกจากนี้ยังได้ศึกษาข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์พีวีซีชนิดผง คือ ค่า K-VALUE (K) , BULK DENSITY (BD) และ PARTICLE SIZE (PS) โดยใช้แผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ และ R สำหรับตัวอย่างเดี่ยว พร้อมทั้งหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า BD และค่า PS ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ได้นำโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์มาช่วยในการประเมินผล คือ STATGRAPHICS EXCEL และ LOTUS และการวิเคราะห์ข้อมูลทางเคมีพบว่า พิกัดควบคุมยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาแต่ส่วนใหญ่อยู่ในขอบเขตมาตรฐานส่วนความสัมพันธ์ระหว่างค่า BD และ PS จะเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม

กุลพล คุปรัตน์ และคณะ ได้ทำการศึกษาควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องของห้างหุ้นส่วนจำกัด มงคลกิจอุตสาหกรรม โดยการเก็บข้อมูลในขั้นตอนการผลิตบางขั้นตอน และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุม คือ แผนภูมิควบคุมอัตราส่วนของเสีย (P-Chart) แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วย (U-Chart) และแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\overline{X}$ -Chart และ S-Chart) รวมทั้งหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม คือ แผนการสุ่มตัวอย่างแบบคุณภาพโดยใช้ตารางมาตรฐานกรมทหาร105D ซึ่งใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเข้าช่วยในการประมวลผลคือ MICROSOFT EXCEL

ชุมพล มณฑาทิพย์กุล ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนในโรงงานตัวอย่าง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพสำหรับกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน โดยศึกษาที่จุดตรวจสอบผลิตภัณฑ์หลังชุบของรางสายไฟฟ้าข้างตัวอีขนาด 600x100x300 ซึ่งใช้เทคนิคทางการควบคุมคุณภาพต่าง ๆ คือ ใบตรวจสอบ แผนภูมิก้างปลา แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมพิสัย จากการศึกษาพบว่า สัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องมีค่าเท่ากับ 14.39% ประเภทของสิ่งบกพร่องที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด คือ การชุบไม่ติดและการขังของสังกะสีตามมุมอับของผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นได้มีการประยุกต์ใช้แผนภูมิก้างปลาเพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาและได้มีการกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อแก้ไขและป้องกันปัญหาการชุบไม่ติด ซึ่งเมื่อปฏิบัติตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้แล้วส่งผลให้สัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องในช่วงหลังการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 5.56%

สุวลักษณ์ การยสิทธิ์ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของโรงงานผลิตเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งสำเร็จรูป โดยระบบควบคุมคุณภาพที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จะครอบคลุมในส่วนของการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ การควบคุมคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

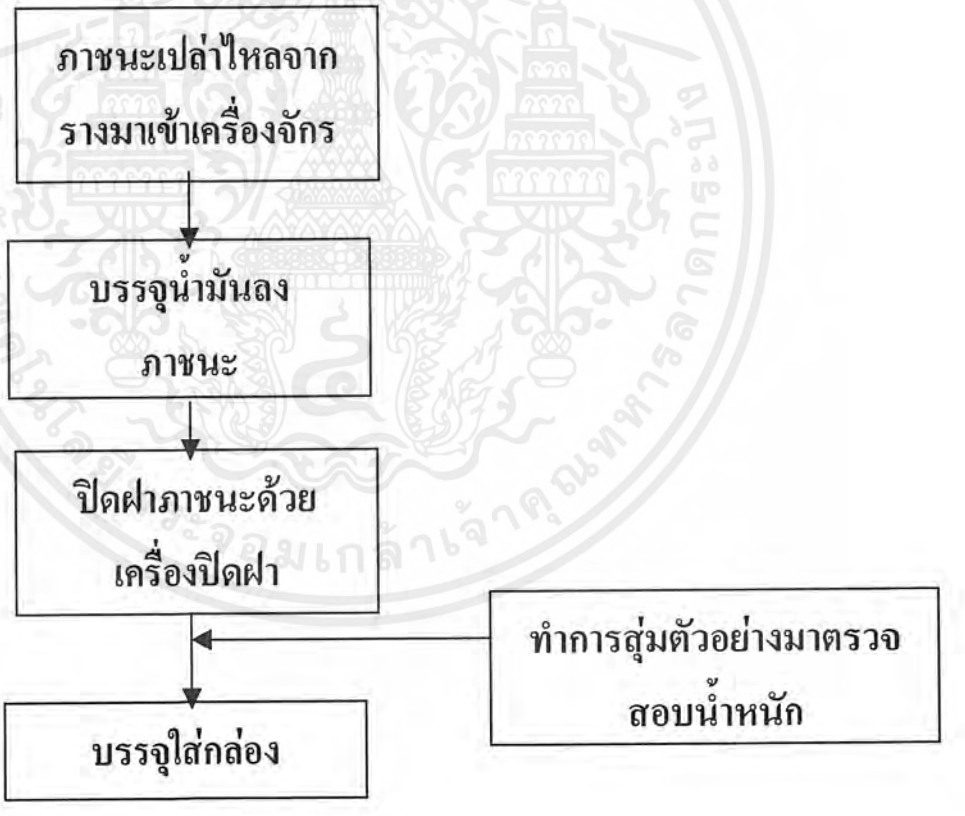
และการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุม คือ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และแผนภูมิควบคุมอัตราส่วนของเสีย ส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างนั้นใช้แผนการสุ่มตัวอย่างที่อาศัยตารางมาตรฐานกรมทหาร 105D จากการศึกษา พบว่า ในแต่ละขั้นตอนที่เคยมีปริมาณของเสียสูง และคุณภาพไม่เป็นไปตามที่กำหนดนั้นอยู่ภายใต้การควบคุมมากขึ้น และจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นลดลง และจากแผนภูมิจะแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่จะอยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิจัยและการดำเนินงาน

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพนี้ จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล (Primary Data) ที่บริษัทน้ำมันอพอลโล (ไทย) จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ที่อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี โดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนในการบรรจุน้ำมันหล่อลื่นและเก็บรวบรวมข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ จะทำการตรวจสอบน้ำหนักของน้ำมันหล่อลื่นในระหว่างการผลิต โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องชั่งน้ำหนัก โดยทำการชั่งลูกตุ้มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ที่ได้มาตรฐาน 3 ครั้ง
- สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ปิดฝาภาชนะแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก ในการสุ่มตัวอย่างนี้ได้อาศัยตารางที่ 3.1 มาช่วยในการกำหนดขนาดตัวอย่าง ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป
- ชั่งน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่สุ่มขึ้นมา
- อ่านค่าและบันทึกผลลงในตารางที่ 3.2

3.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมานั้น จะทำการแปลงหน่วยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ให้มีหน่วยเป็นปริมาตรที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่หักลบน้ำหนักของภาชนะฝาปิดนำมาคำนวณหาปริมาตร โดยใช้สูตร

$$V = \frac{M}{D}$$

เมื่อ **V** คือ ปริมาตรของน้ำมันหล่อลื่นมีหน่วยเป็น มิลลิลิตร (ml)

M คือ น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่หักลบน้ำหนักของภาชนะและฝาปิด มีหน่วยเป็นกรัม (g)

D คือ ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์มีหน่วยเป็น กรัม/มิลลิลิตร (g/ml)

หลังจากที่นำข้อมูลมาแปลงเป็นปริมาตรแล้ว จะนำข้อมูลดังกล่าวมาศึกษา เพื่อหารูปแบบแผนภูมิควบคุมที่เหมาะสม โดยอาศัยทฤษฎีการควบคุมคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวแปร (Control Chart for Variable) ได้แก่ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากร
- สัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation : C.V.)

ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับปัญหาพิเศษนี้ จะใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และ MICROSOFT EXCEL มาช่วยในการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การกำหนดขนาดตัวอย่าง

จำนวนตัวอย่างที่เก็บในแต่ละวันจะใช้ตารางมาตรฐานทางการทหารของสหรัฐอเมริกาดังแสดงในตารางที่ 3.1 เป็นแนวทางในการกำหนด ตัวอย่างการใช้งาน เช่นทราบว่าใน 1 วันมีการผลิตน้ำมันหล่อลื่นวันละ 6,000 กระป๋อง จากตารางที่ 3.1 จะได้ว่าจำนวนตัวอย่างที่จะเก็บต่อวันคือ 60 กระป๋อง หากจะเก็บข้อมูลทุก ๆ ชั่วโมง จะได้ว่าจะเก็บตัวอย่างกระป๋องทุก ๆ ชั่วโมงชั่วโมงละ 8 กระป๋อง ($60/8 \approx 8$)

ตารางที่ 3.1 ตารางมาตรฐานทางการทหารของสหรัฐอเมริกา

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ใบบันทึกผลการตรวจสอบวัดน้ำหนักของน้ำมันหล่อลื่นในระหว่างการผลิต

ใบบันทึกผลการตรวจสอบวัดน้ำหนักของน้ำมันหล่อลื่นในระหว่างการผลิต

DATE :_____ **SIZE :**_____

MACHINE NO :_____ **BRAND/LABEL :**_____

NO	TIME	น้ำหนักที่ชั่งได้ (กรัม : g)												$\overline{X}$	S	REMARK
		หัวจ่ายที่ 1						หัวจ่ายที่ 2								
		1	2	3	4	$\overline{X}_1$	S_1	1	2	3	4	$\overline{X}_2$	S_2			
1*	8.00	692.3	691.5	690.7	692.5	691.75	0.823	692.5	691.5	692.3	691.7	692.00	0.476	691.88	0.636	
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																

DENSITY :_____

ขนาด LOT :_____

$\overline{X}$ **คือ ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก**

S คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก

ผู้ตรวจสอบ :_____

***ตัวอย่างการบันทึกผล**

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บมาจะอยู่ในระหว่างวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ถึงวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 เว้นวันหยุดราชการและวันหยุดนักขัตฤกษ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลที่เก็บจากเครื่องจักร M-6 ซึ่งบรรจุน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาด 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ในระหว่างวันที่ 12-13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 วันที่ 16-20 ตุลาคม พ.ศ. 2543 และวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543

ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลที่เก็บจากเครื่องจักร M-7 ซึ่งบรรจุน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาด 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ในระหว่างวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543 วันที่ 16-17 ตุลาคม พ.ศ. 2543 และวันที่ 24-25 ตุลาคม พ.ศ. 2543

ส่วนที่ 3 เป็นข้อมูลที่เก็บจากเครื่องจักร M-8 ซึ่งบรรจุน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาด 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ในระหว่างวันที่ 12-13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 วันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 วันที่ 18-19 ตุลาคม พ.ศ. 2543 และวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543

ส่วนที่ 4 เป็นข้อมูลที่เก็บจากเครื่องจักร M-9 ซึ่งบรรจุน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาด 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ในระหว่างวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2543 วันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 วันที่ 16-17 ตุลาคม พ.ศ. 2543 วันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543 และวันที่ 24-25 ตุลาคม พ.ศ. 2543

จากข้อมูลที่รวบรวมได้ เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลโดยใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพ จะพบว่ามีบางจุดตกออกนอกเส้นพิกัดควบคุม ซึ่งในทางปฏิบัติทางโรงงานต้องระบุสาเหตุของจุดที่ตกออกนอกพิกัดควบคุม และทำการปรับปรุงพิกัดควบคุมใหม่ แต่ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยไม่มีความรู้ความชำนาญทางด้านเครื่องจักร จึงทำให้ไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัดของปัญหาและความบกพร่องของเครื่องจักรได้ครบถ้วน ในกรณีที่มีการปรับเครื่องหรือเครื่องจักรขัดข้องขณะทำการเก็บข้อมูลซึ่งส่งผลให้ข้อมูลบางจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมได้ ดังนั้นในที่นี่จึงถือว่าจุดที่ตกออกนอกพิกัดควบคุมเป็นจุดที่ทราบสาเหตุ จึงทำการตัดออกและทำการปรับปรุงพิกัดควบคุมใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างในการจ่ายน้ำมันของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของแต่ละเครื่องจักร

4.1.1 เครื่องจักร M-6

สมมติฐานที่ทดสอบ

H_0 : การจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-6 ไม่แตกต่างกัน

H_1 : การจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-6 แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของการจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร(500 มิลลิลิตร)ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักรM-6

หัวจ่ายที่	จำนวน (ขวด)	ปริมาตรเฉลี่ย (มิลลิลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	Z	p-value
1	256	509.974	2.208	1.083	.279
2	256	509.758	2.319		

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่า p-value มากกว่า .05 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า การจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-6 ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าในการเก็บข้อมูลไม่ต้องแยกเก็บข้อมูลตามหัวจ่ายน้ำมันของเครื่องจักร M-6

4.1.2 เครื่องจักร M-7

สมมติฐานที่ทดสอบ

H_0 : การจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-7 ไม่แตกต่างกัน

H_1 : การจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-7 แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของการจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร(1000 มิลลิลิตร) ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-7

หัวจ่ายที่	จำนวน (ขวด)	ปริมาตรเฉลี่ย (มิลลิลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	Z	p-value
1	156	1013.284	2.789	0.119	.905
2	156	1013.249	2.409		

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ค่า p-value มากกว่า .05 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า การจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-7 ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าในการเก็บข้อมูลไม่ต้องแยกเก็บข้อมูลตามหัวจ่ายน้ำมันของเครื่องจักร M-7

4.1.3 เครื่องจักร M-8

สมมติฐานที่ทดสอบ

H_0 : การจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-8 ไม่แตกต่างกัน

H_1 : การจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-8 แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของการจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักรM-8

หัวจ่ายที่	จำนวน (ขวด)	ปริมาตรเฉลี่ย (มิลลิลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	Z	p-value
1	212	1005.304	2.404	1.079	.281
2	212	1005.012	3.119		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ค่า p-value มากกว่า .05 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า การจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-8 ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าในการเก็บข้อมูลไม่ต้องแยกเก็บข้อมูลตามหัวจ่ายน้ำมันของเครื่องจักร M-8

4.1.4 เครื่องจักร M-9

สมมติฐานที่ทดสอบ

H_0 : การจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-9 ไม่แตกต่างกัน

H_1 : การจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-9 แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของการจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-9

หัวจ่ายที่	จำนวน (ขวด)	ปริมาตรเฉลี่ย (มิลลิลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	Z	p-value
1	212	705.146	2.020	1.819	.069
2	212	704.791	1.997		

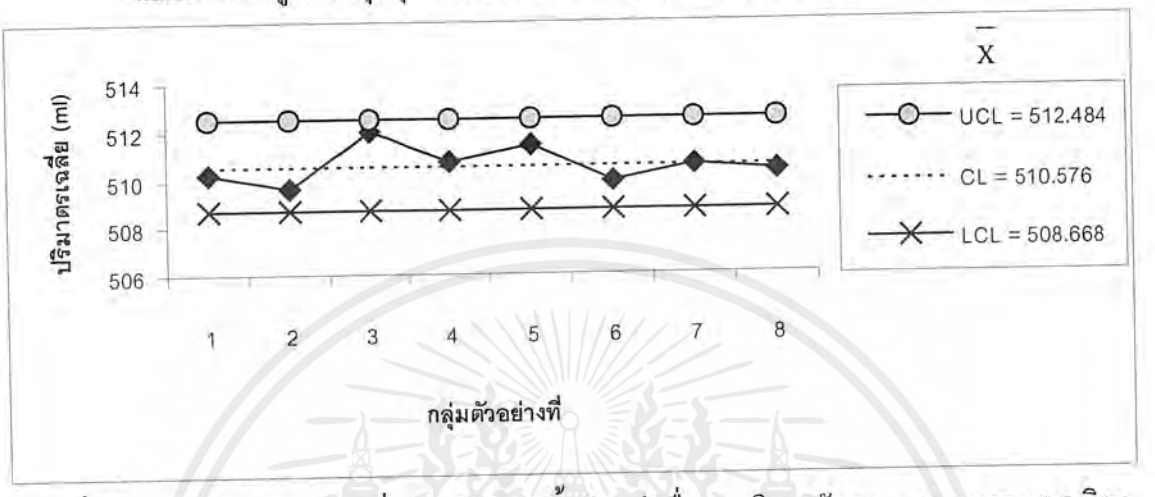
จากตารางที่ 4.4 พบว่า ค่า p-value มากกว่า .05 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า การจ่ายน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร ของหัวจ่ายที่ 1 และหัวจ่ายที่ 2 ของเครื่องจักร M-9 ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าในการเก็บข้อมูลไม่ต้องแยกเก็บข้อมูลตามหัวจ่ายน้ำมันของเครื่องจักร M-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นในระหว่างการผลิต

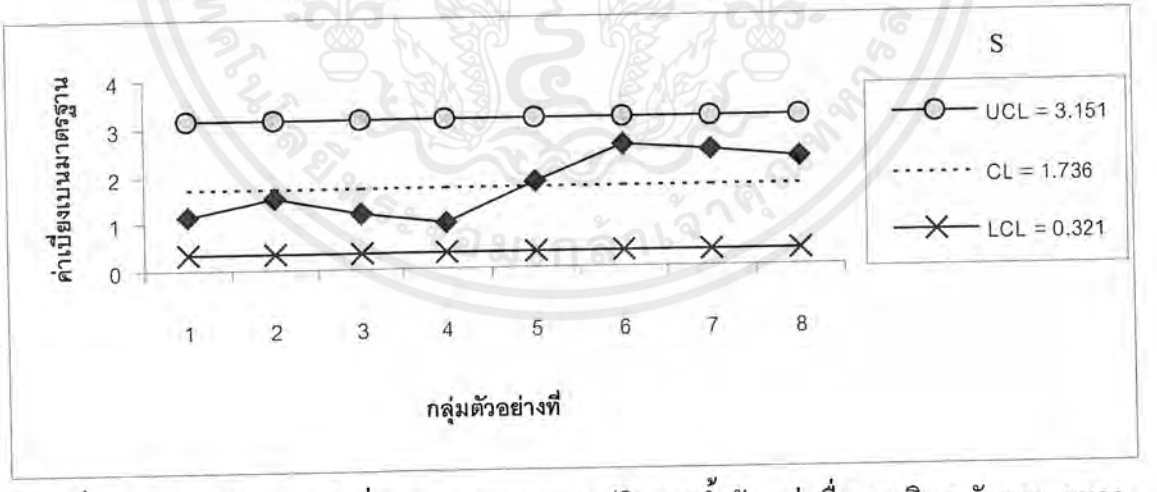
4.2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร ของเครื่องจักร M-6

4.2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.1 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_{\bar{X}} = 512.484$, $CL_{\bar{X}} = 510.576$ และ $LCL_{\bar{X}} = 508.668$

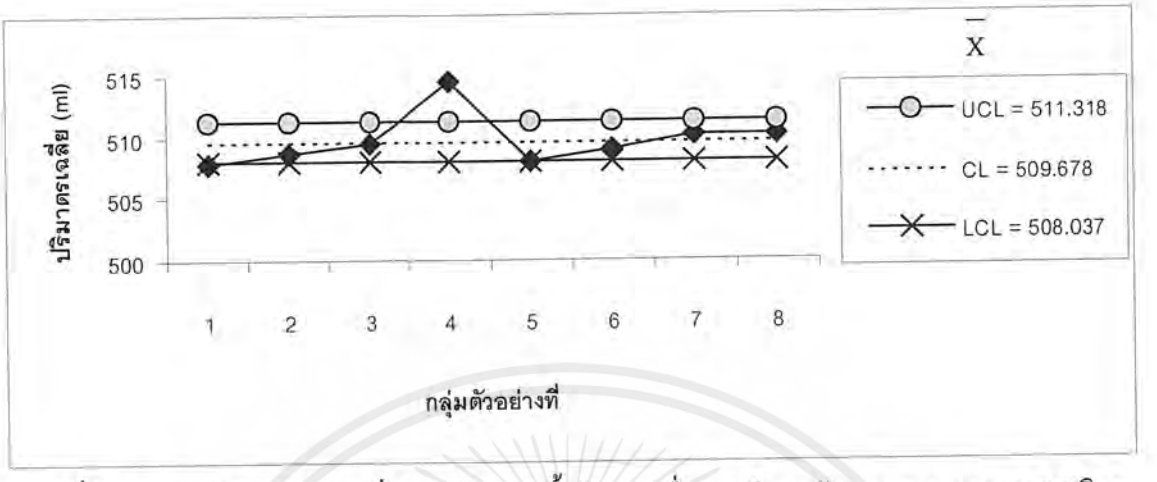


รูปที่ 4.2 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.2 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 3.151$, $CL_S = 1.736$ และ $LCL_S = 0.321$

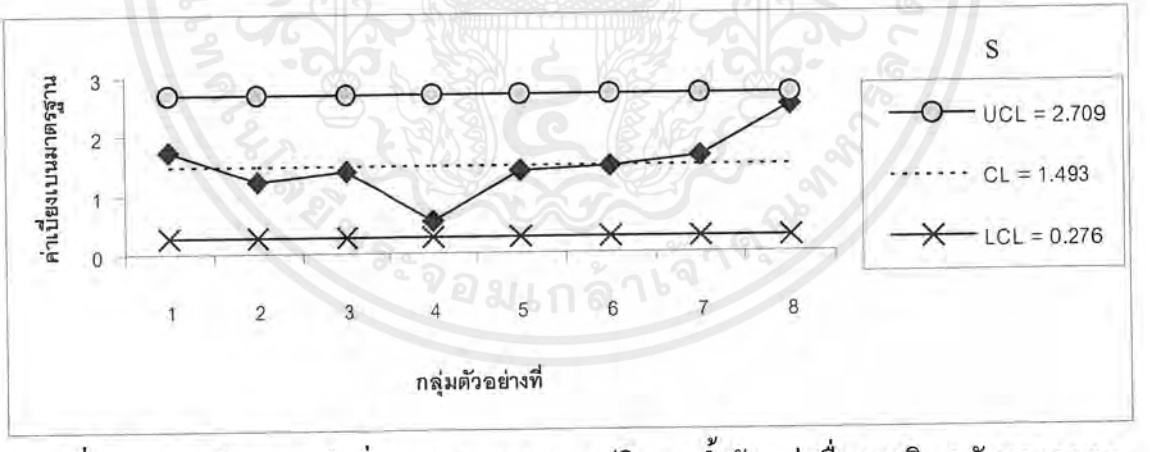
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.3 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.3 พบว่า มีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 1 จุด คือ จุดที่ 4 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 510.484$, $CL_{\bar{X}} = 508.988$ และ $LCL_{\bar{X}} = 507.347$

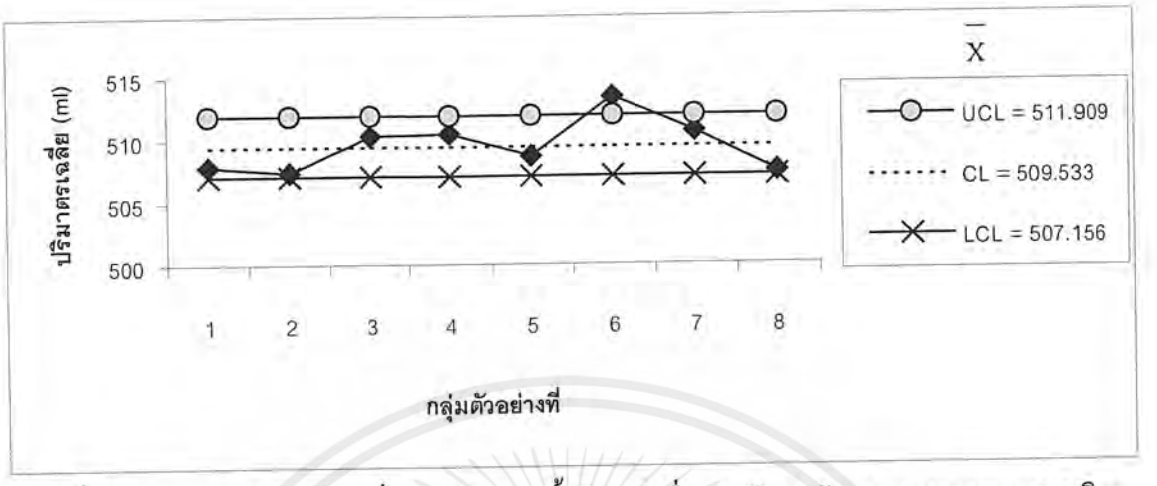


รูปที่ 4.4 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.4 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 2.709$, $CL_S = 1.493$ และ $LCL_S = 0.276$

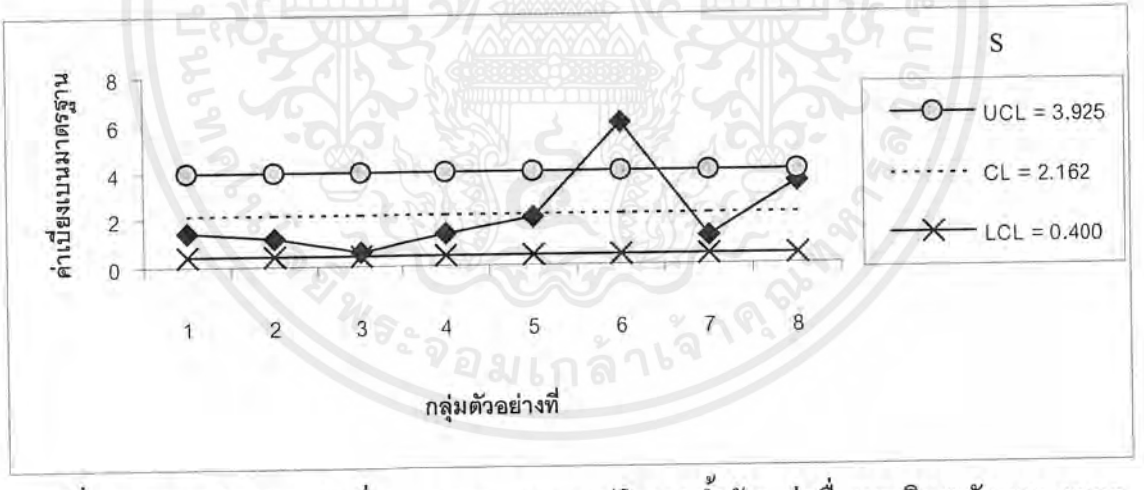
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.5 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.5 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 1 จุด คือ จุดที่ 6 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 510.761$, $CL_{\bar{X}} = 508.986$ และ $LCL_{\bar{X}} = 507.021$

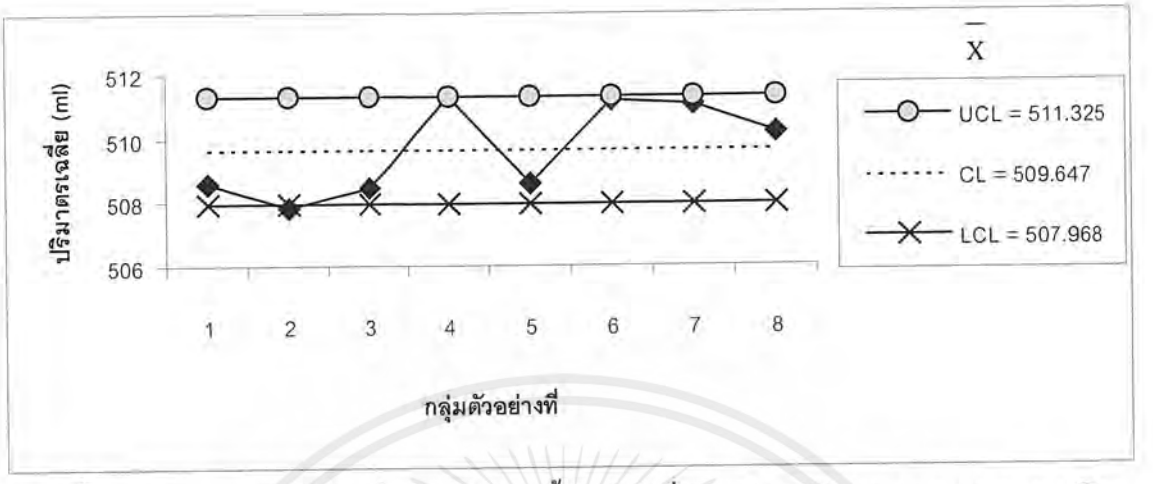


รูปที่ 4.6 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.6 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 1 จุด คือ จุดที่ 6 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_S = 2.929$, $CL_S = 1.614$ และ $LCL_S = 0.299$

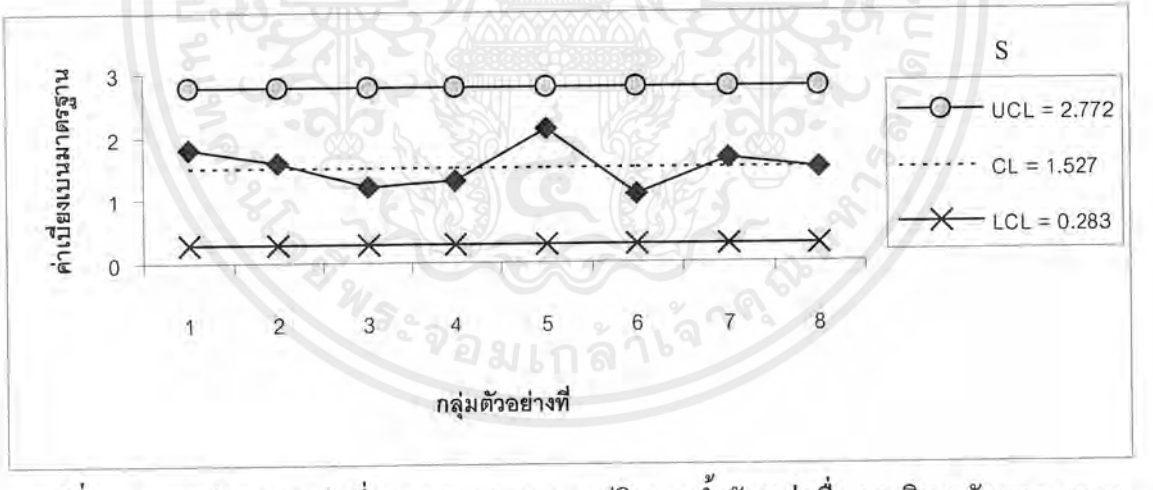
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.7 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.7 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมล่าง 1 จุด คือ จุดที่ 2 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 511.538$, $CL_{\bar{X}} = 509.904$ และ $LCL_{\bar{X}} = 508.225$

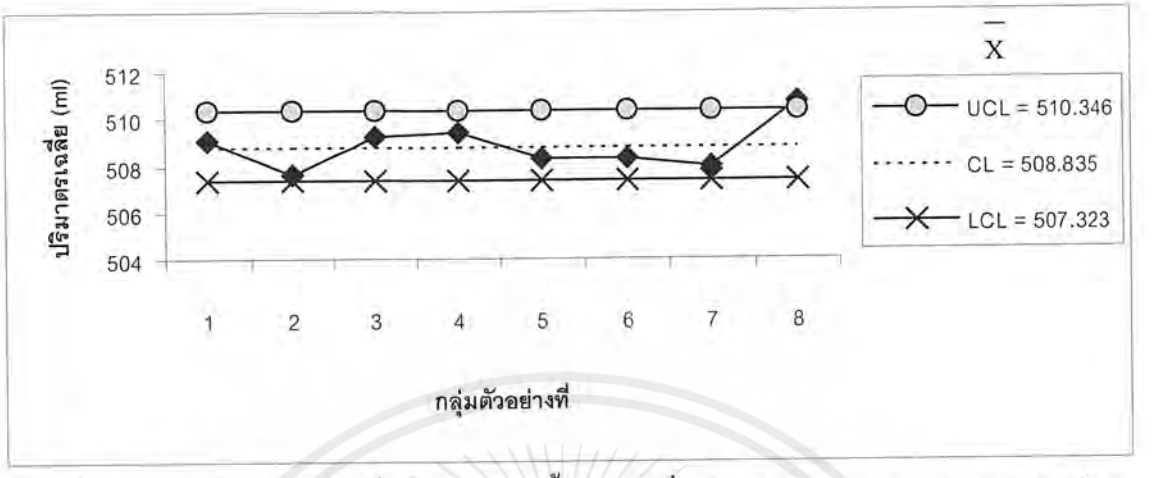


รูปที่ 4.8 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.8 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 2.772$, $CL_S = 1.527$ และ $LCL_S = 0.283$

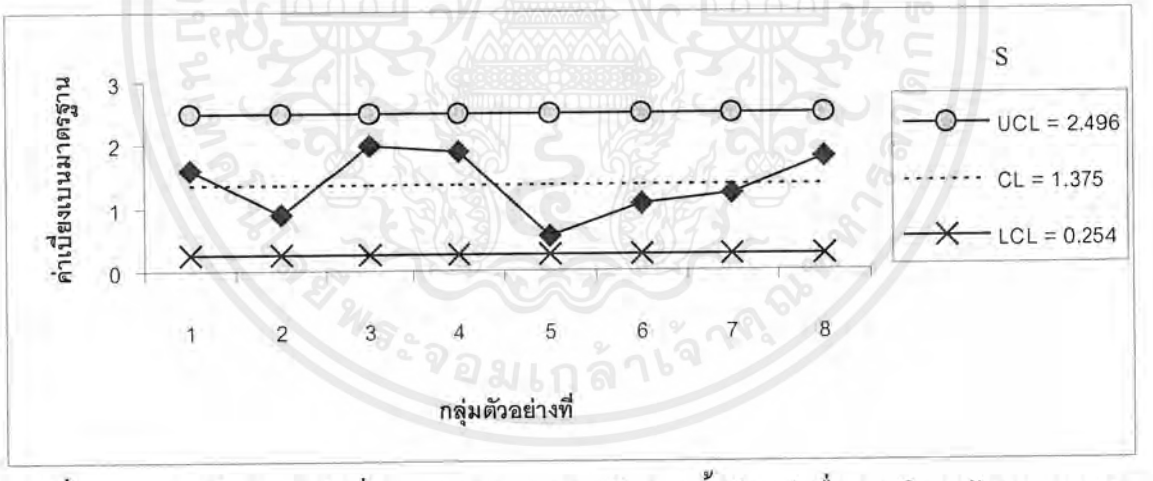
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.9 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.9 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 1 จุด คือ จุดที่ 8 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 510.081$, $CL_{\bar{X}} = 508.569$ และ $LCL_{\bar{X}} = 507.057$

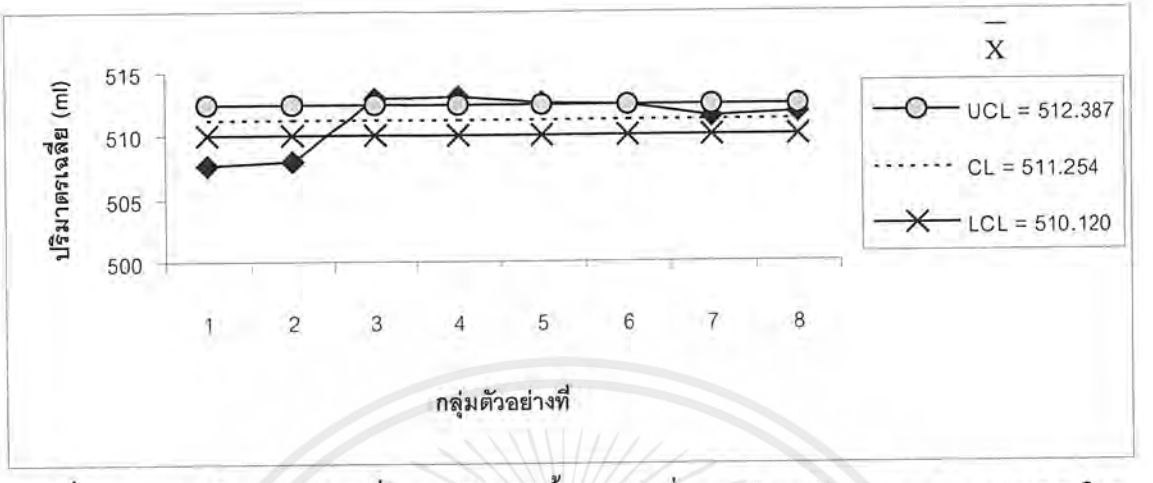


รูปที่ 4.10 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.10 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 2.496$, $CL_S = 1.375$ และ $LCL_S = 0.254$

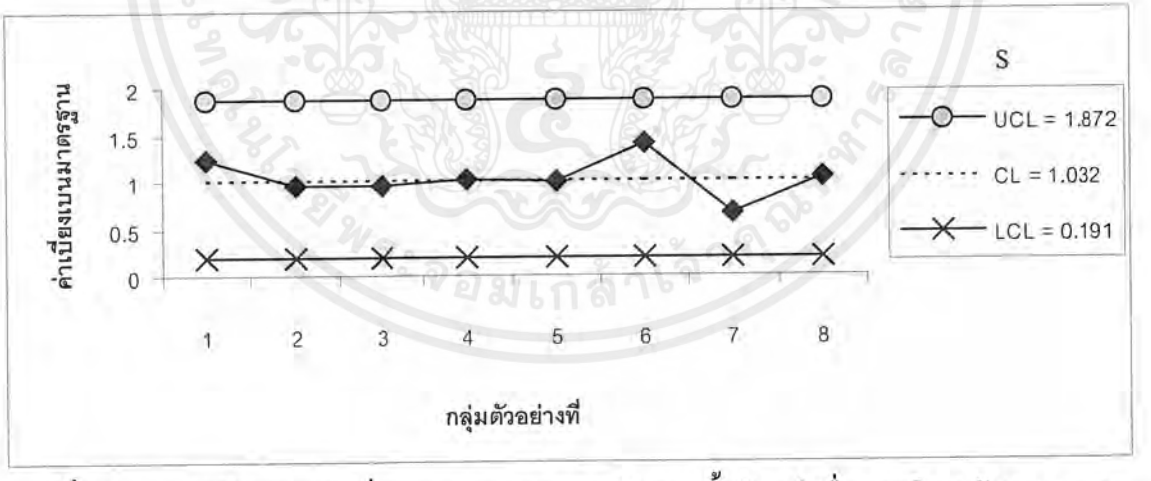
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.11 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.11 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 3 จุด คือ จุดที่ 3, 4 และ 5 และมีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมล่าง 2 จุด คือ จุดที่ 1 และ 2 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 513.031$, $CL_{\bar{X}} = 511.897$ และ $LCL_{\bar{X}} = 510.763$

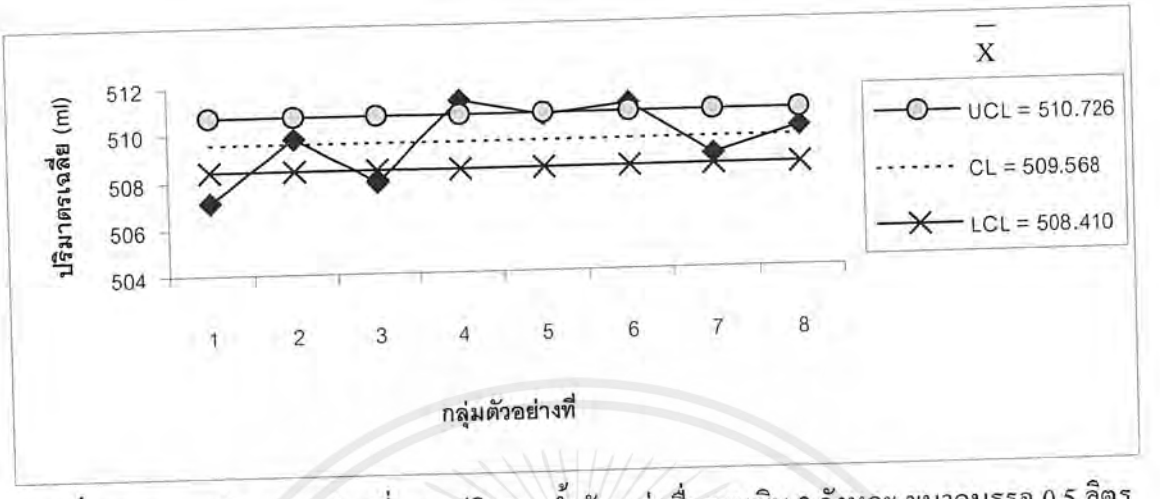


รูปที่ 4.12 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.12 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 1.872$, $CL_S = 1.032$ และ $LCL_S = 0.191$

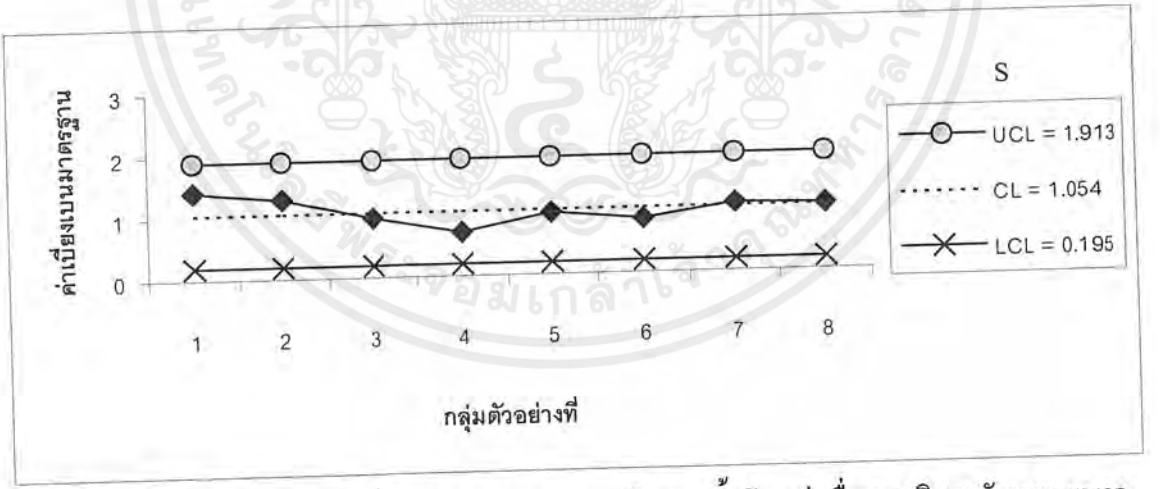
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.7 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.13 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.13 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 2 จุด คือ จุดที่ 4 และ 6 และมีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมล่าง 2 จุด คือ จุดที่ 1 และ 3 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 510.989$, $CL_{\bar{X}} = 509.830$ และ $LCL_{\bar{X}} = 508.671$

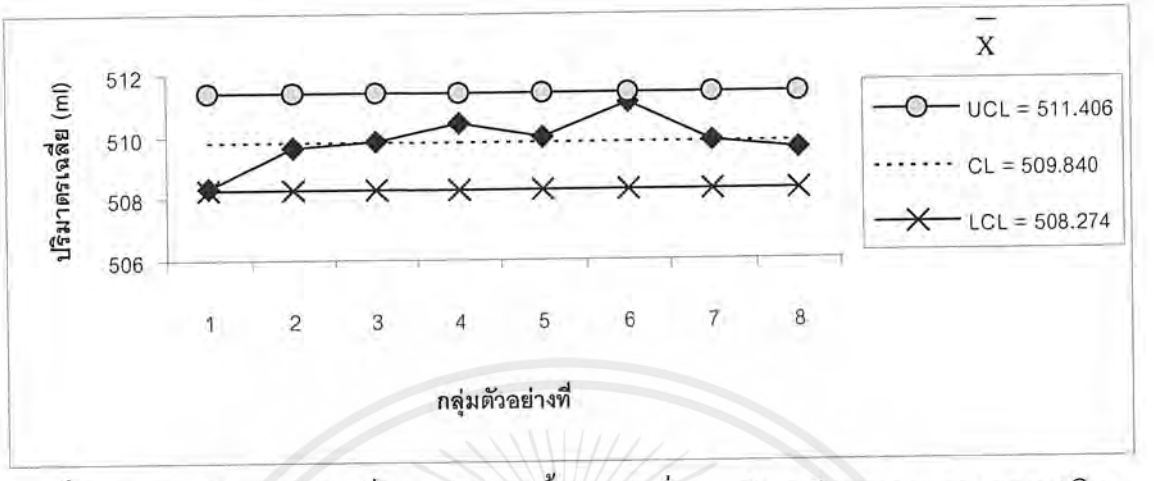


รูปที่ 4.14 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.14 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 1.913$, $CL_S = 1.054$ และ $LCL_S = 0.195$

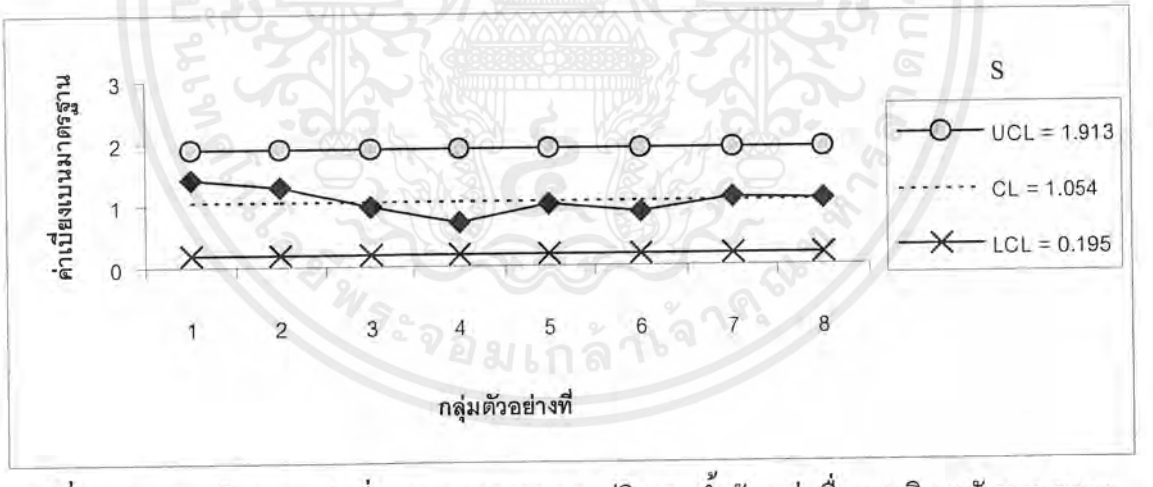
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.8 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.15 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.15 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_{\bar{X}}$ = 511.406, $CL_{\bar{X}}$ = 509.840 และ $LCL_{\bar{X}}$ = 508.274



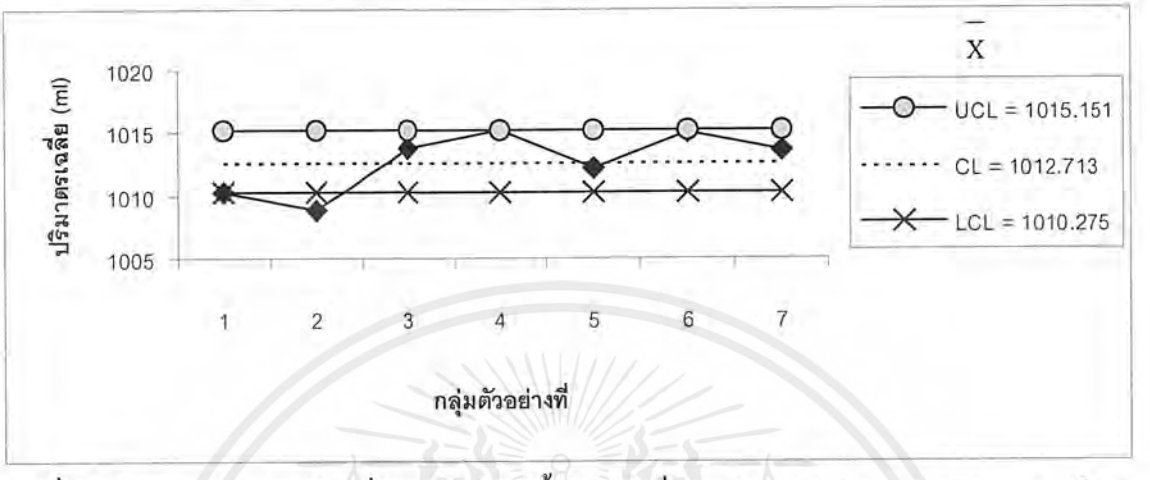
รูปที่ 4.16 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.16 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น UCL_S = 1.913, CL_S = 1.054 และ LCL_S = 0.195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

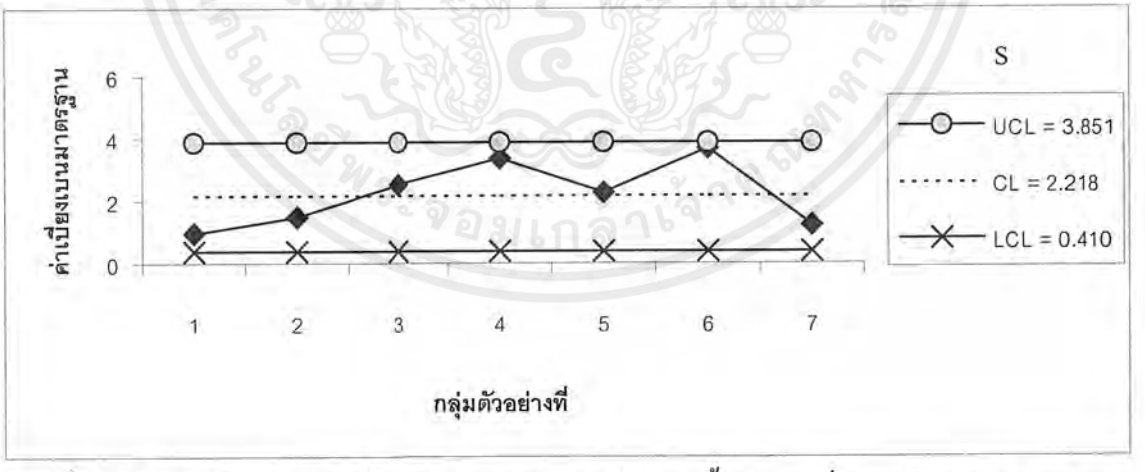
4.2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร ของเครื่องจักร M-7

4.2.2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.17 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7

จากรูปที่ 4.17 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมล่าง 1 จุด คือ จุดที่ 2 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 1015.788$, $CL_{\bar{X}} = 1013.349$ และ $LCL_{\bar{X}} = 1010.910$

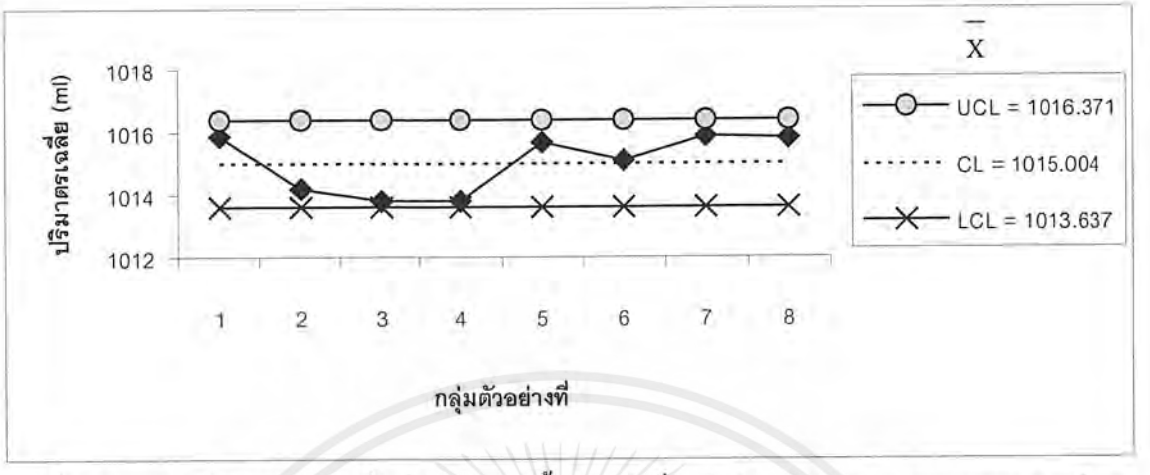


รูปที่ 4.18 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7

จากรูปที่ 4.18 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 3.851$, $CL_S = 2.218$ และ $LCL_S = 0.410$

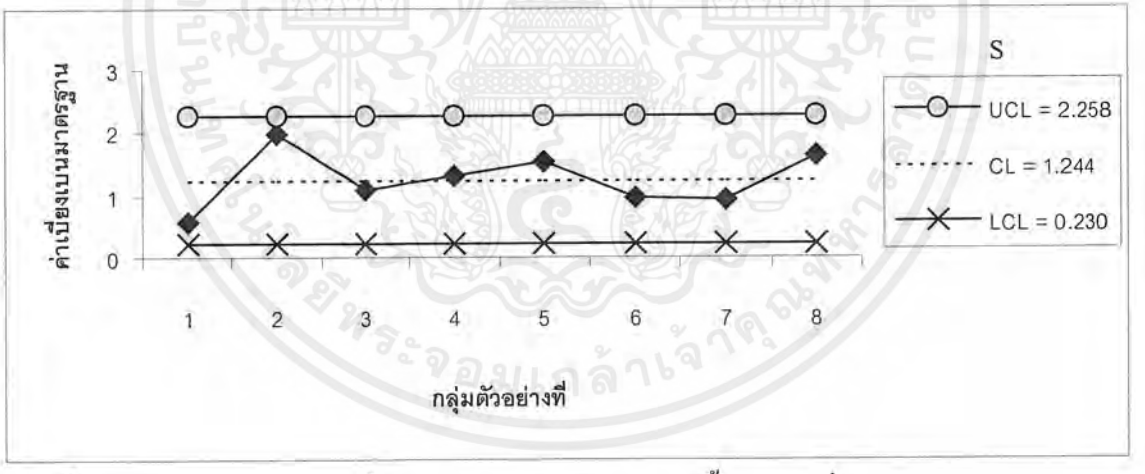
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.19 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7

จากรูปที่ 4.19 พบว่าไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_{\bar{X}} = 1016.371$, $CL_{\bar{X}} = 1015.004$ และ $LCL_{\bar{X}} = 1013.637$

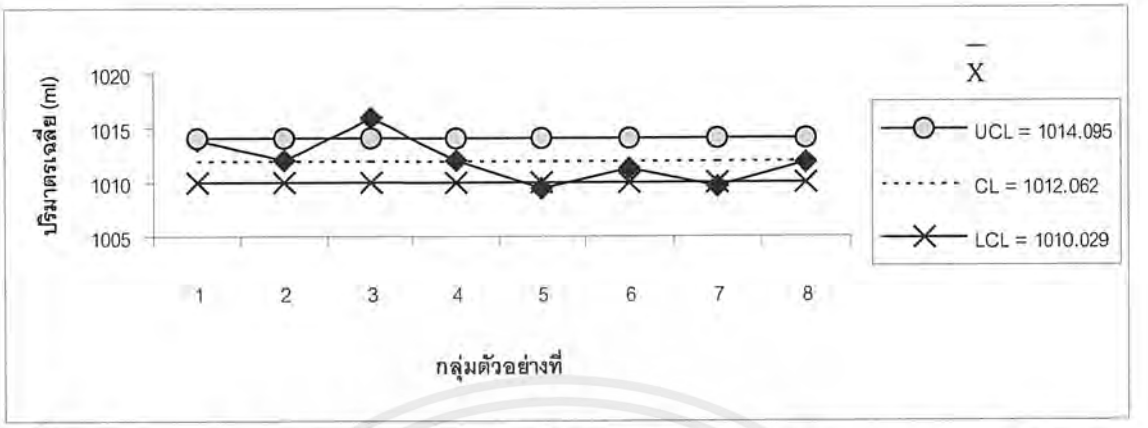


รูปที่ 4.20 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7

จากรูปที่ 4.20 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 2.258$, $CL_S = 1.244$ และ $LCL_S = 0.230$

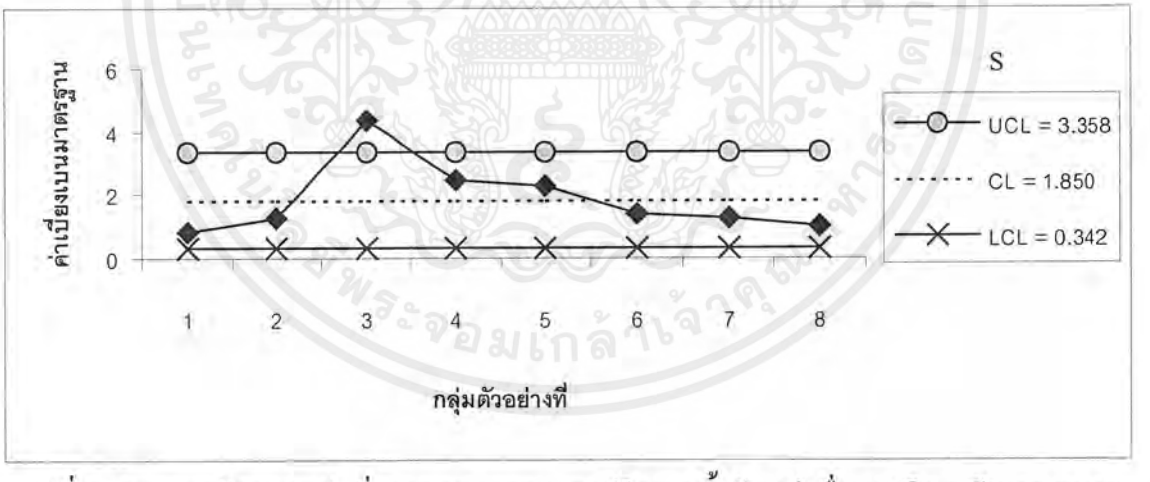
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.21 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7

จากรูปที่ 4.21 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 1 จุด คือ จุดที่ 3 และมีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมล่าง 2 จุด คือ จุดที่ 5 และ 7 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 1013.906$, $CL_{\bar{X}} = 1011.269$ และ $LCL_{\bar{X}} = 1009.632$

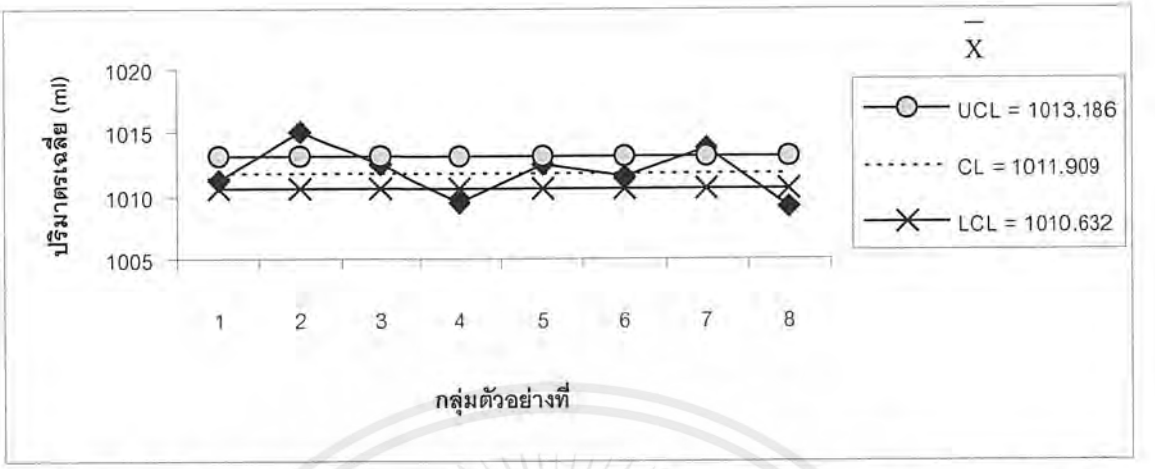


รูปที่ 4.22 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7

จากรูปที่ 4.22 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 1 จุด คือ จุดที่ 3 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_S = 2.701$, $CL_S = 1.489$ และ $LCL_S = 0.276$

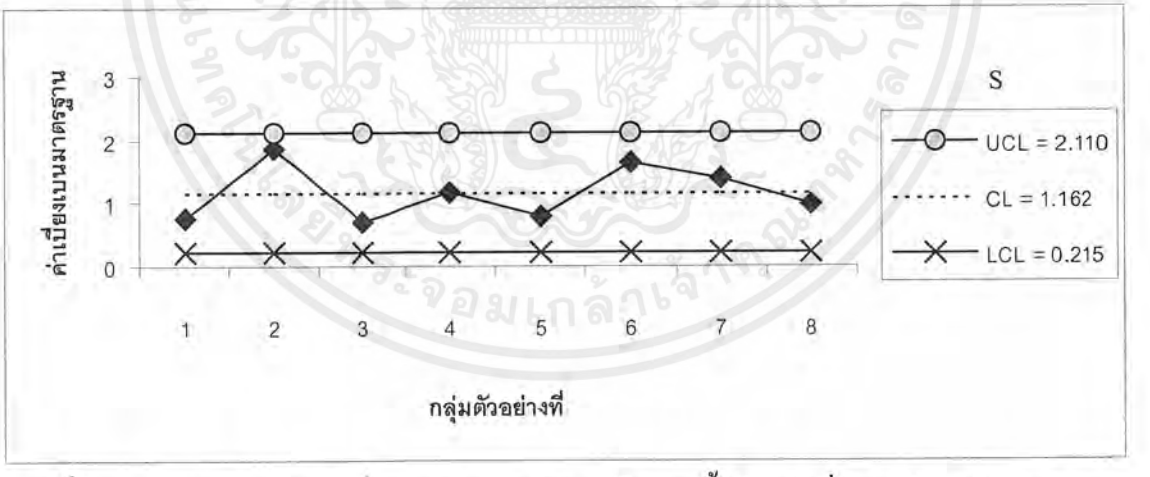
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.23 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7

จากรูปที่ 4.23 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 2 จุด คือ จุดที่ 2 และ 7 และมีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมล่าง 2 จุด คือ จุดที่ 4 และ 8 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 1013.252, CL_{\bar{X}} = 1011.974$ และ $LCL_{\bar{X}} = 1010.696$

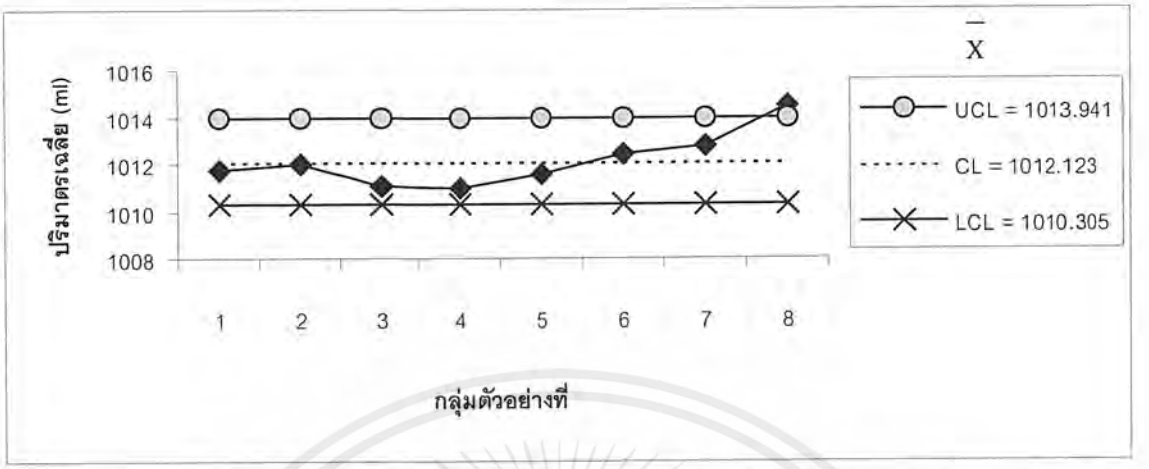


รูปที่ 4.24 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7

จากรูปที่ 4.24 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 2.110$, $CL_S = 1.162$ และ $LCL_S = 0.215$

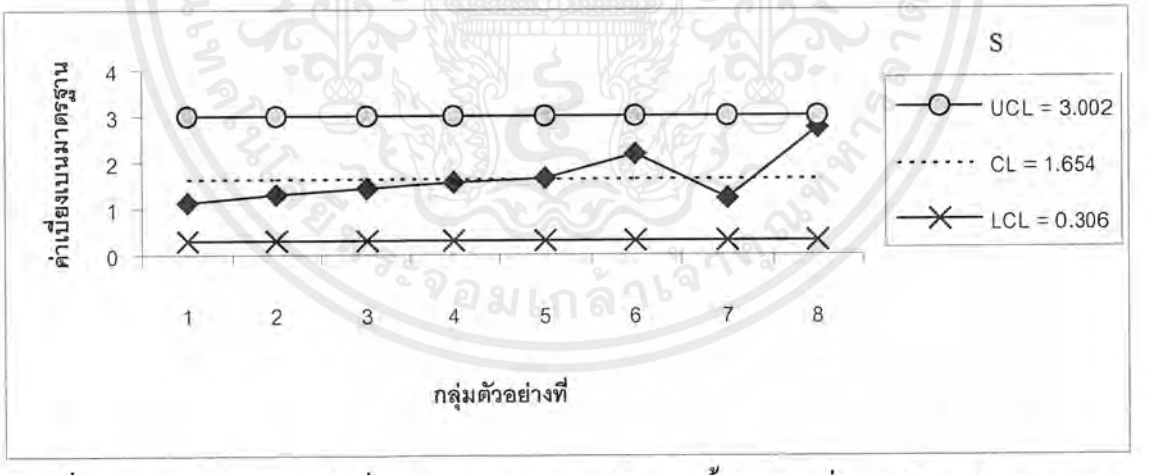
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.25 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7

จากรูปที่ 4.25 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 1 จุด คือ จุดที่ 8 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 1013.612$, $CL_{\bar{X}} = 1011.793$ และ $LCL_{\bar{X}} = 1009.974$



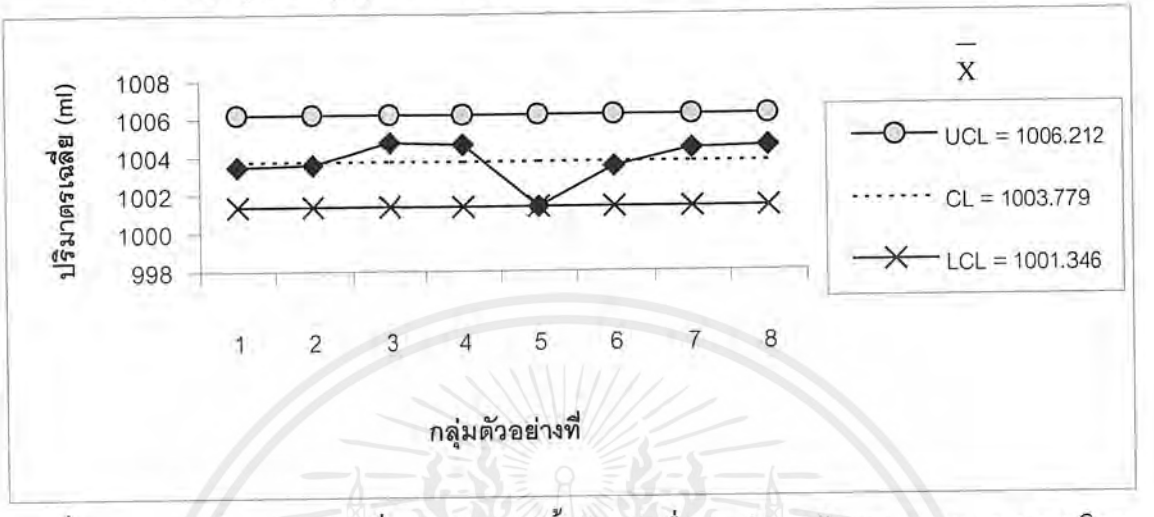
รูปที่ 4.26 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-7

จากรูปที่ 4.26 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 3.002$, $CL_S = 1.654$ และ $LCL_S = 0.306$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

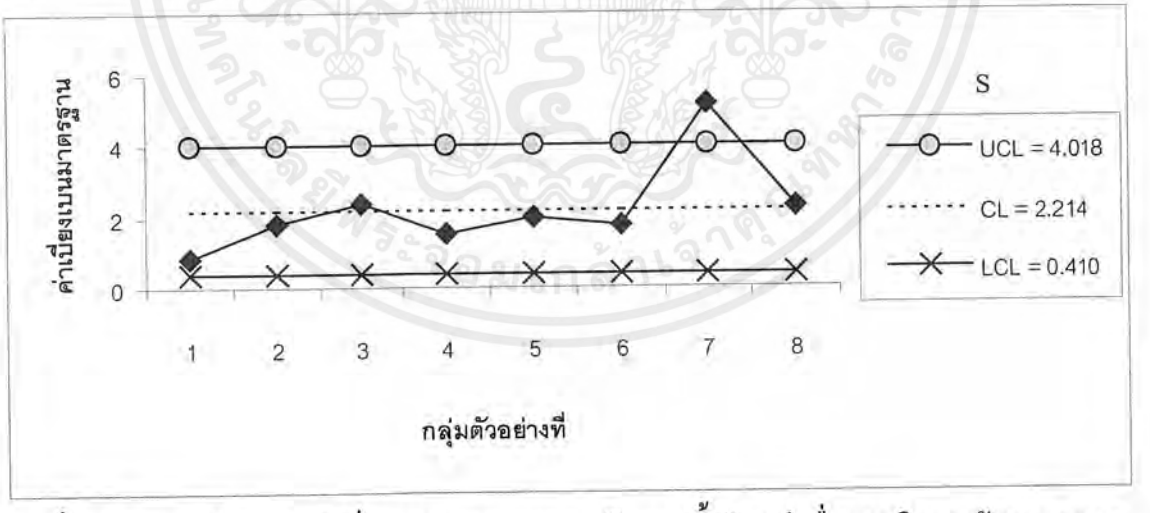
4.2.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพปริมาตรของน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร ของเครื่องจักร M-8

4.2.3.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.27 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8

จากรูปที่ 4.27 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_{\bar{X}} = 1006.212$, $CL_{\bar{X}} = 1003.779$ และ $LCL_{\bar{X}} = 1001.346$

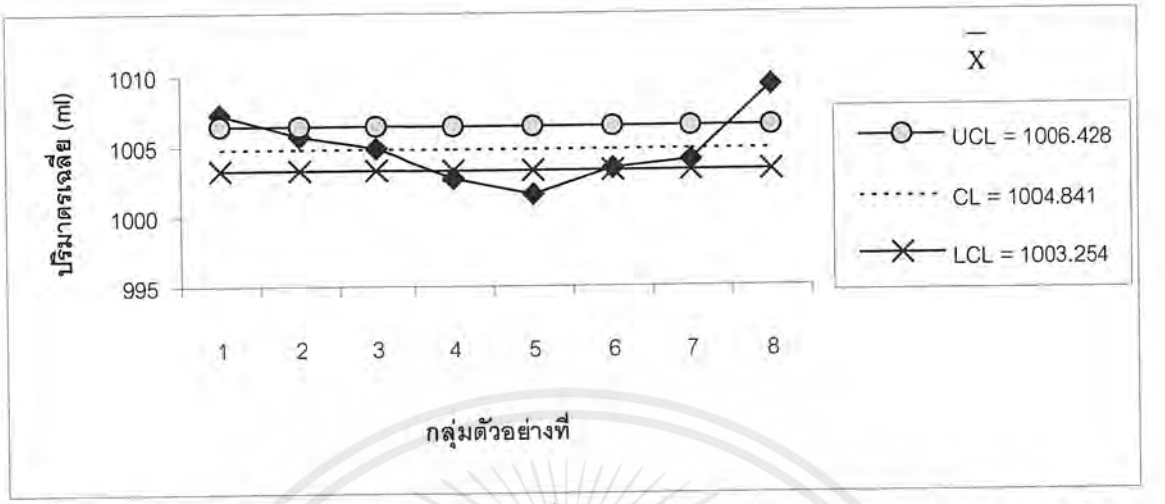


รูปที่ 4.28 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8

จากรูปที่ 4.28 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 1 จุด คือ จุดที่ 7 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ดังนี้ $UCL_S = 3.250$, $CL_S = 1.791$ และ $LCL_S = 0.332$

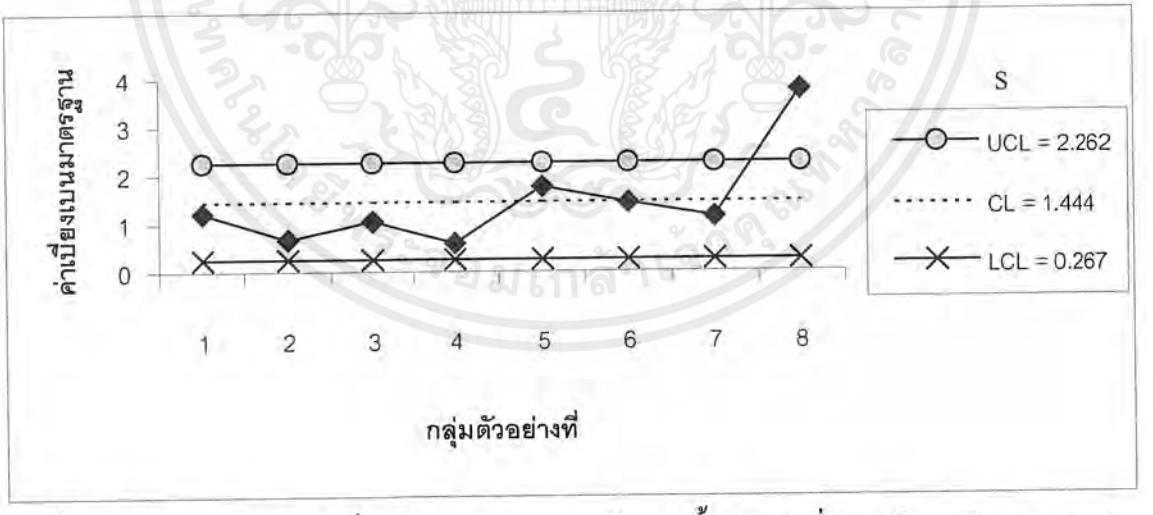
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.29 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8

จากรูปที่ 4.29 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 2 จุด คือ จุดที่ 1 และ 8 และมีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมล่าง 2 จุด คือ จุดที่ 4 และ 5 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 1005.70$, $CL_{\bar{X}} = 1004.477$ และ $LCL_{\bar{X}} = 1003.234$

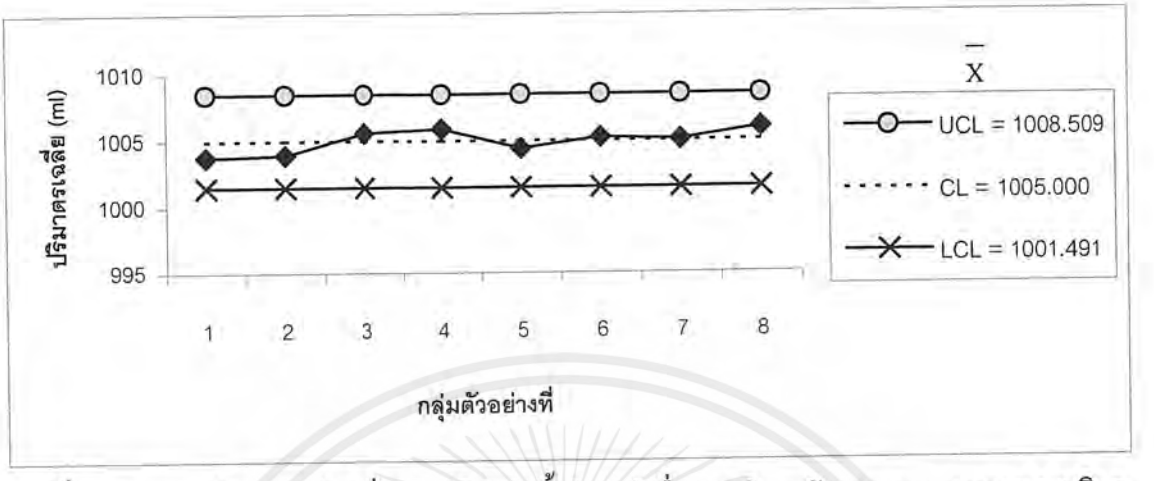


รูปที่ 4.30 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8

จากรูปที่ 4.30 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 1 จุด คือ จุดที่ 8 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_S = 2.018$, $CL_S = 1.112$ และ $LCL_S = 0.206$

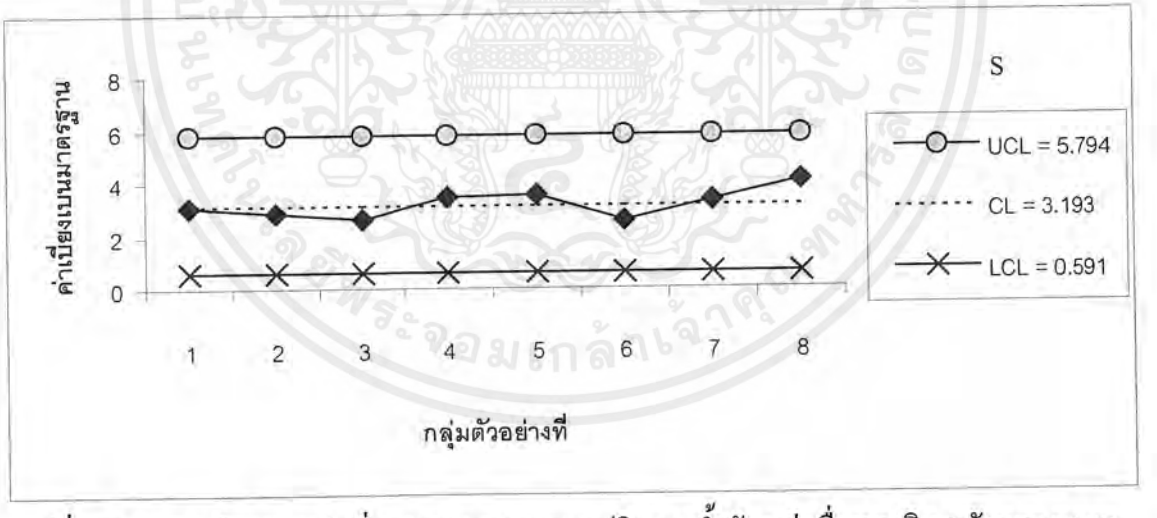
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.31 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8

จากรูปที่ 4.31 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_{\bar{X}} = 1008.509$, $CL_{\bar{X}} = 1005.000$ และ $LCL_{\bar{X}} = 1001.491$

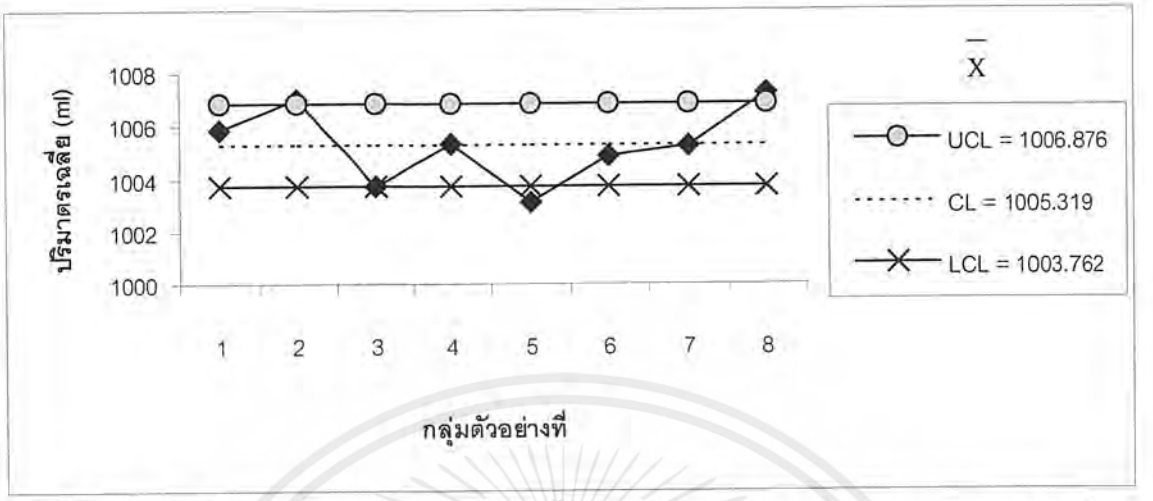


รูปที่ 4.32 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8

จากรูปที่ 4.32 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 5.794$, $CL_S = 3.193$ และ $LCL_S = 0.591$

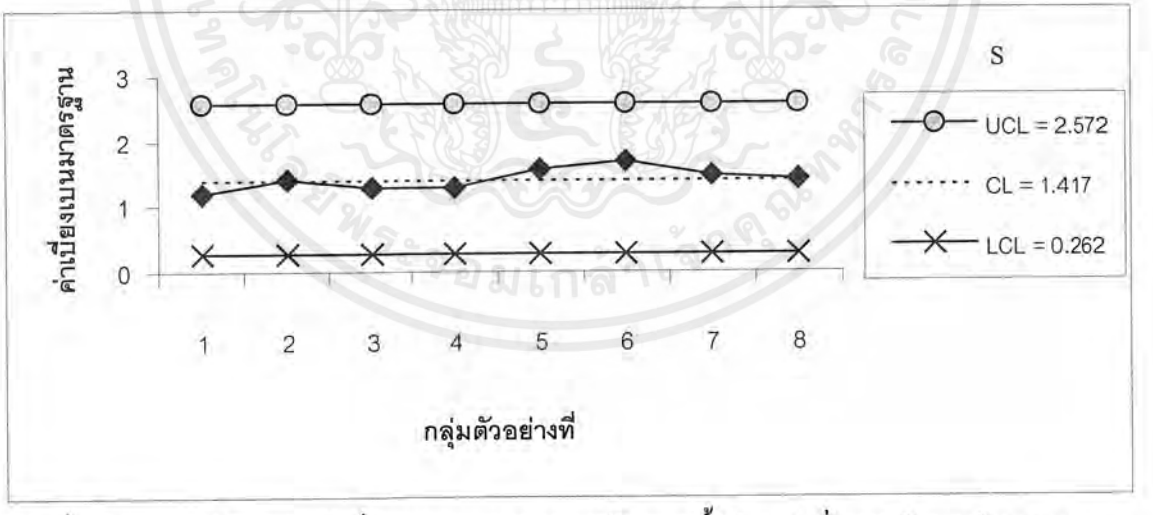
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.33 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8

จากรูปที่ 4.33 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 2 จุด คือ จุดที่ 2 และ 8 และมีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมล่าง 1 จุด คือ จุดที่ 5 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 1006.580$, $CL_{\bar{X}} = 1005.022$ และ $LCL_{\bar{X}} = 1003.464$

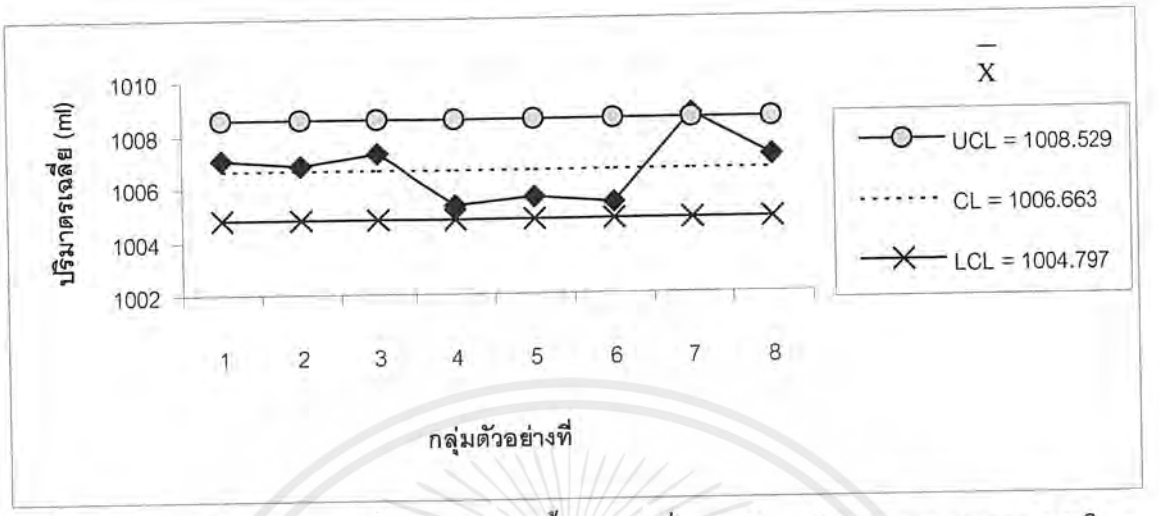


รูปที่ 4.34 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8

จากรูปที่ 4.34 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 2.572$, $CL_S = 1.417$ และ $LCL_S = 0.262$

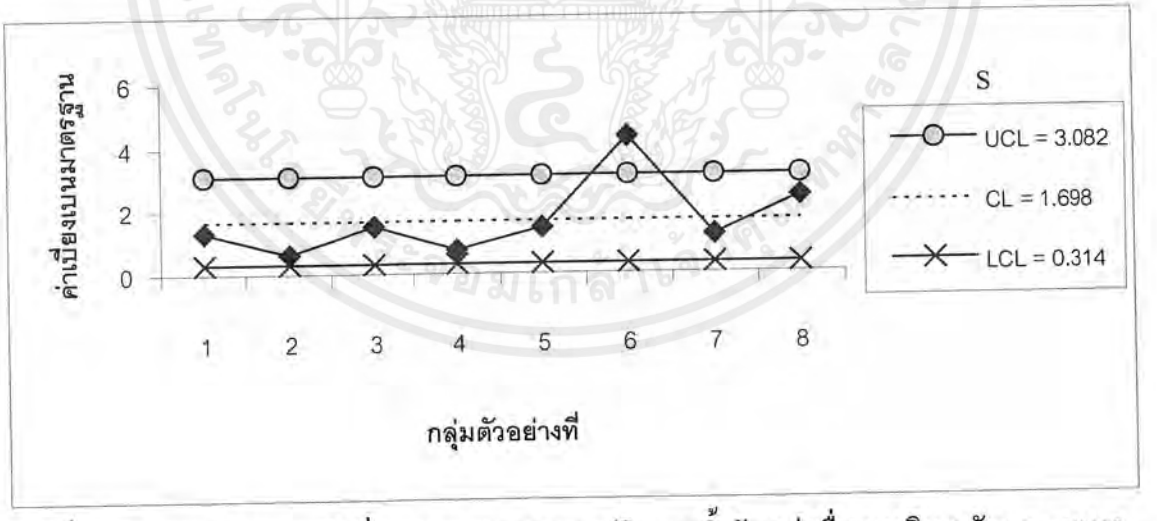
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.35 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8

จากรูปที่ 4.35 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 1 จุด คือ จุดที่ 7 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 1007.830$, $CL_{\bar{X}} = 1006.369$ และ $LCL_{\bar{X}} = 1004.795$

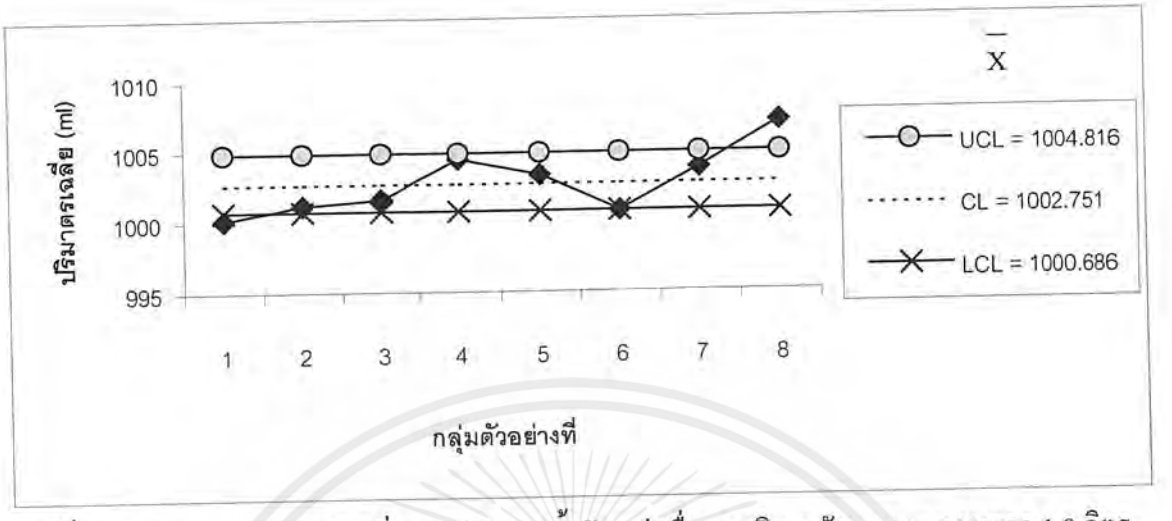


รูปที่ 4.36 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8

จากรูปที่ 4.36 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 1 จุด คือ จุดที่ 6 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_S = 2.411$, $CL_S = 1.329$ และ $LCL_S = 0.247$

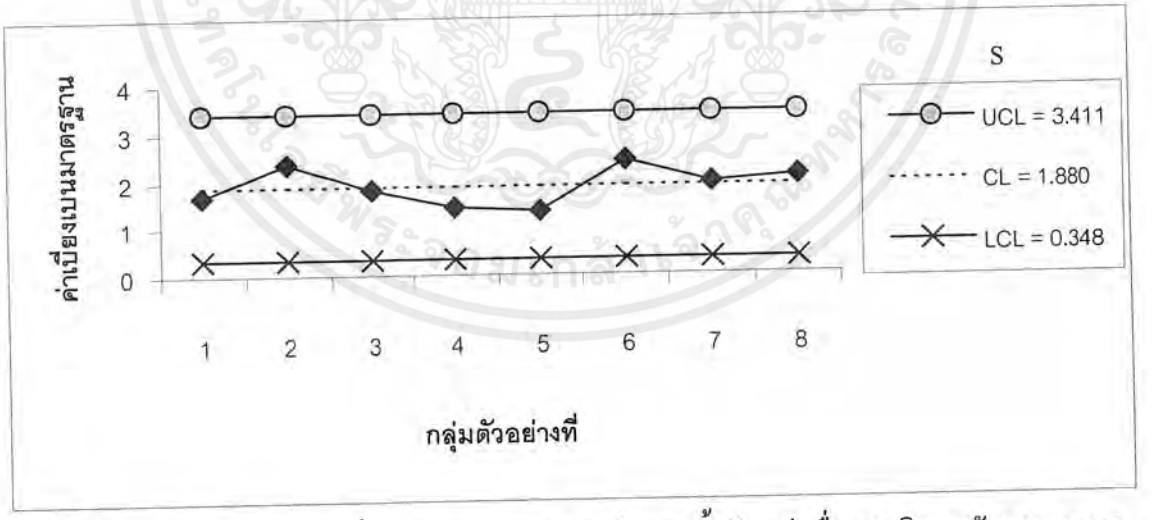
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.37 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8

จากรูปที่ 4.37 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 1 จุด คือ จุดที่ 8 และมีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมล่าง 1 จุด คือ จุดที่ 1 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 1004.546$, $CL_{\bar{X}} = 1002.480$ และ $LCL_{\bar{X}} = 1000.414$



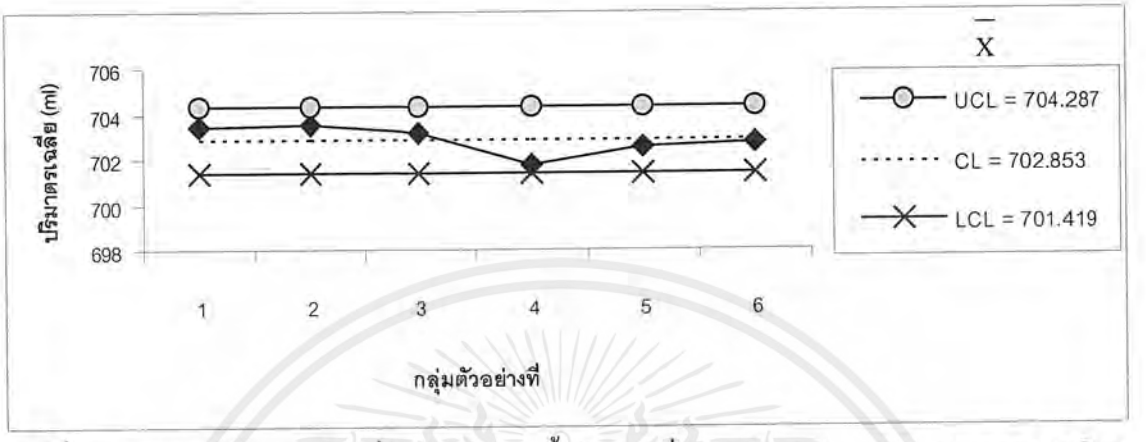
รูปที่ 4.38 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-8

จากรูปที่ 4.38 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 3.411$, $CL_S = 1.880$ และ $LCL_S = 0.348$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

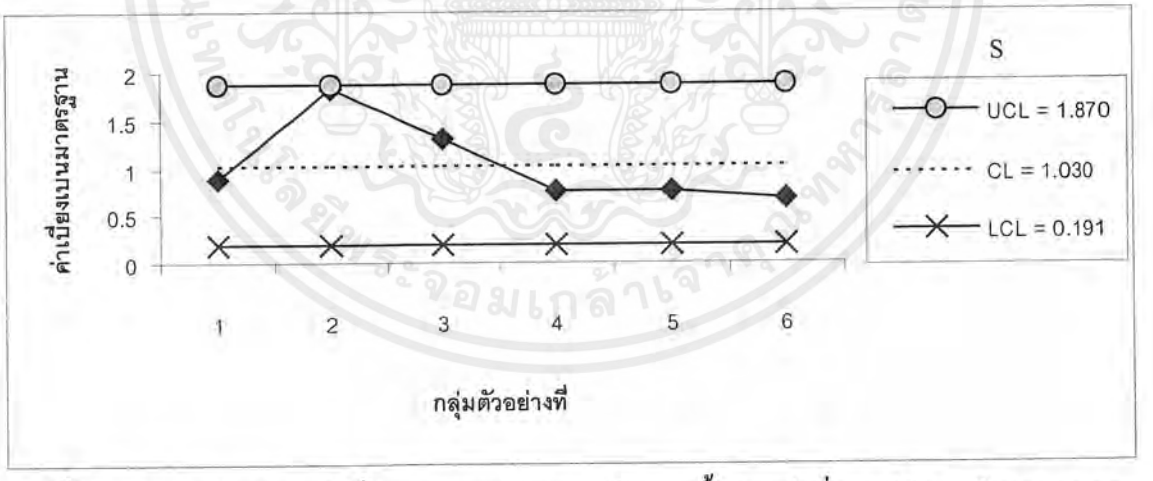
4.2.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพปริมาตรของน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร ของเครื่องจักร M-9

4.2.4.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.39 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.39 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_{\bar{X}} = 704.287$, $CL_{\bar{X}} = 702.853$ และ $LCL_{\bar{X}} = 701.419$

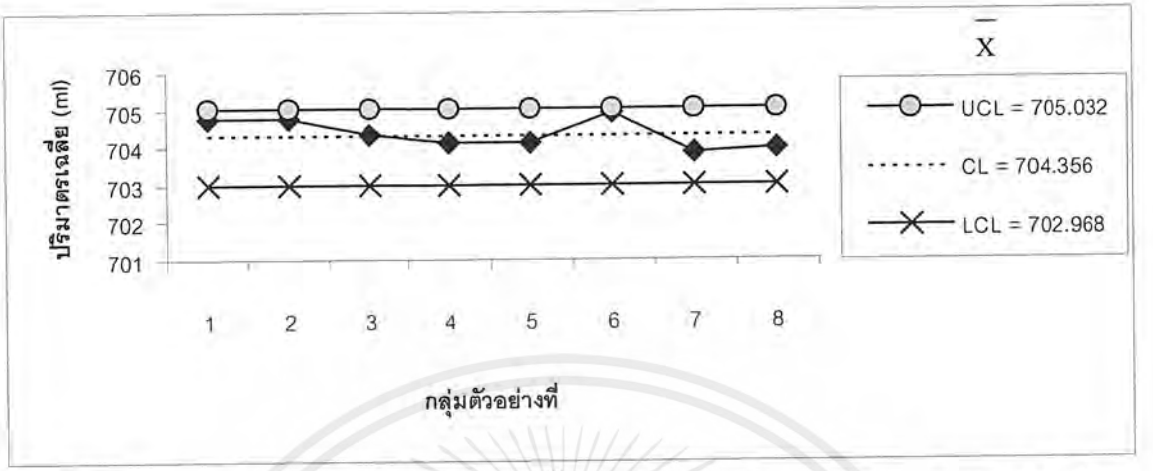


รูปที่ 4.40 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.40 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 1.870$, $CL_S = 1.030$ และ $LCL_S = 0.191$

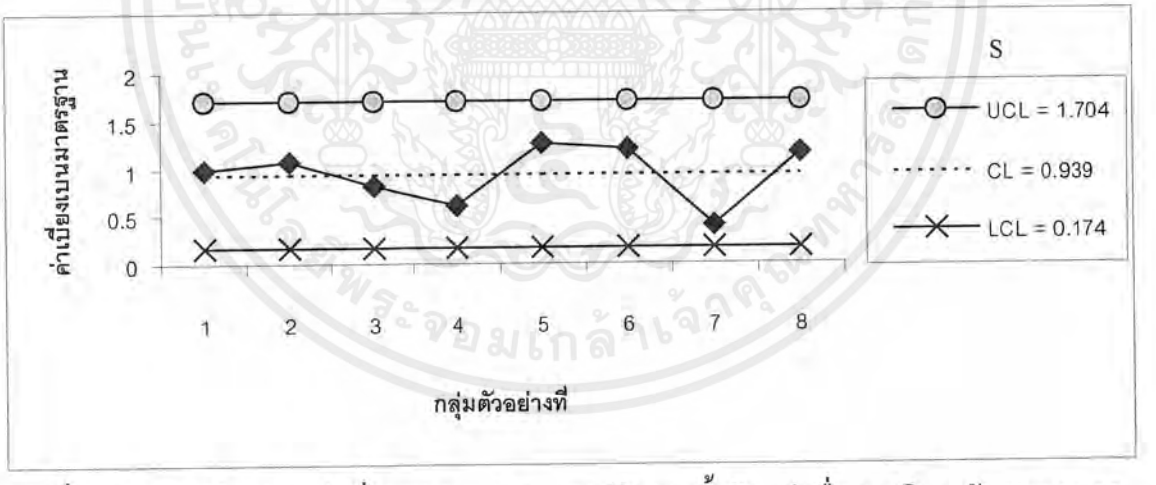
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.41 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.41 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_{\bar{X}} = 705.032$, $CL_{\bar{X}} = 704.356$ และ $LCL_{\bar{X}} = 702.968$

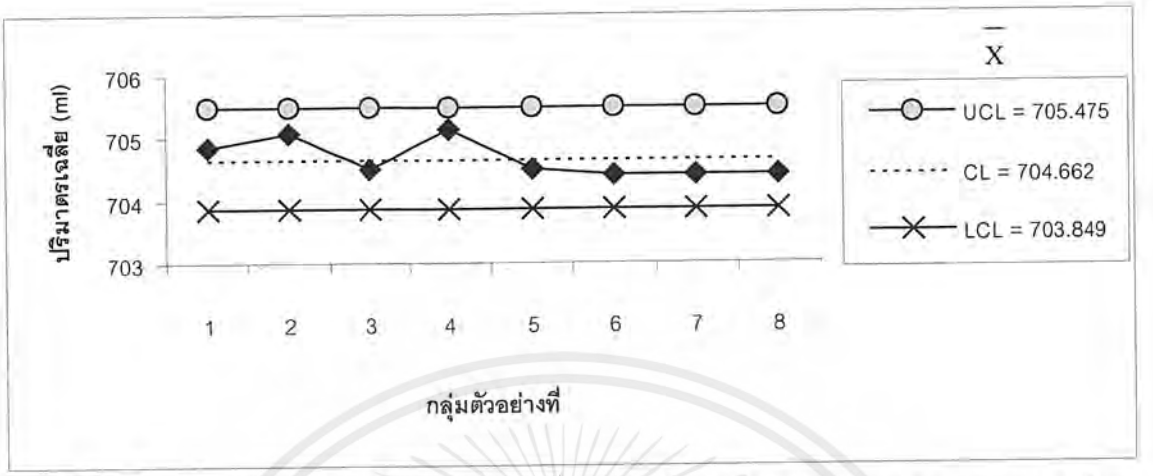


รูปที่ 4.42 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.42 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 1.704$, $CL_S = 0.939$ และ $LCL_S = 0.174$

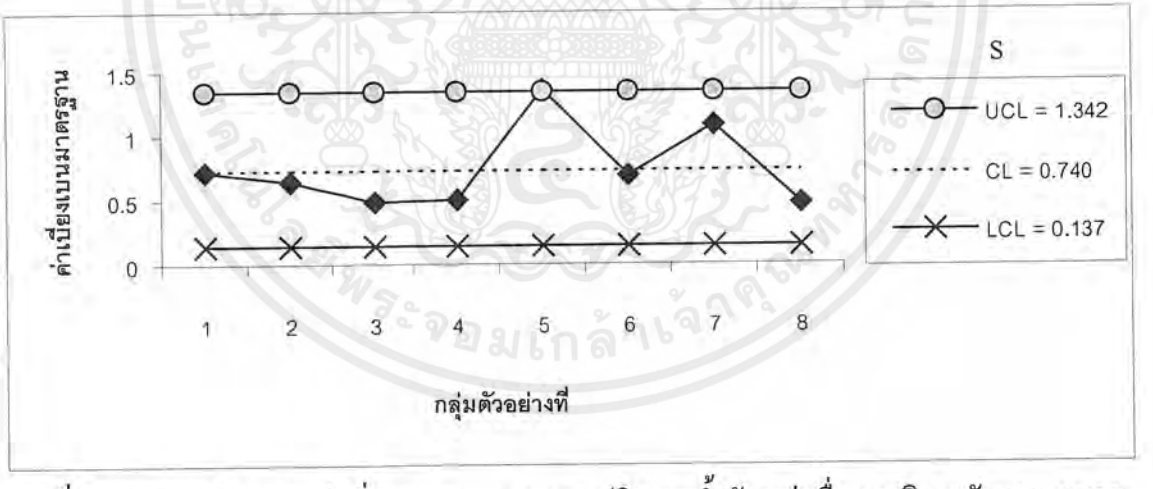
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.43 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.43 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_{\bar{X}} = 705.475$, $CL_{\bar{X}} = 704.662$ และ $LCL_{\bar{X}} = 703.849$

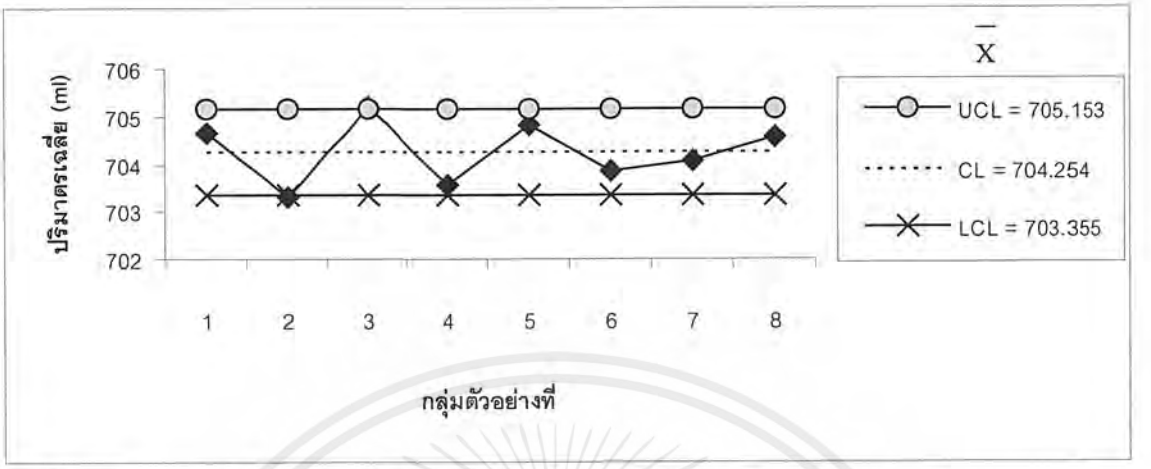


รูปที่ 4.44 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.44 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_s = 1.342$, $CL_s = 0.740$ และ $LCL_s = 0.137$

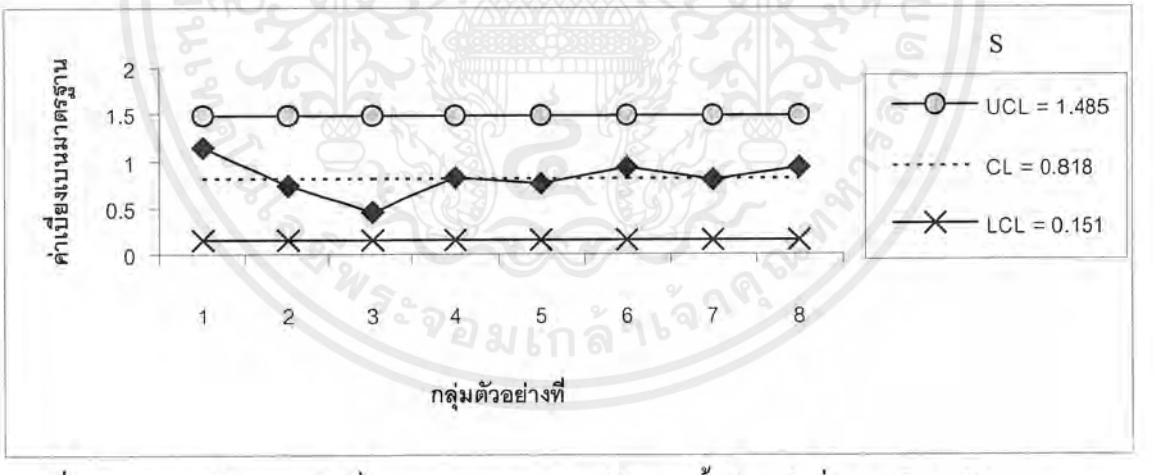
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.45 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.45 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_{\bar{X}} = 705.153$, $CL_{\bar{X}} = 704.254$ และ $LCL_{\bar{X}} = 703.355$

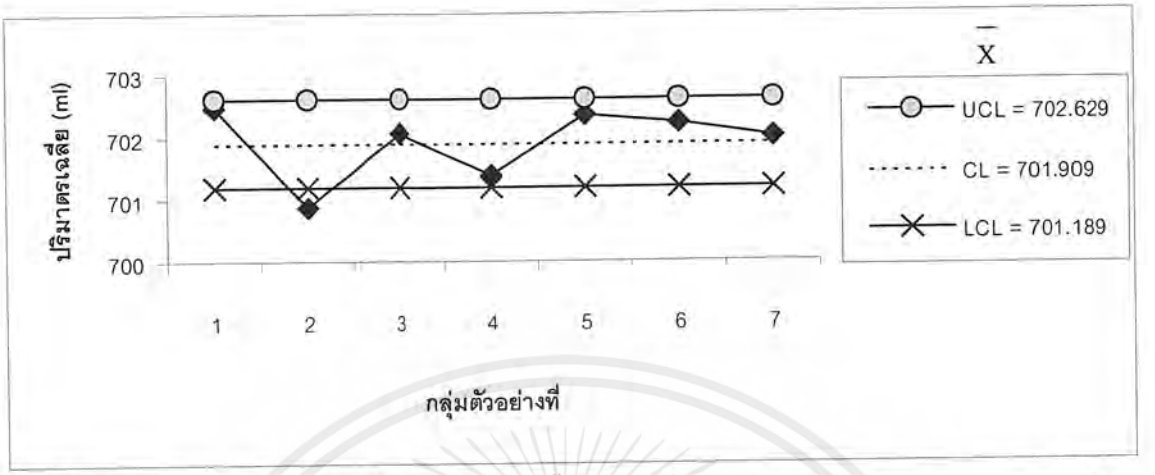


รูปที่ 4.46 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.46 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 1.485$, $CL_S = 0.818$ และ $LCL_S = 0.151$

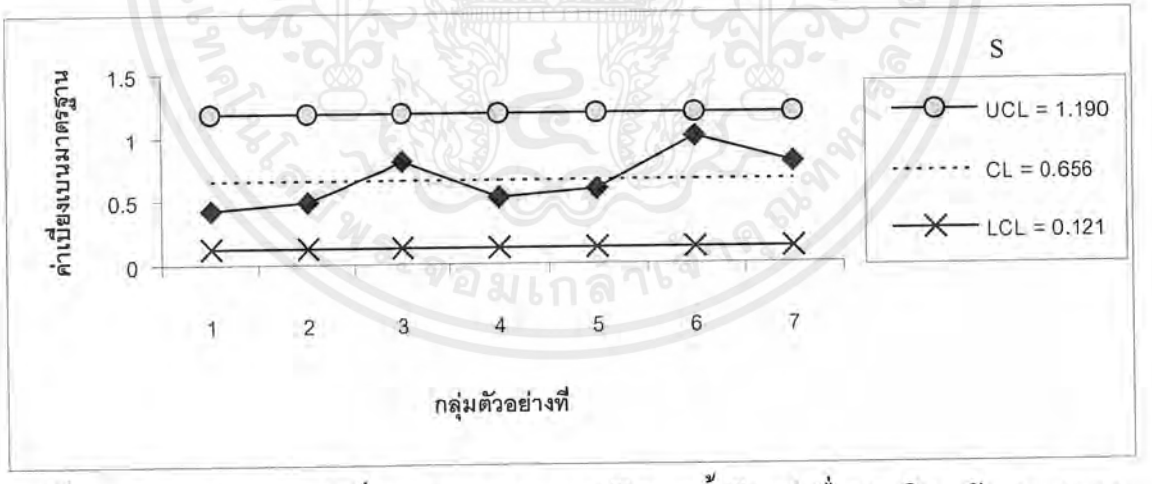
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.47 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.47 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมล่าง 1 จุด คือ จุดที่ 2 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 702.891$, $CL_{\bar{X}} = 702.170$ และ $LCL_{\bar{X}} = 701.449$

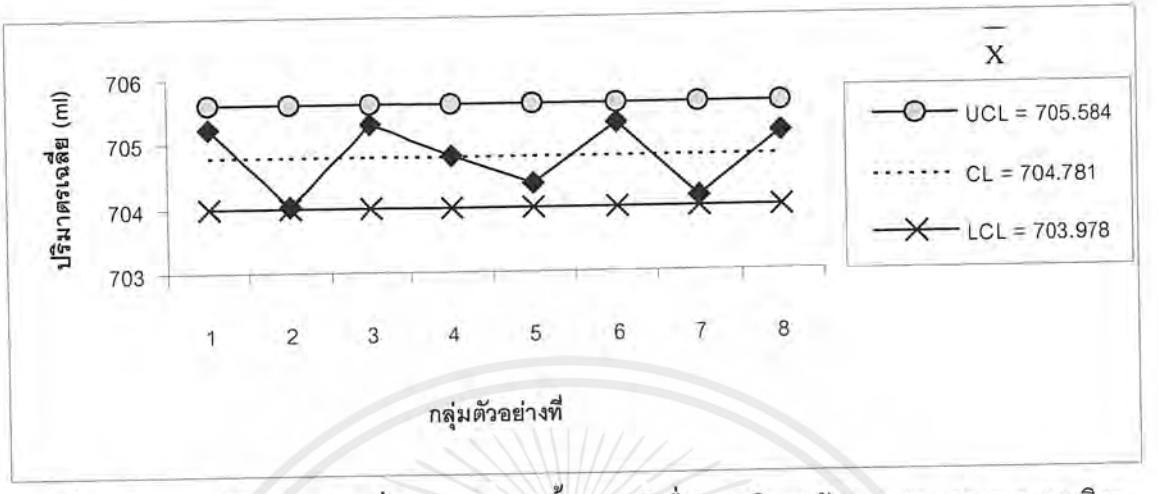


รูปที่ 4.48 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.48 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 1.190$, $CL_S = 0.656$ และ $LCL_S = 0.121$

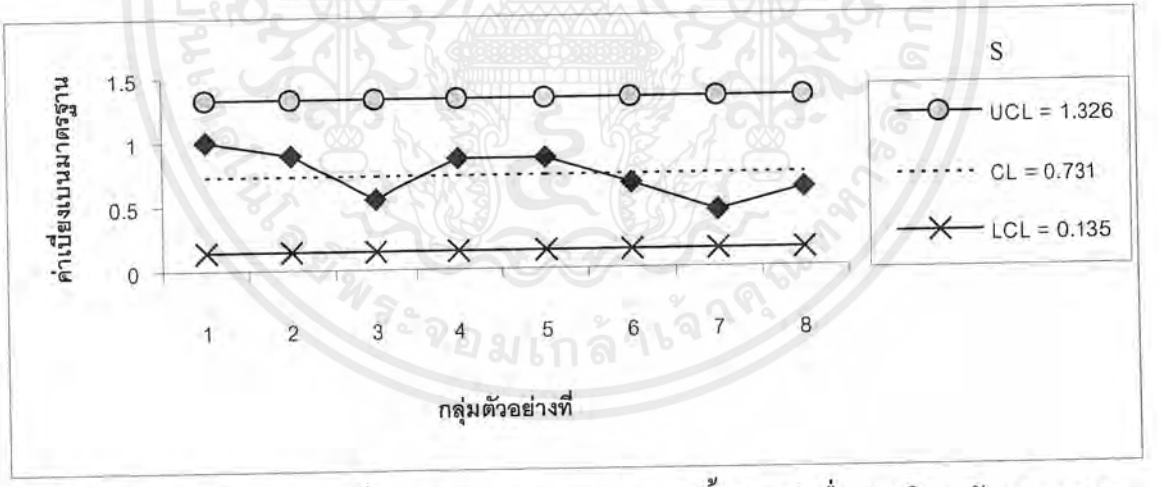
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.49 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.49 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_{\bar{X}} = 705.584$, $CL_{\bar{X}} = 704.781$ และ $LCL_{\bar{X}} = 703.978$

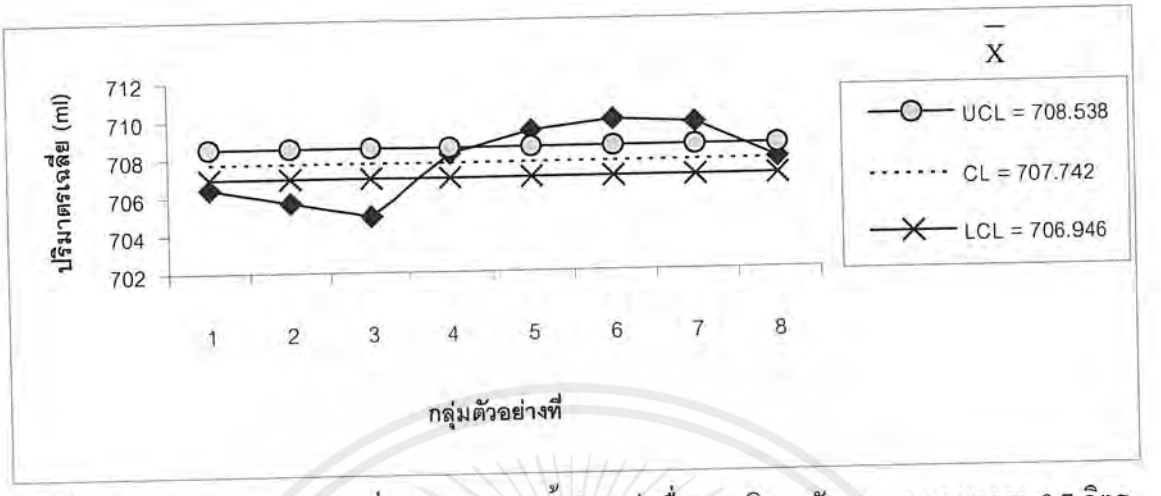


รูปที่ 4.50 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.50 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 1.326$, $CL_S = 0.731$ และ $LCL_S = 0.135$

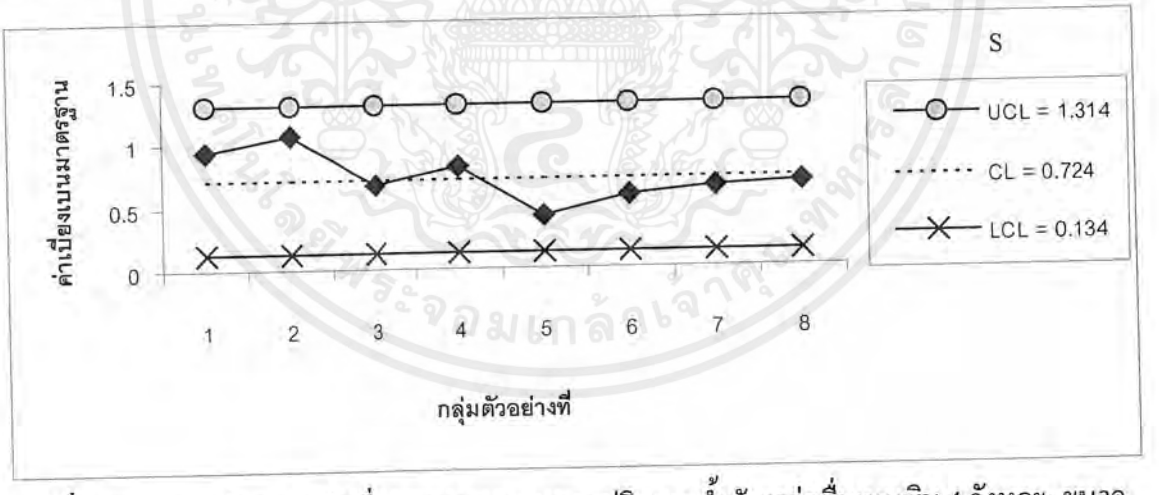
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.7 แผนภูมิควบคุมคุณภาพประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543



รูปที่ 4.51 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.51 พบว่ามีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมบน 3 จุด คือ จุดที่ 5,6 และ 7 และมีจุดตกออกนอกพิกัดควบคุมล่าง 3 จุด คือ จุดที่ 1, 2 และ 3 เมื่อปรับปรุงแผนภูมิควบคุมแล้วจะได้พิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้ $UCL_{\bar{X}} = 708.808$, $CL_{\bar{X}} = 708.012$ และ $LCL_{\bar{X}} = 707.216$



รูปที่ 4.52 แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ประจำวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.52 พบว่า ไม่มีจุดใดตกออกนอกพิกัดควบคุม ดังนั้น $UCL_S = 1.314$ $CL_S = 0.724$ และ $LCL_S = 0.134$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การเปรียบเทียบพิกัดควบคุมของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่น

จากเส้นพิกัดควบคุมในรูปที่ 4.1-4.52 สามารถนำมาเปรียบเทียบพิกัดควบคุมของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นของการผลิตในแต่ละเครื่องจักร ดังนี้

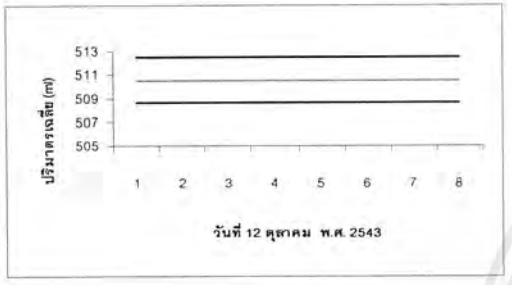
ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ของการผลิตในเครื่องจักร M-6

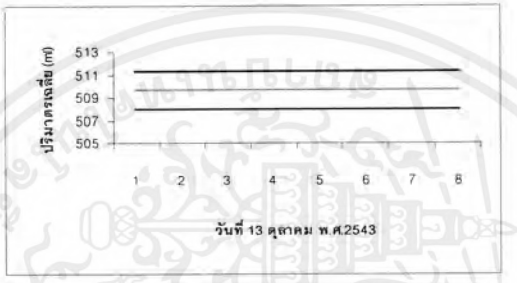
วันที่	พิกัดควบคุม (มิลลิลิตร)			ผลต่างของ UCL-LCL
	UCL	CL	LCL	
12 ต.ค. 2543	512.484	510.576	508.668	3.816
13 ต.ค. 2543	511.318	509.678	508.037	3.281
16 ต.ค. 2543	511.909	509.533	507.156	4.753
17 ต.ค. 2543	511.325	509.647	507.968	3.357
18 ต.ค. 2543	510.346	508.835	507.323	3.023
19 ต.ค. 2543	512.387	511.254	510.120	2.267
20 ต.ค. 2543	510.726	509.568	508.410	2.316
25 ต.ค. 2543	511.406	509.840	508.274	3.132

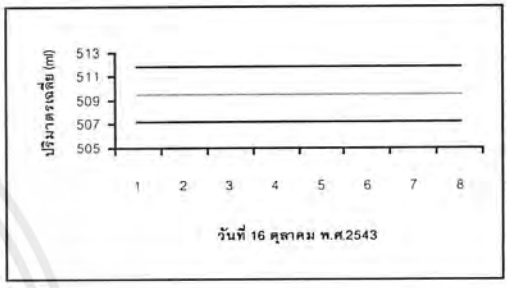
จากตารางที่ 4.5 พบว่า ในช่วงวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ถึงวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2543 เป็นช่วงเวลาที่ทำการผลิตต่อเนื่องกัน มีผลให้ค่าผลต่างของ UCL-LCL มีแนวโน้มลดลง และเมื่อพิจารณาค่าสูงสุดของผลต่างของ UCL-LCL คือ 3.816 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ที่มีขนาดบรรจุ 500 มิลลิลิตร

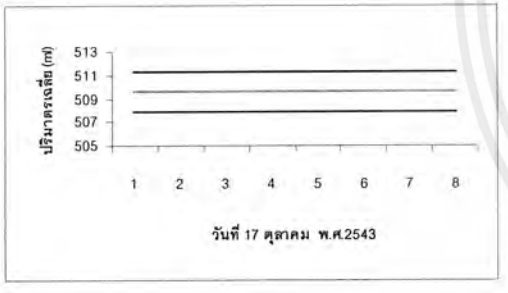
เพื่อที่จะเห็นภาพรวมได้ชัดเจนและสามารถแสดงการเปรียบเทียบได้ดีกว่า ดังนั้นจะนำเส้นพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของเครื่องจักร M-6 มาแสดงรวมกัน ดังนี้

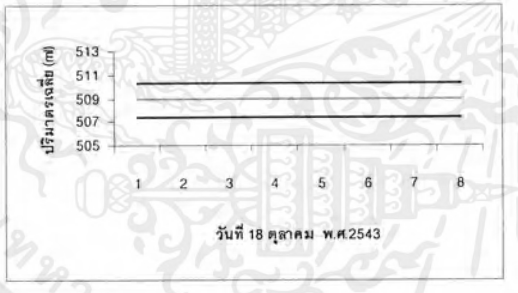
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

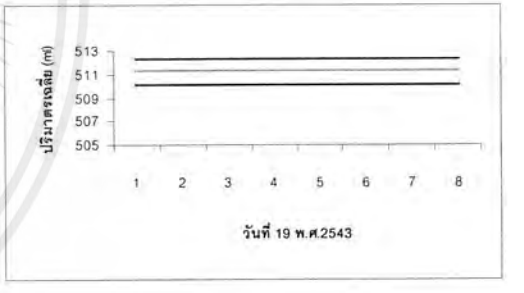




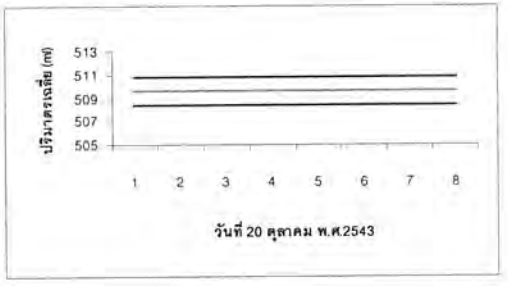


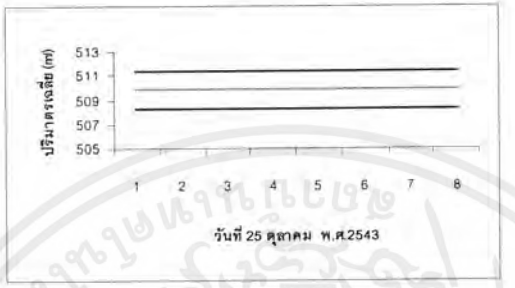






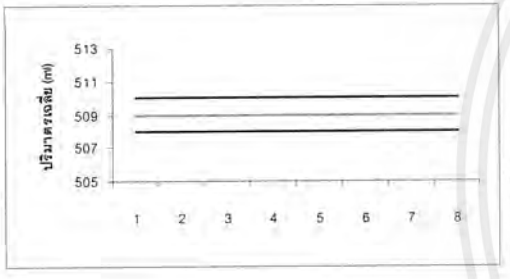
รูปที่ 4.53 แสดงการเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ของเครื่องจักร M-6

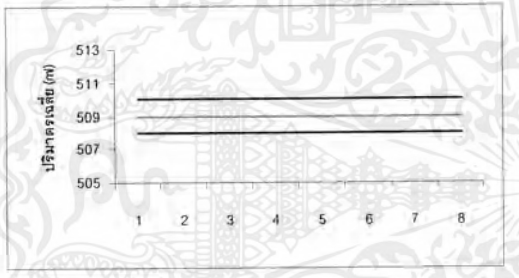


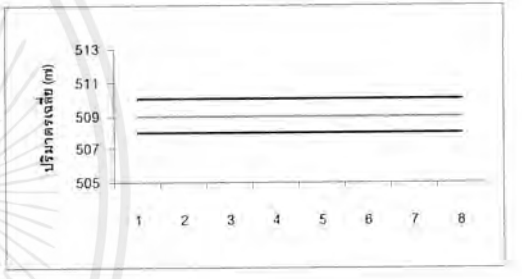


.....

ถ้าทำการควบคุมอย่างต่อเนื่อง จะได้แผนภูมิ ดังต่อไปนี้







รูปที่ 4.53 (ต่อ) แสดงการเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร) ของเครื่องจักร M-6

จากรูปที่ 4.53 พบว่าค่าเฉลี่ยและพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร ของเครื่องจักร M-6 มีลักษณะไม่คงที่ คือ บางวันมีลักษณะกว้าง บางวันก็มีลักษณะแคบ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ แต่ถ้าทำการควบคุมการผลิตอย่างต่อเนื่องแล้วค่าเฉลี่ยของกระบวนการจะคงที่และพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยจะมีลักษณะแคบและคงที่

ตารางที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ของการผลิตในเครื่องจักร M-7

วันที่	พิกัดควบคุม(มิลลิลิตร)			ผลต่างของ UCL-LCL
	UCL	CL	LCL	
12 ต.ค. 2543	1015.151	1012.713	1010.275	4.876
16 ต.ค. 2543	1016.371	1015.004	1013.637	2.734
17 ต.ค. 2543	1014.095	1012.062	1010.029	4.066
24 ต.ค. 2543	1013.186	1011.909	1010.632	2.554
25 ต.ค. 2543	1013.941	1010.305	1010.305	3.636

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ค่าผลต่างของ UCL-LCL ในแต่ละวันยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ โดยเพิ่มขึ้นหรือลดลง และเมื่อพิจารณาค่าสูงสุดของผลต่างของ UCL-LCL คือ 4.878 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ที่มีขนาดบรรจุ 1000 มิลลิลิตร

เพื่อที่จะเห็นภาพรวมได้ชัดเจนและสามารถแสดงการเปรียบเทียบได้ดีกว่า ดังนั้นจะนำเส้นพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของเครื่องจักร M-7 มาแสดงรวมกัน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.54 แสดงการเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ของเครื่องจักร M-7

จากรูปที่ 4.54 พบว่าค่าเฉลี่ยและพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร ของเครื่องจักร M-7 มีลักษณะไม่คงที่ คือ บางวันมีลักษณะกว้าง บางวันก็มีลักษณะแคบ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ แต่ถ้าทำการควบคุมการผลิตอย่างต่อเนื่องแล้วค่าเฉลี่ยของกระบวนการจะคงที่และพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยจะมีลักษณะแคบและคงที่

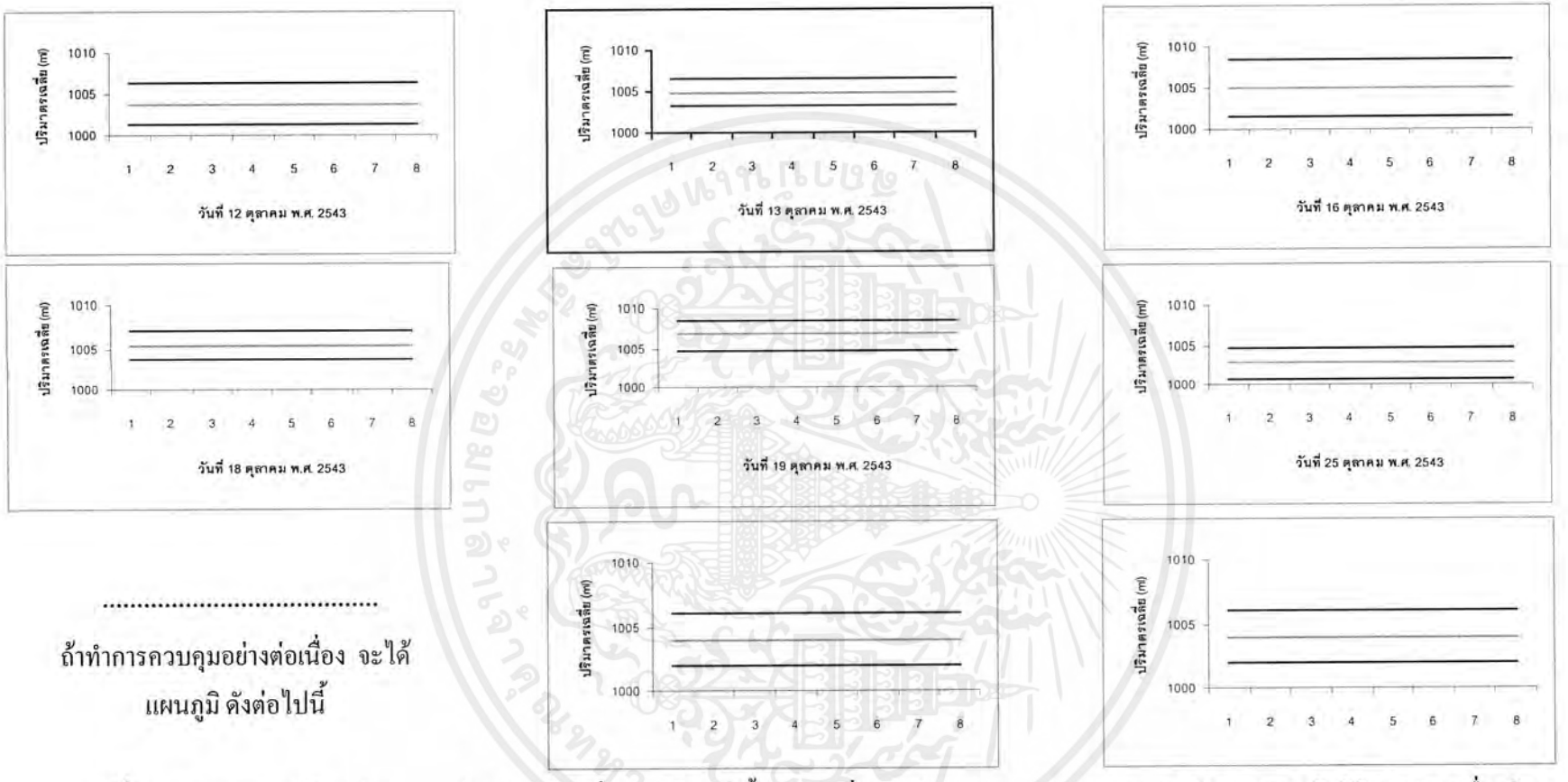
ตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ของการผลิตในเครื่องจักร M-8

วันที่	พิกัดควบคุม(มิลลิลิตร)			ผลต่างของ UCL-LCL
	UCL	CL	LCL	
12 ต.ค. 2543	1006.212	1003.779	1001.346	4.866
13 ต.ค. 2543	1006.428	1004.841	1003.254	3.174
16 ต.ค. 2543	1008.509	1005.000	1001.491	7.018
18 ต.ค. 2543	1006.876	1005.319	1003.762	3.114
19 ต.ค. 2543	1008.529	1006.663	1004.797	3.732
25 ต.ค. 2543	1004.816	1002.751	1000.686	4.130

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ในช่วงวันที่ 12-13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 เป็นช่วงเวลาที่ทำการผลิตต่อเนื่องกัน มีผลให้ค่าผลต่างของ UCL-LCL มีแนวโน้มลดลง แต่ในแต่ละวันนั้นยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ โดยเพิ่มขึ้นหรือลดลง และเมื่อพิจารณาค่าสูงสุดของผลต่างของ UCL-LCL คือ 7.018 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ที่มีขนาดบรรจุ 1000 มิลลิลิตร

เพื่อที่จะเห็นภาพรวมได้ชัดเจนและสามารถแสดงการเปรียบเทียบได้ดีกว่า ดังนั้นจะนำเส้นพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักร M-8 มาแสดงรวมกัน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



.....

ถ้าทำการควบคุมอย่างต่อเนื่อง จะได้แผนภูมิ ดังต่อไปนี้

รูปที่ 4.55 แสดงการเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร) ของเครื่องจักร M-8

จากรูปที่ 4.55 พบว่าค่าเฉลี่ยและพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร ของเครื่องจักร M-8 มีลักษณะไม่คงที่ คือ บางวันมีลักษณะกว้าง บางวันก็มีลักษณะแคบ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ แต่ถ้าทำการควบคุมการผลิตอย่างต่อเนื่องแล้วค่าเฉลี่ยของกระบวนการจะคงที่และพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยจะมีลักษณะแคบและคงที่

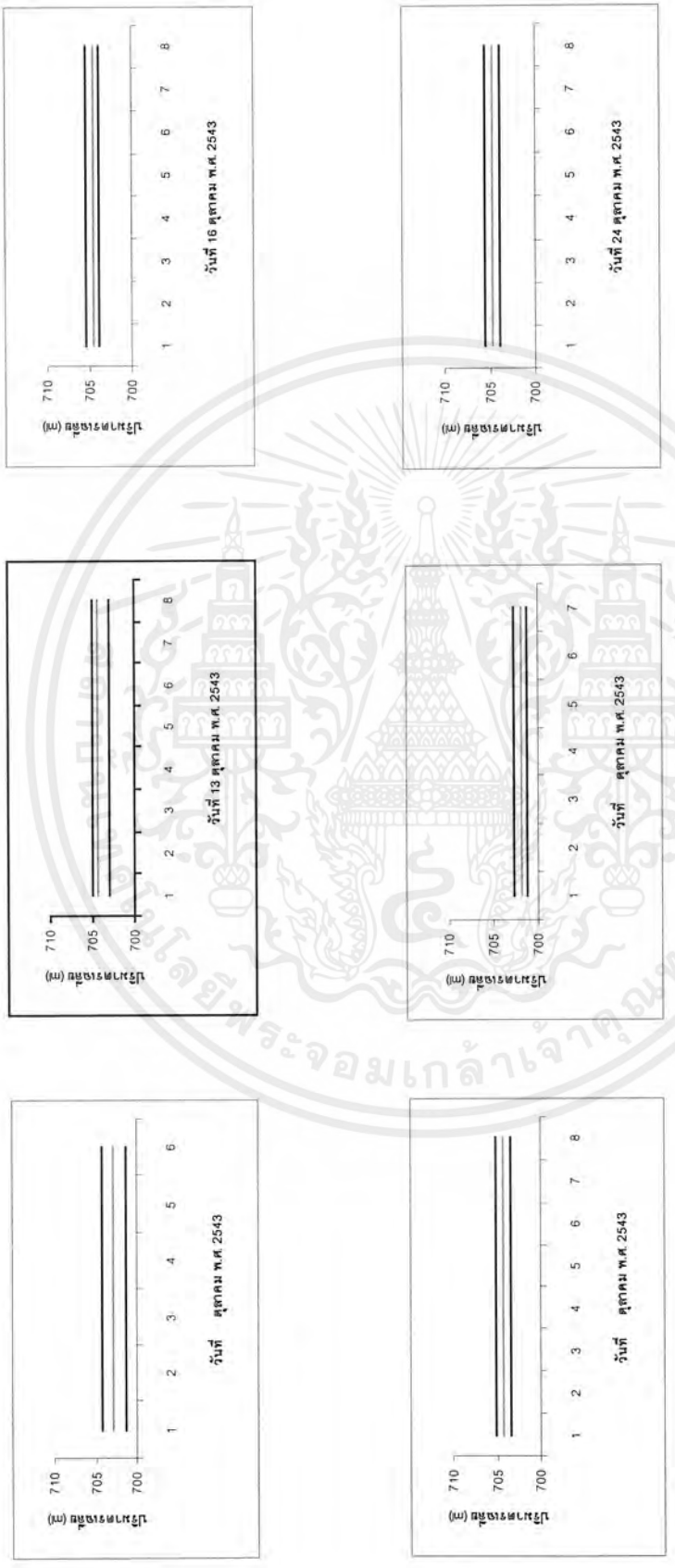
ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ของการผลิตในเครื่องจักร M-9

วันที่	พิกัดควบคุม(มิลลิลิตร)			ผลต่างของ UCL-LCL
	UCL	CL	LCL	
11 ต.ค. 2543	704.287	702.853	701.419	2.868
13 ต.ค. 2543	705.032	704.356	702.968	2.064
16 ต.ค. 2543	705.475	704.662	703.849	1.626
17 ต.ค. 2543	705.153	704.254	703.355	1.798
19 ต.ค. 2543	702.629	701.909	701.189	1.440
24 ต.ค. 2543	705.584	704.781	703.978	1.606
25 ต.ค. 2543	708.538	707.742	706.946	1.592

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ค่าผลต่างของ UCL-LCL ในแต่ละวันยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ โดยเพิ่มขึ้นหรือลดลง และเมื่อพิจารณาค่าสูงสุดของผลต่างของ UCL-LCL คือ 2.868 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ที่มีขนาดบรรจุ 700 มิลลิลิตร

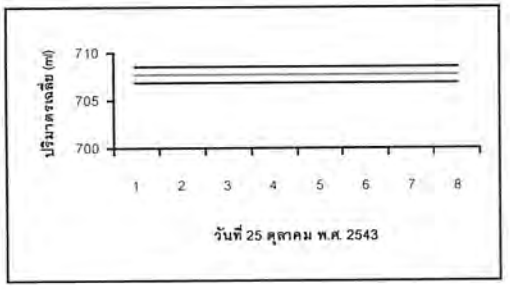
เพื่อที่จะเห็นภาพรวมได้ชัดเจนและสามารถแสดงการเปรียบเทียบได้ดีกว่า ดังนั้นจะนำเส้นพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของเครื่องจักร M-9 มาแสดงรวมกัน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



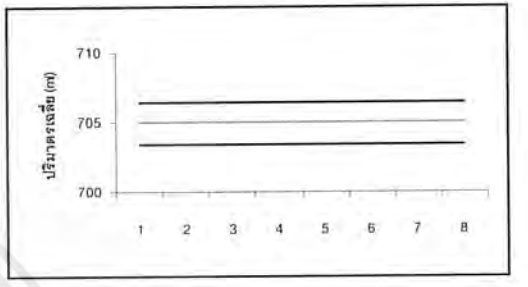
รูปที่ 4.56 แสดงการเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นบนฝา 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ของเครื่องจักร M-9

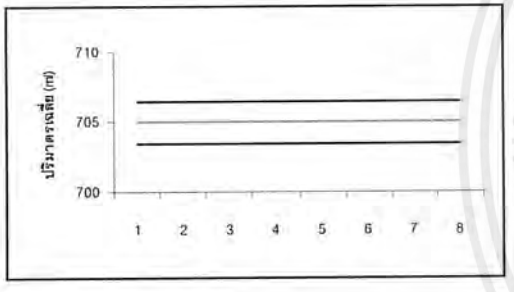
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

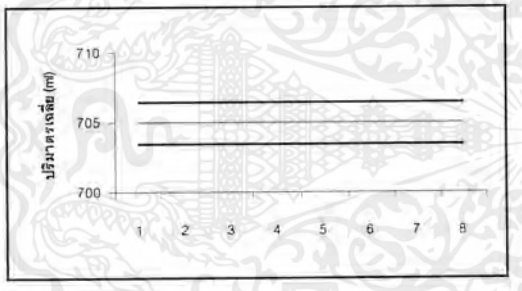


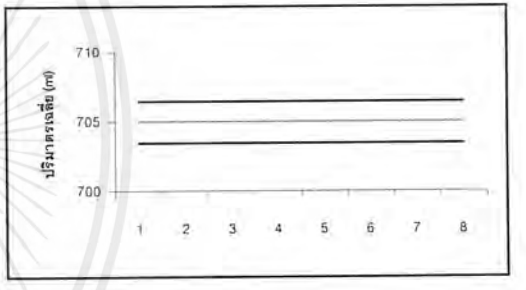
.....

ถ้าทำการควบคุมอย่างต่อเนื่อง จะได้แผนภูมิ ดังต่อไปนี้









รูปที่ 4.56 (ต่อ) แสดงการเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร) ของเครื่องจักร M-9

จากรูปที่ 4.56 พบว่าค่าเฉลี่ยและพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร ของเครื่องจักร M-9 มีลักษณะไม่คงที่ คือ บางวันมีลักษณะกว้าง บางวันก็มีลักษณะแคบ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ แต่ถ้าทำการควบคุมการผลิตอย่างต่อเนื่องแล้วค่าเฉลี่ยของกระบวนการจะคงที่และพิกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยจะมีลักษณะแคบและคงที่

4.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักร

จากข้อมูลที่เก็บมาในระหว่างวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ถึงวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2543 เมื่อนำมาจัดแบ่งตามชนิดของเครื่องจักรและผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ เป็นดังนี้

เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์
M-6	น้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 2 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.5 ลิตร (500 มิลลิลิตร)
M-7	น้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร)
M-8	น้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 1.0 ลิตร (1000 มิลลิลิตร)
M-9	น้ำมันหล่อลื่นเบนซิน 4 จังหวะ ขนาดบรรจุ 0.7 ลิตร (700 มิลลิลิตร)

ตารางที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันของเครื่องจักร M-6 M-7 M-8 และ M-9

เครื่องจักร	$\bar{X}$	S	C.V. (%)
M-6	509.953	2.327	0.456
M-7	1012.767	2.653	0.262
M-8	1004.710	2.866	0.285
M-9	704.467	2.032	0.288

จากตารางที่ 4.9 สรุปได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (C.V.) ของเครื่องจักรM-7 มีค่าน้อยที่สุด ถัดขึ้นมาคือ เครื่องจักร M-8 M-9 และ M-6 ตามลำดับ แสดงว่า เครื่องจักร M-7 มีประสิทธิภาพมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการนำหลักเกณฑ์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมันหล่อลื่นเบนซินของบริษัทน้ำมันอพอลโล(ไทย) จำกัด ซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

5.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพหัวจ่ายน้ำมันของเครื่องจักร

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพหัวจ่ายน้ำมันที่ 1 และหัวจ่ายน้ำมันที่ 2 ของแต่ละเครื่องจักร พบว่า หัวจ่ายน้ำมันที่ 1 และหัวจ่ายน้ำมันที่ 2 ของเครื่องจักร M-6 M-7 M-8 และ M-9 ไม่แตกต่างกัน ดังนั้น ในการเก็บข้อมูลจึงไม่จำเป็นต้องแยกเก็บข้อมูลตามหัวจ่ายน้ำมันของเครื่องจักร

5.2 การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำมันหล่อลื่น

จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักร M-6 M-7 M-8 และ M-9 พบว่า ข้อมูลบางส่วนตกอยู่นอกเส้นพิกัดควบคุม แสดงว่า กระบวนการผลิตยังอยู่ในสภาวะที่ควบคุมไม่ได้ จึงจำเป็นต้องทำการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องเพื่อหาสาเหตุ และทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้อยู่ในสภาวะที่ควบคุมได้ นั่นคือ ไม่มีข้อมูลใดตกนอกเส้นพิกัดควบคุมและระดับการควบคุมคงที่และสม่ำเสมอ จะได้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่แท้จริงของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

ในการเปรียบเทียบผลต่างระหว่าง UCL-LCL ของแผนภูมิค่าเฉลี่ย พบว่า ผลต่างระหว่าง UCL-LCL ของเครื่องจักร M-6 M-7 M-8 และM-9 มีลักษณะไม่คงที่ หมายความว่า บางวันมีลักษณะกว้าง บางวันก็มีลักษณะแคบ แสดงว่า กระบวนการผลิตยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่เมื่อนำค่าผลต่างระหว่าง UCL-LCL มาเปรียบเทียบกับขนาดของผลิตภัณฑ์ที่นำมาตรวจสอบจะมีค่าน้อยมาก แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะมีผลเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ไม่มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักร

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรโดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน พบว่า เครื่องจักร M-7 ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันน้อยที่สุด แสดงว่า เครื่องจักร M-7 มีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมา คือ เครื่องจักร M-8 M-9 และM-6 ตามลำดับ

5.4 ปัญหาที่พบในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.4.1 ระยะเวลาการเก็บข้อมูลและการผลิตที่ไม่ต่อเนื่องทุกวัน ทำให้ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีจำนวนน้อย

5.4.2 การที่ต้องปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอยู่เสมอ เพื่อทำการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ส่งผลต่อข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ได้

5.5 ข้อเสนอแนะ

5.5.1 การศึกษาเกี่ยวกับแผนภูมิควบคุมคุณภาพ หากได้เก็บข้อมูลเพิ่มเติมในเดือนถัดไปหรือครั้งต่อไปเรื่อย ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่สร้างจากข้อมูลในปัจจุบัน จะทำให้มองเห็นลักษณะคุณภาพผลิตภัณฑ์ของน้ำมันหล่อลื่นในโรงงานที่ดีขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ในการใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพและเป็นการปรับปรุงระบบการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.5.2 ผู้ที่ทำการเก็บข้อมูลควรเป็นเจ้าหน้าที่คุมเครื่องและทำการเก็บตลอดเวลาที่เครื่องจักรทำงาน เพราะจะทำให้ทราบสาเหตุของการเกิดความผิดพลาดในกระบวนการผลิตที่แน่นอนทำให้สามารถแก้ไขความผิดพลาดได้ทันที และจะเป็นประโยชน์ต่อการควบคุมคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กฤษณี โชตยาสีหนาท และคณะ. การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบในโรงงาน. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2535.

กัลยา วานิชย์บัญชา. หลักสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

กุลพล คุปรัตน์ และคณะ. การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติของสับปะรดกระป๋องของห้างหุ้นส่วนจำกัด มงคลกิจอุตสาหกรรม. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2542.

ชุมพล มณฑทิพย์กุล. การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพสำหรับกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2539.

ธีระชัย วัฒนจินดาพร และคณะ. การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ฟาร์มเฮ้าส์ของบริษัท เพรซิเดนท์ เบเกอรี่ จำกัด. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2535.

ธีราพร จารุพงษ์ และคณะ. การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์พีวีซีชนิดผงของบริษัท ไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด(มหาชน). ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2536.

พิชิต สุขเจริญ. การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2521.

สุมิตรา เรืองพีระกุล. การควบคุมคุณภาพทางสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2538.

สุวลักษณ์ การยสิทธิ์. การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของโรงงานผลิตเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.

ศรี วรกุลสวัสดิ์. การควบคุมคุณภาพทางสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2542.

อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์. การควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรประเสริฐ, 2521.

อุมาพร จันทศร. สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2542.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ตัวประกอบสำหรับการคำนวณเส้นพิกัดควบคุม

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

Observations in Sample, n	Chart for Averages: Factors for Control Limits A	A_1	A_2	Chart for Standard Deviations: Factors for Central Line c_4	$1/c_4$	Factors for Control Limits B_3	B_4	B_5	B_6	Chart for Ranges: Factors for Central Line d_2	$1/d_2$	Factors for Control Limits d_1	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	0.153	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.