บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

กระบวนการผลิตโดยทั่วๆไป จะเกิดความผันแปรอยู่เสมอแม้ว่าผลิตภัณฑ์นั้นจะมาจากกระบวนการเดียวกันก็ตาม ความผันแปรที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ไม่คงที่ จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ต้องการหรือขอบเขตที่ยอมรับได้และข้อกำหนดต่างๆที่ได้กำหนดไว้ ในปี ค.ศ. 1924 Dr. Shewhart W.A. ได้ค้นคว้าพัฒนาเทคนิคการควบคุมคุณภาพโดยได้นำวิธีการทางสถิติมาประยุกต์ เรียกว่า การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ (Statistical Quality Control : SQC) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญและใช้กันแพร่หลายโดยอยู่ในรูปของแผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในขั้นตอนการควบคุมกระบวนการผลิต ลักษณะของแผนภูมิควบคุมจะเป็นกราฟแสดงการกระจายของข้อมูลแต่ละกลุ่มของสิ่งที่ต้องการควบคุม เขียนเทียบกับเวลา โดยวัตถุประสงค์หลักของแผนภูมิควบคุม คือ เพื่อสามารถตรวจสอบหาสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และแก้ไขปรับปรุงกระบวนการให้กลับสู่สภาวะปกติ ลดเวลาในการปฏิบัติงานและความสูญเสียในกระบวนการผลิต

รูปแบบของแผนภูมิควบคุมโดยทั่วไป ประกอบด้วยเส้นกลาง (Central Line : CL) แสดงถึงค่าเฉลี่ยในกระบวนการที่อยู่ในการควบคุม ขอบเขตควบคุมบน (Upper Control Limit: UCL) และขอบเขตควบคุมล่าง (Lower Control Limit : LCL) แสดงถึงขอบเขตของการควบคุมสูงสุดและต่ำสุด ซึ่งค่าเหล่านี้จะถูกกำหนดขึ้น ดังนั้น ถ้ากระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุม (In Control) จุดที่แสดงถึงตัวอย่างที่นำมากำหนดในแผนภูมิควบคุมจะอยู่ระหว่างขอบเขตควบคุมทั้งสอง หากกระบวนการอยู่นอกการควบคุม (Out Of Control) จุดนั้นจะออกนอกขอบเขตควบคุม แสดงว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้น ต้องดำเนินการหาสาเหตุและทำการแก้ไข แต่อาจจะพบได้ว่ามีบางจุดที่แสดงบนแผนภูมิควบคุมออกนอกขอบเขตขณะที่กระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุมหรือมีบางจุดที่แสดงบนแผนภูมิควบคุมอยู่ภายในขอบเขตขณะที่กระบวนการอยู่ภายนอกการควบคุม

แผนภูมิควบคุมแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะของข้อมูลที่ใช้ คือ

1. แผนภูมิควบคุมตัวแปร (Control Chart For Variable) 2. แผนภูมิควบคุมคุณลักษณะ (Control Chart For Attribute) ซึ่งแผนภูมิควบคุมตัวแปร ข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบจะต้องสามารถวัดค่าออกมาได้ในเชิงปริมาณ เช่น การชั่งน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์ ความสูงของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น และแผนภูมิควบคุมคุณลักษณะ ข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบไม่สามารถวัดค่าได้หรือวัดค่าได้ยาก เช่น รอยตำหนิ แต่จะตรวจสอบว่าตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยอาจจะพิจารณาข้อมูลของแต่ละหน่วยผลิตภัณฑ์ว่าเป็นของดีหรือเสีย ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ ยอมรับหรือไม่ยอมรับ เป็นต้น สำหรับในการวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาเฉพาะแผนภูมิควบคุมตัวแปร ซึ่งเป็นแผนภูมิที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง และสนใจศึกษากรณีที่กระบวนการผลิตมีค่าเฉลี่ยเลื่อนไปจากเป้าหมายเล็กน้อยเป็นจุดสำคัญ

สำหรับแผนภูมิควบคุมตัวแปรที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปในการตรวจสอบค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ได้แก่ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ Control Chart) แต่สำหรับกระบวนการผลิตบางประเภทที่มีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงน้อย กล่าวคือ มีการเลื่อนไปจากเป้าหมายเพียงเล็กน้อย ซึ่งต้องการความแม่นยำในการตรวจสอบและให้เกิดความเที่ยงมากๆ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยอาจไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการตรวจสอบโดยเฉพาะ หากไม่ใช้แผนภูมิควบคุมที่มีประสิทธิภาพต่อการตรวจสอบกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยแล้ว อาจจะทำให้มีผลกระทบและเกิดความเสียหายรุนแรงมากต่อกระบวนการผลิต ดังนั้น การใช้แผนภูมิควบคุมที่สามารถตรวจสอบกระบวนการผลิตที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยจะมีประโยชน์ต่อกระบวนการผลิตดังกล่าวเป็นอย่างมาก ปัจจุบันจึงมีนักสถิติหลายท่านได้พยายามคิดค้นและพัฒนาแผนภูมิควบคุมเพื่อใช้สำหรับตรวจสอบในกระบวนการดังกล่าวในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีอยู่หลายแบบและแต่ละแบบจะมีความสามารถของการตรวจสอบที่แตกต่างกัน

Roberts S.W. (1959 : 239-250) ได้เสนอแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล (Exponential Weighted Moving Average Control Chart : EWMA) ใช้ในกรณีที่ลักษณะข้อมูลปรับเปลี่ยนไปทีละน้อยโดยเป็นการให้น้ำหนักกับข้อมูลปัจจุบันมากกว่าน้ำหนักที่ให้กับข้อมูลในอดีตซึ่งจะลดลงเรื่อยๆ ดังนั้น ข้อมูลทุกกลุ่มจะถูกนำมาพิจารณาร่วมกัน

Page E.S. (1961 : 1-9) ได้เสนอแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม (Cumulative Sum Control Chart : CUSUM) โดยนำข้อมูลตลอดช่วงเวลาของการเก็บข้อมูลในกระบวนการผลิตมาทำการวิเคราะห์ ซึ่งจะหาจากการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการด้วยการบวกสะสมค่าคลาดเคลื่อนของค่าสังเกตกับค่าเฉลี่ยเป้าหมายที่กำหนดขึ้น จึงทำให้แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมสามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยได้

Lucus, J.M. (1982 : 51-59) ได้เสนอแผนภูมิควบคุมรวมค่าเฉลี่ยและผลรวมสะสม (Combined $\bar{X}$ – Cumulative Sum Control Chart) ซึ่งพัฒนาจากแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม โดยรวมขอบเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยกับแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม ทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถใช้กับกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยและมากได้พร้อมกัน

Lucas J.M. และ Saccuci M.S. (1990 : 1-12) ได้ทำการเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมระหว่าง แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม และแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล พบว่า ทั้งแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมและแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล มีประสิทธิภาพมากกว่าแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

Shamma W.E และ Shamma A.K. (1992 : 18-25) ได้เสนอแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียลสองครั้ง (Double Exponential Weighted Moving Average Control Chart) โดยทำการเปรียบเทียบกับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล พบว่า แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียลสองครั้งมีประสิทธิภาพดีกว่าแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แต่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล

Albin, S.L. , Kang, L. และ Shea G. (1997 : 41-48) ได้เสนอแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล($\bar{x}$ And EWMA Control Chart) ซึ่งพัฒนาจากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล โดยรวมขอบเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุมทั้งสองแบบไว้ในแผนภูมิควบคุมเดียวกัน และทำการเปรียบเทียบกับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล พบว่า แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียลมีประสิทธิภาพในการตรวจสอบสำหรับกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยในค่าเฉลี่ยมากกว่า

Wu Z. และ Spedding T.A. (2000 : 32-38) ได้เสนอแผนภูมิควบคุมสังเคราะห์ (Synthetic Control Chart) ซึ่งมีวัตถุประสงค์สำหรับตรวจสอบกระบวนการค่าเฉลี่ยที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อย โดยเป็นการรวมกันระหว่างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\bar{x}$ Control Chart) กับแผนภูมิควบคุมคอนฟอร์มมิงรันเลงจ์ (The Conforming Run Length Control Chart : *CRL*)

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาแผนภูมิควบคุมสำหรับกรณีที่กระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงน้อยในค่าเฉลี่ย โดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล แผนภูมิควบคุมรวมค่าเฉลี่ยและผลรวมสะสม และแผนภูมิควบคุมสังเคราะห์ ซึ่งจากการศึกษา พบว่ายังไม่มีการเปรียบเทียบภายใต้สถานการณ์ของกระบวนการผลิตในค่าเฉลี่ยที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยพร้อมกันของแผนภูมิควบคุมทั้ง 4 แบบ โดยจะทำการทดลองในระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยและขนาดตัวอย่างที่แตกต่างกัน และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทุกแผนภูมิควบคุมด้วยจำนวนค่าเฉลี่ยตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่ต้องใช้ในการตรวจสอบจนกว่าจะพบการออกนอกการควบคุม (Average Run Length : ARL) เป็นเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุม นอกจากนี้ผู้วิจัยได้คำนวณความน่าจะเป็นที่ค่าเฉลี่ยตัวอย่างจะออกนอกขอบเขตควบคุม เมื่อกระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ย ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 4 แบบเป็นข้อมูลเพิ่มเติมด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุม (Control Chart) สำหรับกระบวนการที่ระดับค่าเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงน้อย โดยพิจารณาแผนภูมิควบคุม ดังนี้

1.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ Control Chart)

1.2. แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล (Exponential Weighted Moving Average Control Chart : EWMA)

1.3. แผนภูมิควบคุมรวมค่าเฉลี่ยและผลรวมสะสม (Combined $\bar{X}$ - Cumulative Sum Control Chart)

1.4 แผนภูมิควบคุมสังเคราะห์ (Synthetic Control Chart)

2. เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมทั้ง 4 แบบ ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ของการศึกษาทดลอง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย มีดังนี้

ภายใต้ลักษณะการตรวจสอบของกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยในค่าเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมสังเคราะห์จะมีประสิทธิภาพมากกว่าแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล แผนภูมิควบคุมรวมค่าเฉลี่ยและผลรวมสะสม และแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ จะมีขอบเขตของการศึกษา ดังนี้

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จำลองมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

2. ตัวแบบที่ใช้ในการจำลองข้อมูลเป็นอนุกรมเวลาแบบค่าเฉลี่ยคงที่ เฉพาะช่วงเวลา โดยมีตัวแบบ ดังนี้

$$X_t = \mu_0 + \gamma I_t + \varepsilon_t \quad , \quad t = 1,2,3,... \tag{1.1}$$

$$I_t = \begin{cases} 0 & , t \le \ell \\ 1 & , t > \ell \end{cases}$$

โดยที่ X_t คือ อนุกรมเวลา ณ เวลาที่ t (แทนค่าวัดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ)

μ_0 คือ ระดับค่าเฉลี่ยของกระบวนการ โดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 100[1]

γ คือ ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย เท่ากับ $\delta\sigma$ โดยที่ δ เท่ากับ 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.7 3.0 3.3 และ 3.5 โดยที่ σ เท่ากับ 10

I_t คือ ตัวแปรบ่งชี้ (Indicator Variable) ณ เวลาที่ t

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t กำหนดให้มีการแจกแจงแบบปกติมีค่าเฉลี่ย(μ) เท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวน (σ^2) คงที่

ℓ คือ จำนวนคาบเวลาหรือจำนวนค่าสังเกตเริ่มต้น(Run-In Period) ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนระดับค่าเฉลี่ย โดยกำหนดให้ ℓ เท่ากับ 15[2]

3. กำหนดขนาดตัวอย่าง(n) ที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยตัวอย่าง ($\bar{x}$) เท่ากับ 2 3 4 5 6 7 8 9 10 15 20 30 40 50 และ 60

---

[1] การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดลองที่ค่าเฉลี่ยของประชากร(μ_0) อื่นๆ เช่น $\mu_0 = 120$ ปรากฏว่าผลสรุปไม่แตกต่างกันดังตัวอย่างที่แสดงในภาคผนวก ข.

[2] การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดลองที่จำนวนคาบเวลา(ℓ) อื่นๆ เช่น $\ell = 25$ ปรากฏว่าผลสรุปไม่แตกต่างกันดังตัวอย่างที่แสดงในภาคผนวก ข.

4. กำหนดค่า ARL(0) สำหรับแผนภูมิควบคุมสังเคราะห์ ในระดับต่างๆ เท่ากับ 200 370 500 เมื่อกระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุม

5. ค่าคงที่ของการปรับให้เรียบ (λ) สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล จะกำหนดจาก λ ที่ให้ค่า ARL ต่ำที่สุดในสถานการณ์ต่างๆ ของแต่ละระดับการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการและขนาดตัวอย่าง ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1

6.ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองจะจำลองข้อมูลให้มีสถานการณ์ตามที่กำหนดข้างต้น โดยใช้เทคนิคการจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Technique) โดยเขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาฟอร์แทรนเพาเวอร์สเตชัน (Fortran Power Station) และทำการจำลองข้อมูลซ้ำ 1,000 รอบ ในแต่ละสถานการณ์ของการทดลอง

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย มีดังนี้

ประชากรที่นำมาศึกษาจะมีการแจกแจงแบบปกติและมีความเป็นอิสระต่อกัน โดยเมื่อเริ่มต้นกระบวนการที่เวลา $t = 0$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ_0 ความแปรปรวนคงที่เท่ากับ σ^2 ซึ่งสมมติว่าทราบค่าพารามิเตอร์ และที่เวลา $t > \ell$ กระบวนการจะมีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงไปจาก μ_0 เป็น $\mu_1 = \mu_0 + \delta\sigma$ นอกจากนี้ ได้ทำการทดลองเมื่อกระบวนการมีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงไปจาก μ_0 เป็น $\mu_1 = \mu_0 - \delta\sigma$ ปรากฏว่าผลสรุปไม่แตกต่างกัน ดังตัวอย่างที่แสดงในภาคผนวก ค.

1.6 เกณฑ์ในการตัดสินใจ

เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจว่าแผนภูมิควบคุมใดจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด ภายใต้สถานการณ์ต่างๆที่กำหนดขึ้น คือ

พิจารณาโดยการเปรียบเทียบจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย(ARL) หรือจำนวนค่าเฉลี่ยตัวอย่าง($\bar{x}$)โดยเฉลี่ยที่ต้องใช้ในการตรวจสอบจนกว่าจะออกนอกการควบคุม เมื่อกระบวนการเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมใดให้ ARL ที่ต่ำสุดจะเป็นแผนภูมิควบคุมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ARL คำนวณได้ดังนี้

$$ARL = \frac{\sum_{r=1}^{n^*} R_r}{n^*}$$

โดยที่ n^* คือ จำนวนรอบทั้งหมดของการทดลองซ้ำ

R_r คือ จำนวนความยาววิ่ง (Run Length) ซึ่งเป็นจำนวนค่าเฉลี่ยตัวอย่าง $\bar{x}$ ที่ถูกตรวจสอบจนกระทั่งพบค่าออกนอกขอบเขตควบคุม ในการจำลองรอบที่ r

นอกจากนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอผลเพิ่มเติมที่เป็นค่าความน่าจะเป็นที่ค่าเฉลี่ยตัวอย่างจะออกนอกขอบเขตควบคุม เมื่อกระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ย ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 4 แบบ ซึ่งจะวัดจากสัดส่วนของจำนวนครั้งที่ $\bar{x}$ ออกนอกขอบเขตควบคุม เมื่อกระบวนการไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

1.7 คำจำกัดความ

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย มีดังนี้

1. เส้นกลาง (Central Line : CL) คือ ค่าเฉลี่ยของกระบวนการ

2. เส้นขอบเขตควบคุมบน (Upper Control Limit : UCL) คือ ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ว่ากระบวนการอยู่ภายใต้ขอบเขตควบคุม

3. เส้นขอบเขตควบคุมล่าง (Lower Control Limit : LCL) คือ ค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้ว่ากระบวนการอยู่ภายใต้ขอบเขตควบคุม

4. จำนวนความยาววิ่ง (Run Length) คือ จำนวนค่าเฉลี่ยตัวอย่างที่เริ่มนับตั้งแต่เกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ยและถูกตรวจสอบจนกระทั่งพบกระบวนการไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

5. จำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย (Average Run Length : ARL) คือ จำนวนค่าเฉลี่ยตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่เริ่มนับตั้งแต่เกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ยและถูกตรวจสอบจนกระทั่งพบกระบวนการไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของการวิจัยครั้งนี้ คือ

1. เพื่อทราบประสิทธิภาพของแต่ละแผนภูมิควบคุม ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ

2. เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมที่เหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ในทางปฏิบัติต่อไป

3. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมอื่น สำหรับข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยในค่าเฉลี่ย และภายใต้สถานการณ์อื่นๆต่อไป