บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ต้องการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมสำหรับการตรวจสอบกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อย แผนภูมิควบคุม 4 แบบ คือ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล แผนภูมิควบคุมรวมค่าเฉลี่ยและผลรวมสะสม และแผนภูมิควบคุมสังเคราะห์ เพื่อหาข้อว่าสรุปว่าแผนภูมิควบคุมแบบใดมีประสิทธิภาพมากกว่าในแต่ละสถานการณ์ ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่างสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ_0 ความแปรปรวนคงที่เท่ากับ σ^2

2. ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 27 30 33 และ 35

3. ขนาดตัวอย่าง เท่ากับ 2 3 4 5 6 7 8 9 10 15 20 30 40 50 และ 60

4. จำนวนคาบเวลาหรือจำนวนค่าสังเกตเริ่มต้น(Run-In Period) เท่ากับ 15 ก่อนที่กระบวนการจะมีการเปลี่ยนแปลงระดับค่าเฉลี่ย

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

ศึกษาจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย (ARL) ทั้ง 4 แบบ ในแต่ละสถานการณ์ วิธีการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล โดยเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาฟอร์แทรนเพาเวอร์สเตชัน (Fortran Power Station) ผลสรุปของการวิจัยเป็นดังนี้

5.1 การเปรียบเทียบจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย (ARL)

จำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย (ARL) ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 4 แบบ ที่ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยและขนาดตัวอย่างต่างกัน เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ ค่าเฉลี่ย(μ_0) เท่ากับ 100 ความแปรปรวน (σ^2) เท่ากับ 100 และเกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ยหลังจำนวนคาบเวลา (ℓ) เท่ากับ 15 มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของกระบวนการเปลี่ยนไปจาก μ_0 เท่ากับ 100 เป็น $\mu_1 = \mu_0 + \delta\sigma$ สรุปผลได้ดังนี้

ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยน้อย ($1 \leq \delta\sigma \leq 5$) แผนภูมิควบคุมรวมค่าเฉลี่ยและผลรวมสะสม และแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียลมีประสิทธิภาพสูงสุด และเมื่อขนาดตัวอย่างมากขึ้นแผนภูมิควบคุมสังเคราะห์ เมื่อ ARL(0) เท่ากับ 200 จะมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน

ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยปานกลาง ($5 < \delta\sigma \leq 15$) แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล และแผนภูมิควบคุมสังเคราะห์ เมื่อ ARL(0) เท่ากับ 200 มีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างแผนภูมิควบคุมสังเคราะห์ เมื่อ ARL(0) เท่ากับ 200 จะมีประสิทธิภาพสูงสุด และเมื่อขนาดตัวอย่างมากขึ้นทุกแผนภูมิควบคุมจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากัน

ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยมาก ($15 < \delta\sigma \leq 35$) ทุกแผนภูมิควบคุมมีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากัน ที่ทุกขนาดตัวอย่าง

ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ยของแผนภูมิควบคุมทั้ง 4 แบบ คือ

1. การเพิ่มระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยจะมีผลทำให้จำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ยลดลง
2. การเพิ่มขนาดตัวอย่างจะมีผลทำให้จำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ยลดลง

5.2 การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นที่ค่าเฉลี่ยตัวอย่างจะออกนอกขอบเขตควบคุม เมื่อกระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ย

จากการพิจารณาความน่าจะเป็นที่ค่าเฉลี่ยตัวอย่างจะออกนอกขอบเขตควบคุมเมื่อกระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ย ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 4 แบบ ที่ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยและขนาดตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ ค่าเฉลี่ย(μ_0) เท่ากับ 100 ความแปรปรวน (σ^2) เท่ากับ 100 และเกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ยหลังจำนวนคาบเวลา (ℓ) เท่ากับ เท่ากับ 15 มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของกระบวนการเปลี่ยนไปจาก μ_0 เท่ากับ 100 เป็น $\mu_1 = \mu_0 + \delta\sigma$ สรุปผลได้ดังนี้

ความน่าจะเป็นที่ค่าเฉลี่ยตัวอย่างจะออกนอกขอบเขตควบคุม เมื่อกระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ยของแผนภูมิควบคุมทั้ง 4 แบบ จะให้ผลสรุปสอดคล้องกับจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย(ARL) กล่าวคือ ที่ระดับการเปลี่ยนแปลงและขนาดตัวอย่างเดียวกัน เมื่อ ARL มีค่าต่ำที่สุด ความน่าจะเป็นที่ค่าเฉลี่ยตัวอย่างจะออกนอกขอบเขตควบคุมจะมีค่ามากที่สุด นั่นคือ แผนภูมิควบคุมนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด

แผนภูมิควบคุมที่มีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.1 ดังนี้

ตารางที่5.1 แผนภูมิควบคุมที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จำแนกตามกลุ่มของระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยและขนาดตัวอย่าง

n / ระดับการเปลี่ยนแปลง	2	3-4	5	6	7 - 9	10 - 60
ค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงน้อย $1 \le \delta\sigma \le 5$	$C-S$	$C-S$ E	E	E	E $S200$	E $S200$
ค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงปานกลาง $5 < \delta\sigma \le 15$	E $S200$	E $S200$	E $S200$	$S200$	$S200$	$S200$ $S370$ $S500$ $C-S$ E $\bar{X}$
ค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงมาก $15 < \delta\sigma \le 35$	$S200$ $S370$ $S500$	$S200$ $S370$ $S500$ $C-S$ E $\bar{X}$	$S200$ $S370$ $S500$ $C-S$ E $\bar{X}$	$S200$ $S370$ $S500$ $C-S$ E $\bar{X}$	$S200$ $S370$ $S500$ $C-S$ E $\bar{X}$	$S200$ $S370$ $S500$ $C-S$ E $\bar{X}$

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า แผนภูมิควบคุมทั้ง 4 แบบ มีความสามารถในการตรวจสอบได้ดีพอกัน เมื่อระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยหรือขนาดตัวอย่างมากขึ้น นั่นคือ เมื่อระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยหรือขนาดตัวอย่างเพิ่มมากขึ้น ความผิดปกติของข้อมูลจะเห็นได้ชัดเจนขึ้น ทำให้มีความสามารถในการตรวจสอบได้รวดเร็ว

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ในการคำนวณหาขอบเขตควบคุมที่ใช้พื้นที่ภายใต้เส้นโค้ง 99.73% หรือจำนวนร้อยละ 99.73 ที่ข้อมูลตกในช่วง $\mu_0 + 3\sigma/\sqrt{n}$ และ $\mu_0 - 3\sigma/\sqrt{n}$ และจำนวนร้อยละ 0.27 ที่ข้อมูลตกอยู่นอกขอบเขตของการยอมรับ พบว่าไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการตรวจสอบกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยในค่าเฉลี่ย

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะเป็น 2 ด้าน คือ

1. ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

1.ในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุม เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ ทุกสถานการณ์ที่ทำการศึกษาทดลอง ขึ้นอยู่กับระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยและขนาดตัวอย่าง ดังนั้นควรเลือกใช้แผนภูมิควบคุมให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลสรุปที่ถูกต้องมากที่สุด โดยสามารถใช้ตารางที่ 5.1 แต่หากไม่ทราบระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย ตัวอย่างเช่น ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 5 ถ้าต้องการแผนภูมิควบคุมที่มีความละเอียดมากในการตรวจสอบค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ($1 \le \delta\sigma \le 5$) ควรเลือกใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล ถ้าต้องการแผนภูมิควบคุมที่มีความละเอียดปานกลางในการตรวจสอบค่าเฉลี่ยของกระบวนการ($5 < \delta\sigma \le 15$) ควรเลือกใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียลหรือแผนภูมิควบคุมสังเคราะห์ เมื่อ ARL(0) เท่ากับ 200 และถ้าต้องการแผนภูมิควบคุมที่มีความละเอียดไม่มากในการตรวจสอบค่าเฉลี่ยของกระบวนการ($15 < \delta\sigma \le 35$) สามารถเลือกใช้ได้ทุกแผนภูมิควบคุม เป็นต้น

สำหรับบางกรณีที่แผนภูมิควบคุมมีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากันหลายแบบและผู้ใช้มีข้อจำกัดเกี่ยวกับระยะเวลาในการนำไปใช้ อาจจะเลือกใช้แผนภูมิควบคุมที่มีวิธีการไม่ยุ่งยากและง่ายในการคำนวณ ตัวอย่างเช่น แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ปรับน้ำหนักแบบเอกซโพเนนเชียล แผนภูมิควบคุมสังเคราะห์ และแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยมีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากัน อาจจะเลือกใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเนื่องจากใช้งานได้ง่ายกว่า

2. ในการกำหนดและเลือกใช้ค่า ARL(0) สำหรับแผนภูมิควบคุมสังเคราะห์ ขึ้นอยู่กับความต้องการความละเอียดในการตรวจสอบ นั่นคือ ความละเอียดในการตรวจสอบจะน้อยลง เมื่อ ARL(0) มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อ ARL(0) มีค่าเพิ่มขึ้น ความกว้างของขอบเขตควบคุมจะมากขึ้นด้วย ทำให้ความสามารถในการตรวจสอบน้อยลง เช่น ถ้าต้องการความละเอียดในการตรวจสอบมาก ควรกำหนด ARL(0) เท่ากับ 200 หรือถ้าต้องการความละเอียดในการตรวจสอบไม่มาก ควรกำหนด ARL(0) เท่ากับ 500 เป็นต้น แต่เมื่อระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยและขนาดตัวอย่างมากขึ้น แผนภูมิควบคุมสังเคราะห์ ที่ทุก ARL(0) จะให้ผลเหมือนกัน

2. ด้านการวิจัย

1.ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาแผนภูมิควบคุมสำหรับตรวจสอบกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ยภายใต้ประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ จึงอาจจะศึกษาในกรณีการแจกแจงเบี่ยงเบนไปจากการแจกแจงแบบปกติ

2.ในการศึกษาวิจัยต่ออาจจะศึกษาเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมอื่นๆ เช่น Preliminary Cumulative Sum Chart ของ Koning and Does

3. ในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปสำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิสำหรับการตรวจสอบกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยในค่าเฉลี่ย อาจจะศึกษาเพิ่มเติมโดยการใช้ขอบเขตควบคุมที่พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งต่ำกว่า 99.73%