บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเรื่องแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่ในครั้งนี้ พบประเด็นต่างๆที่น่าสนใจสามารถสรุปได้ดังนี้

การพิจารณาขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างที่เหมาะสม

การกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม

การกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับแผนภูมิการควบคุม มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายด้านแต่ในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาเฉพาะค่าตัวแปรทางสถิติที่เกี่ยวข้อง ไม่รวมถึงปัจจัยภายนอกเช่น ค่าใช้จ่าย เป็นต้น ดังนั้นค่าขนาดตัวอย่างที่ได้จากการศึกษาเป็นค่าที่เหมาะสมทางสถิติ ดังนั้นในการนำไปใช้งานผู้ใช้งานสามารถพิจารณาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมได้จากเกณฑ์ตังต่อไปนี้

เกณฑ์กำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม

1. โอกาสที่จะยอมรับของเสียเพราะเข้าใจว่าเป็นของดี หรือ β (type II error) ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีผลต่อการกำหนดค่าขนาดตัวอย่างในงานวิจัยนี้ ค่าของ β อาจกำหนดมาจากข้อตกลงร่วมกันระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค หรืออาจมาจากนโยบายก็เป็นได้
2. ช่วงการพิจารณาขอบเขตเตือนหรือ w (warning limit) ถ้าต้องการให้แผนภูมิควบคุมกระบวนการที่ต้องดูแลมาก คือถ้ากระบวนการเลื่อนไปจากค่าเป้าหมายเพียงเล็กน้อยก็สามารถบอกสัญญาณเตือนได้ก็สามารถกำหนดค่า w มีค่าน้อยลง แต่ถ้าไม่จำเป็นให้เป็นเช่นนั้นก็สามารถกำหนดค่า w ให้มีค่ามากขึ้นได้ ทั้งนี้ค่าของ w จะมีความสัมพันธ์กับค่าขนาดตัวอย่างคือ ถ้า w มีค่ามากขึ้นค่าขนาดตัวอย่างก็จะมีค่ามากขึ้นด้วย
3. ค่าการเลื่อนของกระบวนการหรือ δ ที่ยอมรับ ถ้าต้องการให้แผนภูมิสามารถหาสภาวะที่กระบวนการเลื่อนไปจากค่าเป้าหมายเพียงเล็กน้อยนั่นคือให้ค่า δ มีค่าน้อยจะต้องใช้ขนาด

ตัวอย่างมาก แต่ถ้าให้แผนภูมิสามารถหาสภาวะที่กระบวนการเลื่อนไปจากค่าเป้าหมายได้มากขึ้น ค่าขนาดตัวอย่างก็จะน้อยลง

4. ปัจจัยด้านการจัดการหรือการปฏิบัติงาน นอกจากเกณฑ์ที่ใช้ทางด้านสถิติแล้ว ผู้ใช้งานควรพิจารณาปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการสร้างแผนภูมิ เช่น ความสามารถในการปฏิบัติงานตรวจสอบของพนักงาน ความพร้อมและประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการชักตัวอย่าง ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามนโยบายขององค์การและข้อตกลงกับลูกค้า

การกำหนดช่วงเวลาในการชักตัวอย่างที่เหมาะสม

การกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ จะพิจารณาบนพื้นฐานการปฏิบัติงานของพนักงานกล่าวคือ จะพิจารณาค่าเวลาที่ใช้ในการชักตัวอย่างที่เป็นไปได้ของกระบวนการโดยเฉลี่ย (t_0) และเวลาที่เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ที่สามารถใช้ในการชักตัวอย่าง (t_1) โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

เกณฑ์กำหนดช่วงเวลาในการพิจารณาที่เหมาะสม

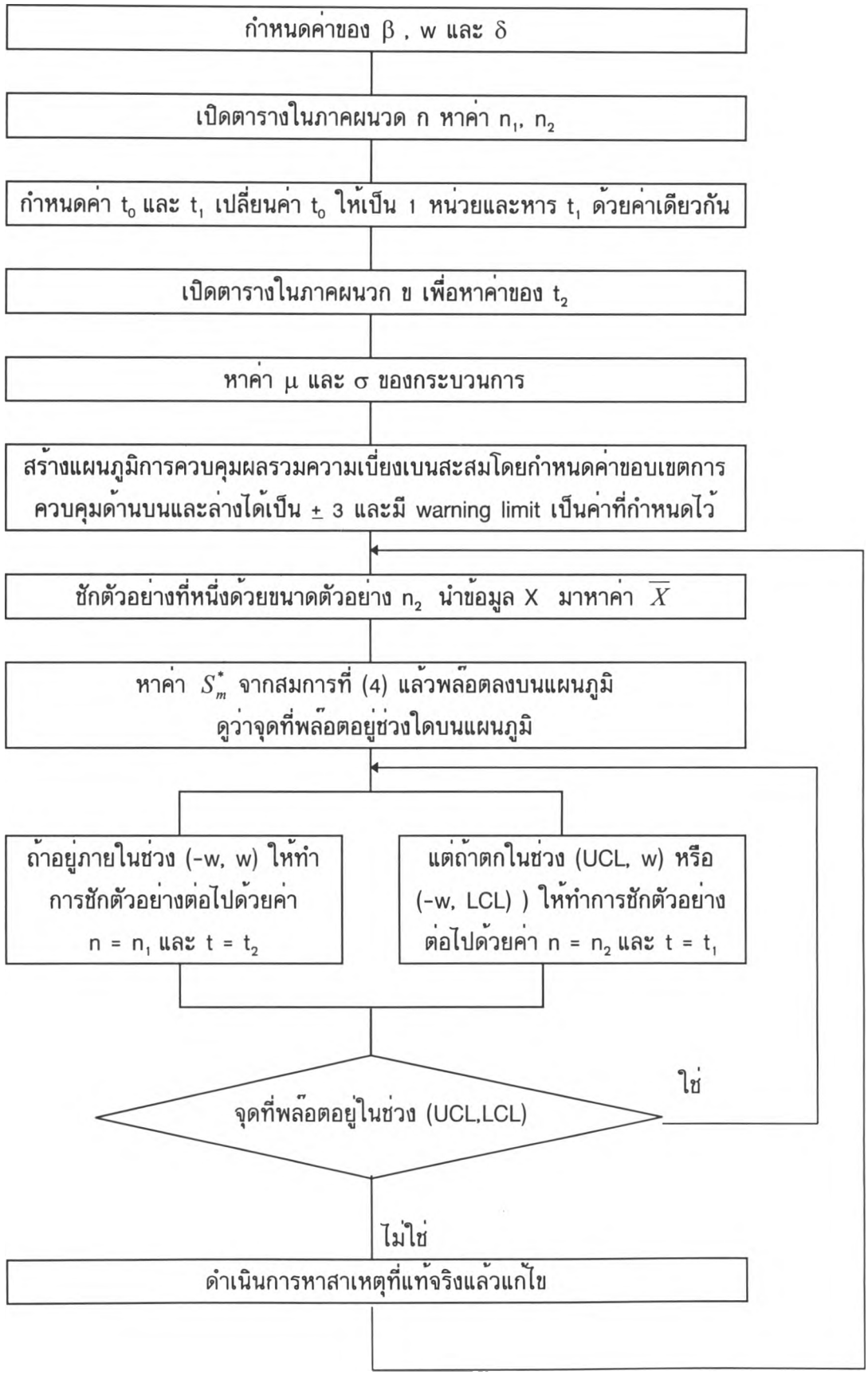
1. ความสามารถในการปฏิบัติงานวัดของพนักงาน เวลาที่พนักงานใช้ในการปฏิบัติงานเป็นปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา ซึ่งจะพิจารณาทั้งเวลาที่พนักงานใช้ในการทำงานโดยปกติเฉลี่ย และเวลาที่พนักงานสามารถทำได้เร็วที่สุด
2. ความสามารถของเครื่องมือวัด ถ้าเครื่องมือมีประสิทธิภาพสูงจะช่วยให้พนักงานใช้เวลาได้น้อยลง
3. ช่วงการพิจารณาขอบเขตเตือนหรือ w (warning limit) ถ้าต้องการให้แผนภูมิควบคุมกระบวนการที่ต้องดูแลมาก คือถ้ากระบวนการเลื่อนไปจากค่าเป้าหมายเพียงเล็กน้อยก็สามารถบอกสัญญาณเตือนได้ก็สามารถกำหนดค่า w มีค่าน้อยลง แต่ถ้าไม่จำเป็นให้เป็นเช่นนั้นก็สามารถกำหนดค่า w ให้มีค่ามากขึ้นได้ ทั้งนี้ค่าของ w จะมีความสัมพันธ์กับค่าช่วงเวลาในการชักตัวอย่างคือ ถ้า w มีค่ามากขึ้นค่าช่วงเวลาในการชักตัวอย่างก็จะมีค่าน้อยลงคือต้องชักตัวอย่างถี่ขึ้นด้วย
4. ปัจจัยด้านการจัดการ เช่นเดียวกับการพิจารณาขนาดตัวอย่าง ผู้ใช้งานควรพิจารณาปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการสร้างแผนภูมิ เช่น ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการชักตัวอย่าง ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามนโยบายขององค์การและข้อตกลงกับลูกค้า

จากเกณฑ์การพิจารณาขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างที่กล่าวมา ผู้ใช้งานสามารถสร้างแผนภูมิการควบคุมได้ดังนี้

ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่

1. กำหนดค่าของ β และ w รวมถึงค่าการเลื่อนของกระบวนการ (δ) ว่าต้องการให้แผนภูมินี้สามารถหาค่าการเลื่อนของกระบวนการได้ที่เท่าใด กำหนดค่าที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการที่พิจารณา
2. เปิดตารางในภาคผนวก ก เพื่อหาค่าของ n_1, n_2
3. พิจารณาค่าเวลาที่ใช้ในการชักตัวอย่างที่เป็นไปได้ของกระบวนการโดยเฉลี่ย (t_0) และเวลาที่เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ที่สามารถใช้ในการชักตัวอย่าง (t_1) เปลี่ยนค่า t_0 ให้เป็น 1 หน่วยและหาร t_0 ด้วยค่าเดียวกันเพื่อหาค่า t_2 ในภาคผนวกได้
4. เปิดตารางในภาคผนวก ข เพื่อหาค่าของ t_2 และแปลงค่าที่ได้ให้อยู่ในหน่วยเดิม
5. หาค่า μ และ σ ของกระบวนการซึ่งมักจะได้จากข้อมูลในอดีต
6. สร้างแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างที่ไม่คงที่โดยกำหนดค่าขอบเขตการควบคุมด้านบนและล่างได้เป็น $\pm$ 3 และมี warning limit เป็นค่า w ที่กำหนดไว้
7. ชักตัวอย่างที่หนึ่งด้วยขนาดตัวอย่าง n_2 เนื่องจากการใช้ข้อมูลจากตัวอย่างที่มากพอ เพื่อทราบสภาวะของกระบวนการก่อน เมื่อได้ข้อมูล X ให้หาค่า $\overline{X}$
8. คำนวณหาค่า S_m^* ของข้อมูลที่ 1 จากสมการที่ (4) แล้วพล็อตลงบนแผนภูมิดูว่าจุดที่พล็อตอยู่ช่วงใดบนแผนภูมิ ถ้าอยู่ภายใน warning limit หรือช่วง (-w, w) ให้ทำการชักตัวอย่างที่สองด้วยขนาดตัวอย่างด้วยค่า $n = n_1$ และ $t = t_2$ แต่ถ้าตกในช่วง (UCL, w) หรือ (-w, LCL)) ให้ทำการชักตัวอย่างต่อไปด้วยค่า $n = n_2$ และ $t = t_1$
9. ดำเนินการชักตัวอย่างตามหลักเกณฑ์ในข้อ 8 ต่อไปจุดที่พล็อตอยู่นอกเขตการควบคุม หรือช่วงของ (∞, UCL) หรือ (LCL, $-\infty$) แสดงว่าอยู่ในสภาวะออกนอกการควบคุม ถ้าพบเหตุการณ์เช่นนี้แสดงว่ากระบวนการอยู่นอกการควบคุม ให้ดำเนินการหาสาเหตุที่แท้จริงแล้วแก้ไข ก่อนเริ่มกระบวนการตามข้อ 7-9 ต่อไปหลังจากดำเนินการแก้ไขแล้ว
10. นอกจากสัญญาณที่บอกจากจุดที่อยู่นอกเหนือขอบเขตการควบคุมที่กล่าวมาแล้ว ยังต้องพิจารณา trend ของจุดบนแผนภูมิเหมือนกับแผนภูมิประเภทอื่นด้วยเช่นกัน ถ้าจุดบนแผนภูมิมีลักษณะที่เป็นแบบ nonrandom pattern หรือเป็น systematic ตามที่กล่าวในบทที่ 1 ก็แสดงว่ากระบวนการนั้นออกนอกการควบคุมแล้วเช่นกัน

จากรายละเอียดที่กล่าวมาสามารถเขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนได้ดังนี้


กำหนดค่าของ β , w และ δ
เปิดตารางในภาคผนวด ก หาค่า n_1, n_2
กำหนดค่า t_0 และ t_1 เปลี่ยนค่า t_0 ให้เป็น 1 หน่วยและหาร t_1 ด้วยค่าเดียวกัน
เปิดตารางในภาคผนวก ข เพื่อหาค่าของ t_2
หาค่า μ และ σ ของกระบวนการ
สร้างแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมโดยกำหนดค่าขอบเขตการควบคุมด้านบนและล่างได้เป็น ± 3 และมี warning limit เป็นค่าที่กำหนดไว้
ชักตัวอย่างที่หนึ่งด้วยขนาดตัวอย่าง n_2 นำข้อมูล X มาหาค่า $\overline{X}$
หาค่า S_m^* จากสมการที่ (4) แล้วพล็อตลงบนแผนภูมิ ดูว่าจุดที่พล็อตอยู่ช่วงใดบนแผนภูมิ
ถ้าอยู่ภายในช่วง (-w, w) ให้ทำการชักตัวอย่างต่อไปด้วยค่า $n = n_1$ และ $t = t_2$
แต่ถ้าตกในช่วง (UCL, w) หรือ (-w, LCL)) ให้ทำการชักตัวอย่างต่อไปด้วยค่า $n = n_2$ และ $t = t_1$
จุดที่พล็อตอยู่ในช่วง (UCL,LCL)
ใช่
ไม่ใช่
ดำเนินการหาสาเหตุที่แท้จริงแล้วแก้ไข

ประสิทธิภาพของแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่กับแผนภูมิชนิดอื่นๆ

1. จากการเปรียบเทียบแผนภูมิผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างคงที่กับแผนภูมิผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่ พบว่าการเปลี่ยนแปลงขนาดตัวอย่าง n และช่วงเวลาในการชักตัวอย่าง t สำหรับแผนภูมิผลรวมความเบี่ยงเบนสะสม จะทำให้สามารถพบว่ากระบวนการเลื่อนไปจากค่าเป้าหมายได้เร็วกว่าเมื่อขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างมีค่าคงที่สำหรับแผนภูมิประเภทเดียวกัน
2. การเปรียบเทียบแผนภูมิผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่กับแผนภูมิชิวฮาร์ตที่มีขนาดตัวอย่างคงที่และช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่ พบว่าการเปลี่ยนแปลงขนาดตัวอย่าง n และช่วงเวลาในการชักตัวอย่าง จะทำให้สามารถพบว่ากระบวนการเลื่อนไปจากค่าเป้าหมายได้เร็วกว่าเมื่อขนาดตัวอย่างคงที่และช่วงเวลาในการชักตัวอย่างมีค่าไม่คงที่ โดยพิจารณาได้จากค่าของ ATS จะมีค่าน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างคงที่
3. การเปรียบเทียบแผนภูมิผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่กับแผนภูมิชิวฮาร์ตที่มีขนาดตัวอย่างไม่คงที่และช่วงเวลาในการชักตัวอย่างคงที่ พบว่าการเปลี่ยนแปลงขนาดตัวอย่าง n และช่วงเวลาในการชักตัวอย่าง จะทำให้สามารถพบว่ากระบวนการเลื่อนไปจากค่าเป้าหมายได้เร็วกว่าเมื่อขนาดตัวอย่างไม่คงที่แต่ช่วงเวลาในการชักตัวอย่างมีค่าคงที่ ซึ่งค่าที่ได้เป็นไปในลักษณะเดียวกับที่เปรียบเทียบมาสำหรับแผนภูมิแบบอื่นๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว
4. การเปรียบเทียบแผนภูมิผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่กับแผนภูมิชิวฮาร์ตที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่ จากการทดสอบข้อมูลจำนวนหนึ่งเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิทั้งสอง พบว่าแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่สามารถบอกสภาวะออกนอกการควบคุมได้ก่อนแผนภูมิการควบคุมชิวฮาร์ตที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมมีความไวกว่าแผนภูมิการควบคุมชิวฮาร์ต

ข้อดีและข้อด้อยของแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่

1. แผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่สามารถบอกสภาวะออกนอกการควบคุมได้เร็วกว่าแผนภูมิอื่นๆตามที่ได้กล่าวในเรื่องประสิทธิภาพของแผนภูมิเมื่อกระบวนการได้เลื่อนไปจากเป้าหมายทีละน้อย
2. ถ้ากระบวนการอยู่ในค่าเป้าหมายจะทำให้พนักงานชักตัวอย่างด้วยขนาดตัวอย่างที่น้อยลงทำให้ใช้เวลากับการชักตัวอย่างน้อยลง สามารถบริหารงานให้พนักงานทำงานอื่นได้มากขึ้น
3. เมื่อมองในมุมของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการชักตัวอย่าง เมื่อใช้ขนาดตัวอย่างที่น้อยลงจะทำให้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นน้อยลงด้วย
4. พนักงานจะต้องมีทักษะในการคำนวณพอสมควร ดังนั้นการมอบหมายให้พนักงานทำงานตรงหน้าที่นี้ต้องใช้พนักงานที่มีทักษะในการคำนวณ
5. เนื่องจากวิธีนี้ต้องใช้การคำนวณมาก จึงเป็นวิธีที่ค่อนข้างจะยุ่งยากในการสร้างแผนภูมิ

การประยุกต์ใช้งานและงานวิจัยต่อเนื่อง

จากการทดลองใช้แผนภูมินี้กับแผนภูมิการควบคุมของเสียหรือ u chart พบว่าสามารถนำมาใช้งานได้ เมื่อข้อมูลนั้นมีค่าพารามิเตอร์ $\lambda > 15$ และสามารถประมาณได้เป็นการกระจายแบบปกติ ทั้งนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในรายละเอียดสำหรับแผนภูมิประเภทอื่นที่มีลักษณะคล้ายกัน เช่น แผนภูมิการควบคุมสัดส่วนของเสีย หรือ p chart ซึ่งมีแนวโน้มน่าจะใช้งานได้เช่นกัน

ผลที่ได้รับจากการศึกษาในครั้งนี้ สามารถเป็นแนวทางเพื่อนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการที่ต้องดูแลเป็นพิเศษ หรือกระบวนการที่ต้องระมัดระวังมากและต้องควบคุมให้ค่าเป้าหมายเลื่อนจากกระบวนการน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ แผนภูมินี้จะสามารถบอกสภาวะออกนอกการควบคุมได้ไวกว่าแผนภูมิอื่น

จากการศึกษาในครั้งนี้ยังไม่ได้ทดลองใช้งานแผนภูมิกับการปฏิบัติงานจริง ดังนั้นอาจมีงานวิจัยต่อเนื่องเพื่อศึกษาว่า ถ้านำไปใช้งานจริงแล้วจะให้ผลดีอย่างไรในรูปของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น รวมถึงอุปสรรคที่เกิดจากการใช้งานเพื่อนำมาปรับปรุงให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น