

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมแบบชีวัวร์ทและแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบแทบบูลาร์: กรณีศึกษาการเฝ้าระวังเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงาน

ดุษฎี บุญธรรม¹

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุม เพื่อใช้ในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตแท่งชิ้นงานในกรณีที่ข้อมูลเกิดค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยแผนภูมิที่ผู้วิจัยศึกษามี 2 แผนภูมิ คือ แผนภูมิควบคุมชีวัวร์ท (Shewhart Control Chart) และแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบแทบบูลาร์ (Tabular Cumulative Sum Control Chart) ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมจะพิจารณาจากค่าความยาววิ่งโดยเฉลี่ย (Average Run Length: ARL) ซึ่งถือเป็นเกณฑ์ที่ผู้วิจัยใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากการเก็บข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานในอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง โดยการสุ่มวัดแท่งชิ้นงาน 4 แท่ง ทุกๆ 1 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยที่ 1.67 มม.

พบว่าแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบแทบบูลาร์เป็นแผนภูมิที่มีประสิทธิภาพในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตแท่งชิ้นงานได้ดีกว่าแผนภูมิควบคุมชีวัวร์ท เนื่องจากในการหาประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมโดยการคำนวณความยาววิ่งเฉลี่ยและการนำแผนภูมิควบคุมไปใช้ในกระบวนการผลิตได้ผลเหมือนกันคือ แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบแทบบูลาร์จะมีประสิทธิภาพมากกว่าแผนภูมิควบคุมชีวัวร์ท เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย (Shift) น้อย และแผนภูมิควบคุมแบบชีวัวร์ทจะมีประสิทธิภาพมากกว่าแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบแทบบูลาร์ เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย (Shift) มาก

คำสำคัญ: ความยาววิ่งโดยเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมชีวัวร์ท
แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบแทบบูลาร์

¹ อาจารย์ ภาควิชาไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ และอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
โทรศัพท์ 08-5863-0830 อีเมล: oke_kmitl@hotmail.com



A Comparison of the Efficiency of Shewhart Control Charts and Tabular Cumulative Sum Control Charts: Case Study Monitor of Diameter of Rod

Dussadee Buntam¹

Abstract

The objective of this study was to find the efficiency of control charts in the monitoring of the rod production process. The control chart methods in the study were: 1) the Shewhart Control Chart and 2) the Tabular Cumulative Sum Control Chart. The efficiencies of the control chart were determined by comparing their average run lengths (ARL). The data for the experiment were collected from the Rod Slice Industry, by sampling 4 rods per hour. The results of the study revealed a relatively small mean of 1.67, which can be described as follows. The Tabular Cumulative Sum Control Chart was more efficient

than the Shewhart Control Chart when used to detect the difference in the rod production process. The result comparison of the control chart between the average run length (ARL) calculation and the actual production experiment indicated the same efficiency. The Tabular Chart exhibited a higher efficiency than the Shewhart Chart in the low differential shift. On the other hand, the Tabular Chart revealed lower efficiency than the Shewhart Chart in the high differential shift.

Keywords: Average Run Length, Shewhart Control Chart, Tabular Cumulative Sum Control Chart

¹ Lecturer, Department of Electrical Computers and Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University, Tel. 08-5863-0830, E-mail: oke_kmitl@hotmail.com

1. บทนำ

ในกระบวนการขึ้นรูปแท่งชิ้นงานในอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง¹ ในการควบคุมคุณภาพของแท่งชิ้นงานจะมี 2 กระบวนการคือ กระบวนการตรวจสอบระหว่างทำการผลิตเป็นการสุ่มตรวจสอบ (Sampling) และหลังจากที่ผลิตแล้วเป็นการตรวจสอบทั้งหมด (All Check) เพื่อคัดแยกของดีของเสียออกจากกันก่อนส่งให้ลูกค้า ซึ่งในงานวิจัยนี้จะขอกล่าวถึงการควบคุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานในระหว่างทำการผลิตในระหว่างทำการผลิตพนักงานประจำเครื่องเป็นผู้สุ่มตรวจสอบแท่งชิ้นงาน เมื่อพบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงหรือหลุดจากข้อกำหนดของลูกค้าก็จะทำการปรับตั้งเครื่องจักรใหม่เพื่อทำการแก้ไขให้ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานตรงตามข้อกำหนดลูกค้าซึ่งวิธีการดังกล่าวใช้ประสบการณ์ของพนักงานประจำเครื่องจักรในการตัดสินใจ เมื่อพิจารณาวิธีการดังกล่าวยังขาดความน่าเชื่อถือ ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเครื่องมือการควบคุมคุณภาพทางสถิติมาใช้ในการกระบวนการผลิตซึ่งก็คือแผนภูมิควบคุม (Control Chart) เป็นเครื่องมือที่ใช้ควบคุมคุณภาพชิ้นงานในกระบวนการผลิต เพื่อส่งผลให้การควบคุมคุณภาพเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและเหมาะสมกับการควบคุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานที่ทำการศึกษาคำเป็นจะต้องทำการเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมที่สามารถตรวจจับความผิดปกติได้อย่างรวดเร็วมาใช้เพื่อให้สามารถแก้ไขความผิดปกติได้อย่างทันที ก่อนที่จะเกิดความเสียหายอย่างรุนแรงในกระบวนการผลิต

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุม 2 แบบ คือ แผนภูมิควบคุมชีวาร์ทและแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบ

แทบบูลาร์ โดยพิจารณาจากค่าความยาววิ่งโดยเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณของแผนภูมิควบคุมทั้งสองและการนำแผนภูมิควบคุมทั้งสองไปใช้ในกระบวนการผลิตจริง โดยพิจารณาว่าแผนภูมิควบคุมแบบใดที่สามารถตรวจจับความผิดปกติได้อย่างรวดเร็ว การนำแผนภูมิควบคุมที่มีประสิทธิภาพไปใช้จะส่งผลให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากสามารถตรวจพบความผิดปกติในกระบวนการได้อย่างรวดเร็วทำให้พนักงานประจำเครื่องจักรแก้ไขปัญหาได้ไวทำให้โอกาสที่เกิดของเสียในกระบวนการผลิตลดลงซึ่งถือเป็นการลดค่าใช้จ่ายทางด้านวัตถุดิบอย่างหนึ่งด้วย

2. วิธีการดำเนินวิจัย

2.1 ศึกษาการออกแบบแผนภูมิควบคุม

ทำการศึกษาวิธีการออกแบบแผนภูมิควบคุมแบบชีวาร์ทและแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบแทบบูลาร์ในการตรวจสอบจับความผิดปกติของเส้นผ่านศูนย์กลางแท่งชิ้นงาน

2.1.1 แผนภูมิควบคุมชีวาร์ท

แผนภูมิควบคุมค่าวัดเชิงเดี่ยวใช้สำหรับข้อมูลที่เกิดขึ้นเป็นค่าวัดแบบเชิงเดี่ยว เช่น ความยาว น้ำหนัก ความเร็ว เป็นต้น โดยมีลักษณะการเก็บแบบต่อเนื่องอาจจะเก็บในช่วงเวลาที่ห่างกันคงที่ในลักษณะข้อมูลโดดๆ นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาการแจกแจง ถ้าลักษณะข้อมูลมีการแจกแจงปกติก็จะสร้างขอบเขตควบคุมคุณภาพตามหลักความเชื่อมั่นของการแจกแจงปกติ ค่าที่ทำการวัดแต่ละค่าในกระบวนการผลิตที่อยู่ภายใต้ขอบเขตควบคุมจะมีระดับความเชื่อมั่น 99.73% จะถือว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติ ลำปาง [1] ได้กล่าวถึงการหาขอบเขตควบคุมบนและขอบเขตควบคุมล่างได้ตั้งสมการต่อไปนี้

¹ ข้อมูลที่ทำการศึกษาคือเป็นความลับในบริษัทไม่สามารถเปิดเผยได้ ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลบางส่วนมาทำการปรับปรุงแก้ไขแต่ยังคงลักษณะของทิศทางการเปลี่ยนแปลงเหมือนเดิมมาทำการวิเคราะห์

$$\begin{aligned} UCL_{\bar{x}} &= \bar{\bar{X}} + 3S_x \\ CL_{\bar{x}} &= \bar{\bar{X}} \\ LCL_{\bar{x}} &= \bar{\bar{X}} - 3S_x \end{aligned} \quad (1)$$

เมื่อ $\bar{\bar{X}}$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูล

S_x = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

2.1.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพผลรวมสะสมแบบแทบบุลาร์

แผนภูมิควบคุมคุณภาพผลรวมสะสมแบบแทบบุลาร์คิดขึ้นโดยนักสถิติชาวอังกฤษชื่อ ES Page ในปี ค.ศ. 1954 หลักการของแผนภูมินี้คือ การนำเอาข้อมูลตลอดช่วงเวลาของการเก็บข้อมูลมาใช้ในการประกอบการตัดสินใจ โดยการเขียนกราฟผลรวมสะสมของความคลาดเคลื่อนจากค่าเป้าหมาย แผนภูมินี้มีจุดเด่นคือ เป็นแผนภูมิที่ใช้เพื่อตรวจจับการผิดปกติของกระบวนการผลิตในกรณีค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตสามารถทราบได้ง่ายจากกราฟโดยพิจารณาที่การเปลี่ยนแปลงของความชันของจุดพล็อต แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมด้านเดียว (One-Sided Cusum) และแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมสองด้าน (Two-Sided Cusum) โดยทั้ง 2 แบบสามารถประยุกต์ใช้ในการเฝ้าระวังได้ทั้งค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงแผนภูมิควบคุมแบบสะสมด้านเดียว Montgomery [2] ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุมแบบสะสมแบบแทบบุลาร์ดังนี้

1) กำหนดขอบเขตของการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของคุณภาพผลิตภัณฑ์

2) กำหนดค่าเป้าหมายหรือคุณลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์

3) กำหนดค่าทางสถิติ S_i^+ , S_i^-

4) $S_i^+ = \max [0, S_{i-1}^+ + (x_i - T) : K > 0]$

$S_i^- = \min [0, S_{i-1}^- + (x_i - T) : K < 0]$ (2)

โดยที่

$$\begin{aligned} T &= (\mu_0 + K), K = \frac{\delta}{2}\sigma \\ \delta &= \left| \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma} \right| \end{aligned}$$

เมื่อ

T = ค่าเป้าหมาย

δ = ค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลง

H = ความสูงของขอบเขตควบคุม

K = ค่าอ้างอิง

5) กำหนดขอบเขตพิกัดบนสำหรับค่า S_i^+ และขอบเขตล่างสำหรับค่า S_i^-

6) พล็อตค่าสะสมความเบี่ยงเบนของคุณลักษณะลงบนแผนภูมิ

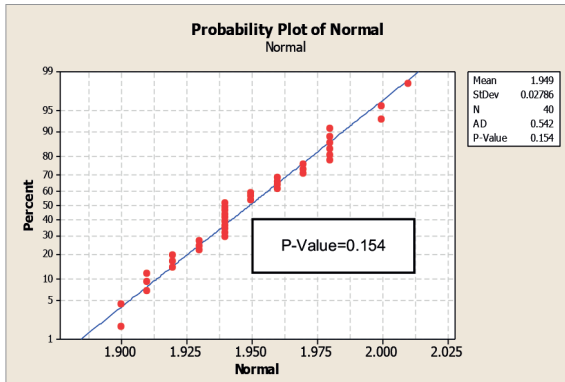
2.2 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางแท่งขึ้นงาน

ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งขึ้นงานและทำการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ โดยยอมรับความผิดพลาดได้ 5.0% โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการเก็บรวบรวมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งขึ้นงาน จำนวน 40 ตัวอย่างที่มีค่าเป้าหมายที่ 2.0 มม. ที่ได้จากในกระบวนการผลิตแท่งขึ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีค่าเป้าหมายที่ 2.0 มม. ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลการตรวจวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งขึ้นงาน

ตัวอย่าง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ข้อมูล	1.94	1.98	1.98	1.98	1.98	1.95	1.96	1.97	1.94	1.96
ตัวอย่าง	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ข้อมูล	1.93	1.97	1.98	1.94	1.94	1.90	1.94	1.98	1.93	1.93
ตัวอย่าง	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ข้อมูล	1.94	1.92	1.94	1.92	1.91	1.92	1.91	1.94	1.90	1.91
ตัวอย่าง	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
ข้อมูล	2.00	1.94	2.01	1.95	1.94	1.96	1.95	2.00	1.96	1.97



รูปที่ 1 Probability Plot

จากตารางที่ 1 ทำให้ทราบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานมีค่าเฉลี่ย (μ_1) = 1.95 มม. และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลตัวอย่าง (S) = 0.03 มม. โดยสามารถคำนวณการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานได้ดังนี้

$$\delta = \frac{|\mu_1 - \mu_0|}{\sigma}$$

$$= \frac{|1.95 - 2.0|}{0.03}$$

$$= 1.67 \text{ มม.}$$

ขั้นตอนที่ 2 ทำการตั้งสมมติฐานการแจกแจงของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงาน เพื่อทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normality Test) โดยทำการตั้งสมมติฐานดังนี้

H_0 : ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานไม่มีการแจกแจงปกติ

ขั้นตอนที่ 3 ทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยยอมรับความผิดพลาดได้ 5% ได้ผลตามรูปที่ 1

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พบค่า P-Value = 0.154 และจุดตัดจาก Probability Plot เรียงตัวกันเป็นแนวเส้นตรงและไม่มีจุดที่อยู่ห่างจากเส้นตรง ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐานหลักได้ คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานมีการแจกแจงแบบปกติ

2.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพแผนภูมิควบคุมโดยการคำนวณความยาววิ่งโดยเฉลี่ย

ในงานวิจัยของ Lu [3], G., Cheng [4], Mastrangelo [5] และ Wichai [6] ได้ทำการวัดประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมโดยการพิจารณาจากความสามารถในการตรวจจับความผิดปกติว่าแผนภูมิควบคุมใดที่สามารถตรวจพบความผิดปกติได้อย่างรวดเร็ว

ดังนั้นในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมระหว่างแบบชีวาร์ทและแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบแทบบูลาร์ จะเปรียบเทียบโดยตรวจสอบว่าแผนภูมิควบคุมชนิดใดที่สามารถตรวจจับความผิดปกติได้เร็วที่สุดโดยใช้ค่าความยาววิ่งโดยเฉลี่ยตามแนวทางวิจัยที่กล่าวไว้ข้างต้น แผนภูมิควบคุมใดที่สามารถตรวจพบการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตได้เร็วกว่าจะมีประสิทธิภาพดีกว่า เพราะช่วยให้ผู้ผลิตทราบถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ตรวจหาสาเหตุและแก้ไขได้ทันเวลาที่ ค่าที่ใช้ในการวัดและบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมคือค่า ARL ซึ่งเป็นจำนวนชุดตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่ต้องสุ่มก่อนที่จะพบค่าสังเกตที่อยู่นอกการควบคุมโดยค่า ARL สามารถแบ่งได้ตามการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิต กล่าวคือ ARL ของกระบวนการผลิตที่เกิดการเปลี่ยนแปลงควรมีค่าน้อย และ ARL ของกระบวนการผลิตที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงควรมีค่ามาก การศึกษาครั้งนี้ใช้ค่า ARL_1 เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมคุณภาพระหว่างแผนภูมิควบคุมชีวาร์ทกับแผนภูมิควบคุมคุณภาพผลรวมสะสมโดยแผนภูมิควบคุมคุณภาพใดที่มีค่า ARL_0 เท่ากันคือ 370 แต่ให้ค่า ARL_1 ต่ำกว่า แสดงว่ามีประสิทธิภาพดีกว่า

ARL_0 แทน ความยาววิ่งโดยเฉลี่ยเมื่อกระบวนการ
อยู่ในการควบคุม

ARL_1 แทน ความยาววิ่งโดยเฉลี่ยเมื่อกระบวนการ
ไม่อยู่ในการควบคุม

โดยมีสูตรที่ใช้ในการคำนวณค่า ARL ดังต่อไปนี้

1) การคำนวณหาค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม
ชีวาร์ท

$$ARL = \frac{1}{1-\beta}$$

โดยที่

$$\beta = P(LCL \leq \bar{X} \leq UCL | \mu)$$

เมื่อ $\mu = \mu_0 + \delta \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

$$\beta = P\left(\mu_0 - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \bar{X} \leq \mu_0 + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} | \mu_0 + \delta \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

$$\beta = P\left(\frac{\mu_0 - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} - \left[\mu_0 + \delta \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right]}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \leq \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \leq \frac{\mu_0 + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} - \left[\mu_0 + \delta \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right]}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}\right)$$

$$\beta = P\left(Z \leq \frac{(\bar{X} + 3\sigma) - (\bar{X} + \delta\sigma)}{\sigma}\right) - P\left(Z \leq \frac{(X - 3\sigma) - (X + \delta\sigma)}{\sigma}\right)$$

$$\beta = P(Z \leq 3 - \delta) - P(Z \leq -3 - \delta) \quad (3)$$

เมื่อ β คือความน่าจะเป็นที่ไม่สามารถตรวจพบการ
เปลี่ยนแปลงของกระบวนการได้เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง

δ คือการเปลี่ยนแปลงระดับค่าเฉลี่ย

UCL คือขีดจำกัดควบคุมบน

LCL คือขีดจำกัดควบคุมล่าง

$\bar{X}$ คือค่าเฉลี่ยของกระบวนการ

σ คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) การคำนวณหาค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม
ผลรวมสะสมแบบแทบบูลาร์

$$ARL = \frac{\exp(-2\Delta b) + 2\Delta b - 1}{2\Delta^2} \quad (4)$$

$$\Delta = \delta - k \text{ สำหรับ } S_i^+$$

$$\Delta = -\delta - k \text{ สำหรับ } S_i^-$$

$$b = h + 1.166$$

เมื่อ

h คือช่วงการตัดสินใจของกลุ่มตัวอย่างต่างๆ

k คือค่าอ้างอิง

δ คือการเปลี่ยนแปลงระดับค่าเฉลี่ย

ในงานวิจัยนี้กำหนดค่าอ้างอิง $k = 0.5$ และช่วง
การตัดสินใจของกลุ่มตัวอย่างต่างๆ $h = 4.77$ ซึ่งเป็นค่า
ที่สอดคล้องกับค่าความยาววิ่งเฉลี่ยของแผนภูมิควบคุม
แบบชีวาร์ทเมื่อกระบวนการอยู่ในการควบคุม คือ 370
และเป็นค่าที่นิยมใช้กัน

2.4 การนำแผนภูมิควบคุมแบบชีวาร์ทและแผนภูมิ ควบคุมผลรวมสะสมแบบแทบบูลาร์ ไปใช้ในการ ควบคุมกระบวนการผลิตแท่งขึ้นงาน

จากการศึกษาข้อมูลขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง
ของแท่งขึ้นงานทำให้ทราบค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลาง
แท่งขึ้นงาน 1.95 มม. และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของข้อมูลตัวอย่าง (S) = 0.03 มม. นำข้อมูลที่ได้มาทำ
การออกแบบแผนภูมิควบคุมแบบชีวาร์ทและผลรวม
สะสมแบบแทบบูลาร์ ตามสมการที่ (1) และ (2) ตามลำดับ
จะได้ขอบเขตการควบคุมเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่ง
ขึ้นงานดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขอบเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุม

Control Chart	UCL	$\bar{X}$	LCL
Shewhart	2.00	1.95	1.90
Tabular Cumulative Sum	0.06	0.00	-0.06

นำแผนภูมิควบคุมทั้งสองแบบไปใช้ในการควบคุม
เส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งขึ้นงานในกระบวนการผลิต
แท่งขึ้นงานในงานในช่วงระยะเวลาเดียวกัน โดยทำการ
สุ่มเพื่อทดสอบว่าแผนภูมิควบคุมแบบใดที่สามารถ

ตรวจจับความผิดปกติได้เร็วที่สุดเพื่อพิสูจน์ว่าการหาประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมจากการคำนวณค่าความยาววิ่งโดยเฉลี่ยสามารถนำไปใช้ในการควบคุมเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานในกระบวนการผลิตได้ สามารถตรวจจับความผิดปกติได้อย่างรวดเร็ว

2.5 การเลือกแผนภูมิควบคุมที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงาน

เมื่อทราบถึงประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมแบบชีวาร์ทและแผนภูมิควบคุมผลรวมแบบสะสมจากการคำนวณเพื่อหาความยาววิ่งโดยเฉลี่ยและการนำแผนภูมิควบคุมทั้งสองไปใช้ควบคุมเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานในช่วงระยะเวลาเดียวกัน และนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการเลือกแผนภูมิควบคุมที่สามารถตรวจจับความผิดปกติของเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานได้เร็วที่สุดและเหมาะสมกับการนำไปใช้ควบคุมแท่งชิ้นงานในกระบวนการผลิต

3. ผลการวิจัย

3.1 การหาประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมโดยการคำนวณความยาววิ่งโดยเฉลี่ย

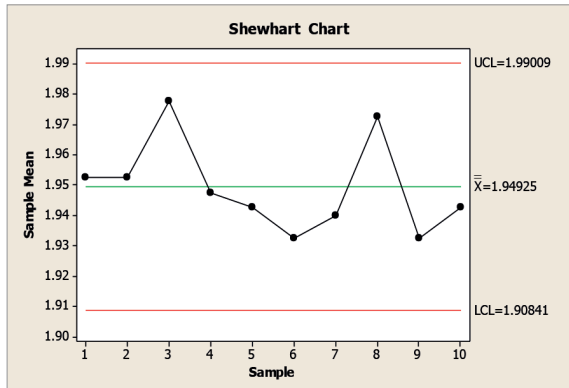
ในการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพโดยทำการเปรียบเทียบค่าความยาววิ่งโดยเฉลี่ยของแผนภูมิควบคุมแบบชีวาร์ทและแผนภูมิควบคุมผลรวมแบบสะสมแบบแทบบูลาร์ ทางผู้วิจัยได้เสนอผลการศึกษาค่าความยาววิ่งโดยเฉลี่ยของแผนภูมิในแต่ละแผนภูมิภายใต้สถานการณ์เดียวกัน เมื่อมีการกำหนดค่าการเปลี่ยนแปลงระดับของค่าเฉลี่ย (Shift) ที่ 0, 0.5, 1.0, 1.5, 1.6, 1.7, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0 ซึ่งได้จากการแทนค่าในสมการที่ (3) สำหรับแผนภูมิควบคุมแบบชีวาร์ท และสมการที่ (4) สำหรับแผนภูมิควบคุมผลรวมแบบสะสมแบบแทบบูลาร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลวิจัยของ นิรัทธยา [7] ที่ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมทั้งสองโดยการจำลองข้อมูลแล้วนำมาสร้างเป็นแผนภูมิควบคุมชีวาร์ทและแผนภูมิควบคุมผลรวมแบบสะสมแบบแทบบูลาร์ พบว่า

เมื่อกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงที่ระดับ 1σ และ 2σ แผนภูมิควบคุมชีวาร์ทจะไม่พบจุดใตยนอกเขตควบคุม แต่เมื่อกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงที่ระดับ 3σ ทั้งแผนภูมิควบคุมชีวาร์ทและแผนภูมิควบคุมผลรวมแบบสะสมแบบแทบบูลาร์พบว่ามีจุดตกออกนอกขีดจำกัดควบคุม แต่แผนภูมิควบคุมชีวาร์ทจะตรวจจับความผิดปกติได้เร็วกว่าแผนภูมิควบคุมผลรวมแบบสะสมแบบแทบบูลาร์อย่างเห็นได้ชัด

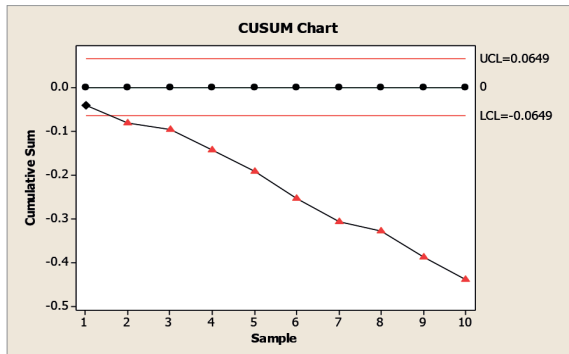
จากการศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมทั้งสองแบบ ตามตารางที่ 3 พบว่าเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับค่าเฉลี่ยที่ 1.6 และ 1.7 ซึ่งอยู่ในช่วงที่เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางแท่งชิ้นงาน คือ 1.67 แผนภูมิควบคุมผลรวมแบบสะสมแบบแทบบูลาร์ มีค่าความยาววิ่งโดยเฉลี่ยน้อยกว่าแผนภูมิควบคุมแบบชีวาร์ท ซึ่งหมายความว่าแผนภูมิควบคุมแบบผลรวมแบบสะสมแบบแทบบูลาร์มีประสิทธิภาพดีกว่าแผนภูมิควบคุมแบบชีวาร์ท แสดงว่าแผนภูมิควบคุมผลรวมแบบสะสมแบบแทบบูลาร์สามารถตรวจพบการเปลี่ยนแปลงของเส้นผ่านศูนย์กลางแท่งชิ้นงานได้เร็วกว่าแผนภูมิควบคุมแบบชีวาร์ท ทำให้แผนภูมิควบคุมผลรวมแบบสะสมแบบแทบบูลาร์มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ควบคุมเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงาน

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าความยาววิ่งโดยเฉลี่ย

Shift	Shewhart	Cusum
0.0	370.4	371.5
0.5	155.2	35.2
1.0	43.9	9.9
1.5	15.0	5.4
1.6	12.4	5.0
1.7	10.3	4.6
2.0	6.3	3.7
2.5	3.2	2.8
3.0	2.0	2.3
4.0	1.2	1.7
3.0	2.0	2.3
3.5	1.4	1.9



รูปที่ 3 การใช้แผนภูมิแผนภูมิควบคุมชีวาร์ทในการควบคุมกระบวนการผลิต



รูปที่ 4 การใช้แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบบูลาร์ในการควบคุมกระบวนการผลิต

3.2 การนำแผนภูมิควบคุมไปใช้ควบคุมกระบวนการผลิตแห่งโรงงาน

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมทั้งสองแบบโดยพิจารณาจากค่าความยาววิ่งโดยเฉลี่ย ผู้วิจัยจึงนำแผนภูมิควบคุมทั้งสองแบบ มาทดสอบใช้กับกระบวนการการผลิตแห่งโรงงานในช่วงระยะเวลาเดียวกัน โดยผู้วิจัยได้นำแผนภูมิควบคุมทั้งสองที่ได้การออกแบบไว้ตามตารางที่ 2 ไปใช้ในการควบคุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานตามตารางที่ 4 และนำผลที่ได้จากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงาน มาทำการทดสอบโดยการพล็อตลงในแผนภูมิควบคุมทั้งสองแบบตามรูปที่ 3 และ 4

ตารางที่ 4 ข้อมูลตรวจวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงาน ($n = 4, N = 10$)

Sample Subgroup	1	2	3	4
1	1.94	1.93	1.94	2.00
2	1.98	1.97	1.92	1.94
3	1.98	1.98	1.94	2.01
4	1.98	1.94	1.92	1.95
5	1.98	1.94	1.91	1.94
6	1.95	1.90	1.92	1.96
7	1.96	1.94	1.91	1.95
8	1.97	1.98	1.94	2.00
9	1.94	1.93	1.90	1.96
10	1.96	1.93	1.91	1.97

จากการนำเอาข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานมาสร้างแผนภูมิควบคุมชีวาร์ทและแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบบูลาร์ จากรูปที่ 4 พบว่าแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบบูลาร์คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในช่วงเวลาการสุ่มตัวอย่างนี้ มีแนวโน้มของค่า S_i ค่าสะสมความเบี่ยงเบนของคุณลักษณะต่ำลงในระหว่างช่วงการสุ่มตัวอย่างที่ 2-10 นั้นแสดงให้เห็นว่า คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ลดลง และค่าของ S_i อยู่นอกแผนควบคุมอีกด้วย แสดงว่ามีหลักฐานทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญว่าคุณลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งชิ้นงานนี้ที่ถูกผลิตในช่วงการสุ่มตัวอย่างที่ 2-10 ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด แต่เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 2 แผนภูมิควบคุมชีวาร์ท จะพบว่าไม่มีจุดใดตกออกนอกขีดจำกัดควบคุมและเมื่อพิจารณาคุณลักษณะแนวโน้มต่างๆ ในแผนภูมิควบคุมแบบชีวาร์ท ก็ไม่พบว่าแผนภูมิควบคุมไม่มีความผิดปกติ แสดงว่ากระบวนการไม่มีความผิดปกติ

4. สรุป

ในการวิจัยครั้งนี้พบว่าประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบบูลาร์นั้นเหมาะสมกับการนำไปใช้ในกระบวนการผลิตแห่งโรงงานมากกว่า

แผนภูมิควบคุมแบบชีวาร์ท เนื่องจากกระบวนการผลิตแห่งชิ้นงานนั้นมีการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยน้อยอยู่ที่ 1.67 มม. ซึ่งจากการศึกษาโดยการหาค่าความยาววิ่งโดยเฉลี่ยและการนำไปปฏิบัติงานจริงนั้นทำให้ได้ข้อสรุปที่ตรงกันคือ เมื่อกระบวนการผลิตเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยที่น้อยนั้นควรจะเลือกใช้แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบแทบบูลาร์ เนื่องจากโอกาสที่จะตรวจเจอความผิดปกตินั้นมีโอกาสมากกว่าการใช้แผนภูมิควบคุมชีวาร์ท

จะเห็นว่าการเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมจากข้อมูลจริงจะสอดคล้องกับการเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมจากค่าความยาววิ่งโดยเฉลี่ย นั่นคือ เมื่อกระบวนการผลิตมีการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยที่น้อย ($0.1\sigma - 2.0\sigma$) แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมแบบแทบบูลาร์จะมีประสิทธิภาพดีกว่าหรือสามารถตรวจจับความผิดปกติได้เร็วกว่าแผนภูมิควบคุมชีวาร์ท และเมื่อกระบวนการผลิตมีการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยมาก ($> 3\sigma$) แผนภูมิควบคุมชีวาร์ทจะมีประสิทธิภาพดีกว่า หรือสามารถตรวจจับความผิดปกติได้เร็วกว่าแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม

ถึงแม้ว่าในความเป็นจริงนั้นการเลือกแผนภูมิการผลิตแบบสะสมผลรวมแบบแทบบูลาร์นั้น จะเหมาะสม แต่ก็ไม่สามารถที่จะนำไปใช้ในการปฏิบัติจริงได้เนื่องจากพนักงานที่ทำการควบคุมนั้นไม่เข้าใจถึงการนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าถ้าจะนำไปใช้ในการผลิตจริงนั้นจะต้องมีการให้ความรู้เพิ่มเติมกับพนักงานที่ปฏิบัติงานด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Lampang, *Statistical Quality Control*, 1st ed.

Chiang Mai: Department of Statistics, 2006 (in Thai).

- [2] Montgomery, C. Douglas, *Introduction to Statistical Quality Control*, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 2001.
- [3] Lu, Chao - Wen and Reynolds, Marion R. Jr., "EWMA Control Charts for Monitoring the Mean of Autocorrelated Processes," *Journal of Quality Technology*, vol.31, no.2, pp.166-188, April 1999.
- [4] G. Chen, Cheng, W. Smiley, and Xie, Hansheng, "Monitoring Process Mean and Variability with One EWMA Chart," *Journal of Quality Technology*, vol.33, no.2, pp.223-233, April 2001.
- [5] Mastrangelo, Christina M. and Brown, Evelyn C., "Shift Detection Properties of Moving Centerline Control Chart Schemes," *Journal of Quality Technology*, vol.32, no.1, pp. 67-74, Jan. 2000.
- [6] S. Wichai and P. Suvimol, "A Comparison of the Efficiency of Control Charts for Monitoring Autocorrelated Processes," *Journal of Applied Science*, vol.5, no 1, June 2006 (in Thai).
- [7] J. Niratya, "The Comparison of Efficiency of Shewhart Control Chart and Cumulative Sum Control Chart for Shifts in the Process Mean," *Statistics Seminar*, Department of Statistics, Faculty of Science, Chiang Mai University, 2006 (in Thai).