

การกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการเปรียบเทียบผู้ส่งมอบ โดยพิจารณาดัชนีสมรรถภาพของกระบวนการกรณีที่มีข้อกำหนดเฉพาะแบบพิกัดด้านเดียว

ศิริประภา มโนมรรย์^{*1)} และ ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา²⁾

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับวิธีการเปรียบเทียบผู้ส่งมอบ โดยพิจารณาดัชนีสมรรถภาพกระบวนการ กรณีที่มีข้อกำหนดเฉพาะแบบพิกัดด้านเดียว ซึ่งเป็นงานวิจัยที่พัฒนาต่อเนื้อหาของ ศิริประภา และ ประไพศรี (2009) เพื่อให้ผู้ที่นำวิธีการที่ได้พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งก่อนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอแผนการหาขนาดตัวอย่าง และใช้วิธีมอนติคาร์โลจำลองสถานการณ์แสดงขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณดัชนีสมรรถภาพกระบวนการเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผู้ส่งมอบสองและสามรายเป็นเบื้องต้น ซึ่งผู้ใช้นำผลการที่นำเสนอไปใช้กับกรณีที่มีผู้ส่งมอบมากกว่าสามรายได้

คำสำคัญ: การกำหนดขนาดตัวอย่าง ดัชนีสมรรถภาพกระบวนการกรณีข้อกำหนดเฉพาะด้านเดียว วิธีมอนติคาร์โล

^{*1)} นักศึกษาปริญญาเอก ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดกรุงเทพฯ 10900

อีเมลล์: srm@kmutnb.ac.th

²⁾ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดกรุงเทพฯ 10900

* Corresponding Author.

The Sample Size Determination for Comparison Multiple Suppliers Using One-sided Specification Limit's Capability Index

Siraprapa Manomat^{*1)} and Prapaisri Sudasna-na-Ayudthya²⁾

Abstract

This paper proposes to determine an appropriate sample size for comparison multiple suppliers using one-sided specification limit's capability index which is continuity research of Siraprapa and Prapaisri (2009). This study develops the method for finding minimal sample size required. A Monte Carlo simulation is conducted to obtain the minimal sample size required to calculate process capability index for two and three suppliers. The users can apply to multiple suppliers.

Keywords: Sample size determination, one-sided specification limit's capability index, Monte Carlo simulation

*¹⁾ Doctoral Candidate, Department of Industrial Engineering, Kasetsart University, Bangkok, 10900.

E-mail: srm@kmutnb.ac.th

²⁾ Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Kasetsart University, Bangkok, 10900.

* Corresponding Author.

โดยพิจารณาดัชนีสมรรถภาพของกระบวนการกรณีที่มีข้อกำหนด เฉพาะแบบพิกัดด้านเดียว

1. บทนำ

จากการพัฒนาวิธีการเปรียบเทียบผู้ส่งมอบโดยพิจารณาดัชนีสมรรถภาพกระบวนการกรณีที่มีข้อกำหนด เฉพาะแบบพิกัดด้านเดียวของ ศิริประภา และประไพศรี (2009) พบว่าวิธีดังกล่าวสามารถใช้ในการเปรียบเทียบดัชนีสมรรถภาพของกระบวนการผู้ส่งมอบ สองรายและมากกว่าสองรายได้ และให้ค่าความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองใกล้เคียงกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด และให้ค่าที่ต่ำกว่าวิธีของ Chou (1994) ซึ่งความผิดพลาดประเภทที่ 1 คือโอกาสที่เกิดความผิดพลาดจากการปฏิเสธว่ากระบวนการที่ทำการเปรียบเทียบมีความแตกต่างกันทั้งที่ความเป็นจริงกระบวนการที่ทำการเปรียบเทียบไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้เพิ่มขอบเขตการศึกษาและพัฒนาวิธีการดังกล่าวต่อไป พบว่า ถึงแม้ว่าวิธีดังกล่าวให้ค่าความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองใกล้เคียงกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด แต่ถ้าพิจารณาอำนาจการทดสอบ (โอกาสที่ปฏิเสธว่ากระบวนการที่ทำการเปรียบเทียบมีความแตกต่างกันโดยความเป็นจริงกระบวนการที่ทำการเปรียบเทียบนั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นการตัดสินใจที่ถูกต้อง) กลับพบว่า เมื่อดัชนีสมรรถภาพกระบวนการแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย การทดสอบโดยใช้ขนาดตัวอย่างที่ต่ำ ไม่สามารถแสดงความแตกต่างของกระบวนการได้ ในทำนองกลับกัน ถ้าดัชนีสมรรถภาพของกระบวนการที่ทำการเปรียบเทียบมีความแตกต่างกันมาก ใช้ขนาดตัวอย่างไม่มากก็สามารถแสดงความแตกต่างของกระบวนการได้ (พิจารณาจากตารางที่ 1) กรณีที่ดัชนีความสามารถกระบวนการมีความแตกต่างกันไม่มาก การเพิ่มอำนาจการทดสอบสามารถทำได้โดยการเพิ่มขนาดตัวอย่างในการทดลองให้มากขึ้น แต่ถ้าเป็นกรณีที่ดัชนีสมรรถภาพกระบวนการมีความแตกต่างกันมาก ไม่จำเป็นต้องใช้ขนาดตัวอย่างที่มากเกินไป ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบตัวอย่าง

จากที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้หาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม สำหรับการเปรียบเทียบและคัดแยก

ผู้ส่งมอบด้วยวิธีการทดสอบความเท่ากันของดัชนีสมรรถภาพกระบวนการที่นำเสนอโดยศิริประภา และประไพศรี (2009) เพื่อให้ผู้ที่นำวิธีดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. วิธีการ

2.1 วิธีการทดสอบความเท่ากันของดัชนีสมรรถภาพ

กระบวนการ

ภายใต้กระบวนการที่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ ซึ่งมีคุณลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นแบบเดี่ยว และกระบวนการมีเฉพาะข้อกำหนดพิกัดด้านบน (USL) หรือ พิกัดด้านล่าง (LSL) งานวิจัยของศิริประภา และประไพศรี (2009) ได้พัฒนาวิธีการทดสอบความเท่ากันของดัชนีสมรรถภาพกระบวนการ โดยดัดแปลงมาจากวิธีของ Hubele และคณะ (2005) ซึ่งใช้สำหรับการเปรียบเทียบสมรรถภาพกระบวนการของผู้ส่งมอบหลายราย มีขั้นตอนซึ่งสามารถกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

หลังจากที่เก็บข้อมูลคุณลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากกระบวนการของผู้ส่งมอบแต่ละรายแล้ว

ขั้นที่ 1 คำนวณค่าประมาณดัชนีสมรรถภาพกระบวนการของตัวอย่างที่สุ่มมาจากกระบวนการผู้ส่งมอบแต่ละราย จากสูตร

$$\hat{C}_{pu} = \frac{USL - \bar{X}}{3S} \quad \text{หรือ} \quad \hat{C}_{pl} = \frac{\bar{X} - LSL}{3S} \quad (1)$$

เมื่อ \hat{C}_{pu} หรือ \hat{C}_{pl} คือ ค่าประมาณดัชนีสมรรถภาพ

กระบวนการด้านบนหรือด้านล่างของตัวอย่าง

ที่สุ่มมาจากกระบวนการผู้ส่งมอบ

USL คือ ข้อกำหนดเฉพาะด้านบน

LSL คือ ข้อกำหนดเฉพาะด้านล่าง

\bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง

S คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง

ขั้นที่ 2 เรียงลำดับค่าประมาณดัชนีสมรรถภาพ

กระบวนการจากน้อยไปมาก โดยให้รายแรกคือผู้ส่งมอบ

ที่มีค่าประมาณดัชนีสมรรถภาพที่ต่ำที่สุด

ขั้นที่ 3 ทดสอบความเท่ากันของดัชนีสมรรถภาพ โดย

1. กำหนดให้ \mathbf{d}' คือเวกเตอร์ของผลต่างระหว่างดัชนีสมรรถภาพกระบวนการของผู้ส่งมอบรายแรกกับรายอื่น โดย

$$\mathbf{d}' = \begin{bmatrix} C_{PS_1} - C_{PS_2} \\ C_{PS_1} - C_{PS_3} \\ \vdots \\ C_{PS_1} - C_{PS_k} \end{bmatrix} \quad (2)$$

เมื่อ C_{PS_i} คือ C_{pu} หรือ C_{pl} ของผู้ส่งมอบรายที่ i

โดยที่ $i = 1, 2, \dots, k$

กำหนดให้ \hat{C}_{PS_i} เป็นตัวประมาณของ C_{PS_i} หาได้จาก

สมการที่ (1)

และตัวประมาณ \mathbf{d}' กำหนดให้เป็น $\hat{\mathbf{d}}'$ คำนวณจาก

$$\hat{\mathbf{d}}' = \begin{bmatrix} \tilde{C}'_{PS_1} - \tilde{C}'_{PS_2} \\ \tilde{C}'_{PS_1} - \tilde{C}'_{PS_3} \\ \vdots \\ \tilde{C}'_{PS_1} - \tilde{C}'_{PS_k} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\text{เมื่อ } \tilde{C}'_{PS_i} = \sqrt{\frac{n_i}{n_i - 1}} b_{n_i - 1} \hat{C}_{PS_i} \quad (4)$$

$$\text{โดยที่ } b_{n_i - 1} = \sqrt{\frac{2}{(n_i - 1)}} \times \frac{\Gamma[(n_i - 1) / 2]}{\Gamma[(n_i - 2) / 2]}$$

2. ตั้งสมมติฐาน $H_0 : \mathbf{d}' = 0$

$H_1 : \mathbf{d}' \neq 0$

$$3. \text{ กำหนดให้ } H = \begin{bmatrix} \frac{\partial \mathbf{d}'}{\partial C_{PS}} \end{bmatrix}$$

สร้างเมตริกซ์ H โดย

$$H = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 0 & -1 & & 0 \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ 1 & 0 & 0 & \dots & -1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

4. คำนวณค่า \mathbf{V}' จาก

$$\mathbf{V}' = \text{diag} \left[\frac{1}{n_1} \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{2} \tilde{C}'_{PS_1}{}^2 \right), \frac{1}{n_2} \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{2} \tilde{C}'_{PS_2}{}^2 \right), \dots, \frac{1}{n_k} \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{2} \tilde{C}'_{PS_k}{}^2 \right) \right] \quad (6)$$

5. คำนวณค่าสถิติทดสอบ W จาก

$$W = \hat{\mathbf{d}}'{}^T [H \mathbf{V}' H^T]^{-1} \hat{\mathbf{d}}' \quad (7)$$

6. ภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นและสมมติฐานที่กำหนด สถิติทดสอบ W จะเข้าสู่การแจกแจงแบบไคสแควร์ ด้วยองศาอิสระ $k-1$ ดังนั้นจึงนำค่า W ไปเปรียบเทียบกับค่า $\chi^2_{\alpha, (k-1)}$ ถ้า W มีค่ามากกว่า จะปฏิเสธสมมติฐานหลักและสรุปว่าผู้ส่งมอบรายแรกมีดัชนีสมรรถภาพกระบวนการแตกต่างจากผู้ส่งมอบรายอื่น อย่างน้อย 1 ราย

ขั้นที่ 4 ถ้าปฏิเสธสมมติฐานหลักให้ตัดผู้ส่งมอบรายแรกออกแล้วกำหนดให้ผู้ส่งมอบรายที่มีค่าประมาณดัชนีสมรรถภาพกระบวนการต่ำรองลงมาเป็นรายแรกแทนแล้วเริ่มทำขั้นที่ 3 และ 4 ใหม่

กรณีที่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าผู้ส่งมอบรายที่เหลือมีสมรรถภาพกระบวนการไม่แตกต่างกัน ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนด

สำหรับตัวอย่างการประยุกต์ใช้วิธีการข้างต้นและการพิสูจน์ ศึกษาได้จาก ศิริประภา และประไพศรี (2009)

2.2 การหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับวิธี ทดสอบความเท่ากันของดัชนีสมรรถภาพกระบวนการ

โดยพิจารณาดัชนีสมรรถภาพของกระบวนการกรณีที่มีข้อกำหนด เฉพาะแบบพิกัดด้านเดียว

การหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับวิธีการทดสอบความเท่ากันของดัชนีสมรรถภาพกระบวนการมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดพารามิเตอร์สำหรับการทดสอบ ได้แก่ กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบ (α) กำหนดดัชนีสมรรถภาพกระบวนการของผู้ส่งมอบรายที่ 1 ไปจนถึงรายที่ k โดยกำหนดให้ผู้ส่งมอบรายที่ 1 มีดัชนีสมรรถภาพกระบวนการแตกต่างและต่ำกว่าผู้ส่งมอบรายอื่น ส่วนผู้ส่งมอบรายอื่น ๆ ให้มีดัชนีสมรรถภาพกระบวนการเท่ากัน การกำหนดดัชนีสมรรถภาพกระบวนการแบบนี้เป็นการกำหนดในกรณีแย่ที่สุด (worst case) จากนั้นกำหนดขนาดตัวอย่างเบื้องต้นสำหรับการทดสอบ

2. คำนวณหาอำนาจการทดสอบ ($1-\beta$) เบื้องต้น โดยทำการจำลองข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โล จากนั้นใช้วิธีการทดสอบความเท่ากันของดัชนีสมรรถภาพกระบวนการตามวิธีที่กล่าวไปข้างต้น หาอำนาจการทดสอบจากการทดลองโดยคำนวณจาก

$$1-\beta = \Pr \{W > \chi_{\alpha, (k-1)}^2 | H_1 \text{ จริง} \} \quad (8)$$

3. พิจารณาอำนาจการทดสอบเพื่อทำการปรับขนาดตัวอย่าง โดย กรณีที่อำนาจการทดสอบเบื้องต้นสูงกว่าอำนาจการทดสอบที่ต้องการ ให้ปรับลดขนาดตัวอย่างที่ใช้ลง ในทางกลับกัน ถ้าอำนาจการทดสอบเบื้องต้นต่ำกว่าอำนาจการทดสอบที่ต้องการให้ปรับเพิ่มขนาดตัวอย่างที่ใช้ขึ้น คำนวณอำนาจการทดสอบใหม่ ทำขั้นตอนที่ 3 นี้จนกว่าจะสอดคล้องกับเงื่อนไข 2 ข้อคือ

$$\Pr \{W > \chi_{\alpha, (k-1)}^2 | H_0 \text{ จริง} \} \leq \alpha$$

และ $\Pr \{W > \chi_{\alpha, (k-1)}^2 | H_1 \text{ จริง} \} \geq 1-\beta \quad (9)$

การปรับเพิ่มหรือลดขนาดตัวอย่างสำหรับงานวิจัยนี้จะปรับเพิ่มหรือลดทีละ 10 เพื่อให้เหมาะสมและสะดวกกับการนำไปประยุกต์ใช้งาน

2.2 การกำหนดพารามิเตอร์ในการหาขนาดตัวอย่างสำหรับงานวิจัยนี้

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบการทดลองและทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นต่าง ๆ ในการหาขนาดตัวอย่าง โดยการคำนวณที่ใช้เป็นแนวทางเบื้องต้น ซึ่งได้กำหนดค่าต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1. กำหนดระดับนัยสำคัญสำหรับการทดสอบ $\alpha = 0.05$ เนื่องจากเป็นระดับนัยสำคัญที่นิยมใช้ในการทดสอบสมมติฐานทางงานอุตสาหกรรม

2. กำหนดให้ดัชนีสมรรถภาพกระบวนการผู้ส่งมอบรายแรกเป็น 1 และให้ผู้ส่งมอบรายที่สองเป็น 1.33, 1.5, 1.67 และ 2 เพิ่มดัชนีสมรรถภาพกระบวนการผู้ส่งมอบรายแรกเป็น 1.33 และให้ผู้ส่งมอบรายที่สองเป็น 1.5, 1.67 และ 2 เพิ่มดัชนีสมรรถภาพกระบวนการผู้ส่งมอบรายแรกที่ระดับจนเป็น 1.67 และ ผู้ส่งมอบรายที่สองเป็น 2

สำหรับผู้ส่งมอบสามรายได้กำหนดให้ผู้ส่งมอบรายแรกแตกต่างจากรายที่สองและสามซึ่งกำหนดให้เท่ากัน (เป็นกรณีที่แย่ที่สุด) การกำหนดระดับความแตกต่างจะกำหนดเช่นเดียวกับการเปรียบเทียบผู้ส่งมอบสองราย

ระดับดัชนีสมรรถภาพกระบวนการที่กำหนดไว้ข้างต้น เป็นค่ากลางของระดับคุณภาพ (Pearn และคณะ (2009))

3. กำหนดขนาดตัวอย่างขั้นต่ำ เริ่มที่ 30, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 และ 500 เพื่อใช้สังเกตการเปลี่ยนแปลงค่าอำนาจการทดสอบจากการทดลอง

4. กำหนดอำนาจการทดสอบที่ต้องการ โดยกำหนดให้มีค่าไม่น้อยกว่า 90%

3. ผลการวิจัย

จากพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่กำหนดข้างต้น คำนวณหาอำนาจการทดสอบเบื้องต้น โดยการจำลองด้วยวิธี มอนติคาร์โล ทำซ้ำ 50,000 รอบ ได้ดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 พบว่าในกรณีที่กำหนด $C_{pu1} = 1$ และ $C_{pu2} = 1.33$ ที่ขนาดตัวอย่าง 30 ให้อำนาจการทดสอบเพียงแค่ 29.194% แต่ถ้าพิจารณาที่ขนาดตัวอย่างเป็น 200 จะได้อำนาจการทดสอบถึง 96.014% ซึ่งเกินอำนาจการทดสอบที่ต้องการ (90%) กรณีนี้สามารถลดขนาดตัวอย่างลงได้อีก แต่ถ้าใช้ขนาดตัวอย่างที่ 150 อำนาจของการทดสอบจะไม่ถึงระดับที่ต้องการ โดยให้อำนาจทดสอบเพียง 89.436 % จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนขนาดตัวอย่าง เพื่อให้อำนาจการทดสอบเป็นไปตามที่ต้องการ ซึ่งการปรับขนาดตัวอย่างจะพิจารณาจากขนาดตัวอย่างที่ 200 แล้วปรับลดลงทีละ 10 หน่วย หรือจะพิจารณาที่ขนาดตัวอย่าง 150 แล้วปรับขนาดตัวอย่างเพิ่มก็ได้ โดยทั่วไปจะพิจารณาจากค่าที่ใกล้เคียงกับค่าที่กำหนด ในกรณีนี้ พิจารณาจากขนาดตัวอย่าง 150 จะง่ายกว่า กล่าวคือ ที่ขนาดตัวอย่าง 150 อำนาจทดสอบเป็น 89.436 % ใกล้เคียงกับ 90% มากกว่าที่ขนาดตัวอย่าง 200 ซึ่งให้อำนาจทดสอบ 96.014% เมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างเป็น 160 อำนาจการทดสอบเป็น 91.258 % ซึ่งเกินค่าที่ต้องการแล้ว ดังนั้นขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับกรณีที่ $C_{pu1} = 1$ และ $C_{pu2} = 1.33$ คือประมาณ 160

สำหรับกรณีอื่น ๆ ก็ทำในทำนองเดียวกัน ผู้วิจัยได้ทำการทดลองด้วยวิธีที่กล่าวไปข้างต้นเพื่อหาขนาดตัวอย่างที่สอดคล้องกับอำนาจการทดสอบที่ต้องการ แสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งเป็นการสรุปขนาดตัวอย่างและอำนาจการทดสอบ สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบผู้ส่งมอบสองราย ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

สำหรับตารางที่ 3 เป็นการสรุปขนาดตัวอย่างและอำนาจการทดสอบสำหรับใช้เปรียบเทียบผู้ส่งมอบสามราย ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เมื่อพิจารณาตารางที่ 2 และ 3 เปรียบเทียบกันกรณีต่อกรณี พบว่า ขนาดตัวอย่างที่ให้อำนาจทดสอบใกล้เคียงตามที่กำหนด ของการเปรียบเทียบผู้ส่งมอบสองราย (ตารางที่ 2) จะมากกว่าการเปรียบเทียบผู้ส่งมอบสามราย (ตารางที่ 3) เนื่องจาก การเปรียบเทียบผู้ส่งมอบ

สามรายมีโอกาสที่ความแตกต่างของดัชนีสมรรถภาพกระบวนการจะมากกว่า จึงมีโอกาสปฏิเสธสมมติฐานหลักสูงกว่า ขนาดตัวอย่างที่ใช้จึงน้อยกว่า นอกจากนี้ยังพบว่า ถ้า C_{pu1} แตกต่างจาก C_{pu} อื่นมาก จะใช้ขนาดตัวอย่างที่น้อย ในทางกลับกัน ถ้า C_{pu1} แตกต่างจาก C_{pu} อื่นน้อย จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างมากขึ้น จึงได้อำนาจการทดสอบตามที่กำหนด

ในกรณีที่ผู้ส่งมอบมากกว่า 3 ราย ทำได้ในทำนองเดียวกัน

4. สรุปผลการวิจัย

การเลือกขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมทำให้การเปรียบเทียบผู้ส่งมอบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางในการหาขนาดตัวอย่าง เพื่อให้วิธีการเปรียบเทียบผู้ส่งมอบโดยวิธีการทดสอบความเท่ากันของดัชนีสมรรถภาพกระบวนการกรณีที่มีข้อกำหนดเฉพาะแบบพิกัดด้านเดียวของ ศิริประภา และประไพศรี (2009) มีความสมบูรณ์ขึ้น โดยได้แสดงขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการเปรียบเทียบผู้ส่งมอบสองและสามราย ที่ให้ระดับอำนาจการทดสอบมากกว่า 90% การกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม มีความสำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการใช้ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเป็นการลดค่าใช้จ่ายและเวลาดลอดจนทรัพยากรต่าง ๆ ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นการลดความสูญเสียจากการใช้ขนาดตัวอย่างที่มากเกินไปจนความจำเป็น และในทางกลับกันขนาดตัวอย่างที่เพียงพอ ทำให้ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเป็นที่เชื่อถือและยอมรับได้ในการตรวจสอบคุณภาพ งานวิจัยนี้จึงเป็นประโยชน์ต่องานด้านวิศวกรรมคุณภาพ

สำหรับผู้ที่น่าวิธีดังกล่าวไปใช้ และต้องการใช้ค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างจากงานวิจัยนี้ เช่น ใช้กับผู้ส่งมอบมากกว่าสามราย หรือต้องการกำหนดระดับนัยสำคัญเป็นค่าอื่น ๆ ก็สามารถใช้หลักการที่ได้กล่าวไปข้างต้น คำนวณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมได้เช่นเดียวกัน

5. เอกสารอ้างอิง

- Siraprapa, M. and Prapaisri, S. A. (2009).
The Method for Selecting Multiple Suppliers
Using One-sided Specification Limit's
Capability Index. *KKU Engineering Journal*.
Vol.36 No.4, 313-321. (In Thai)
- Chou, Y.M. (1994). Selecting a better supplier by
testing process capability indices. *Quality
Engineering*. Vol. 6, No. 3, 427-438.
- Hubele, N.F., Berrado, A. and Gel, E.S. (2005).
A Wald test for comparing multiple capability
indices. *Journal of Quality Technology*. Vol. 37,
No. 4, 304-307.
- Pearn, W.L., Hung, H.N. and Cheng Y.C. (2009).
Supplier selection for one-side processes with
unequal sample sizes. *European Journal of
Operational Research*. Vol. 195, 381-393.

ตารางที่ 1 จำนวนการทดสอบจากการทดลอง ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ผู้ส่งมอบสองราย)

C_{pu1}	1				1.33			1.5		1.67
C_{pu2}	1				1.33			1.5		1.67
n	1.33	1.5	1.67	2	1.5	1.67	2	1.67	2	2
30	0.29194	0.52542	0.72648	0.93958	0.09548	0.21568	0.54764	0.08770	0.31558	0.15234
50	0.45184	0.75170	0.91460	0.99508	0.12610	0.33028	0.78082	0.11096	0.48626	0.22774
100	0.74350	0.96276	0.99762	1	0.20642	0.57584	0.97252	0.17368	0.78702	0.40736
150	0.89490	0.99638	0.99990	1	0.28370	0.75214	0.99734	0.23870	0.92208	0.56662
200	0.96014	0.99970	1	1	0.36280	0.86666	0.99984	0.30154	0.97352	0.69456
250	0.98514	0.99996	1	1	0.43760	0.93076	0.99998	0.36942	0.99148	0.78288
300	0.99516	1	1	1	0.50586	0.96348	1	0.42716	0.99764	0.85684
350	0.99868	1	1	1	0.56722	0.98140	1	0.48648	0.99940	0.90110
400	0.99954	1	1	1	0.62432	0.99150	1	0.53790	0.99988	0.93620
450	0.99986	1	1	1	0.67852	0.99586	1	0.58310	0.99994	0.95874
500	0.99996	1	1	1	0.72398	0.99796	1	0.63068	1	0.97272

ตารางที่ 2 ขนาดตัวอย่างและจำนวนการทดสอบ สำหรับเปรียบเทียบผู้ส่งมอบสองราย ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

$C_{pu1} = 1$ $C_{pu2} = 1.33$		$C_{pu1} = 1$ $C_{pu2} = 1.5$		$C_{pu1} = 1$ $C_{pu2} = 1.67$		$C_{pu1} = 1$ $C_{pu2} = 2$		$C_{pu1} = 1.33$ $C_{pu2} = 1.5$	
ขนาดตัวอย่าง	อำนาจทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง	อำนาจทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง	อำนาจทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง	อำนาจทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง	อำนาจทดสอบ
150	0.89490	70	0.88088	40	0.84642	20	0.80627	810	0.89990
160	0.91258	80	0.91962	50	0.91460	30	0.93958	820	0.90318
$C_{pu1} = 1.33$ $C_{pu2} = 1.67$		$C_{pu1} = 1.33$ $C_{pu2} = 2$		$C_{pu1} = 1.5$ $C_{pu2} = 1.67$		$C_{pu1} = 1.5$ $C_{pu2} = 2$		$C_{pu1} = 1.67$ $C_{pu2} = 2$	
ขนาดตัวอย่าง	อำนาจทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง	อำนาจทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง	อำนาจทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง	อำนาจทดสอบ	ขนาดตัวอย่าง	อำนาจทดสอบ
220	0.89278	70	0.89996	990	0.89982	130	0.88354	340	0.89634
230	0.90710	80	0.93558	1000	0.90194	140	0.90284	350	0.90110

ตารางที่ 3 ขนาดตัวอย่างและอำนาจการทดสอบ สำหรับเปรียบเทียบผู้ส่งมอบสามราย ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

$C_{pu1} = 1$ $C_{pu2}, C_{pu3} = 1.33$		$C_{pu1} = 1$ $C_{pu2}, C_{pu3} = 1.5$		$C_{pu1} = 1$ $C_{pu2}, C_{pu3} = 1.67$		$C_{pu1} = 1$ $C_{pu2}, C_{pu3} = 2$		$C_{pu1} = 1.33$ $C_{pu2}, C_{pu3} = 1.5$	
ขนาด ตัวอย่าง	อำนาจ ทดสอบ	ขนาด ตัวอย่าง	อำนาจ ทดสอบ	ขนาด ตัวอย่าง	อำนาจ ทดสอบ	ขนาด ตัวอย่าง	อำนาจ ทดสอบ	ขนาด ตัวอย่าง	อำนาจ ทดสอบ
130	0.88822	60	0.86906	40	0.88752	20	0.85954	720	0.89912
140	0.91116	70	0.91502	50	0.94622	30	0.96374	730	0.90106
$C_{pu1} = 1.33$ $C_{pu2}, C_{pu3} = 1.67$		$C_{pu1} = 1.33$ $C_{pu2}, C_{pu3} = 2$		$C_{pu1} = 1.5$ $C_{pu2}, C_{pu3} = 1.67$		$C_{pu1} = 1.5$ $C_{pu2}, C_{pu3} = 2$		$C_{pu1} = 1.67$ $C_{pu2}, C_{pu3} = 2$	
ขนาด ตัวอย่าง	อำนาจ ทดสอบ	ขนาด ตัวอย่าง	อำนาจ ทดสอบ	ขนาด ตัวอย่าง	อำนาจ ทดสอบ	ขนาด ตัวอย่าง	อำนาจ ทดสอบ	ขนาด ตัวอย่าง	อำนาจ ทดสอบ
190	0.88308	60	0.88974	890	0.89834	120	0.89308	300	0.89092
200	0.90000	70	0.93200	900	0.90278	130	0.91790	310	0.90016