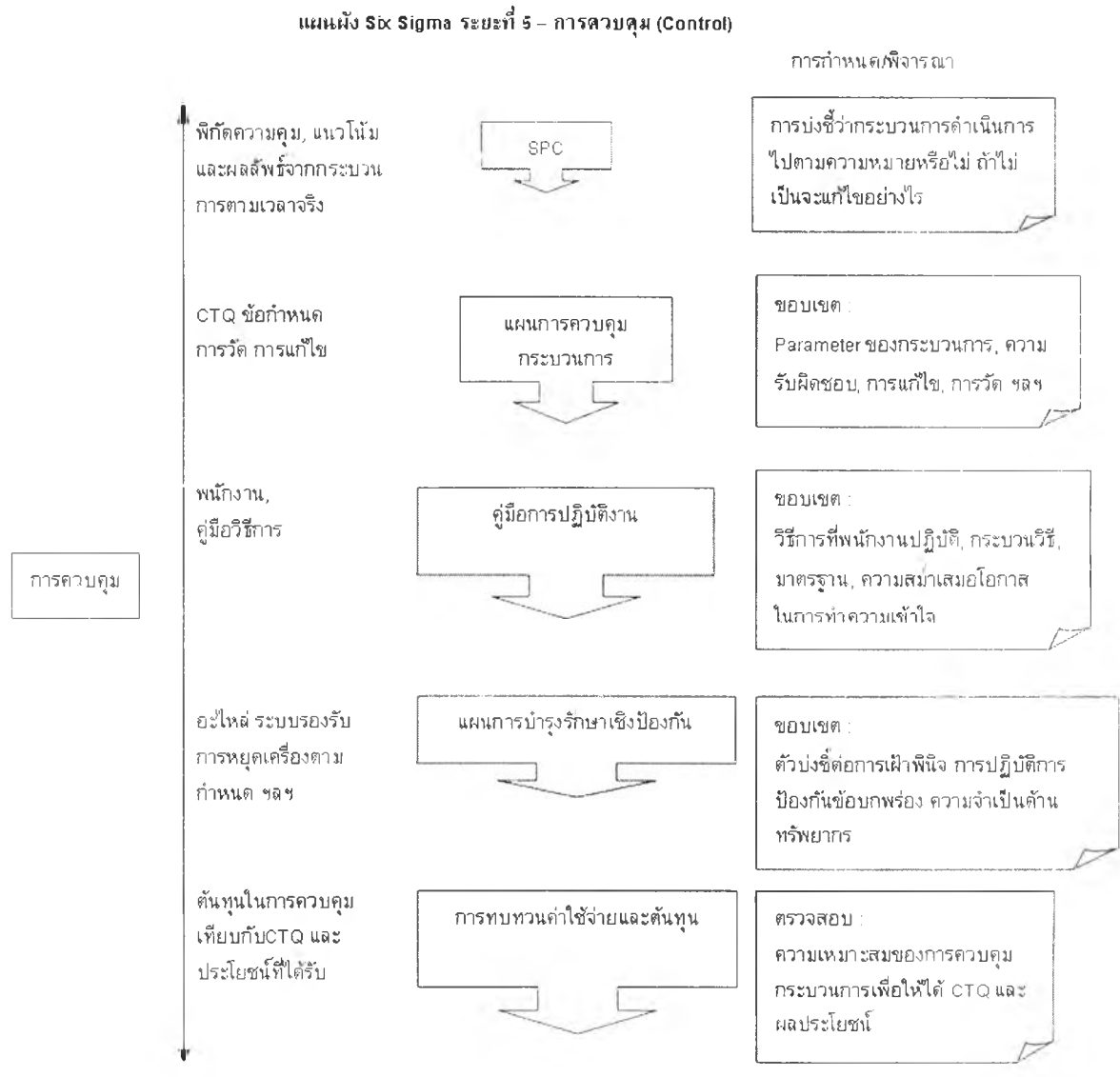
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 9

การควบคุมกระบวนการผลิต

9.1 บทนำ



จากแผนผัง ซิกซ์ ซิกม่า ระยะที่ 5 การควบคุม (Control) เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

- เทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (SPC) เพราะแผนภูมิการควบคุมกระบวนการช่วยในการตรวจจับความผิดปกติของปัจจัยที่ต้องการควบคุม สำหรับงานวิจัยนี้จะใช้แผนภูมิควบคุม $\bar{X}$ - R เนื่องจากปัจจัยที่ควบคุมเป็นค่าต่อเนื่อง (Variable)
- แผนการดำเนินการเมื่อกระบวนการผิดปกติ (Out of Control Corrective Action Plan :OCAP) เพราะเมื่อข้อมูลเกิดสภาวะอยู่นอกการควบคุมแล้ว ควรจะมีการแก้ไขและป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความผิดปกติ ให้เข้าสู่การควบคุมทางสถิติโดยเร็ว
- การทบทวนค่าใช้จ่ายและต้นทุน (Cost Reduction) เพราะทำให้ทราบผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการโดยมีดัชนีชี้วัด เป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถลดลงได้

เครื่องมือที่ไม่ได้นำมาใช้ใน ซิกซ์ ซิกม่า ระยะที่ 5 (Control) ประกอบด้วยเครื่องมือดังต่อไปนี้

- คู่มือการปฏิบัติงาน (Work Instruction) ที่ไม่ได้นำเครื่องมือนี้มาประยุกต์ใช้เนื่องจาก คู่มือการปฏิบัติงานของโรงงานมีรายละเอียดค่อนข้างมาก รายงานวิจัยนี้มีความสัมพันธ์กันเกี่ยวข้องกับการปรับค่าของปัจจัยในบางแผนกจึงไม่มีการเขียนคู่มือการปฏิบัติงานเพิ่มเข้าไป
- แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ที่ไม่ได้นำเครื่องมือนี้มาประยุกต์ใช้เนื่องจากโรงงานมีแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรทุกเครื่องอยู่แล้ว จึงไม่มีการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพิ่มเข้าไปในงานวิจัยนี้อีก

จากขั้นตอนของการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการที่ผ่านมา ทำให้ทราบถึงปัจจัยนำเข้าที่มีนัยสำคัญต่อผลลัพธ์ของกระบวนการและได้ค่าของการกำหนดระดับของปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ที่เป็นผลลัพธ์ของกระบวนการที่เราศึกษา ส่วนในการควบคุมกระบวนการผลิตในบทนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบและควบคุมปัจจัยนำเข้าที่ได้จากขั้นตอนของการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการได้แก่

ขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอก
อุณหภูมิการอบไนโตรเจน
เวลาในการไล่ก๊าซ

หลังจากทำการนำสภาวะของปัจจัยหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตใช้ในสายการผลิตเพื่อพิจารณาผลจากการปรับปรุงกระบวนการในระยะยาวทั้งปัจจัยนำเข้าที่สำคัญในช่วงเวลา 7 วัน และตัวแปรตอบสนองในเดือนตุลาคม 2545 โดยนำเทคนิคของการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control) มาประยุกต์ใช้เพื่อตรวจสอบและควบคุมปัจจัยนำเข้าดังกล่าวที่นำเข้ามาใช้ปฏิบัติในกระบวนการแล้วทำให้ผลลัพธ์ของกระบวนการดีขึ้นซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

9.2 เทคนิคของการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control)

9.2.1 การควบคุมปัจจัยนำเข้า

ในการควบคุมปัจจัยนำเข้าสำคัญที่ส่งผลต่อค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของกระบวนการที่เราศึกษานั้น สามารถจำแนกลักษณะของปัจจัยนำเข้าเหล่านั้นเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทแรกเป็นลักษณะของปัจจัยนำเข้าที่สามารถกำหนดให้คงที่ได้ตลอด ได้แก่ ขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอก ส่วนประเภทที่สองเป็นลักษณะของปัจจัยนำเข้าที่อาจจะเกิดความผันแปรไปจากค่าที่กำหนดซึ่งได้แก่ อุณหภูมิการอบไนโตรเจนกับเวลาในการไล่ก๊าซออก เพื่อเป็นการรับประกันว่า ปัจจัยนำเข้าทั้ง 3 ปัจจัย มีค่าตามที่ได้กำหนดไว้จึงได้มีการนำเทคนิคของการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (SPC) เข้ามาใช้ในการควบคุม โดยมีรายละเอียดของการควบคุมปัจจัยนำเข้าแต่ละปัจจัยดังนี้

9.2.1.1 ขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอก

เนื่องจากขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอก นั้นเป็นค่าที่สามารถกำหนดได้คงที่ จึงไม่เกิดความผันแปร เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตโดยเดิมใช้ขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอก ที่ค่า 0.14 มิลลิเมตร ซึ่งตามข้อกำหนดจากผู้ผลิตจะเป็นวัสดุพรุน (Mesh) เบอร์ 100 และหลังจากขั้นตอนของการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการสามารถหาค่าของขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอกที่เหมาะสมที่ส่งผลให้ค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ต่ำสุด คือ 0.1085 มิลลิเมตร ในข้อกำหนดจากผู้ผลิตจะเป็นวัสดุพรุน (Mesh) เบอร์ 165 โดยค่าของขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอกหรือเบอร์ของวัสดุพรุน (Mesh) จะเป็นค่าคงที่ ดังนั้น ค่าของขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอกนี้จะไม่ต้องใช้แผนภูมิควบคุมใด ๆ ในการควบคุมให้เป็นไปตามค่าที่กำหนด

9.2.1.2 อุณหภูมิการอบไนโตรเจน

แผนการควบคุมอุณหภูมิการอบไนโตรเจน จะใช้การควบคุมโดยใช้แผนภูมิควบคุมแบบ $\bar{X}$ - R มาใช้ตรวจจับและควบคบคุม เนื่องจากค่าของอุณหภูมิการอบไนโตรเจนเป็นข้อมูลเชิงผันแปร (Variable Data) ซึ่งแต่เดิมใช้อุณหภูมิการอบไนโตรเจนที่ค่า 525 องศาเซลเซียส และหลังจากนั้นขั้นตอนของการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ สามารถหาค่าของอุณหภูมิการอบไนโตรเจนที่เหมาะสมที่ส่งผลให้ค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ต่ำสุด คือ 510 องศาเซลเซียส โดยมีการกำหนดแผนการควบคุมกระบวนการโดยใช้แผนภูมิควบคุม $\bar{X}$ - R ของปัจจัยนี้ในเอกสารควบคุมการปฏิบัติงาน (POM) และมีรายละเอียดของหลักการใช้แผนภูมิควบคุมดังนี้คือ

- ขนาดสิ่งตัวอย่าง

ในการกำหนดขนาดสิ่งตัวอย่าง (Subgroup Size) จะใช้จำนวนสิ่งตัวอย่าง 5 ตัว ต่อการสุ่มวันต่อช่วงเวลาที่กำหนด เนื่องจากเป็นจำนวนที่เหมาะสมตามทฤษฎี ซึ่งมีจำนวนเท่ากับช่องวัดความแตกต่างของอุณหภูมิ ที่ได้มีการดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน

- ความถี่ของการชักสิ่งตัวอย่าง

ในการชักสิ่งตัวอย่างของอุณหภูมิการอบไนโตรเจน จะทำการกำหนดความถี่ของการชักสิ่งตัวอย่าง ทุก ๆ 1 ชั่วโมง เพื่อตรวจจับและควบคุมความผิดปกติที่เกิดขึ้น เนื่องจากปัจจัยนี้มีความแปรปรวนค่อนข้างสูงและการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องให้ตรงตามค่าที่ต้องการเป็นไปได้ยาก

- วิธีการวัดและบันทึกผล

การวัดค่าของอุณหภูมิการอบไนโตรเจนจะให้พนักงานที่เป็นผู้ควบคุมเครื่องเป็นผู้ทำการสุ่มวัด จากเทอร์โมมิเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ภายในเครื่องอบไนโตรเจน 5 ตำแหน่งแล้วทำการบันทึกผลค่าของอุณหภูมิการอบไนโตรเจนจากเทอร์โมมิเตอร์ 5 ค่า ทุก ๆ ชั่วโมง

กฎในการพิจารณาความผิดปกติ

กฎในการพิจารณาการตรวจจับและควบคุมความผิดปกติที่เกิดขึ้นของอุณหภูมิการอบไนโตรเจน จะใช้กฎที่บ่งบอกถึงสภาวะของกระบวนการที่ออกนอกการควบคุม 4 ข้อ โดยจะแบ่งออกเป็น ข้อบ่งบอกถึงสภาวะของกระบวนการที่ออกนอกการควบคุมเบื้องต้น (Primary Indicators) และข้อบ่งบอกถึงสภาวะของกระบวนการที่ออกนอกการควบคุมขั้นที่สอง (Secondary Indicators) ซึ่งจะมีรายละเอียดดังนี้

- ข้อบ่งบอกถึงสภาวะของกระบวนการที่ออกนอกการควบคุมเบื้องต้น (Primary Indicators) คือ

  จุดอยู่นอกควบคุม

  - มีจุดอยู่นอกเส้นขีดจำกัดควบคุมทั้งเส้นควบคุมขีดจำกัดบนหรือเส้นควบคุมขีดจำกัดล่าง

- ข้อบ่งบอกถึงสภาวะของกระบวนการที่ออกนอกการควบคุมขั้นที่สอง (Secondary Indicators) คือ

  การเกิดจุดต่อเนื่องกัน (Run) ที่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

  - มี 8 จุดต่อเนื่องกันอยู่เหนือหรือต่ำกว่าเส้นกึ่งกลาง
  - มีการเปลี่ยนแปลงระดับค่าเฉลี่ยหรือความแปรปรวนของกระบวนการ

  การเกิดแนวโน้ม (Trend)

  - มี 6 จุดต่อเนื่องกันในทิศทางเดียวกันโดยอาจเป็นทิศทางขึ้นหรือลง

  การเกิดวัฏจักร (Cyclic)

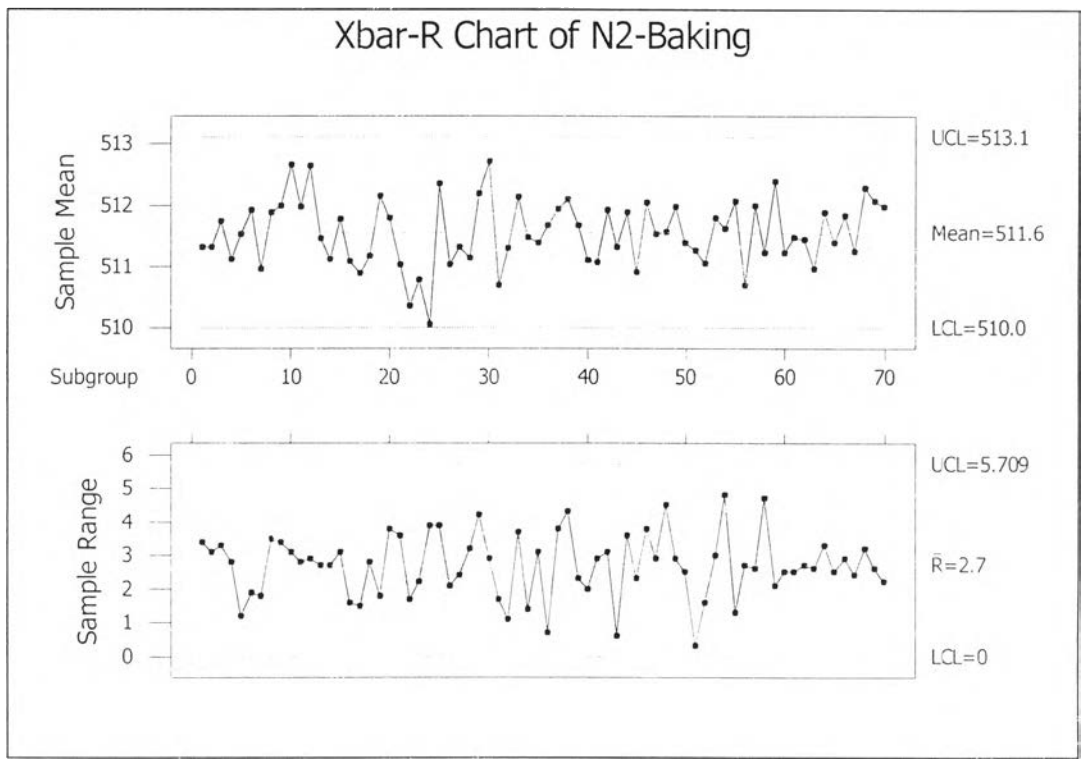
  - มี 14 จุดเปลี่ยนแปลงขึ้นและลงต่อเนื่องกัน

- แผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม

นอกจากนี้ ยังได้กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติเพื่อที่จะกำจัดหรือป้องกันข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น เมื่อข้อมูลของปัจจัยนี้ในแผนภูมิควบคุมเกิดสภาวะออกนอก การควบคุม (Out of Control) ซึ่งอ้างอิงตามกฎในการตัดสินใจทั้ง 4 ข้อดังที่ได้กล่าวมาแล้ว นั่นคือการจัดทำแผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อข้อมูลเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม (Out of Control Corrective Action Plan : OCAP) โดยขั้นตอนในการวินิจฉัยและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อที่จะแก้ไขให้ปัจจัยทั้งสองเข้าสู่การควบคุมทางสถิติโดยเร็วซึ่งขั้นตอนการปฏิบัติการแก้ไขแสดงดังรูปที่ 9.2 สำหรับอุณหภูมิการอบไนโตรเจน

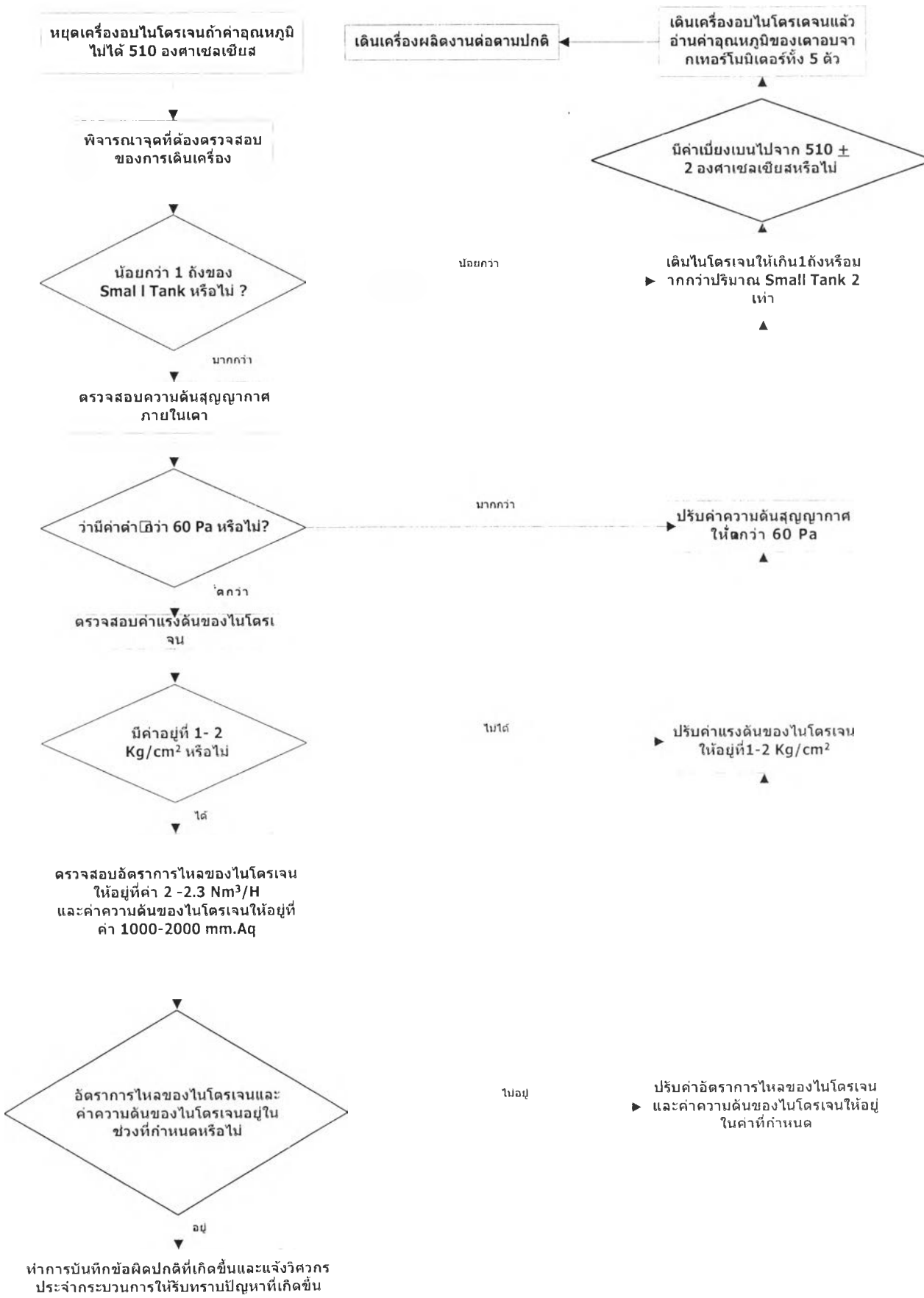
ข้อมูลการควบคุมค่าของอุณหภูมิการอบไนโตรเจนหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

ในการกำหนดแผนของการควบคุม ค่าของอุณหภูมิการอบไนโตรเจน ซึ่งมีความผันแปรค่อนข้างสูง จากการเก็บข้อมูลจากการอ่านค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ภายใน เครื่องอบไนโตรเจน 5 ค่า ทุก ๆ 1 ชั่วโมงเป็นเวลา 7 วัน (ภาคผนวก ฉ) ซึ่งถูกควบคุมโดย แผนภูมิควบคุม $\bar{X}$ - R ซึ่งแสดงดังรูปที่ 9.1 สำหรับค่าของอุณหภูมิการอบไนโตรเจน



รูปที่ 9.1 แผนภูมิควบคุม $\bar{X} - R$ สำหรับค่าของอุณหภูมิการอบไนโตรเจน

จากแผนภูมิควบคุมดังกล่าวพบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิการอบไนโตรเจนอยู่ที่ประมาณ 511.6 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าใกล้เคียงและเป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้คือ 510 องศาเซลเซียส



รูปที่ 9.2 OCAP สำหรับอุณหภูมิการอบไนโตรเจน

9.2.1.3 เวลาในการไล่ก๊าซออก (34.62 วินาที)

แผนการควบคุม เวลาในการไล่ก๊าซออก เพื่อใช้ควบคุมและตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้น จะใช้การควบคุมโดยใช้แผนภูมิควบคุมแบบ $\bar{X}$ - R ซึ่งหลังจากขั้นตอนของการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการสามารถหาเวลาในการไล่ก๊าซออก ที่เหมาะสมที่ส่งผลให้ค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ต่ำสุดคือ 34.62 วินาที โดยมีการกำหนดแผนการควบคุมกระบวนการโดยใช้แผนภูมิควบคุม $\bar{X}$ - R ของปัจจัยนี้ในเอกสารควบคุมการปฏิบัติงาน (POM) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้คือ

- ขนาดสิ่งตัวอย่าง

ในการกำหนดขนาดสิ่งตัวอย่าง (Subgroup Size) จะใช้จำนวนสิ่งตัวอย่าง 5 ตัว ต่อการสุ่มวัดต่อช่วงเวลาที่กำหนด เนื่องจากเป็นจำนวนที่เหมาะสมตามทฤษฎีซึ่งมีจำนวนเท่ากับช่องวัดความแตกต่างของอุณหภูมิที่ได้มีการดำเนินการอยู่ในปัจจุบันอีกทั้งมีจำนวนเท่ากับหัวไล่อากาศ ที่มีนาฬิกาจับเวลา (Timer) ในการบันทึกค่า

- ความถี่ของการชักสิ่งตัวอย่าง

ในการชักสิ่งตัวอย่างของเวลาในการไล่ก๊าซออก จะทำการกำหนดความถี่ของการชักสิ่งตัวอย่างทุก ๆ 1 ชั่วโมง เพื่อตรวจจับและควบคุมความผิดปกติที่เกิดขึ้น ซึ่งเวลาในการไล่ก๊าซออกขึ้นอยู่กับความดันในการดูดก๊าซออกโดยตรงจึงทำให้การควบคุมให้ตรงตามค่าที่ต้องการเป็นไปได้ยาก

- วิธีการวัดและบันทึกผล

การวัดค่าของเวลาในการไล่ก๊าซออกจะทำการบันทึกด้วยนาฬิกา 5 ตัวที่ติดตั้งอยู่บนหัวไล่อากาศ ซึ่งการนับเวลาจะเริ่มนับตั้งแต่ไล่อากาศจนชิ้นงานเป็นสุญญากาศแล้วทำการบันทึกค่าของเวลาการไล่ก๊าซทั้ง 5 ค่าทุก ๆ ชั่วโมง

- กฎในการพิจารณาความผิดปกติ

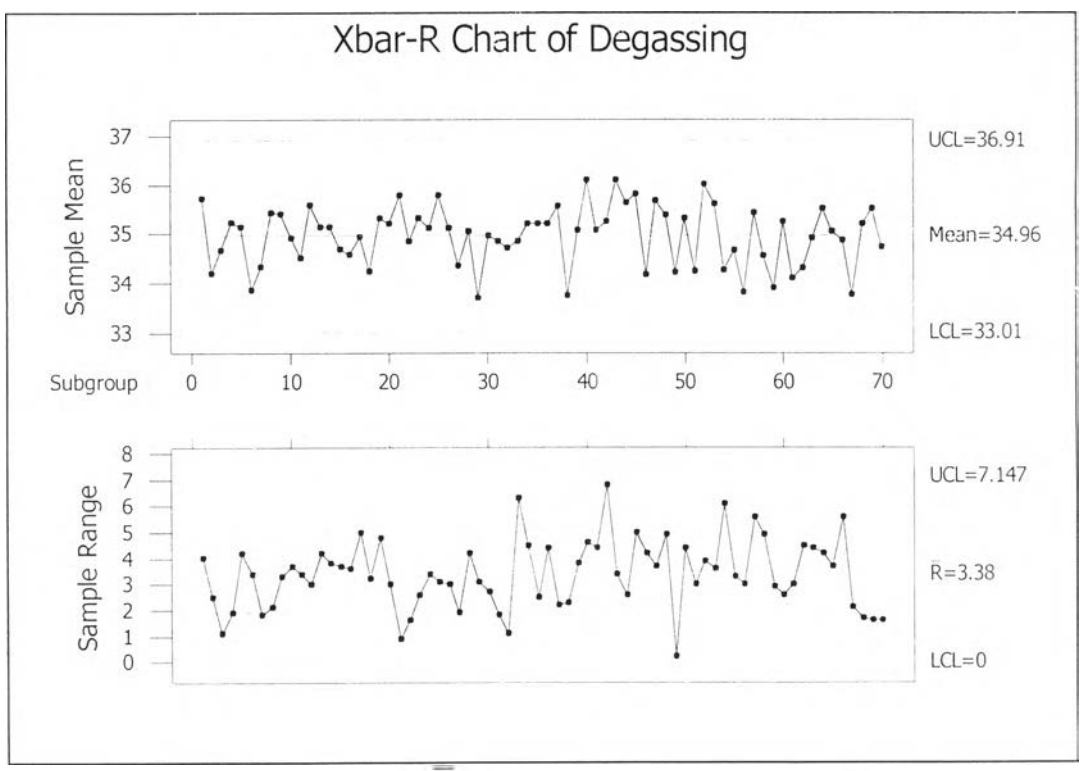
การพิจารณาการตรวจจับและควบคุมความผิดปกติที่เกิดขึ้นของเวลาในการไล่ก๊าซจะใช้เกณฑ์ในการพิจารณาความผิดปกติเหมือนกับการพิจารณาความผิดปกติของอุณหภูมิการอบไนโตรเจนที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

- แผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม

นอกจากนี้ ยังได้กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติเพื่อที่จะกำจัดหรือป้องกันข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น เมื่อข้อมูลของปัจจัยนี้ในแผนภูมิควบคุมเกิดสภาวะออกนอก การควบคุม (Out of Control) ซึ่งอ้างอิงตามกฎในการตัดสินใจทั้ง 4 ข้อดังที่ได้กล่าวมาแล้ว นั่นคือการจัดทำแผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อข้อมูลเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม (Out of Control Corrective Action Plan : OCAP) โดยขั้นตอนในการวินิจฉัยและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อที่จะแก้ไขให้ปัจจัยทั้งสองเข้าสู่การควบคุมทางสถิติโดยเร็วซึ่งขั้นตอนการปฏิบัติการแก้ไขแสดงดังรูปที่ 9.4 สำหรับเวลาในการไล่ก๊าซออก

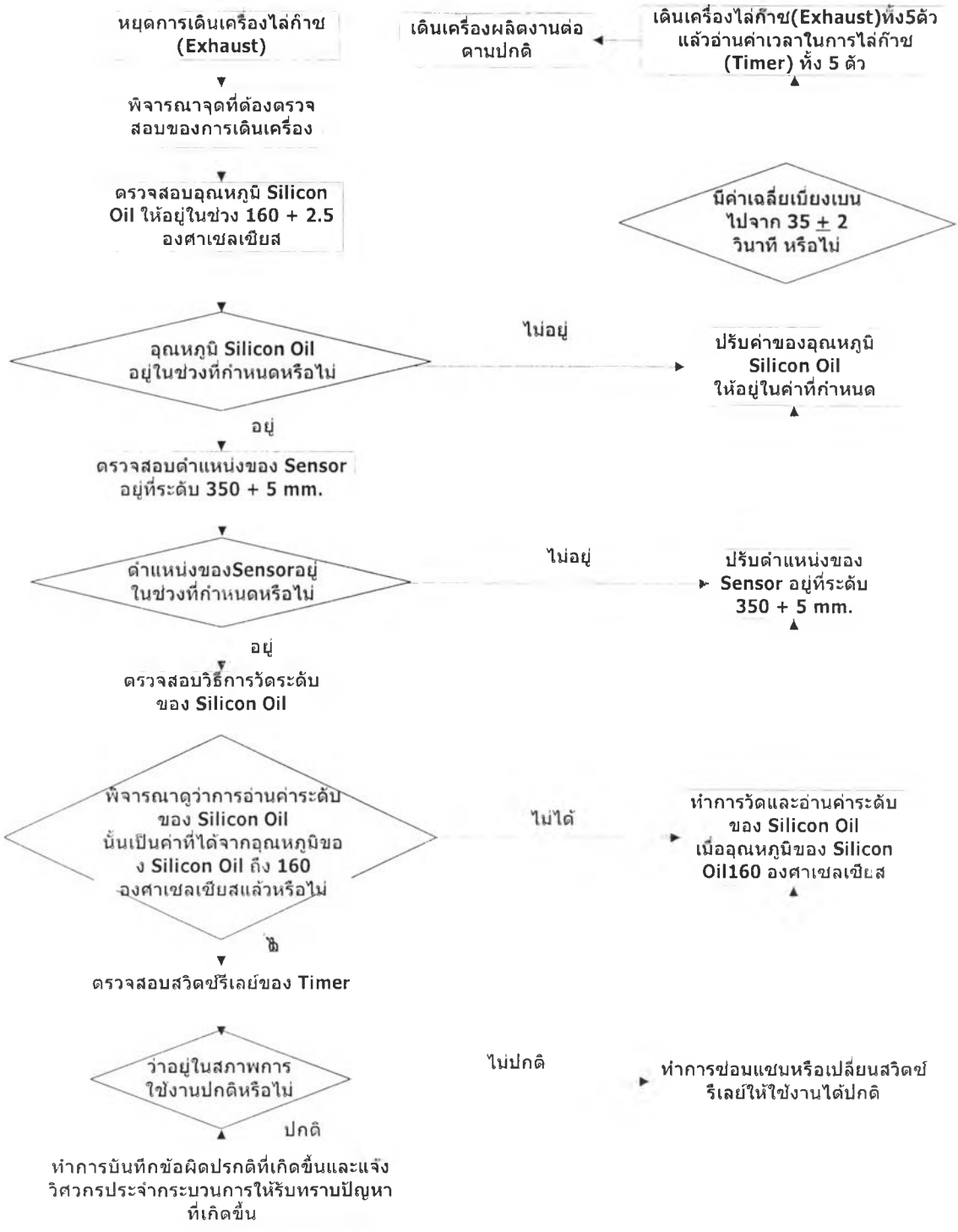
ข้อมูลการควบคุมค่าของเวลาในการไล่ก๊าซออกหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

ค่าของเวลาในการไล่ก๊าซออกจะขึ้นอยู่กับความดันในการดูดก๊าซซึ่งมีความไวและความผันแปรค่อนข้างสูงจากการบันทึกข้อมูลของเวลาในการไล่ก๊าซของนาฬิกาจับเวลา (Timer) ที่ติดอยู่บนหัวไล่อากาศทั้ง 5 ตัวโดยการทำการบันทึกข้อมูลทั้ง 5 ค่า ทุกๆ 1 ชั่วโมงเป็นเวลา 7 วัน ด้วยแผนภูมิควบคุม $\bar{X} - R$ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 9.2 สำหรับค่าของเวลาในการไล่ก๊าซออก



***รูปที่ 9.2** แผนภูมิควบคุม $\bar{X} - R$ สำหรับค่าของเวลาในการไล่ก๊าซออก*

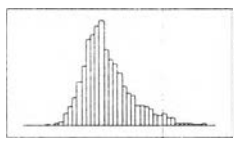
จากแผนภูมิควบคุมดังกล่าวพบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาในการไล่ก๊าซออกอยู่ที่ประมาณ 34.96 วินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงและเป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้คือ 34.62 วินาที



รูปที่ 9.4 OCAP สำหรับเวลาในการไล่ก๊าซออก

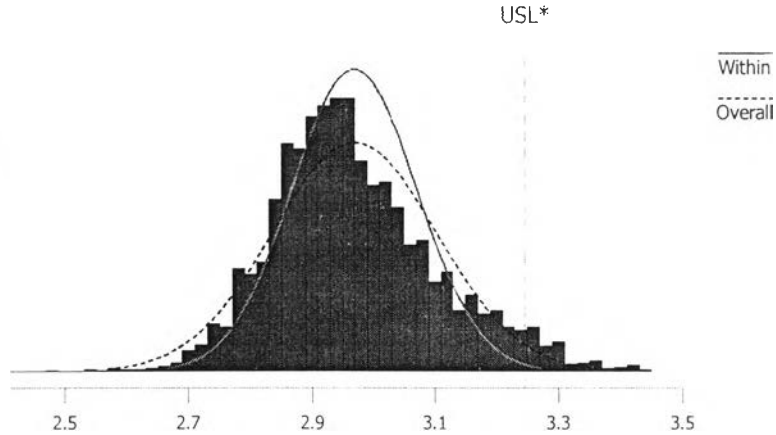
9.2.2 การควบคุมผลลัพธ์ของกระบวนการ

เมื่อทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตหลังทำการปรับปรุงแก้ไขจะได้ว่าค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการมีค่า 0.91 ซึ่งเป็นค่าที่เพิ่มขึ้นจากก่อนทำการปรับปรุงกระบวนการโดยพิจารณาค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) และมีปริมาณของเสียลดลงเหลือ 19,255 DPPM ดังรูปที่ 9.5 และแสดงข้อมูลหลังปรับปรุงกระบวนการผลิตในเดือนตุลาคม 2545 ดังภาคผนวก ฉ



Process Capability of Dt(October)

Box-Cox Transformation, With Lambda = 0



Process Data	
USL	25.7000
USL*	3.2465
Target	*
Target*	*
LSL	*
LSL*	*
Mean	19.6586
Mean*	2.9693
Sample N	5045
StDev (Within)	2.00758
StDev* (Within)	0.10145
StDev (Overall)	2.73874
StDev* (Overall)	0.13393
Potential (Within) Capability	
Cp	*
CPU	0.91
CPL	*
Cpk	0.91
Cpm	*
Overall Capability	
Pp	*
PPU	0.69
PPL	*
Ppk	0.69

Observed Performance	
PPM < LSL	*
PPM > USL	39445.00
PPM Total	39445.00

Exp. "Within" Performance	
PPM < LSL*	*
PPM > USL*	3149.64
PPM Total	3149.64

Exp. "Overall" Performance	
PPM < LSL*	*
PPM > USL*	19254.97
PPM Total	19254.97

รูปที่ 9.5 *การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุง*

ปัญหาและข้อจำกัดที่ส่งผลทำให้ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ (C_{pk}) ไม่ดีเท่าที่ควร(C_{pk}เท่ากับ 0.91)เนื่องจากในกระบวนการผลิตครีบระบายความร้อนนั้นมีองค์ประกอบของการดำเนินการย่อย ๆที่ค่อนข้างซับซ้อน และด้วยความซับซ้อนของกระบวนการย่อยที่เกิดขึ้นนั้นจะมีโอกาสของการดำเนินการที่ผิดพลาดและไม่สามารถควบคุมได้อยู่หลายหน่วยของการดำเนินการผลิต อาทิ วิธีการทาอีพอกซี่ วิธีการตัดวัสดุพรุน (Mesh) การเกิดออกซิเดชั่นภายในท่อความร้อนหลังผ่านการ Brazing และการควบคุมความตรงของท่อความร้อน เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการดำเนินการเหล่านี้เป็นผลมาจากการดำเนินการด้วยคนโดยตรงซึ่งจะส่งผลทำให้โอกาสในการเกิดของเสียสูงกว่าการดำเนินการด้วยเครื่องจักร โดยในส่วนของการ

ปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางของ ซิกซ์ ซิกมา ที่ผ่านมานั้นจะเป็นการปรับปรุงโดยมุ่งเน้นเพื่อหาค่าระดับของปัจจัยเครื่องจักรที่เหมาะสมเป็นหลัก ซึ่งจะสามารถลดจำนวนของเสียได้ในระดับหนึ่ง แต่การที่จะปรับปรุงค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ (C_{pk}) ให้สูงขึ้นจากเดิมนั้น จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขหน่วยของการดำเนินการผลิตที่ไม่สามารถควบคุมได้ ในทางปฏิบัตินั้นเป็นไปได้ยาก จึงเป็นอุปสรรคสำคัญอย่างหนึ่งที่จะทำให้ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ (C_{pk}) สูงขึ้นได้

จากการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตที่ได้หลังจากการปรับปรุงพบว่าค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ (C_{pk}) ที่ได้นั้นยังมีค่าที่ไม่ดีนักแต่เนื่องจากธรรมชาติของกระบวนการผลิตครีบระบายความร้อนเดิมมีของเสียเกิดขึ้นค่อนข้างสูงมาก ซึ่งในการที่จะลดของเสียของกระบวนการลงอีกหรือต้องการที่จะเพิ่มค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ (C_{pk}) ให้ดีและสูงขึ้นจากเดิมจนกระทั่งถึง 1.33 นั้นจำเป็นต้องพิจารณาหาผลของกระบวนการ (KPOV) ตัวใหม่เพื่อนำมาปรับปรุงและวิเคราะห์หาปัจจัยนำเข้า (KPIV) ที่สำคัญ โดยการดำเนินตามขั้นตอนและวิธีการของ ซิกซ์ ซิกม่า ซ้ำไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงค่าจำนวนของเสียหรือค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ (C_{pk}) เป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งแนวทางดังกล่าวนี้เป็นข้อเสนอแนะที่ช่วยในการลดปริมาณของเสียของกระบวนการให้น้อยลงจากเดิม อีกทั้งเป็นการปรับปรุงค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ (C_{pk}) ด้วย โดยสามารถแสดงแนวทางในการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการให้มีค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ (C_{pk}) ให้ดีขึ้นและปรับปรุงให้จำนวนของเสียลดลงจากเดิมอีก ดังรูปที่ 9.6

รูปที่ 9.6 แสดงวงจรซิกซ์ ซิกม่า

9.3 ความสูญเสียที่สามารถลดได้

จากการกำหนดให้ใช้วิธีการปรับปรุงการทำงานโดยใช้เทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control) รวมถึงการซ่อมแซมชิ้นงานด้วยวิธีการลดระยะห่างระหว่างวัสดุพรุนกับท่อความร้อนโดยการเคาะ (Knocking)โดยจะกล่าวถึงวิธีการนี้ในภาคผนวก ช ซึ่งสามารถลดปริมาณของเสียในกระบวนการทำงานได้ดังแสดงในตารางที่ 9.1

ตารางที่ 9.1 *ตารางแสดงผลตอบแทนหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต ต้นทุนต่อหน่วย เท่ากับ 550 บาท ต่อหน่วย*

เดือน	ยอดขาย	ปริมาณของเสีย	Knocking	ปริมาณของเสียหลังปรับปรุงกระบวนการ	ความสูญ.เสีย
		433	188	245	134750
พ.ค.	5710	414	146	268	147400
มิ.ย.	5500	400	127	273	150150
ก.ค.	5600	407	130	277	152350
ส.ค.	7200	523	168	355	195250
ก.ย.	7520	546	185	361	198550
ต.ค. *	6320	135	46	89	48950
พ.ย.	5455	121	42	79	43450
ธ.ค.	4925	104	36	68	37400
* เริ่มทำการปรับปรุงกระบวนการ				รวม	1108250

จากตารางแสดงการวิเคราะห์ผลตอบแทนหลังทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานสามารถลดความสูญเสียได้ทั้งสิ้น 1,108,250 บาท ซึ่งเป็นผลมาจากทั้งการปรับปรุงกระบวนการทำงานด้วยการควบคุมปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ สามารถลดปริมาณของเสียได้ประมาณ 56 เปอร์เซ็นต์ และโดยการซ่อมแซมชิ้นงานด้วยวิธีการลดระยะห่างระหว่างวัสดุพรุนกับท่อความร้อนโดยการเคาะ (Knocking) นี้ช่วยลดปริมาณของเสียได้ประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์จากของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการ

9.4 สรุปการควบคุมกระบวนการผลิต

จากผลการทดสอบยืนยันผลการทดลองที่ผ่านมาพบว่าสามารถกำหนดค่าของปัจจัยที่ได้จากการหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมและรวมถึงการควบคุมผลลัพธ์ของกระบวนการจึงได้ทำการควบคุมกระบวนการโดยทำการใช้เทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ เมื่อทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการหลังการปรับปรุงมีค่า 0.91 ซึ่งเป็นค่าที่เพิ่มสูงขึ้น จากนั้นทำการพิจารณาจุดคุ้มทุน จากการเก็บข้อมูลตลอดช่วงการดำเนินการเป็นระยะเวลา 9 เดือน พบว่าสามารถลดความสูญเสียได้ทั้งสิ้น 1,108,250 บาท เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายในด้านความสูญเสียที่เกิดขึ้นหลังจากการปรับปรุงกระบวนการนั้นสามารถลดปริมาณของเสียลงได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้คืออย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์และการทำการปรับปรุงการทำงานด้วยการกำหนดปัจจัยนำเข้าที่มีความสำคัญทั้งสามปัจจัยนั้นไม่ทำให้ต้นทุนต่อหน่วยของชิ้นงานมีค่าเพิ่มขึ้นมากนักแต่สามารถที่จะลดปริมาณของเสียลงได้มากแต่เนื่องจากธรรมชาติของกระบวนการผลิตครีบระบายความร้อน (Heat Sink Tower) มีของเสียเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากจึงมีความคุ้มทุนที่จะดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการประยุกต์วิธีการทาง ซิกซ์ ซิกม่าสำหรับกระบวนการนี้อีกโดยสามารถที่จะปรับปรุงผลลัพธ์ของกระบวนการ (KPOV) อื่นๆ นอกเหนือจากค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ซึ่งคาดว่าจะสามารถลดปริมาณของเสียลงจากปริมาณของเสียเดิมได้จนถึงในระดับที่แทบไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอีก