บทที่ 2

การสำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 Coronado and Antony (2002)

ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่นำไปสู่ความ สำเร็จในการนำ Six Sigma ประยุกต์ใช้ขององค์กรต่าง ๆ เพื่อใช้ในการปรับปรุงกลยุทธ์ทางธุรกิจโดยการเพิ่มกำไร จากการขจัดความแปรปรวนและลดของเสียในกระบวนรวมถึงการลดค่าใช้จ่ายทางคุณภาพทราบถึงความต้องการและความคาดหวังของลูกค้า โดยการนำเทคนิคและเครื่องมือทางสถิติอย่างเช่น Motorola ได้ใช้จ่ายในการให้ความรู้และอบรมพนักงาน $170 million แต่สามารถที่จะประหยัดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากค่าใช้จ่ายทางคุณภาพได้ถึง $2.2 billion ปัจจัยที่นำไปสู่ความ สำเร็จ (CSFs) ได้แก่

1. การประกาศเจตนารมณ์และความมุ่งมั่นของผู้บริหารระดับสูง เช่น ในช่วงเริ่มต้นผู้บริหารระดับสูงของ Allied Signal ทำการลดเป้าหมายทางเงินลงเพื่อช่วยสนับสนุนโครงการในเบื้องต้น รวมถึงผู้บริหารระดับสูงของ GE ต้องทำการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผังองค์การ และเปลี่ยนทัศนะคติของพนักงาน
2. การเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมองค์การซึ่งเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของพนักงานโดยการ ขจัดความกลัวของพนักงานที่จะซ่อนเร้นข้อผิดพลาด หรือการต่อต้านการเปลี่ยนแปลง ให้ยอมรับการปรับปรุงพัฒนาด้วยการเพิ่มแรงจูงใจการให้ความรู้
3. การติดต่อสื่อสาร เช่น Sony Electronic ที่ให้ความสำคัญกับการแสดงข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้องค์กรหลีกเลี่ยงและเรียนรู้ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นอย่างทั่วถึงพร้อมกัน
4. การจัดโครงสร้างภายในองค์การ Citibank เน้นการทำงานเป็นทีม การทำงานข้าม สายงานสามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาสำคัญได้ถึง 73%
5. การฝึกอบรม โดยเน้น Belt System เพื่อช่วยทำให้เกิดการทำงานตามหลักการของ Six Sigma ทั่วทั้งองค์กร
6. การเชื่อมโยง Six Sigma สู่กลยุทธ์ทางธุรกิจ เช่น Ford Motor Company ได้เปลี่ยนกลยุทธ์จาก TQM ที่เน้นการแก้ไขปัญหาแต่ไม่พิจารณาค่าใช้จ่าย แต่ Six Sigma มีการวิเคราะห์ถึงต้นทุน กำไร ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ถึง $200,000 – 250,000
7. การเชื่อมโยง Six Sigma สู่ลูกค้า เพื่อช่วยลดช่องว่างระหว่างความคาดหวังของลูกค้ากับความสามารถของการทำงานที่ทำได้จริง
8. การเชื่อมโยง Six Sigma สู่ผู้ส่งมอบ ควรสร้างความสัมพันธ์อันดีและมีผู้ส่งมอบ น้อยรายเพื่อที่จะลดความแปรปรวนต่าง ๆ

9. การใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆ ตามหลักสถิติ เช่น เครื่องมือคุณภาพ การทดสอบสมมุติฐาน และอื่น ๆ
10. การเลือกโครงการตามความสำคัญ พิจารณาจากการแข่งขันทางธุรกิจการได้ เปรียบทางธุรกิจรอบเวลาของกระบวนการ ผลผลิตโดยรวม เป็นต้น

2.1.2 ภัทรา อายุวัฒน์ (2546)

ทำการศึกษาการลดของเสียที่เกิดจากค่าการรับน้ำหนักกดของชุดหัวอ่านสำเร็จไม่ได้ตามข้อกำหนดในกระบวนการประกอบหัวอ่านโดยใช้แนวทางซิกซ์ ซิกม่า มาประยุกต์ใช้ปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าการรับน้ำหนักกด (Gramload) ของชุดหัวอ่านสำเร็จ ซึ่งเป็นข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์ของลูกค้า และหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของปัจจัยดังกล่าวในการผลิตที่จะทำให้ปริมาณของเสียลดลง โดยหน่วยวัดผลระดับการปรับปรุงของการวิจัยที่กำหนดคือ ปริมาณของของเสียที่เกิดขึ้นในหน่วย Defect Part Per Million (DPPM) ซึ่งก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิตมีของเสียเท่ากับ 8,872 DPPM

จากข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการพบว่า มีปริมาณของเสียเกิดขึ้น 720 DPPM ซึ่งคิดเป็น 91.88 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนของเสียที่ที่ลดได้ก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิต

2.1.3 วีรพจน์ เหล่าโพธิวิหาร (2544)

ทำการศึกษาทฤษฎี ปรัชญา และขั้นตอนในการนำระบบ Six Sigma มาใช้ปรับปรุงผลิตภาพ รวมถึงกำหนดแนวทางการแก้ไขปรับปรุงสำหรับอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ โดยบริษัทซีเกท เทคโน โลยี(ประเทศไทย) จำกัด นำไปใช้ประกอบด้วยแผนการดำเนินงานกระบวนการ การจัดโครงสร้างองค์กร การอบรม และเส้นทางของระบบ Six Sigma ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิ ภาพในด้านต้นทุนที่ประหยัดได้ประมาณ 353,300 เหรียญสหรัฐ ซึ่งถือว่าประหยัด ได้เกินกว่าเป้าที่ตั้งไว้

2.1.4 นวลพรรณ ใจงาม (2543)

ทำการวิจัยเกี่ยวกับการลดของเสียที่เกิดจากการถ่ายเทกระแสไฟฟ้าสถิตย์ในกระบวนการประกอบหัวอ่านโดยใช้แนวทางซิกซ์ซิกมา โดยหลังจากการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตพบว่าอัตราส่วนข้อบกพร่องจากการถ่ายเทกระแสไฟฟ้าสถิตย์ลดลงจาก 31,600 DPPM เป็น 7,890 DPPM หรือเมื่อเทียบในระดับ σ สามารถปรับปรุงจากระดับ 3.36 เป็น 3.91 และสามารถ

ลดค่าความเสียหายและได้รับผลประโยชน์ตอบแทนจากการปรับปรุงคุณภาพ 163,999 ดอลลาร์สหรัฐ ภายในระยะเวลาสองไตรมาส

2.1.5 บุญสม ประเสริฐอัครกุล (2539)

ทำการศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสม ในการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติของโรงงานตัวอย่าง จากการศึกษาพบว่าบางจุดงานมีการใช้การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติอย่างไม่ ถูกต้อง และ ไม่เหมาะสมโดยวัดจากความสามารถของเครื่องจักร และได้ทำการ วัดค่า Cp และวัดความ สามารถของกระบวนการผลิต Cpk เพื่อบอกแบบวิธีการควบคุมกระบวน การผลิตเชิงสถิติ ที่เหมาะสม

จากผลการวิจัยได้ปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ 2 ลักษณะ คือ การใช้ แผนภูมิควบคุมเฉลี่ยและพิสัย การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง และได้ประเมิน ผลลัพธ์จากค่า Cp และ Cpk ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ค่าความเที่ยงตรง เปอร์เซนต์ของเสียของชิ้นงานที่เกิดขึ้นและจำนวนการผลิตที่เกิดขึ้น พบว่าปริมาณการผลิต ลดลงก่อนที่มีการปรับปรุง และค่าความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของจุดตรวจสอบเพิ่มขึ้น จากก่อนการปรับปรุง

2.1.6 ชาญชัย บวรโชคชัย (2545)

ทำการลดปริมาณของเสียที่เกิดจากค่า Pitch Static Attitude (PSA) ของแขนจับหัวอ่าน โดยนำวิธีการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางซิกซ์ ซิกม่า มาประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าความแปรแรวนของ PSA และหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของปัจจัยดังกล่าวในการผลิตที่จะทำให้ค่าความแปรแรวนลดลงได้ ซึ่งก่อนการปรับรุงกระบวนการผลิตมีปริมาณของเสียเท่ากับ 4,456 DPPM จากข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการพบว่า มีปริมาณของเสียเกดขึ้นประมาณ 997 DPPM ซึ่งคิดเป็น 77.63 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนของเสียที่ลดลงได้ก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิต และสามารถที่จะลดความสูญเสียได้เป็นจำนวนเงิน 2,750,580 บาท โดยประมาณการจากการขายที่พยากรณ์ไว้ของบริษัทจากเดือนกรกฎาคม 2545 ถึงเดือนมีนาคม 2546

2.1.7 กิตติศักดิ์ อนุรักษสกุล (2545)

ทำการวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนโครงร่างรถยนต์โดยใช้เทคนิค FMEA จากการศึกษาระบบการผลิตตลอดจนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ โดยการรวบรวม

และวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าของเสียส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการ DRAW, TRIM/PIERCE, และ SEPARATE จากการปรับปรุงและลดของเสียตามขั้นตอนการวิจัยพบว่า กระบวนการ DRAW มีของเสียก่อนการปรับปรุง 2.02% และหลังการปรับปรุงเป็น 0.79%, 0.24% และ 0.22% ตามลำดับ กระบวนการ TRIM/PIERCE มีของเสียก่อนการปรับปรุง 2.20% และหลังการปรับปรุงเป็น 0.70%, 0.25% และ 0.22% ตามลำดับ กระบวนการ SEPARATE มีของเสียก่อนการปรับปรุง 2.25% และหลังการปรับปรุงเป็น 1.06%, 0.20% และ 0.18% ตามลำดับ

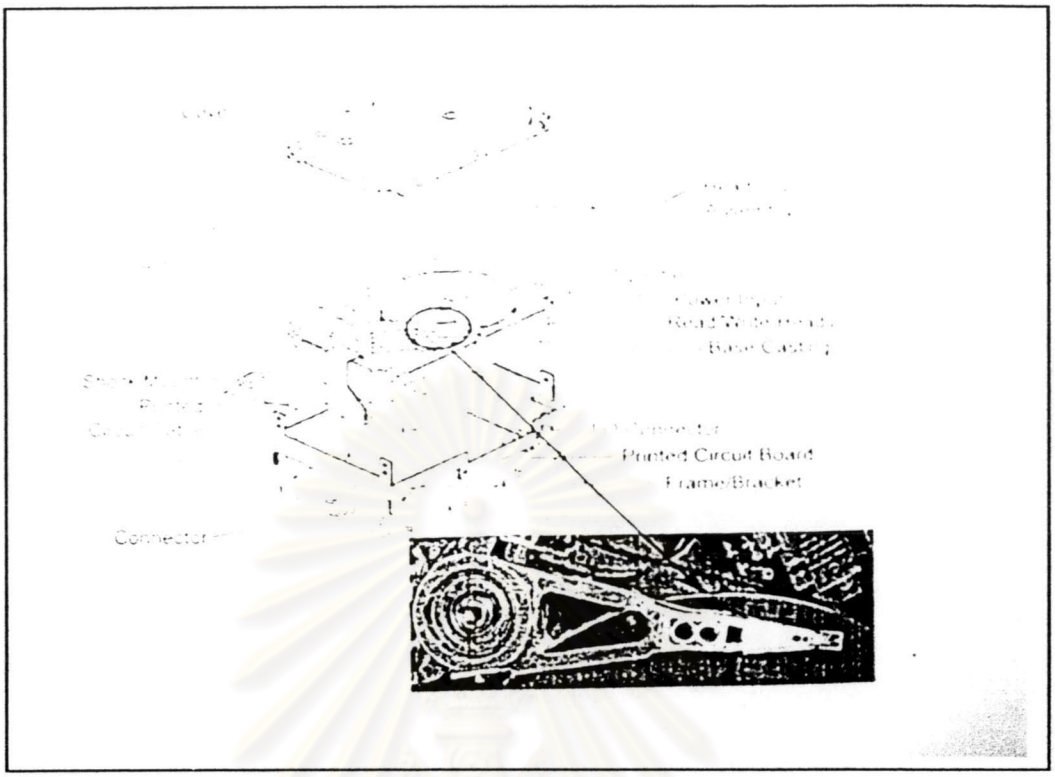
2.2 การสำรวจทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับฮาร์ดดิสก์

ฮาร์ดดิสก์ เป็นอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลต่างๆ ในระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้แผ่นจานโลหะกลมเคลือบด้วยสารเคลือบผิวพิเศษที่ถูกออกแบบให้สามารถที่จะเก็บข้อมูลต่างๆ ในรูปแบบทางแม่เหล็กไฟฟ้าได้

ฮาร์ดดิสก์ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยแผ่นจานแม่เหล็กสองแผ่นหรือมากกว่ามาจัดเรียงอยู่บนแกนเดียวกันเรียกว่า "Spindle" ทำให้แผ่นจานแม่เหล็กหมุนไปพร้อมๆ กัน จากการขับเคลื่อนของมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยความเร็วต่างๆ (มีหน่วยรอบต่อนาที เช่น 3600, 5400 และ 7200 รอบต่อนาที) แต่ละหน้าของแผ่นจานแม่เหล็กจะมีหัวอ่านเขียนประจำเฉพาะ โดยหัวอ่าน-เขียนทุกหัวจะเชื่อมติดกันคล้ายหวี สามารถเคลื่อนเข้า ออกระหว่างแทร็คต่างๆ อย่างรวดเร็ว ซึ่งส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์แสดงดังรูปที่ 2.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์

รายละเอียดของส่วนแระกอบหลักของฮาร์ดดิสก์ มีรายละเอียดดังนี้คือ

2.2.1.1 ตัวถังของฮาร์ดดิสก์จะเป็นแผ่นโลหะหุ้มโดยรอบและไม่มีรอยรั่วเพื่อ ป้องกันฝุ่นผงเข้าภายในฮาร์ดดิสก์ สาเหตุที่ต้องป้องกันฝุ่นผงก็คือ ฝุ่นผงมักจะมีขนาดใหญ่พอที่จะเข้าไปแทรกช่องว่างระหว่างหัวอ่านกับแผ่นจานแม่เหล็กที่ใช้เก็บข้อมูล เมื่อหัวอ่านเคลื่อนที่ก็จะเป็นการลากถู ฝุ่นผงไปบนผิวของจานแม่เหล็ก ทำให้สารแม่เหล็กที่เคลือบผิวเป็นรอยขีดข่วนเสียหายหรือไม่สามารถเก็บข้อมูลได้

2.2.1.2 ที่ด้านล่างสุดเป็นแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการทำงานของหัวอ่านและการหมุนจานแม่เหล็ก เรียกแผงวงจรนี้ว่า "ลอจิกบอร์ด" (Logic board) แล้วแปลงคำสั่งดังกล่าวให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อทำให้หัวอ่านมีสภาวะเป็นแม่เหล็กตามจังหวะข้อมูลที่ป้อนให้กับมัน นอกจากนั้นลอกจิกบอร์ดยังทำหน้าที่ควบคุมความเร็วในการหมุนจานแม่เหล็กให้คงที่ และบอกให้หัวอ่านเคลื่อนที่ไปมายังบริเวณข้อมูลที่ต้องการเขียน/อ่านอีกด้วย

2.2.1.3 แกนหมุนซึ่งประกอบด้วยแผ่นจานโลหะ 4 แผ่น 8 หน้า จะเชื่อมติดกับมอเตอร์ แล้วหมุนด้วยความเร็วหลายพันรอบต่อวินาที จำนวนแผ่นจานแม่เหล็กและหน้าของจานโลหะที่มีการเคลือบสารแม่เหล็กจะเป็นตัวบอกขนาดความจุข้อมูลของฮาร์ดดิสก์

2.2.1.4 แกนหัวอ่านซึ่งถูกกระตุ้นการทำงานด้วยกระแสไฟฟ้า จะดึงหรือผลักแขนของหัวอ่านให้วิ่งไปทั่วทั้งแผ่นจานแม่เหล็กด้วยความแม่นยำ โดยการปรับแต่งการหมุนของแกนหัวอ่านจะกระทำอยู่ตลอดเวลา โดยการอ่านตำแหน่งแทร็คที่มีการเขียนเป็นแนววงกลมทั่วไปบนแผ่นจานแม่เหล็ก

2.2.1.5 หัวอ่าน/เขียน จะติดอยู่กับแขนและยื่นออกไปบนแผ่นจานแม่เหล็ก เวลาเขียนข้อมูล หัวอ่านจะนำข้อมูลที่มาจากตัวควบคุมดิสก์ (Disk Controller) แปลงเป็นสนามแม่เหล็ก เพื่อเหนี่ยวนำให้สารเคลือบผิวเกิดการเรียงตัวใหม่ให้เป็นไปในทิศทางของข้อมูล ในทางกลับกัน การอ่านข้อมูลหัวอ่านก็จะอ่านผ่านสนามแม่เหล็กที่เกิดจากสารแม่เหล็กที่ผิว แล้วถอดรหัสสนามแม่เหล็กเหล่านั้นให้กลายเป็นข้อมูล

2.2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับซิกซ์ ซิกม่า

ขั้นตอนของแนวทางการวิจัยอาศัยแนวทางของซิกซ์ซิกม่า ดังนี้

2.2.2.1 ขั้นตอนการกำหนดแผนงานในการแก้ไขปัญหา (Define Phase)

- การกำหนดปัญหา (Problem Statement)

  ระบุปัญหาที่ต้องการทำการศึกษาและแก้ไข ซึ่งปัญหานั้น ๆ จะต้องสัมพันธ์ ในส่วนที่มีผลกระทบต่อลูกค้า หรือ ทางด้านคุณภาพ (CTQ's : Criitical to Quality)

- แผนภาพกระบวนการผลิต (Process Map)

  ส่วนนี้เป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งในการที่จะหาสาเหตุของปัญหา ซึ่งการสร้างแผนภาพของกระยวนการผลิต จะต้องทำอย่าละเอียดทุกขั้นตอนในการประกอบผลิตภัณฑ์ เพื่อที่จะสามารถระบุตัวแปรสำคัญในกระบวนการผลิต (Process Input) และผลลัพธ์ในกระบวนการผลิต(Process Output) ขั้นตอนนี้จึงเปรียบเสมือนเป็นการตรวจวิเคราะห์ ของกระบวนการผลิต ซึ่งอาจจะทำให้เราทราบถึงสิ่งผิดปกติ หรือทราบสาเหตุที่แท้จริงของความบกพร่องในการผลิต ที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งขั้นนี้นี้อาจเป็นขั้นตอนที่นำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหาโดยการทดลอง โดยการตั้งสมมุติฐาน หรือ โดยการใช้ข้อมูลทางด้านสถิติที่มีการเก็บรวบรวมอย่างถูกวิธีการ

สร้างแผนการไหลของผลิตภัณฑ์จำเป็น อย่างยิ่งในการระบุที่มีมาของข้อบกพร่อง และสิ่งที่ซ่อนในกระบวนการผลิต (Hidden Factory) ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผล ให้สูญเสีย เวลา เงิน ทรัพยากร และพื้นที่ใน การจัดเก็บ

- ผลรวมของสัดส่วนของเสีย (Rolled Throughput Yield)

ได้มาจากการคำนวณของสัดส่วนของเสียครั้งแรก และ ไม่รวมสัดส่วนของเสียที่ได้มาจากการซ่อมแซมการคำนวณสัดส่วนของเสีย ก็เพื่อเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ จากการควบคุมกระบวนการผลิต

- ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

(ฮิโตชิ คุเมะ, ผู้เขียน และ วีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์, 2536)

ผังแสดงเหตุและผล คือ ผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยต่าง ๆ (ที่เกี่ยวข้อง) กล่าวคือ คุณลักษณะทางคุณภาพคือผลที่เกิดขึ้นจากสาเหตุ คือปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นต้นตอของคุณลักษณะอันนั้น

การสร้างผังแสดงเหตุและผลที่จะเอื้อประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาได้จริง ๆ ไม่ใช่เรื่องง่าย ผู้ที่สามารถสร้างผังก้างปลาได้ถูกต้อง คือ ผู้ที่มีโอกาสแก้ปัญหาทางคุณภาพได้ถูกต้องเช่นเดียวกัน ข้อสังเกตเกี่ยวกับผังแสดงเหตุและผล จะต้องทำการแยกแยะและ เลือกสรรเพื่อหาปัจจัยอันเป็นสาเหตุ แห่งปัญหานั้นควรใช้การปรึกษาหารือในกลุ่มคนหลาย ๆ ความคิดมาร่วมกันเพราะการละเว้นหรือมอง ข้างปัจจัยบางอย่างไปจะก่อผลเสียภาพ หลังได้ (อาจทำให้การแก้ปัญหาผิดจุดได้) เลือกคุณลักษณะของปัญหาและปัจจัยสาเหตุ ในรูปขนาดหรือปริมาณที่สามารถใส่หน่วยวัดลงไปได้เพราะในที่สุดแล้วผลสรุปจากผังก้างปลา จะต้องนำไปแก้ไขปรับปรุงตัวแปรต่าง ๆ ในการผลิต การนำผังแสดงเหตุและผลไปใช้งานจะต้อง ก่อนสรุปปัญหาควรใส่น้ำหนักหรือคะแนนให้กับปัจจัยสาเหตุแต่ละตัวเพื่อ ได้ใช้การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ซึ่งแนวทางเสนอแนะนี้จะนำไปผังแสดงเหตุผลที่ได้ไปเชื่อมโยงกับ FMEA

2.2.2.2 ขั้นตอนการวัดเพื่อระบุสาเหตุของปัญหา (Measure Phase)

- การวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำของระบบการวัด

ในระบบการวัดมีความสำคัญมาก การวัดเป็นเสมือนกลไกในการควบคุม ผลิตภัณฑ์และเป็นการควบคุมกระบวนการ เพื่อเป็นการประกันคุณภาพสู่ลูกค้า กระบวนการวัดมีองค์ประกอบหลัก ๆ คือ เครื่องมือวัด พนักงานวัด ซึ่งมีสาเหตุมาจาก ทักษะความชำนาญ และระดับการฝึกฝน วิธีการวัดชิ้นงานที่วัดสิ่งแวดล้อมในการวัดซึ่งมี

สาเหตุมาจากอุณหภูมิ ความชื้นและธรรมชาติ เนื่อง จากแต่ละองค์ประกอบ มีความไม่เท่ากันจึงเกิดความผันแปรในระบบการวัด

การวิเคราะห์ระบบความแม่นยำของเครื่องมือวัดมีความสำคัญมาก เนื่องจากการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพหรือการป้องกันปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องมีความมั่นใจในความเสถียรของเครื่องมือวัด ซึ่งการวิเคราะห์ระบบการวัด มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของระบบการวัดในกระบวนการผลิต ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้หรือไม่ โดยการวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงสถิติ ของระบบการวัด เพื่อทำการแยกแหล่งความผันแปรออกเป็นชิ้นงาน (Part-to-Part-Variation) พนักงานวัด (Appraiser Variation) ความผันแปรร่วม (Interaction Variation)

(ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทยม 2538)
ได้นิยามคำว่าความแม่นยำและความเที่ยงตรงดังนี้

ความแม่นยำ (Precision) คือ ความสามารถในการวัดให้ผลค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ค่าไม่กระจัดกระจาย และจะให้ความแม่นยำไม่เปลี่ยนค่ามาก ไม่มีการปรับวิธีการหรือปรับเครื่องมือวัด

ความเที่ยงตรง (Accuracy) คือ ความสามารถในการวัดที่ให้ค่าใกล้ความจริงมาก ผลต่างของค่าจริงและค่าวัดโดยเฉลี่ยน้อยมาก

(กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2542)
การวิเคราะห์ความแม่นยำ มุ่งพิจารณา 2 ประเด็นหลัก คือ

คุณสมบัติเชิงสถิติของค่าวัดมีความไวต่อเทคนิคของพนักงานวัดหรืออุปกรณ์การวัดหรือไม่ และระบบการวัดที่พิจารณามีความสามารถในการตรวจจับความ ผันแปรของผลิตภัณฑ์ ที่แสดงความผันแปรของกระบวนการผลิตหรือไม่

คุณสมบัติด้านความแม่นยำนี้ ถ้าหากมีการจำแนกตามช่วงเวลาที่เกิดขึ้นแล้ว จะได้รับการแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือความสามารถในการทำซ้ำหรือ รีพีททะบิลิตี้ (Repeatability) และความสามารถในการทำเหมือนหรือรีโปรดิวซิบิลิตี้ (Reproducibility)

โดยที่ รีพีททะบิลิตี้ ของระบบการวัด หมายถึง ค่าความแตกต่างในการวัดอย่างต่อเนื่องกับชิ้นงานเดียวกันด้วยเครื่องมือเดียวกันและด้วยพนักงานคนเดียวกัน ซึ่งโดยปกติจะใช้ค่า รีพีททะบิลิตี้ ในการประมาณค่าความผันแปรของระบบการวัดในระยะสั้น (Short-Term Measurement)

ส่วน รีโปรดิวซิบิลิตี้ ของระบบการวัด หมายถึง ค่าความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของการวัดงานชิ้นเดียวกันด้วยเครื่องมือเดียวกัน แต่ต่างพนักงานกัน และโดยปกติจะใช้ค่า รีโปรดิวซิบิลิตี้ ในการประมาณค่าความผันแปรของระบบการวัดในระยะยาว (Long-Term Measurement)

นอกจากนี้อาจจะกล่าวอย่างสั้น ๆ ได้ว่า รีพีททะบิลิตี้ คือ ความผันแปรภายในเงื่อนไขการวัดด้วยกันในขณะที่ รีโปรดิวซิบิลิตี้ คือ ความผันแปรระหว่างเงื่อนไขของการวัด โดยเงื่อนไขที่กล่าวนี้ อาจจะหมายถึง พนักงานวัด อุปกรณ์จับยึด (จิ๊กและฟิกซ์เจอร์) และเงื่อนไขของสภาพแวดล้อมเป็นต้น

ในการประเมินผลค่ารีพีททะบิลิตี้ และรีโปรดิวซิบบิลิตี้ของระบบการวัด (GR&R Gage Repeatability and Reproducibility) จะหมายถึงการประเมินผลค่าผันแปรอันเนื่องมาจากการวัดค่าจริงของงานหนึ่งแบบซ้ำ ๆ ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน แล้วมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขเดียวกัน การวางแผนศึกษารีพีททะบิลิตี้และ รีโปรดิวซิบิลิตี้ของระบบการวัด วิธีการและเวลาที่จะมีการสอบเทียบเครื่องวัด การสอบเทียบเครื่องมือวัดถือเป็นการดำเนินการที่มีความสำคัญมากต่อการพิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนด้านความถูกต้องในระบบการวัด โดยปกติแล้วจะต้องมีการสอบเทียบก่อนการศึกษารีพีททะบิลิตี้ และ รีโปรดิวซิบิลิตี้ จะเริ่มต้นขึ้น และไม่ควรจะมีการสอบเทียบใหม่ถ้าหากการศึกษายังไม่สิ้นสุด เพราะถ้าหากมีการสอบเทียบใหม่ในระหว่างการศึกษาจะทำให้เกิดความผันแปรจากการสอบเทียบรวมอยู่กับค่า รีพีททะบิลิตี้ ของระบบการวัดด้วย

จำนวนพนักงานวัดที่ใช้สำหรับการศึกษา GR & R

ในการกำหนดจำนวนพนักงานวัดที่เหมาะสมสำหรับการศึกษานั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาก่อนว่าในระบบการผลิตมีพนักงานวัด (คือผู้ใช้เครื่องมือในการกำหนดค่าตัวเลขกับชิ้นงานเพื่อการตัดสินใจ) ในกรณีที่ระบบการวัดมีพนักงานวัดจำนวนหลายคนให้ทำการสุ่มพนักงานวัดมาทำการศึกษาอย่างน้อย 2 คน โดยพนักงานวัดทุกคนต้องผ่านการฝึกอบรม และปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานวัดในอุปกรณ์วัดที่ทำการศึกษาสำหรับงานประจำ

จำนวนสิ่งตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา GR & R

จำนวนสิ่งตัวอย่างที่จะใช้ในการศึกษานั้นโดยปกติจะแนะนำไว้ที่ 10 สิ่งตัวอย่าง ซึ่งถ้าหากไม่สามารถดำเนินการได้จะต้องพยายามให้ (จำนวนของสิ่งตัวอย่าง) × (จำนวนของพนักงานวัด) มากกว่า 15 และถ้าหากไม่สามารถดำเนินการได้ให้เพิ่มจำนวนซ้ำของการวัดในแต่ละสิ่งตัวอย่าง และสิ่งตัวอย่างที่จะใช้ในการวัดนี้ต้องเป็น

สิ่งตัวอย่างที่มีความแตกต่างมีนัยสำคัญ และในกรณีที่จะทำให้ระบบการวัดมีคุณภาพด้านความผันแปรเพียงพอต่อการตรวจจับความผันแปรของชิ้นงานในกระบวนการแล้ว จะต้องทำให้ข้อมูลแบ่งแยกได้ไม่ต่ำกว่า 5 กลุ่ม (ชิ้น)

จำนวนครั้งในการวัดซ้ำสำหรับสิ่งตัวอย่างแต่ละชิ้น

โดยปกติแล้วมักจะแนะนำให้ทำการวัดซ้ำที่แต่ละสิ่งตัวอย่างด้วยจำนวนซ้ำเท่า ๆ กัน (เรียกการทดลองแบบนี้ว่า Balance Design) ซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดให้มีการวัดซ้ำสำหรับพนักงานวัดแต่ละคน ด้วยจำนวน 2-3 ครั้งต่อชิ้นงานแต่ละชิ้น

วิธีการลดความผันแปรภายในสิ่งตัวอย่างของการศึกษา GR & R

ในการศึกษา GR & R บางกรณีนั้นจะไม่สามารถกำจัดความผันแปรภายในสิ่งตัวอย่างออกจากการวัดซ้ำ (หรือการประเมินรีพีททะบิลิตี้ได้) จึงต้องมีความพยายามเลือกงานในล็อตให้มีความใกล้เคียงกันให้มากที่สุด

วิธีการประเมินผลรีพีททะบิลิตี้และรีโปรดิวซิบิลิตี้ มีทั้งหมด 3 วิธี แต่ในที่นี้จะไม่ขออธิบาย

- วิธีอาศัยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)
- วิธีอาศัยค่าพิสัย (Range Method)
- วิธีอาศัยค่าเฉลี่ยและพิสัย (Average and Range Method)

วิธีอาศัยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

วิธีนี้เหมาะกับการวิเคราะห์ผล การศึกษาที่ได้มาจากการออกแบบการทดลองเพื่อพิจารณาว่าพนักงาน และชิ้นงาน เป็นสาเหตุความผันแปรอย่างมีนัยสำคัญ หรือไม่ และวิธีการนี้จะสามารถแยกความผันแปรจากสาเหตุร่วม ระหว่างชิ้นงาน และพนักงานวัด ออกจากค่า รีพีททะบิลิตี้ ได้ แต่อย่างไรก็ดีวิธีการนี้มีข้อเสียตรงที่ยุ่งยากในการคำนวณ แต่ส่วนใหญ่วิธีการนี้จะใช้กับ กรณีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการช่วยคำนวณ

ในการตีความหมายผลการวิเคราะห์จากตาราง ANOVA จะต้องเริ่มจากการวิเคราะห์ความมีนัยสำคัญของอิทธิพลร่วม (interaction effect) ระหว่างพนักงานและชิ้นงานก่อนเสมอ ซึ่งถ้าพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างพนักงานและชิ้นงานมีนัยสำคัญ แสดงว่าเมื่อเปลี่ยนชิ้นงานให้พนักงานคนเดิมทำการวัดแล้ว ผลการวัดจะเปลี่ยนไป ซึ่งจะพบว่าอิทธิพลร่วมมีผลมาก และในกรณีที่อิทธิพลร่วมมีนัยสำคัญนี้ก็ไม่มีความจำเป็นต้องตีความหมายจากอิทธิพลหลัก (main effect) ของพนักงานวัด

หรือชิ้นงานอีก เพราะว่าแม้อิทธิพลหลักของพนักงานวัดจะดูเหมือนมีผลอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่แท้จริงแล้วมีอิทธิพลมาก

2.2.2.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อระบุสาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)

- สถิติและการควบคุมคุณภาพ

(กัลยา วานิชย์บัญชา, 2539) ได้ให้คำนิยามคำว่า สถิติไว้ดังนี้ สถิติหมายถึง การวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูลเบื้องต้น การวิเคราะห์ข้อมูล และการนำผลการวิเคราะห์มาสรุปเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งที่สนใจ และสามารถนำผลการผลิตนั้นมาช่วยในการตัดสินใจ

- การตั้งสมมุติฐานในการ ตรวจสอบ (Hypothesis Testing)

จากที่กล่าวมาแล้วในลำดับขั้นตอนการออกแบบการทดลองว่า ในการวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยใช้วิธีทางสถิตินั้นจะมีความเสี่ยงเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่เสมอ ดังนั้นการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลจึงต้องอยู่ภายใต้ความเสี่ยงดังกล่าว

การตั้งสมมุติฐานในการตรวจสอบ จะตั้งสมมุตฐานใน 2 ทางเลือก คือ

Ho : ระดับของปัจจัยไม่มีผลต่อกระบวนการผลิต

H1 : ระดับของปัจจัยมีผลต่อกระบวนการผลิต

ทั้งนี้ภายใต้ความเสี่ยง 2 ตัวคือ $\propto$ และ β

$\propto$ หมายถึง ความเสี่ยงในการไม่ยอมรับสมมุติฐานหลัก (Null Hypothesis) ทั้งที่สมมุติฐานหลักเป็นจริงหมายถึง ความเสี่ยงในการยอมรับสมมุติฐานหลัก ทั้งที่สมมุติฐานหลักไม่เป็นจริงจากความเสี่ยงของทั้ง 2 แบบนี้เอง จึงต้องมีการกำหนดจำนวนซ้ำที่ใช้ใน การทดลองเพื่อให้มีความเชื่อมั่น หรือมีความเสี่ยงตามที่กำหนดไว้ และในการทำการวิเคราะห์ก็มักจะให้ค่าของ $\propto$ คงที่และให้ค่า β น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.2.2.4 ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve Phase)

- การออกแบบการทดลอง (Design of experiments)

การออกแบบการทดลองเพื่อตรวจดูว่าปัจจัย (Factor) ใดหรือตัวแปร (Input Variable) ใดที่มีผลต่อสิ่งที่ให้ความสำคัญ (หรือความสนใจ) ในผลิตภัณฑ์ที่ออกมา (Output Response) ปัจจัย (Factor) ในการผลิตสามารถแบ่งได้เป็น

ปัจจัยที่ควบคุมได้ (Controllable Factors) หมายถึง ปัจจัยที่สามารถ กำหนดค่าของปัจจัยนั้นได้ในการผลิต

การออกแบบการทดลองเพื่อวิเคราะห์ได้ว่า ปัจจัยใดมีผลต่อผลิตภัณฑ์หรือ ไม่ ต้องทำการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยอย่างน้อย 2 ระดับ แล้วทำการทดลอง จากนั้น จึงวิเคราะห์ผลการทดลอง

- วัตถุประสงค์ของการออกแบบการทดลอง

เพื่อยืนยันข้อเท็จจริง (Confirmation) คือ การพิสูจน์ถึงข้อเท็จจริง หรือ ความเชื่อจาก ประสบการณ์ หรือทฤษฎีบางอย่างที่อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการผลิต เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง (Exploration) คือ การศึกษาถึง อิทธิพลของเงื่อนไข ใหม่ที่มีผล ต่อกระบวนการ

- คำจำกัดความ (Definition)

  - อิทธิพลหรือผล (Effect) หมายถึงผลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตาม
  - ปัจจัย (Factor) หมายถึง สิ่งที่คิดว่ามีอิทธิพลต่อผลการทดลองของ คุณสมบัติในตัว ผลิตภัณฑ์
  - ระดับของปัจจัย (Level of Factor) หมายถึง ปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบเล็ก ๆ น้อย ๆ และไม่สามารถควบคุมได้

- หลักในการออกแบบการทดลอง

การทำแบบสุ่ม (Randomization) คือ การให้โอกาสในการเก็บข้อมูลของข้อมูลแต่ละตัวเท่า ๆ กันเพื่อกระจายผลของปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ให้กับทุกระดับที่ศึกษาให้เท่า ๆ กัน การทำแบบสุ่มยังสามารถแบ่งออกได้อีกเป็น 3 วิธี คือ

  - การทำแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomization)
  - การทำแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple Randomization)
  - การทำแบบสุ่มแบบสมบูรณ์ภายในบล็อก (Complete Randomization within Blocks)

การทำซ้ำ (Replication) คือ การทำการทดลองซ้ำในแต่ละข้อมูล เพื่อกำจัดเอาผลของ ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ออก

การบล็อก (Blocking) คือ การจัดกลุ่มทำการเก็บข้อมูลเป็นช่วง เพื่อลดผลจากปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ แต่ไม่จำเป็นที่จะต้องมีการทำเสมอไป

- ลำดับขั้นการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง

การนิยามปัญหาเป็นการระบุว่า ความต้องการในการผลิตคืออะไร และต้องการรู้อะไรบ้างในการผลิต ซึ่งการนิยามปัญหานี้จะเกี่ยวโยงไปถึงวัตถุประสงค์ของการทดลองการเลือกปัจจัยที่มีผล และระดับปัจจัยเป็นการใช้หลักการทางทฤษฎี และประสบการณ์ที่เคยปฏิบัติมาในการผลิต เพื่อระบุว่ามีปัจจัยใดบ้างที่น่าจะมีผลต่อการทดลอง และในแต่ละปัจจัยนั้นควรจะมีช่วงในการทดลองอย่างไร เพื่อระบุระดับของปัจจัยในการทดลอง สุดท้ายคือ ระบุว่าระดับที่ใช้เป็นแบบกำหนด (Fixed Levels) แบบสุ่ม (Random Levels) หรือแบบผสม (Mixed Levels)

- แบบกำหนด (Fixed Levels) หมายถึง ระดับของปัจจัยที่สามารถควบคุมหรือกำหนดค่าได้แน่นอน
- แบบสุ่ม (Random Level) หมายถึง ระดับของปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมหรือกำหนดค่าของปัจจัยได้แน่นอน
- แบบผสม (Mixed Levels) หมายถึง การผสมผสานระดับของปัจจัยที่เป็นทั้งแบบกำหนดได้และแบบสุ่ม

การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Response Variables) ในการเลือกตัวแปรตอบสนอง ผู้ทำการทดลองจะต้องเลือกตัวแปรที่สามารถให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษา และการวัดค่านั้นจะต้องแม่นยำรวมทั้งความถูกต้องของเครื่องด้วย

การเลือกแบบทดลอง จะต้องพิจารณาถึงจำนวนข้อมูลที่ทำซ้ำในการทดลอง ความเหมาะสม ข้อจำกัดในการสุ่ม (Randomization) และการบล็อก (Blocking) ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ต้องนำมาเกี่ยวโยงกันในด้านความเสี่ยงและต้นทุนที่ใช้ในการทดลอง สำหรับการเลือกปัจจัยการทำการทดลอง ในขณะทำการทดลองจะต้องปฏิบัติตามหลักการที่ได้ออกแบบไว้นั่นคือ ต้องมีการสุ่ม การทำซ้ำ ข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง คือ ความถูกต้องของเครื่องมือวัด และความสม่ำเสมอในการทดลอง เพื่อให้ความผิดพลาด (Error) ที่ออกมามีน้อยที่สุด การวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้ความรู้ทางสถิติมาวิเคราะห์และสรุปผล รวมทั้งตัดสินความถูกต้องของข้อมูลที่เกิดขึ้น ก่อนที่จะตีความข้อมูล วิธีทางสถิติไม่สามารถบอกได้ว่าปัจจัยใดมีผล (Effect) เท่าใดได้แน่นอน แต่เป็นเพียงเครื่องมือที่ให้แนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล แล้วจะต้องสรุปผลของการวิเคราะห์ซึ่งอาจแสดงในรูปกราฟ ตาราง แผนภูมิ อื่นๆ

- การเลือกแบบการทดลอง

แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomize Design) ใช้กับการทดลองปัจจัยเดี่ยว (Single Factor Experiment) ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้มีขนาดไม่โดนักและไม่มีปัจจัยรบกวนการทดลองจะทำโดยยึดหลักการทำแบบสุ่ม (Randomization) และการทำซ้ำ (Replication)

- ขั้นตอนในการทำการทดลอง
  - กำหนดตัวแปรตอบสนอง (Response variable) และปัจจัยที่ควบคุมได้ (Controllable factor) ที่สนใจ
  - ทำการทดลองโดยสุ่มแบบสมบูรณ์ (Complete random) ในการวัดค่า
  - วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน

- แผนการทดลองแบบบล็อกสุ่ม (Randomize Block Design)

  ใช้กับการทดลองปัจจัยเดียวและมีปัจจัยรบกวน (Noise factor) หลักการของแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่ม คือต้องทำการสุ่ม (Randomization) ทุกครั้งต้องทำซ้ำทุกการทดลองทำ การบล็อก (Blocking) เพื่อลดปัจจัยรบกวน การบล็อก (Blocking) อาจจะทำมากกว่า 1 บล็อกก็ได้ ซึ่งขึ้นกับจำนวนของปัจจัยรบกวน

- ขั้นตอนในการทำการทดลอง
  - ออกแบบและวางแผนการทดลอง
  - เก็บข้อมูล
  - วิเคราะห์ผลการทดลอง โดยใช้ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA Table) ซึ่งจะต้องมีผลของบล็อก (Block Effect) ด้วย

- แผนการทดลองแบบแฟคโทเรียล (Factorial Design)

  ใช้กับการทดลองที่มีปัจจัยตั้งแต่ 2 ปัจจัย ซึ่งเป็นการทดลองที่มีหลายปัจจัย (Multiple Factor Experiment) และเนื่องจากปัจจัย (Factor) มากกว่า 1 ปัจจัย ดังนั้นนอกจากจะเกิดอิทธิพลของปัจจัย (Main Effect) ที่สนใจแล้ว ยังอาจเกิดอิทธิพลของปัจจัยร่วม (Interaction Effect) ได้ด้วย

  อิทธิพลของปัจจัยร่วม (Interaction Effect) คือ ผลที่เกิดขึ้นจากการที่ปัจจัยหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปแล้ว มีผลทำให้อิทธิพล (Effect) ของอีกปัจจัยหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังตัวอย่างการเกิดอิทธิพลของปัจจัยร่วม หรือปฏิสัมพันธ์ ซึ่งเมื่อไม่มีอิทธิพลของปัจจัยร่วม แสดงดัง (1) และเมื่อมีอิทธิพลของปัจจัยร่วมแสดงดัง (2) โดย A และ B คือปัจจัย 2 ปัจจัย เหตุที่ใช้เนื่องจากการออกแบบ 2^k แฟคโทเรียล นั้นเหมาะสมกับรูปแบบ (Model) ที่มีความเป็น เส้นตรง (Linearity) จึงจะมีความถูกต้องในการตีความข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น หากว่าอิทธิพลของปัจจัยต่อตัวแปรตอบสนองมีความเป็นเส้นตรง (linearity) ไม่ดีแล้วจะหันมาใช้ แบบ 3^k แฟคโทเรียลแทนจะเหมาะสมกว่า

  แผนการทดลองแบบแฟรกชั่นนอลแฟคโทเรียล (Fractional Factorial Design) เป็นการประยุกต์ จากการออกแบบการทดลองแบบแฟคโทเรียล (Factorial Design)

โดยการออกแบบการทดลองแบบแฟคโทเรียล จะใช้กับการทดลองหลายปัจจัยที่มีปัจจัยเป็นจำนวนมาก จึงต้องทำการตัดปัจจัยบางตัวออก โดยอาศัยหลักการคอนฟาวด์ (Confound)

การคอนฟาวด์ (Confound) แนวเทคนิคที่ใช้ช่วยในการออกแบบ ทำให้ขนาดของบล็อกเล็กลงจากเดิม ซึ่งในการออกแบบนี้จะเกิดผลทำให้สารสนเทศเกี่ยวกับอิทธิพลของทรีตเมนต์(Treatment effect) รวมปะปนอยู่กับอิทธิพลของบล็อก (Block effect) เสมอ การเลือกอิทธิพลของทรีตเมนต์ที่จะทำการคอนฟาวด์ (Confound effect) จะเลือกจากความรู้ในกระบวนการผลิตเป็นตัวกำหนด โดยเลือกทรีตเมนต์ที่คาดว่าจะมีผลน้อย ต่อตัวผลิตภัณฑ์

การประมาณการทดสอบเอฟ (Approximate F-Test) ในการทดลองแบบแฟคโทเรียล ที่มีปัจจัย 3 ปัจจัยหรือมากกว่า ซึ่งจะเป็นรูปแบบกำหนด รูปแบบอื่นๆ และการออกแบบที่ซับซ้อน บ่อยครั้งพบว่าไม่สามารถที่จะทดสอบทางสถิติได้อย่างถูกต้องในบางอิทธิพลของ ทรีตเมนต์ ซึ่งการแก้ไขหนทางหนึ่งที่เป็นไปได้ คือ การตั้งสมมุติฐานว่าในบางปฏิสัมพันธ์บาง อิทธิพลสามารถที่จะละเลยได้

2.2.2.5 ขั้นตอนการควบคุมระบวนการผลิต (Control Phase)

- แผนภูมิควบคุม

(ฮิโตชิ คุเมะ, ผู้เขียน, วีระพงษ์ เฉลิมจิระวัฒน์, ผู้แปล, 2541)

ได้อธิบายความหมาย ของแผนภูมิควบคุม (Control Chart) ดังนี้แผนภูมิควบคุม คือแผนภูมิหรือกราฟที่จัดทำ ขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลจากขอบเขตที่ กำหนด (Specification) ที่ระบุคุณสมบัติ ทางคุณภาพข้อใดข้อหนึ่งของชิ้นงานที่ดำเนินการผลิตและจะต้องควบคุม เพื่อใช้เป็น แนวทางในการติดตามผลการผลิตจากกระบวนการผลิตขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง โดยการตรวจวัดคุณภาพของลิ้นงาน ซึ่งในการวัดข้อมูลอาจจะอยู่ในลักษณะ 2 แบบ คือ ข้อมูลที่ได้จากการวัด (Variable Data) และข้อมูลที่ได้จากการนับ (Attribute Data) จากนั้นเขียน บันทึกลงในแผนภูมินั้น ๆ ซึ่งโดยแหติจะมีเส้นควบคุม 3 เส้น ได้แก่ เส้นขอบเขตกลาง คือ เส้นที่แสดงขนาดหรือจำนวนที่เป็นข้อกำหนดหรือเป้าหายในการผลิต เส้นขอบเขตควบคุมบน และเส้นขอบเขตควบคุมล่างเป็นค่าที่อนุญาตให้มีความคลาด เคลื่อนในการผลิตเกิดขึ้นได้ และหากอยู่นขอบเขตนี้ก็ถือว่าผลการผลิตยอมรับได้ แต่หากว่าค่าที่ได้อยู่นอกเหนือขอบเขตควบคุม (ไม่ว่าในทางมากกว่าหรือต่ำกว่า) ถือว่าการ ผลิตในขณะนั้นยอมรับไม่ได้จะต้องมีการ ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องโดยทันที

โดยธรรมชาติของกระบวนการผลิต ทั้งหลายย่อมมีความผันแปร (Variation) เกิดขึ้นกับชิ้นงานหรือผลผลิตได้ โดยความผันแปรบางชนิดเป็นเรื่องแปติและอนุญาต

หรือยอมให้ เกิดขึ้นได้ในการผลิตโดยไม่ก่อความเสียหายต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่ความผันแปรบางชนิดมีผลกระทบมาก และมีผลเสียหายต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพราะทำให้ขนาดของชิ้นงาน หรือคุณสมบัติบางประการผิดไปจากมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นกรณีเข้าใจในสาเหตุแห่งความผันแปรจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยสาเหตุความผันแปรต่างๆ มีผลมาจากสาเหตุ สำคัญ 2 ชนิด คือ

สาเหตุที่เป็นปกติวิสัย หรือเป็นธรรมชาติของการผลิต (Chance Cause) เป็นลักษณะสาเหตุของความผันแปรที่ไม่มีความรุนแรงและไม่มีผลต่อคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้เกิด

จากความผันแปรหรือความแตกต่างเล็กๆ น้อยๆ ของวัตถุดิบและปัจจัยการผลิตต่างๆ ซึ่งแน่นอนว่าไม่มีของสองสิ่งที่เหมือนกันทุกประการวัตถุดิบ 100 ชิ้น ที่มีขนาดตรงกันตามข้อกำหนดทั้ง 100 ชิ้น ก็จะมีขนาดแต่ละชิ้นที่แตกต่างกันออกไปเพียงแต่ว่าความแตกต่างเหล่านั้นอยู่ในพิกัดที่ขอบเขตข้อกำหนดได้อนุญาตเอาไว้แล้วในค่าพิกัดความเผื่อ (tolerance) ของชิ้นงาน

ฉะนั้นความผันแปรในคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากสาเหตุที่เป็นปกติวิสัยของการผลิตจึงเป็นสิ่งที่ยอมรับได้ในการควบคุมคุณภาพด้วยแผนภูมินี้ นั่นคือ กระบวนการผลิตที่เขียนแสดงด้วยแผนภูมิควบคุมแล้วไม่มีจุดใดจุดหนึ่งอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุม (The Process is In Control)

สาเหตุที่ระบุได้หรือสาเหตุที่กำจัดได้ (Assignable Cause) เป็นลักษณะสาเหตุของ ความผันแปร ที่เกิดจากความผิดพลาด ความผิดปกติ ความชำรุด ความไม่ได้เกณฑ์ ฯลฯ ของปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และไม่ใช่เป็นปกติวิสัย หรือธรรมชาติของการผลิตนั้นๆ จำเป็นจะต้องได้รับการกำจัดหรือแก้ไขจึงจะทำให้คุณ ภาพของงานผลิตกลับเข้าสู่สภาวะปกติอีกครั้งได้

ในแผนภูมิควบคุม เมื่อมีจุด(ซึ่งเขียนจากการเก็บข้อมูลและวัดค่าชิ้นงานตัวอย่างจากการผลิต) ปรากฏว่าอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุมย่อยแสดงได้ว่าเกิดมีสาเหตุที่ระบุได้เกิดขึ้นมาในกระบวนการผลิตนั้นแล้ว และเรียกสภาวะผลิตนั้นว่ากระบวนการผลิตอยู่นอกควบคุม (The process is out of control)

(ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, 2538)

ได้อธิบายว่าแผนภูมิควบคุมคิวซีเป็นคิวซีเทคนิค อีกชนิดหนึ่งที่ใช้ควบคุมการผลิตในระหว่างการผลิต เพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการผลิตมีจุดใด เปลี่ยนแปลงหรือไม่ หรือการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ ยังอยู่ในพิกัดควบคุมหรือไม่ ปกติจะใช้แผนภูมิควบคุมกับระบบการผลิตสภาพปกติ หรือมีการผลิตสม่ำเสมอ จะไม่ใช้กับการผลิตเป็นแบบเลว ๆ หรือผิดปกติโดยเด็ดขาด จุดมุ่งหมายที่ใช้เทคนิคของแผนภูมิควบคุมมีดังนี้

- เพื่อหาเป้าหมาย หรือมาตรฐานของการผลิต
- เพื่อใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบว่า การผลิตอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่
- เพื่อใช้เป็นเครื่องมือเพื่อให้ได้เป้าหมายที่วางแผนล่วงหน้าไว้แล้ว

การนำแผนภูมิควบคุมมาใช้งาน ก่อนอื่นจำเป็นต้องเข้าใจลักษณะของเส้นควบคุม เสียก่อนคือเส้นควบคุมข้อกำหนด (Specification Limit) หมายถึง ค่าขอบเขตข้อกำหนดของสินค้า หรือชิ้นงานที่โรงงาน หรือรัฐบาลเป็นผู้กำหนดขึ้น ทั้งนี้เส้นควบคุมข้อกำหนด ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ออกแบบว่าต้องการเสี่ยงหรือความปลอดภัย (Safety Factor) ไว้ที่ระดับ เท่าใด

เส้นควบคุมขีดความสามารถ (Process Capability limit) หมายถึง ค่าขอบเขตความสามารถจริงของกระบวนการ โดยทั่วไปคำนวณจากค่าพารามิเตอร์ของประชากร หรือ คำนวณจากกลุ่มตัวอย่างที่จำนวนมาก เส้นควบคุมขีดความสามารถมีขนาดความกว้างเท่ากับ ค่าห่างจากค่าเฉลี่ยของประชากร $\pm 3\sigma$ และกำหนดเส้นขอบเขตควบคุม สำหรับเป็นสัญญาณเตือนว่าการผลิตเริ่มออกจากการควบคุมหรือยังกำหนดในช่วงค่าเฉลี่ย $\pm 2\sigma$

การใช้งานแผนภูมิควบคุม การใช้แผนภูมิควบคุมในกระบวนการผลิต ควรมีเทคนิคต่อไปนี้ เลือกบริเวณที่จะควบคุม ก่อนอื่นก็คือปัญหาอะไรที่จะต้องทำ และเรามีจุดมุ่งหมายอะไร จากการตัดสินในปัญหาทำให้ทราบทันทีอย่างชัดเจนว่า ต้องการข้อมูลอะไรพิจารณาการใช้แผนภูมิควบคุมแบบไหน อาจจะเป็นแผนภูมิแบบ X-R, X, pn, p, c หรือ u chart ก็ได้ ขึ้นอยู่กับโรงงานและผลิตภัณฑ์แต่ละแห่งทำแผนภูมิควบคุม

สำหรับการวิเคราะห์เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่เหมาะสมแล้วใช้ข้อมูลที่ผ่านมาทำแผนภูมิ ถ้ามีจุดใด ๆ ผิดปกติต้องทำการค้นหาเหตุผลที่ทำให้คุณภาพเปลี่ยนไปทันที แล้วทำการแก้ไขสร้างแผนภูมิควบคุม สำหรับการควบคุมในโรงงานหากว่าต้นเหตุที่ทำให้คุณภาพเปลี่ยนขจัดหมดสิ้นแล้วและกระบวนการผลิตก็คงที่ ให้พิจารณาดูอีกครั้งว่าผลิตภัณฑ์ ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้หรือไม่ หลังจากนั้นถ้าทุกอย่างเรียบร้อยก็ให้สรุปผลทั้งหมด เพื่อทำมาตรฐานวิธีการทำงาน (Standardize Working Procedure) หรืออาจจะมีการปรับปรุงให้ดีขึ้น ถ้าจำเป็นต่อเส้นควบคุมของแผนภูมิออกไป จากนั้นพล็อตข้อมูลที่ถูกเก็บได้ในแต่ละวันก่อนไปควบคุมกระบวนการผลิต ถ้าการทำงานของคนงานและวิธีการผลิต เป็นแบบมาตรฐานแล้ว

แผนภูมิควบคุมจะชี้แสดงออกให้เห็นว่าสภาวะที่โรงงานอยู่ภายใต้การควบคุมที่ดีหรือไม่ แต่ถ้าปรากฏว่าสิ่งที่ผิดปกติเกิดขึ้น ต้องการค้นหาสาเหตุทันที แล้วแก้ไขให้ถูกต้องเสีย คำนวณเส้นควบคุมใหม่ ถ้าเครื่องจักรหรือมาตรฐานการทำงานเปลี่ยนแปลง เส้นควบคุมต้อง นำมาคำนวณใหม่ ถ้าการควบคุมของกระบวนการผลิตในโรง

งานยังดีตลอด ระดับคุณภาพ ที่แสดงบนแผนภูมิจะปรับดีเพิ่มด้วย ในกรณีเช่นนี้ให้สังเกตแผนภูมิควบคุมเป็นระยะในการคำนวณเส้นควบคุม ให้สังเกตกฎต่อไปนี้

- ข้อมูลที่จุดผิดปกติซึ่งค้นพบสาเหตุหรือไม่มีการแก้ไขควรจะรวมเข้าไปในการคำนวณ ใหม่
- ข้อมูลที่จุดผิดปกติ แต่ไม่พบสาเหตุ หรือไม่มีการแก้ไขควรจะรวมเข้าไปในการคำนวณ ใหม่

- วิธีการอ่านแผนภูมิควบคุม

(วีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์, ผู้แปล, 2537)

สิ่งที่สำคัญที่สุดของการควบคุมคุณภาพโดยใช้แผนภูมิ คือ การอ่านหรือตีความหมาย จากภาพที่ปรากฏบนแผนภูมิ เพื่อโยงเหตุผลไปที่สภาวะของกระบวนการผลิต ซึ่งได้ผลิตข้อมูลที่เราได้นำมาเขียนเป็นแผนภูมิควบคุมเพราะอาการผิดปกติต่างๆ ในกระบวนการผลิตที่จะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะแสดงออกให้เป็นรูปธรรมที่แผนภูมิควบคุมนี้เอง และเมื่อเราตรวจพบความผิดปกติของ กระบวนการผลิตโดยอ่านจากแผนภูมิควบคุมนี้แล้ว เราได้ไปทำการแก้ไขที่สาเหตุของความผันแปรใดๆ ในกระบวนการผลิตนั้น เพื่อปรับสภาพวะการผลิตให้กลับสู่สภาวะที่อยู่ในควบคุม (In controlled) ได้ต่อไป

ข้อแนะนำเกี่ยวกับ 6 ลักษณะอาการสำคัญเพื่อการอ่านแผนภูมิควบคุมอยู่นอกการควบคุมพบได้ชัดเจนคือมีจุดในแผนภูมิปรากฏอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุม เรียกว่า จุดอยู่นอกควบคุม (Out of control) อาจอยู่นอกค่าสูงหรือค่าต่ำก็ได้

- การรัน (Run)

เมื่อปรากฏติดต่อกันบนซีกใดซีกหนึ่งของเส้นค่ากลาง เราเรียกว่า เกิดรัน ความยาวของรันแต่ละชุดนับจากจำนวนจุดในชุดนั้นและรันที่มีความยาวตั้งแต่ 7 จุดขึ้นไป เราตีความได้ว่า ได้เกิดความผิดปกติขึ้นแล้วในการผลิตช่วงที่เกิดรันนั้น

- การเกิดแนวโน้ม

การมีจุดต่อเนื่องกันไปในทิศทางเดียวกันอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการสลับฟันปลาเลยมีผลทำให้เส้นต่อจุดเหล่านั้นคล้ายๆ เส้นตรงพาดขึ้นหรือพาดลงเช่นนี้ เราเรียกว่ามีการเกิดแนวโน้ม (Trend) ขึ้นในแผนภูมิควบคุม แนวโน้มที่ว่านี้คือแนวโน้มที่กำลังบอกเราว่าค่าเฉลี่ยของขนาดควบคุมที่ผลิตได้จากกระบวนการผลิตนั้นกำลังมีปัญหาหรือมีแนวโน้ม จะเคลื่อนไปจากขนาดกำหนดที่ได้ตั้งเอาไว้แต่แรก

- การเกิดการเข้าใกล้เส้นขอบเขตควบคุม

  หากเราแบ่งระยะ 3 ซิกมา (3σ) จากเส้นค่ากลางออกเป็นเส้น 2σ แล้วพบว่ามีจุด 2 จุด ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันในแต่ละช่วงได้ตกไปอยู่ในพื้นที่ระหว่างเส้น 2σ กับเส้นขอบเขตควบคุม(3σ) ถือได้ว่าเกิดการเข้าใกล้เส้นขอบเขตควบคุม (Approach to the control limits) และเป็นการบอกว่ามีความผิดปกติขึ้นในกระบวนการผลิตแล้ว

- การเกิดการเข้าใกล้ค่ากลาง

  หากพบว่าเส้นกราฟทั้งหมดตกอยู่ในระหว่างเส้น 1.5σ นับจากเส้นค่ากลางขึ้นไปและลงมาแล้ว ไม่ได้หมายความว่ากระบวนการผลิตนั้นอยู่ในควบคุมแต่กลับแสดงว่าคงจะมีความผิดพลาดเกิดขึ้น ในการกำหนดขนาดของกลุ่มย่อยข้อมูลอาจมีการปะปนกันของข้อมูลที่นำมาจากต่างประชากรกัน และเกิดการปะปนกัน

- การเกิดวัฏจักร

  มีลักษณะ คือ ค่าในเส้นกราฟจะเปลี่ยนแปลงขึ้นๆ ลงๆ มีลักษณะเป็นวงจร วงรอบหรือวัฏจักร ที่เกือบจะทำนายลักษณะเส้นกราฟในช่วงต่อๆ ไปได้ ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า เกิดวัฏจักร (Periodicity)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย