บทที่ 2
แนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษามีจุดมุ่งหมายคือศึกษาการนำแนวคิดลีน (LEAN) มาลดความสูญเปล่าในกระบวนจัดส่งเลือดสำหรับผู้ป่วยฉุกเฉินที่ต้องการเลือดด่วนเพื่อช่วยลดระยะเวลาในการรอคอยการได้รับเลือดของผู้ป่วย ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงจากภาวะแทรกซ้อนในการรักษา ที่นำสู่การรักษาที่ยาวนานมากขึ้น หรือผู้ป่วยอาจเสียชีวิตได้ โดยจะประกอบด้วย แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดลีน (LEAN)

2.2 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ Root Cause Analysis (RCA)

2.3 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ ECRS

2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดลีน (LEAN)

2.1.1 ความหมายของระบบการผลิตแบบลีน (LEAN)

นิยามของคำว่า ลีน เมื่อเปิดพจนานุกรมจะแปลว่า “ผอมหรือบาง” หรือที่เข้าใจได้ง่ายๆ ก็คือ ไม่มีส่วนเกิน ถ้าเปรียบเทียบกับคนในความหมายเชิงบวก ก็หมายถึงคนที่มีร่างกายสมส่วน ปราศจากชั้นไขมัน แข็งแรง ว่องไว กระฉับกระเฉง ถ้าเปรียบเทียบกับองค์กรก็หมายถึงองค์กรที่ดำ เนินการโดยปราศจากความสูญเปล่าในทุกๆ กระบวนการ มีความสามารถในการปรับตัวตอบสนองความต้องการของตลาด และผู้รับผลงานได้ทันท่วงที มีประสิทธิภาพเหนือคู่แข่ง ลีน (LEAN) เป็น holistic & sustainable approach ที่ใช้ทุกสิ่งทุกอย่างน้อยลง แต่ให้ได้ผลงานมากกว่า ผลงานที่ใกล้เคียงความต้องการของลูกค้ามากที่สุด สิ่งที่ลดน้อยลง คือ ความสูญเปล่า, วงรอบเวลา, ผู้ส่งมอบ, ความคร่าครึ , การใช้แรงคน เครื่องมือ เวลา และพื้นที่ปฏิบัติงาน สิ่งที่เพิ่มมากขึ้น คือ ความรู้และพลัง อำนาจของผู้ปฏิบัติงาน,ความยืดหยุ่นและขีดความสามารถขององค์กร, ผลิตภาพ, ความพึงพอใจของลูกค้าความสำเร็จในระยะยาว

ลีน (LEAN) คือ การออกแบบและการจัดการกระบวนการ ระบบ ทรัพยากร และมาตรการต่าง ๆ อย่างเหมาะสม ทำให้สามารถส่งมอบผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมในครั้งแรกที่ดำเนินการ โดยพยายามให้ เกิดความสูญเสียน้อยที่สุด (Minimum Waste) หรือมีส่วนเกินที่ไม่จำเป็นน้อยที่สุดโดยความสูญเสียดังกล่าวนั้นไม่ได้ประเมินจากผลลัพธ์ขั้นสุดท้าย (Final Products) เพียงอย่างเดียว แต่จะประเมินจากกิจกรรมหรือกระบวนการทั้งหมดที่ใช้ทรัพยากรโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม (Non-Value Added) ในการผลิตหลักการ LEAN จะเน้นไปที่การจัดหาผลิตภัณฑ์หรือ

การบริการที่ลูกค้าต้องการ โดยการทำความเข้าใจในกระบวนการผลิต และบ่งชี้ความสูญเสียภายในกระบวนการเหล่านั้นและกำจัดความ สูญเสียเหล่านั้นทีละขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง การผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) เป็นปรัชญาการผลิตที่มีพื้นฐานความแตกต่างของ แนวความคิดในการผลิตจากการไหลในการผลิต ระหว่าง ตั้งแต่วัตถุดิบจนกลายเป็ นผลิตภัณฑ์และตั้งแต่ การออกแบบผลิตภัณฑ์จนถึงการบริการลูกค้า การผลิตแบบลีน คือ การผลิตที่นำหลักการการกำจัดความสูญเปล่าเพื่อสร้างคุณค่าเพิ่ม (Value Added) เนื่องจากในทศวรรษ 20 อุตสาหกรรมต่าง ๆ จะต้องเน้นถึงความต้องการของลูกค้า (หรือที่ เรียกว่าตลาดเป็นของผู้บริโภค: Customization Market) และลูกค้าต้องการสินค้าที่มีแบบหรือทางเลือกสินค้า มากขึ้น ดังนั้นการผลิตแบบเดิมหรือการผลิตจานวนมากจึงต้องมีการปรับเปลี่ยน ซึ่งการปรับเปลี่ยนจะต้อง แข่งขันกันระหว่างโซ่อุปทาน (Supply Chain) วิธีการแบบลีนจึงขยายขอบเขตออกไปเป็นการจัดการ วิสาหกิจแบบลีน (Lean Enterprise) การผลิตแบบลีน คือ วิธีการที่มีระบบแบบแผนในการกาจัดความสูญเสีย โดยอาศัยการดำเนินงานตามจังหวะความต้องการของลูกค้าด้วยระบบดึง ทำให้เกิดสภาพการไหลอย่างต่อเนื่อง ราบเรียบและทาการ ปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างคุณค่าให้แก่ระบบอยู่เสมอ การสร้างคุณค่าตามแนวคิดของลีน หมายถึง การทำความเข้าใจว่าอะไรคือคุณค่าและความสูญเสีย ทั้งในและนอกองค์กรที่อยู่ในความสัมพันธ์ต่อการผลิต คุณค่าเป็นสิ่งที่จำเป็นและต้องถูกสร้างในสายตาของ ลูกค้า ตามที่ลูกค้ากำหนด มีกระบวนการที่ดาเนินไปอย่างถูกต้อง การสร้างคุณค่าต้องใช้เวลาและความพยายามที่จะกำจัดการสูญเสียออกจากกระบวนการ

2.1.2 ความเป็นมาของระบบการผลิตแบบลีน

ระบบการผลิตแบบลีนกาเนิดจากอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ กล่าวกันว่า ในอดีตการผลิตสินค้า ต่าง ๆ รวมทั้งรถยนต์มีลักษณะเป็นแบบงานหัตถกรรมหรืองานฝีมือ (Craft / Hand Made Production) ไม่มี สายการผลิต ผู้ผลิตส่วนใหญ่จะดำเนินการผลิต โดยอาศัยทักษะความชำนาญของพนักงานเป็นหลัก ดังนั้น จึงมีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูง แต่ก็สามารถผลิตสินค้าได้หลากหลายชนิดตามความต้องการของลูกค้า ต่อมาในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 เฮนรี ฟอร์ด (Henry Ford) ผู้ก่อตั้งบริษัท ฟอร์ดมอเตอร์ ได้ริเริ่มแนวคิดใน การสร้างสายการผลิตให้มีลักษณะคล้ายกับการไหลของสายน้า และถือว่าทุกสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการ เคลื่อนที่ในกระบวนการคือความสูญเสีย โดยนำเอานวัตกรรมระบบสายพานลำเลียงมาใช้ในสายการ ประกอบรถยนต์ (Moving Assembly Line) ของบริษัท และใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานที่สามารถเปลี่ยนทดแทน กันได้ (Standardized Interchangeable Parts) ทำให้ใช้เวลาในการผลิตลดลง อย่างไรก็ตาม ด้วยวิธีดังกล่าวทำให้ชิ้นส่วนและวัตถุดิบได้รับการผลิตและส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไปโดยไม่มีการพิจารณาถึงความต้องการเช่นเดียวกับการผลิตสินค้าสาเร็จรูป ระบบดังกล่าวจึงถูกเรียกว่า ระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณ (Mass Production) คือผลิตแบบปริมาณมาก รุ่นการผลิตมีขนาดใหญ่ เพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยให้ ต่ำ ลง โดยเฉพาะในส่วนของต้นทุนทางอ้อม ระบบการผลิตของฟอร์ด

ประสบความสำเร็จอย่างยิ่ง กล่าวกันว่ายุคนั้นในอเมริกาไม่มีใครที่ไม่รู้จัก รถยนต์ฟอร์ดโมเดลที (Model T Ford) ซึ่งเป็นรุ่นยอดนิยมที่มีการผลิตและจำหน่ายจำนวนมาก ถึงแม้ว่ารถรุ่นนี้จะมีจำหน่ายเพียงสีเดียว คือสีดำ เนื่องจากช่วงนั้นตลาดยังคงเป็นผู้ผลิตเพราะผู้ผลิตรถยนต์มีจา นวนน้อยราย แต่ความต้องการซื้อมีจานวนมาก ผลิตเท่าไรก็จาหน่ายได้หมด หลายปี ต่อมา จากความสำเร็จของบริษัทฟอร์ด อิจิ โทโยดะ (Eiji Toyoda) และไทอิจิ โอโนะ (Taiichi Ohno) ผู้บริหารของบริษัทโตโยต้า ได้ พยายามนำเอาแนวคิดของฟอร์ดไปปรับปรุงระบบการผลิตของบริษัทโตโยต้าที่ญี่ปุ่น แต่พบว่าสภาพของ บริษัทยังไม่เหมาะสมกับการใช้ระบบดังกล่าว เนื่องจากขณะนั้นประเทศญี่ปุ่นอยู่ในสภาพหลังสงคราม ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ และเงินทุนมีจำกัด ทำให้ไม่สามารถลงทุนสร้าง “ระบบการผลิตที่เน้นปริมาณ” ตามแบบอย่างของฟอร์ดได้ ผู้บริหารของบริษัทโตโยต้า ทั้งสองจึงได้ร่วมกับทีมงานของโตโยต้าพัฒนาระบบการผลิตของ ตนเองขึ้นมาจากประสบการณ์ที่พบ โดยเริ่มต้นจากการค้นหาและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับปฏิบัติการ การนำข้อเสนอแนะและการปรับปรุงงานที่ได้จากพนักงานมาทดลองปฏิบัติ และประยุกต์แนวคิดของระบบซูเปอร์มาร์เก็ตหรือระบบดึงมาสร้างระบบการผลิตที่เรียกว่า “ระบบการผลิตแบบโตโยต้า” (Toyota Production System) หรือที่รู้จักกันดีในชื่อของ ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time Production System: JIT) ซึ่งมีหลักการสำคัญคือ “การผลิตเฉพาะสินค้าหรือชิ้นส่วนที่จำเป็นตามปริมาณที่มีความ ต้องการ และภายในเวลาที่มีความต้องการ” โดยมุ่งเน้นกำจัดความสูญเสียทั้ง 7 ประการ ที่เกิดขึ้นใน กระบวนการทำงาน ได้แก่

1. ความสูญเสียจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)
2. ความสูญเสียที่เกิดจากข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต (Defect)
3. ความสูญเสียที่เกิดจากการล้าช้าหรือการรอคอย (Delay or Waiting)
4. ความสูญเสียที่เกิดจากการมีวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น (Inventory / work – process)
5. ความสูญเสียที่เกิดจากการขนส่งหรือขนย้าย (Transport)
6. ความสูญเสียเกิดจากกระบวนการผลิต (Process)
7. ความสูญเสียที่เกิดจากการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Motion)

ในปี ค.ศ. 1990 เจมส์ วอแม็ค และ แดเนียล โจนส์ ได้ร่วมกันแต่งหนังสือเล่มหนึ่งชื่อว่า “The Machine that Changed the World” ซึ่งเปรียบเทียบปัจจัยแห่งความสำเร็จระหว่างอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ ในประเทศญี่ปุ่น ยุโรป และอเมริกา เพื่ออธิบายว่าบริษัทสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการจัด กระบวนการได้อย่างไร และเริ่มใช้คำว่า “ระบบการผลิตแบบลีน” เป็นต้นมา ชิจิโอ ชินโง (Shigeo Shingo) ที่ปรึกษาของบริษัทโตโยต้า กล่าวว่า “ระบบการผลิตแบบโตโยต้าไม่ใช่ระบบที่มีแนวคิดขัดแย้งกับระบบการผลิตของฟอร์ด แต่เป็นระบบที่ได้รับการพัฒนาต่อเนื่องมาให้ สอดประสานกับสภาพตลาดของประเทศญี่ปุ่น โดยมุ่งทำการผลิตจำนวนมากด้วยขนาดรุ่นการผลิตที่และมีระดับสินค้าคงคลังต่ำ ” ดังนั้นเราอาจกล่าวได้ว่า ผู้ริเริ่มแนวคิดของระบบการผลิต

แบบลีนก็คือ เฮนรี ฟอร์ด แต่ผู้นา แนวคิดมาประยุกต์ใช้ให้เกิดผลลัพธ์เป็นรูปธรรมก็คือ บริษัทโตโยต้า หรืออีกนัยหนึ่งระบบ การผลิตแบบโตโยต้าก็คือ การปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ของระบบการผลิตแบบลีน โดยสรุปแล้ว วิวัฒนาการของระบบการผลิตแบบลีน เริ่มจากระบบการผลิตแบบงานหัตถกรรมมาสู่ระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณ จนกระทั่งพัฒนาเป็นระบบการผลิตแบบลีนที่มีความยืดหยุ่นในการผลิตสูง เพื่อรองรับสภาพปัจจุบันซึ่งวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์สั้นลงเรื่อย ๆ ในขณะที่ต้องพยายามลดต้นทุนการผลิต ให้ต่ำลง

2.1.3 หลักการทั่วไปของ LEAN

หลักการ LEAN จะเน้นที่คุณค่าของผลิตภัณฑ์โดยพยายามที่จะกาจัดองค์ประกอบที่ไม่ทำให้เกิด คุณค่าออกไป ในขณะเดียวกันก็พัฒนาปรับปรุงกระบวนการที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มที่ลูกค้าต้องการ โดย หลักการ LEAN จะมุ่งเน้นในการระบุคุณค่าจากมุมมองของลูกค้า มีเป้าหมายในการทำให้กระบวนการเพิ่ม คุณค่า (Value Stream) สามารถผลิตได้ตรงตามความต้องการอย่างต่อเนื่องเมื่อเป็นที่ต้องการเท่านั้น ซึ่ง หมายความว่าผลิตภัณฑ์จะผ่านกระบวนการเพิ่มคุณค่าอันหนึ่งไปสู่กระบวนการเพิ่มคุณค่าอีกกระบวนการ หนึ่งอย่างต่อเนื่องระหว่างดำเนินการ ซึ่งทั้งหมดนี้เกิดขึ้นจากแรงดึง (Pull) หรือความต้องการของลูกค้า หลักการ LEAN ให้ความสาคัญกับแนวความคิด “ทำให้ถูกตั้งแต่ต้น” ในทางทฤษฎีของ LEAN การ “ทำให้ถูก” ในที่นี้หมายถึงการทำงานที่ป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้อย่างสิ้นเชิง ซึ่งเป็น สาระสาคัญของหลักการ LEAN โดยจะต้องมีการวิเคราะห์รายละเอียดของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และ กระบวนการผลิตอย่างลึกซึ้งเพื่อระบุที่มาหรือต้นตอของปัญหาที่อาจมีอยู่อย่างต่อเนื่องโดยหวังว่าการกำจัด ต้นเหตุปัญหาเหล่านี้จะทำให้ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นซ้า ๆ ในกระบวนการผลิตหมดไปการออกแบบและ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในขั้นตอนการออกแบบ บริษัทที่นาหลักการLEAN ไปใช้ควรมีระบบที่บ่งชี้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ต้องการในมุมมองของลูกค้าก่อน จากนั้นจึงทำการออกแบบตามความต้องการ โดย คำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตด้วยเป้าหมายหลักตามแนวคิดลีน คือ การมุ่งขจัดความสูญเสียหลักทั้งหมดออกจากระบบห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งความสูญเสียจะครอบคลุมทุกสิ่งที่ก่อให้เกิดต้นทุนแต่ไม่สามารถสร้างคุณค่าในมุมมองความ ต้องการของลูกค้า ดังนั้น Lean Thinking จึงเป็นแนวทางที่สร้างผลิตภาพด้วยการระบุคุณค่าการสร้างคุณค่า และการดำเนินกิจกรรมที่ไม่เกิดการขัดจังหวะ การผลิตแบบลีนไม่ใช่แค่เป็นการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) แต่การผลิตแบบลีนมองถึงต้นตอของปัญหา มองที่คุณค่าที่ลูกค้าต้องการและทำการผลิตให้มีระบบแบบแผนในการปฏิบัติงานและสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ได้ในทุกๆ อุตสาหกรรมการผลิต ผู้ผลิตในระบบการผลิตแบบลีน หน้าที่การทำงานขององค์กรจะวางตามพื้นฐานของกระบวนการและให้ความไว้วางใจกับพนักงานในเรื่องการตัดสินใจ ซึ่งธรรมชาติในการเกิดไหวพริบหรือปัญญาก็ต่อเมื่อเกิดความภูมิใจในผลงานที่ทำ ทำให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ระดับสินค้าคงคลังจะต่ำทำให้ สินค้าสามารถผลิตตามใบสั่งซื้อ ใช้เครื่องจักรได้ถูกต้องในแต่ละพื้นที่ในการ

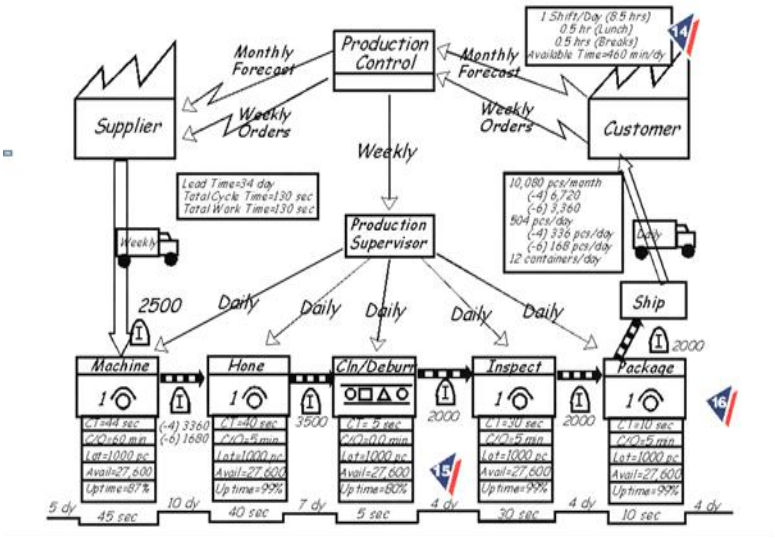
ผลิตและมุ่งเน้นสร้างคุณค่า เพิ่มให้กับลูกค้าโดยในปี ค.ศ. 1990 Jim Womack ได้นำเสนอแนวคิดของระบบนี้ในหนังสือ “Machine that changed the World” และให้หลักการในการนำไปใช้ไว้ 5 ประการ ดังนี้

2.1.3.1 คุณค่า (Value)

ต้องรู้ว่าลูกค้าต้องการอะไร และทำการผลิตให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า หากเราผลิตสิ่งที่ลูกค้าไม่ต้องการ นั่นหมายถึง ความสูญเปล่า กระบวนการที่ไร้ความสูญเปล่า (Waste-free) เป็นกระบวนการที่ดำเนินการ ไปอย่างถูกต้องโดยใช้เวลา และความพยายามที่จะกำจัดความสูญเปล่าออกจากกระบวนการ ดังนั้น กระบวนการที่สร้างคุณค่าจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ลูกค้าจะเป็นคนสุดท้ายที่กำหนดคุณค่า ด้วยเหตุนี้ความสูญเปล่าประเภทหนึ่งของ Muda คือ กระบวนการที่ลูกค้าไม่ต้องการ บริษัทที่ผลิตแบบลีนจะดำเนินการเพื่อกำหนดความแม้นยำของคุณค่าในตัวของสินค้า และกำหนดถึงความสามารถของสินค้าในการเสนอราคาให้กับลูกค้า หรืออีกแง่หนึ่ง บริษัทที่ผลิตแบบลีนจะทำงานเพื่อทำความเข้าใจและบอกว่าลูกค้าต้องการซื้ออะไร บริษัทที่ผลิตแบบลีนจะมีการปรับปรุงพื้นฐานสินค้า การบริหารองค์กรและพนักงานไปจนถึงแผนการผลิต

2.1.3.2 แผนภาพการไหลของคุณค่า (Value Stream Mapping)

แผนภาพการไหลของคุณค่า (Value Stream Mapping) คือ การเขียนแผนภาพของกระบวนการ เพื่อแสดงให้เห็นถึงการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์นั้นๆ และทำการกำจัดกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มออกไป แผนภาพกระบวนการสามารถทำได้โดยสร้าง Value Stream Mapping (VSM) โดยที่ Value Stream คือ กิจกรรมหรืองานทั้งหมด (เป็นสิ่งก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่มและไม่มีคุณค่าเพิ่ม) ที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า ดังนั้น Value Stream Mapping ก็คือ การเขียนแผนภาพแสดงถึงการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลสารสนเทศในการผลิตของกระบวนการต่างๆ โดยมีตัวอย่างแสดงดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบที่ 2 แผนภาพ Value Stream Mapping

2.1.3.3 การไหล (Flow)

ผลิตภัณฑ์ควรไหลผ่านกระบวนการเพิ่มคุณค่าอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ปราศจากการรอคอย ซึ่งจะนำไปสู่การมีระดับสินค้าคงคลังเป็นศูนย์ การไหลแบบต่อเนื่อง จะทำให้การผลิตมีช่วงเวลานำ (Lead Time) น้อย ทำให้สามารถวางแผนการผลิตแบบ Make-to-Order แทนแบบ Make-to-Stock และการควบคุม การปรับเรียบการผลิตทำให้ปริมาณการผลิตกับปริมาณความต้องการของลูกค้าใกล้เคียงกัน เป็นการป้องกันความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไป การไหลแบบต่อเนื่องโดยปราศจากการรอคอยจะนำไปสู่การมีระดับวัสดุสินค้าคงคลังเป็นศูนย์ การกำจัดความสูญเปล่าจากการสินค้าคงคลังและการปรับเรียบการผลิตที่เหมาะสมทำให้สามารถสลับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ได้ง่ายและเกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการ

2.1.3.4 การดึง (Pull)

การดึง (Pull) คือ การผลิตสินค้าตามปริมาณที่ลูกค้าต้องการในช่วงเวลาที่ต้องการ เพื่อเป็นการกำจัดสินค้าคงคลัง ในแนวคิดแบบลีน สินค้าคงคลังหรือวัสดุคงคลังจะถูกพิจารณาเป็นเรื่องการสูญเปล่า ฉะนั้นการผลิตสินค้าใดๆ ก็ตามที่ขายไม่ได้ จะเป็นการสูญเปล่าเช่นเดียวกัน ดังนั้นสิ่งสำคัญ ก็คือ ทำตามความต้องการของลูกค้าที่แท้จริง โดยการดึงผลิตภัณฑ์เข้าสู่ระบบ เริ่มจาก 3 หลักการแรกในการปรับปรุง หลักการนี้เป็นการผลิตตามปริมาณที่เพียงพอในช่วงเวลาที่ต้องการวัตถุประสงค์ของการผลิตแบบทันเวลาพอดี คือ การสร้างความสมดุล และความสัมพันธ์ของปริมาณการผลิตกับความต้องการเพื่อกำจัดความสูญเปล่าที่มากเกินไป แต่ในปฏิบัติความต้องการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจึงได้นำ Takt Time มาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดสมดุลของการไหล ซึ่งหลักการนี้มีความสำคัญมาก เพราะการกำจัดความสูญเปล่านี้จะทำในขั้นตอนนี้ โดยการเคลื่อนย้ายวัสดุคงคลังเหล่านี้ออกไป

2.1.3.5 ความสมบูรณ์แบบ (Perfection)

ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) คือ การเพิ่มคุณค่าให้ได้มากที่สุด โดยการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) องค์ประกอบ 3 ประการที่แนวคิดแบบลีนมุ่งเน้น คือ

1) บรรลุถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์และกิจกรรมในกระบวนการผลิต ซึ่งมีคุณลักษณะและเป็นกระบวนการเพิ่มคุณค่าในสายตาลูกค้า

2) เป็นการวางโครงสร้างระบบการไหลอย่างต่อเนื่อง ระบบคงคลังเป็นศูนย์ การผลิตทันเวลาพอดี ของเสียเป็นศูนย์

3) ความสมบูรณ์แบบ คือการเพิ่มคุณค่ามากที่สุดโดยการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง หรือ Kaizen ซึ่งการประเมินผลต้องปรับปรุงได้ ดังนั้นการบริหาร และการดำเนินขั้นต่อไป ควรที่จะคำนึงถึงการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องที่เป็นไปได้ การวัดประสิทธิภาพโดยการ Benchmarking และ

การใช้ Balance Scorecard รวมถึงการทำงานเป็นทีมและการค้นหาสภาพความต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อม

หลักการนี้เน้นความสมบูรณ์แบบของทุกเส้นทางที่มีการไหล ตามข้อ 3 เทียบเท่าระบบ TQM องค์ประกอบของระบบการผลิตแบบลีน หรือ ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System) หรือ ระบบทันเวลาพอดี หรือ Just In Time (JIT) ยังต้องมีระบบอื่นช่วยสนับสนุนค้ำจุนอยู่ด้วยคือ

- กิจกรรม 5ส เป็นกระบวนการหนึ่งที่เป็นระบบมีแนวปฏิบัติที่เหมาะสมสามารถนำมาใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขงาน และรักษาสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงานให้ดีขึ้น ทั้งในส่วนงานด้านการผลิต และด้านการบริการ ซึ่งนำมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานขององค์กรโดย 5 ส มาจากคำย่อ "5 S" ซึ่งเป็นอักษรตัวแรกในภาษาญี่ปุ่น 5 คำ ได้แก่

1. Seiri (เซริ) = สะสาง (ทำให้เป็นระเบียบ) คือ การแยกระหว่างของที่จำเป็นต้องใช้กับของที่ไม่จำเป็นต้องใช้ ขจัดของที่ไม่จำเป็นต้องใช้ทิ้งไป

2. Seiton (เซตง) = สะดวก (วางของในที่ที่ควรอยู่) คือ การจัดวางของที่จำเป็นต้องใช้ให้เป็นระเบียบสามารถหยิบใช้งานได้ทันที

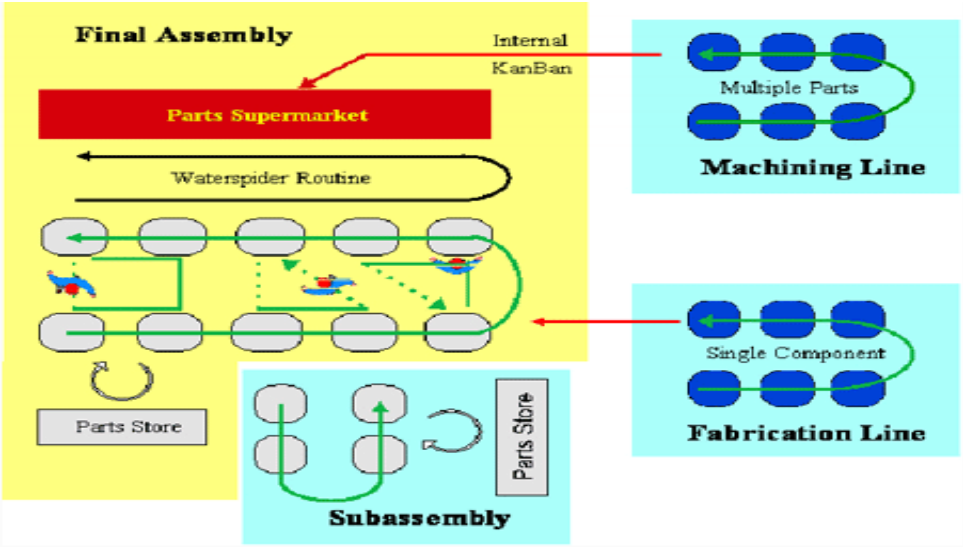
3. Seiso (เซโซ) = สะอาด (ทำความสะอาด) คือการปัดกวาดเช็ดถูสถานที่ สิ่งของ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร ให้สะอาดอยู่เสมอ

4. Seiketsu (เซเคทซึ) = สุขลักษณะ (รักษาความสะอาด) คือ การรักษาและปฏิบัติ 3 ส ได้แก่ สะสาง สะดวก และสะอาดให้ดีตลอดไป

5. Shitsuke (ซึทซึเคะ) = สร้างนิสัย (ฝึกให้เป็นนิสัย) คือ การรักษาและปฏิบัติ 4 ส หรือสิ่งที่กำหนดไว้แล้วอย่างถูกต้องจนติดเป็นนิสัย

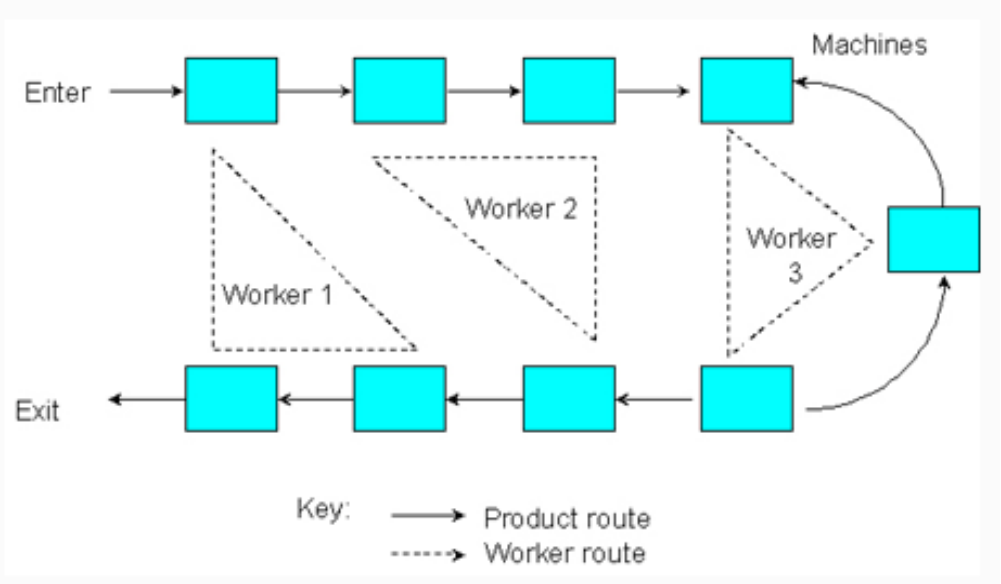
- การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control ที่ทำให้เกิด Visual Factory) เป็นระบบควบคุมการทำงานที่ทำให้พนักงานทุกคนสามารถเข้าใจขั้นตอนการทำงาน เป้าหมาย ผลลัพธ์การทำงานได้ง่าย และชัดเจน รวมถึงเห็นความผิดปกติต่าง ๆ และแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้บอร์ด ป้าย สัญลักษณ์ กราฟ สี และอื่น ๆ เพื่อสื่อสารให้พนักงานและบุคลากรที่เกี่ยวข้องทุกคนทราบถึงข้อมูลข่าวสารที่สำคัญของสถานที่ทำงาน ซึ่งจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจหลักการของ Visual Control ในทิศทางเดียวกันเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิภาพในองค์กร

- การผลิตแบบเซลล์ เป็นการผลิตที่เกิดการประสานงานระหว่างกันอย่างใกล้ชิดและเกิดการไหลของงานอย่างต่อเนื่อง หรือการผลิตแบบไหลทีละชิ้น จึงส่งผลให้เกิดสมดุลการไหลในสายการผลิต ช่วงเวลานำและต้นทุนการผลิตลดลง นอกจากนี้ยังเกิดการพัฒนาทักษะแรงงานที่หลากหลาย (Multi-skilled Worker) และการพัฒนามาตรฐานการทำงานในแต่ละสายผลิตภัณฑ์



ภาพประกอบที่ 3 การจัดวางผังการผลิตแบบเซลล์

การผลิตแบบเซลล์เป็นปัจจัยสนับสนุนการผลิตแบบลีนเพื่อสร้างสมดุลการไหลและเกิดความยืดหยุ่นของการไหลอย่างราบลื่นในสายการผลิตแบบเซลล์เป็นรูปตัวยู (U-Shape) ที่มุ่งตอบสนองความต้องการอันหลากหลายของลูกค้า สายการผลิตประกอบด้วยแรงงานและเครื่องจักรตามลำดับกระบวนการภายในเซลล์เดียวกัน ทำให้ลดความสูญเปล่าจากกิจกรรมการขนถ่ายและระยะทางขนย้ายชิ้นงานระหว่างกระบวนการจึงส่งผลต่อผลิตภาพสายการผลิตสูงขึ้น เช่น การลดรอบเวลาการผลิต การใช้สอยพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ ลดระดับจัดเก็บสต็อกระหว่างผลิต การลดปัญหาของเสีย



ภาพประกอบที่ 4 แสดงการไหลในการจัดวางผังการผลิตแบบเซลล์

นอกจากนี้การผลิตแบบเซลล์ยังมีบทบาทต่อการสนับสนุนให้เกิดรูปแบบการทำงานเป็นทีมที่มีการร่วมมือกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงานและสอดคล้องกับกิจกรรมไคเซ็น

การพัฒนาองค์กรตามแนวคิดลีน (LEAN) ความสูญเปล่า (Waste) เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในทุกองค์กรธุรกิจโดยเฉพาะความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานที่แสดงในรูปการเกิดของเสีย ความล่าช้า และกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่าหรือเพิ่มผลกำไรให้กับธุรกิจ ดังนั้น การจำแนกความสูญเปล่าได้มีบทบาทสนับสนุนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยการขจัดความสูญเปล่าโดยมุ่งการเพิ่มคุณค่าจากการใช้ทรัพยากรเช่น วัสดุ แรงงานพื้นที่ เป็นต้น สาหรับการดำเนินงานทั่วไปขององค์กรได้เกิดกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่า เช่นการเพิ่มแสงมีความจำเป็นในการสนับสนุนธุรกรรมองค์กรอย่างกระบวนการจัดหาจัดซื้อเนื่องจากกระบวนการดังกล่าวสนับสนุนกระบวนการสร้างคุณค่าเพิ่มให้กับผลิตผล ส่วนการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบหรือตรวจนับวัสดุในคลังสินค้าก็มีความจำเป็นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ด้วยเหตุนี้ การจำแนกประเภทกิจกรรมจึงควรศึกษาถึงวัตถุประสงค์ของกิจกรรมเพื่อระบุแนวทางลดความสูญเปล่าเช่น การใช้นโยบายให้ผู้ส่งมอบจัดส่งของที่ไม่มีข้อบกพร่องหรือการกำหนดระดับสต๊อกเพื่อลดความจำเป็นในการตรวจนับ ดังนั้น แนวคิดการสร้างคุณค่าเพิ่มเป็นการจำแนกระหว่างกิจกรรมที่สร้างคุณค่าเพิ่มกับความสูญเปล่าเพื่อระบุแนวทางขจัดความสูญเปล่า สรุปจากหลักการทั้ง 5 ประการได้ว่า ระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) จะมุ่งเน้นไปที่การผลิตผลิตภัณฑ์หรือการบริการที่ลูกค้าต้องการ โดยการทำความเข้าใจในกระบวนการผลิต และบ่งชี้ความสูญเปล่าภายในกระบวนการเหล่านั้น และกำจัดความสูญเปล่าเหล่านั้นที่ละขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งความสูญเปล่ามีทั้งหมด 7 อย่าง ดังนี้

1. การผลิตมากเกินไป (Overproduction) คือ การผลิตที่เร็วกว่า มากกว่า หรือเสร็จก่อนที่กระบวนการต่อไปจะต้องการ เกิดจากการพยากรณ์ที่ไม่เหมาะสม ทำให้มีเวลานำที่ยาวนาน ต้องใช้พื้นที่ในการจัดเก็บมากขึ้น และสิ้นเปลืองทรัพยากรในการบริหารจัดการ

2. การรอคอย (Waiting) คือ การรอคอยต่างๆ ในขณะทำการผลิต เช่น การรอ การตั้งเครื่อง รอคอยวัสดุหรือรอชิ้นงาน เป็นต้น แสดงให้เห็นถึงการใช้เวลาอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิตและส่งมอบ เกิดต้นทุนสูญเปล่า

3. การขนย้าย (Transportation) คือ การเคลื่อนย้ายวัสดุต่างๆ ทั้งในส่วนของพื้นที่ในการเก็บรักษาคงคลังและระหว่างกระบวนการผลิต อาจเกิดจากการวางผังโรงงานที่ไม่ดี การจัดชิ้นงานไม่เป็นระเบียบ ทำให้สูญเสียแรงงานและเวลาในการขนส่งเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดต้นทุนที่สูงขึ้น และอาจได้รับความเสียหายระหว่างการเคลื่อนย้ายหลายขั้นตอน

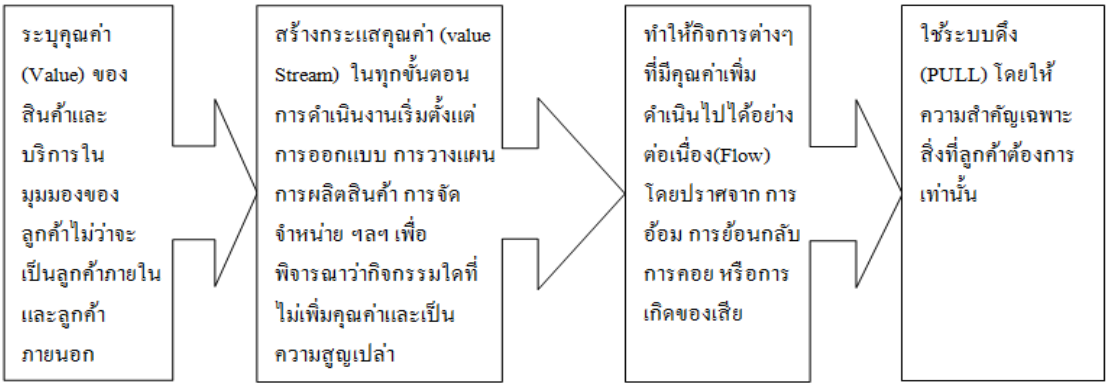
4. กระบวนการที่เหมาะสม (Inappropriate Processing) คือ การใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้อง มาตรฐานในการทำงานไม่เพียงพอ การจัดลำดับงานไม่เหมาะสม การนำเครื่องจักรใหญ่ๆที่มีกำลังการผลิตสูงมาผลิตสินค้าจำนวนน้อยทำให้เสียค่าใช้จ่าย ต้นทุน เวลา และแรงงานเกินความจำเป็น

5. การเก็บวัสดุคงคลัง (Unnecessary Inventory) คือ การเก็บคงคลังไว้มากเกินไป ทำให้เกิดเวลานำที่ยาวนาน เสียพื้นที่ในการจัดเก็บ ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บและต้นทุนจม ความเสื่อมสภาพ และล้าสมัยของวัสดุ

6. การเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motions) คือ การเคลื่อนที่ เคลื่อนไหวของพนักงานผิดหลักการเคลื่อนไหว มีท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น การโค้งตัว การเอื้อมหยิบ เป็นต้น ทำให้เกิดความเมื่อยล้าและส่งผลต่อการทำงาน ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย นอกจากนี้การจัดวางผังและการจัดลำดับงานที่ไม่เหมาะสม ทำให้เสียเวลาในการเคลื่อนที่มากขึ้น

7. ของเสีย (Defects) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ ความเสียหายขณะผลิตหรือขนย้าย ทำให้เสียเวลาและแรงงานในการตรวจสอบแก้ไข เกิดต้นทุนการสูญเปล่า

ถ้านำมาพิจารณาในทำนองวิสาหกิจการผลิต (Manufacturing Enterprise) หมายถึง การออกแบบและจัดการอย่างถูกต้องเหมาะสมในครั้งแรกที่ดำเนินการและมุ่งเน้นถึงกระบวนการที่เพิ่มคุณค่า ซึ่งวิธีการนี้จะเป็นวิธีการทำงานที่ป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์แบบ และเป็นแนวทางที่ก่อให้เกิดการปรับตัวในสภาวะการแข่งขันที่ขึ้นอยู่กับเวลาเพื่อให้องค์กรมีความคล่องตัว(Agility) ใช้ทรัพยากรอย่างจำกัด สะดวกรวดเร็ว ลดต้นทุน ลดเวลาที่ไม่จำเป็น และเพิ่มคุณค่าในระบบการผลิต โดยวิธีการผลิตแบบลีนที่เป็นองค์รวม(Holistic) แบ่งออกเป็น 2 แบบ โดยแบบแรกการผลิตแบบลีน ซึ่งเป็นมุมมองที่เน้นทางด้านระบบการผลิต ส่วนที่สองนั้น วิสาหกิจแบบลีนกล่าวถึงการประสานรวมระบบการผลิตที่เกี่ยวข้องกับโซ่อุปทาน มีหลักการเดียวกันคือการกำจัดความสูญเปล่าเพื่อสร้างคุณค่า



ภาพประกอบที่ 5 แนวคิดของระบบการผลิตแบบลีน

เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตแบบลีน

วิธีที่จะช่วยให้การผลิตแบบลีนบรรลุตามเป้าหมายที่ต้องการนั้นมีอยู่หลายวิธี ซึ่งวิธีเหล่านี้เรียกได้ว่าเป็นเครื่องมือของการผลิตแบบลีน (Lean Tool) ซึ่ง Greene (2002) ได้พัฒนา

Toolkit ของการผลิตแบบลีนที่รวบรวมเครื่องมือไว้มากถึง 27 ตัว โดยจัดแบ่งประเภทของเครื่องมือออกเป็นทั้งหมด 4 ประเภทตามประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้เครื่องมือนั้นๆ ดังนี้

ตารางที่ 2 Toolkit ของระบบการผลิตแบบลีน (Greene, 2002)

ลำดับ	เครื่องมือ	ประเภท	ชื่ออื่น
1	5s	Flow: Standardize	Housekeeping
2	Set-up Reduction	Flexibility	Single Minute Exchange of Dies, SMED
3	Production to Takt Time	Flow	Linearity
4	Standard Work	Flow: Standardize	Standard Operating Routine
5	Method Sheets	Flow: Standardize	Graphical Work Instructions, Standard work Instructions
6	Flow Cells	Throughput	Cell Layout, Cellular Manufacturing, Continuous Flow Cells, U-Shaped Cells
7	Visual Controls	Flow: Standardize	Visual Factory, Management by Sight, Visual Production Controls, Visual Material Controls, Visual Work Controls
8	One-Piece Flow	Flow	Continuous Flow
9	Mixed-Model Production	Flexibility	Mixed-model, Mixed Model Scheduling
10	Point-of –Use Material Storage	Throughput	Vendor Managed Inventory, Supermarkets
11	Smooth Production Schedule	Flexibility	Level-loading Production Smoothing
12	Pull Production Scheduling	Flow: Material	Kanbal, Pull, Replenishment

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	เครื่องมือ	ประเภท	ชื่ออื่น
13	Cross-Trained Workforce	Flexibility	Flexibility work force, Rotating jobs, Multi-skilled workforce
14	Lean “Kaizen” Events	Continuous Improvement	Kaizen Blitz, Accelerated Improvement Workshop (AIW)
15	Total Productive Maintenance	Flow: Maintenance	Autonomous Maintenance
16	Reliability-Centered maintenance	Flow: Maintenance	
17	Preventive Maintenance	Flow: Maintenance	
18	Preventive Maintenance	Flow: Maintenance	
19	Autonomation	Throughput: Quality	Jidoka, source inspection
20	Mistake-Proofing	Throughput: Quality	Pokayoke, Error-Proofing
21	Self-Check Inspection	Throughput: Quality	
22	Successive Check Inspection	Throughput: Quality	
23	Line stop	Throughput: Quality	JIdoka
24	Design-of-Experiments	Continuous Improvement	
25	Root Cause Analysis	Continuous Improvement	5 Whys
26	Statistical Process Control	Continuous Improvement	
27	Team-based Problem Solving	Continuous Improvement	Quality Circles, Self-directed Work Teams

การประยุกต์แนวคิดลีนกับการแก้ปัญหาสายการผลิต

ในช่วงเวลาหลายปีที่ผ่านมาผู้ผลิตทั้งหลายมักใช้แนวทางคำนวณเพื่อการสั่งซื้อแบบประหยัด(Economic Order Quality) หรือ EOQ โดยเฉพาะการผลิตแบบ Mass ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนและช่วงเวลานำการผลิต (Production Lead Time) ที่สูงขึ้น รวมทั้งเกิดความสูญเสียต่างๆ ในสายการผลิต ดังเช่น

- ความสูญเสียพื้นที่สำหรับการจัดเก็บ
- ความสูญเสียทางเวลาสร้างผลิตผล (Throughput times) สำหรับการผลิต แบบรุ่น (Batch Production) หรือการผลิตแบบ Mass จะส่งผลต่อความล่าช้า เนื่องจากเกิด การรอคอยชิ้นงานในแต่ละกระบวนการและเวลาการรอคอยจากการตั้งเครื่องจักร
- เกิดสต็อกงานรอระหว่างกระบวนการ(WIP Inventory) โดยทั่วไปการผลิตแบบ Mass จะก่อให้เกิดการสะสมของงานรอระหว่างการผลิต ซึ่งส่งผลต่อความสูญเสียพื้นที่การจัดเก็บ รวมทั้งค่าใช้จ่ายดูแลรักษาในระดับสูงถึงประมาณ 25% ต่อปี
- การเกิดของเสีย(Defect) โดยเฉพาะชิ้นงานที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตจะเกิด ของเสียที่ซ่อนเร้นซึ่งยากต่อการตรวจพบกระทั่งการผลิตและรุ่นเสร็จสิ้น จึงทำให้เกิดของเสียขึ้นมากก่อนที่จะตรวจพบปัญหา
- การขัดจังหวะของงาน(Disruption) สำหรับงานเร่งด่วน(Rush Jobs) หรือ งานแทรกมักจะส่งผลกระทบต่อกำหนดการผลิต(Production Schedule) ซึ่งอาจเกิดจาก ปัญหาการตั้งเครื่องหรือถอดเปลี่ยนชิ้นส่วน เมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตซึ่งส่งผลต่อการขาดแคลนชิ้นส่วน (Part Shortage) ในกระบวนการถัดไป
- การขาดความยืดหยุ่น ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากปัญหาดังที่กล่าวมาตอนต้น ดังนั้น จึงต้องดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าตามแนวคิดแบบลีน

2.2 แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Root Cause Analysis (RCA)

2.2.1 แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับ Root Cause Analysis

การวิเคราะห์ต้นเหตุของปัญหาในระบบบริหารงานคุณภาพ Root Cause Analysis หรือ RCA คือ เครื่องมือวิเคราะห์ปัญหา ที่ช่วยให้ค้นพบไปถึงรากของเหตุ(Root Cause) ที่แท้จริงอันทำให้แก้ปัญหาได้ง่าย ครอบคลุม และครบถ้วนมากขึ้น ดังนั้น RCA จึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยค้นหาต้นเหตุของข้อบกพร่องหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบคุณภาพ เพื่อดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่อง (Corrective action) หรือปัญหาได้อย่างถูกต้อง ตรงจุด ครอบคลุม และครบถ้วน

หลักการของ RCA

1. มุ่งเน้นเป็นระบบและกระบวนการ ไม่ใช่การกระทำของบุคคล
2. เริ่มจากสาเหตุเบื้องต้นในกระบวนการไปสู่สาเหตุที่ซ่อนในระบบ

3. วิเคราะห์อย่างละเอียด ครบถ้วน อย่าด่วนสรุป
4. เจาะลึกด้วยคำถามทำไมซ้ำแล้วซ้ำอีก
5. ทำงานเป็นทีมเน้นการมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้อง

เทคนิคในการทำ RCA

1. ตั้งโจทย์หรือระบุปัญหาให้ชัดเจน
2. ศึกษาปัญหา/สถานการณ์
3. หาสาเหตุเบื้องต้น
4. วิเคราะห์หาสาเหตุเบื้องหลัง
5. คัดเลือก root cause
6. ออกแบบและแก้ไขปัญหาเชิงระบบ

โดยทุกเหตุการณ์จะต้องตอบคำถามเหล่านี้ให้ได้ว่า เกิดอะไรขึ้น ทำไมจึงเกิด จะป้องกันอย่างไรไม่ให้เกิดขึ้นอีก ซึ่งการทำ RCA อาจทำได้หลายแนวทาง ตั้งแต่เรียบง่าย ไปถึงแนวทางที่ซับซ้อน

RCA 1 : แบบเรียบง่าย

- วิเคราะห์จากเหตุการณ์จริง
- การเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจหรือพฤติกรรมตรงจุดใดที่อาจท าให้ผลลัพธ์เปลี่ยนไป
- ออกแบบระบบหรือสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างไร เพื่อให้เกิดการตัดสินใจหรือพฤติกรรมที่คาดหวัง

RCA 2 : ย้อนรอยอดีต

ให้ผู้อยู่ในเหตุการณ์ย้อนรอยอดีตที่เกิดขึ้น และบอกเล่าความคิด ความรู้สึก ความต้องการในขณะปฏิบัติงานออกมาดังๆ

RCA 3 : Conventional WHY

เป็นวิธีดั้งเดิม โดยจะทำเป็นแผนภูมิต้นไม้ และถาม “ทำไม” ซ้ำหลายๆ ครั้ง จนได้คำตอบที่พอใจและนำไปแก้ปัญหาได้

RCA 4 : พิจารณาปัจจัยรอบด้าน เช่น ผู้รับบริการ ผู้ให้บริการ งาน ทีมงาน สิ่งแวดล้อม องค์กร

แนวทางเพื่อหลีกเลี่ยงสาเหตุของปัญหาเทียม

- สาเหตุนั้น ต้องสามารถกระทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ จับต้องได้ และอยู่ในบริบทเดียวกับปัญหาที่วิเคราะห์
- สาเหตุนั้น ต้องเกิดมาจากระบบที่อยู่ในปัญหาที่เลือกมาวิเคราะห์

- สาเหตุนั้น ต้องเป็นข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นเท่านั้น คือสามารถแสดงข้อมูลที่พิสูจน์ได้ว่ามันเป็นสาเหตุของปัญหาจริง

การวิเคราะห์ต้นเหตุของปัญหาในระบบบริหารงานคุณภาพ เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ถึงปัญหา ที่ช่วยให้ค้นพบไปถึงรากของเหตุ การเขียนแผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เราอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผลทในชื่อของ “ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)” เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลายๆ คนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดยศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาว่า แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว

แนวทางการใช้แผนผังก้างปลา

1. เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา

2. เมื่อต้องการทำการศึกษา ทำความเข้าใจ หรือทำความรู้จักกับกระบวนการอื่น ๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการทำผังก้างปลาแล้ว จะทำให้เราสามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น

3. เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางใน การระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุกๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา

สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีมเป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ
3. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
4. หาสาเหตุหลักของปัญหา
5. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
6. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

การกำหนดปัจจัยบนก้างปลา

ปัจจัยบนก้างปลาสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่กำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้แยกแยะและกำหนดสาเหตุต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบ และเป็น

เหตุเป็นผลโดยจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

M – Man คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร

M – Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก

M – Material วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ

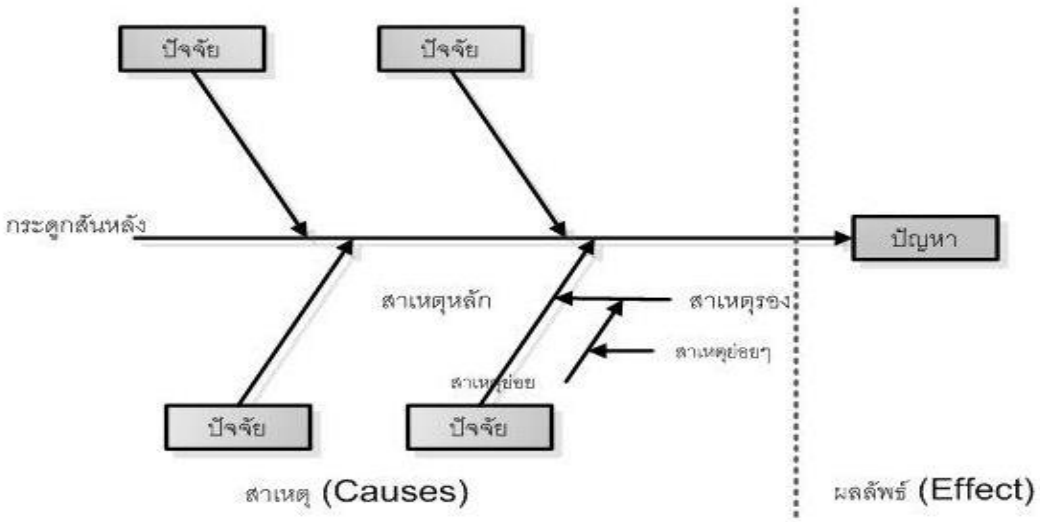
M – Method กระบวนการทำงาน

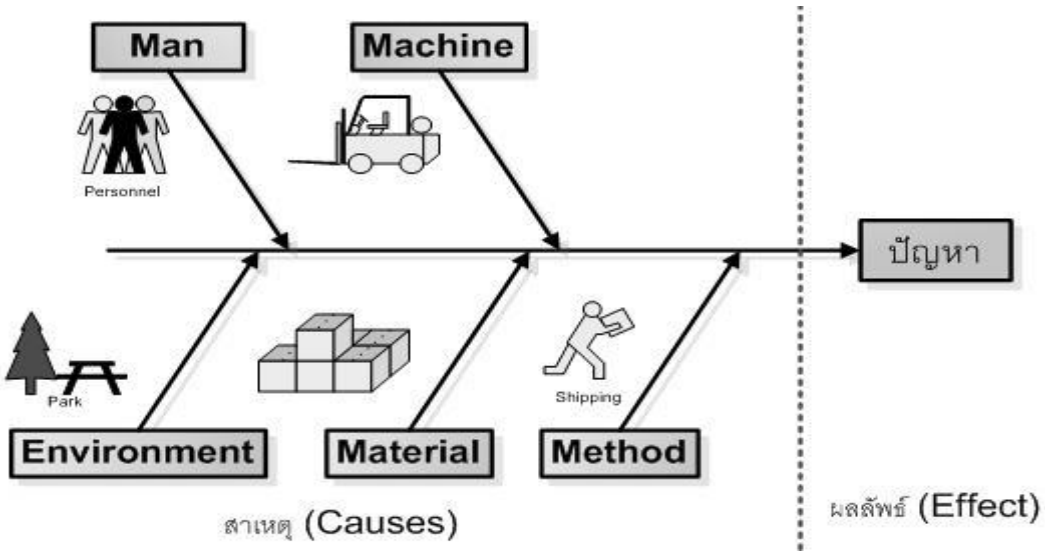
E – Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการ – ทำงาน

การกำหนดก้างปลาจะต้องใช้ 4M 1E เสมอไป เพราะหากไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิตแล้ว ปัจจัยนำเข้า (input) ในกระบวนการก็จะเปลี่ยนไป เช่น ปัจจัยการนำเข้าเป็น 4P ได้แก่ Place , Procedure, People และ Policy หรือเป็น 4S Surrounding, Supplier, System และ Skill ก็ได้ หรืออาจจะเป็น MILK Management, Information, Leadership, Knowledge ก็ได้ นอกจากนั้นหากกลุ่มที่ใช้ก้างปลามีประสบการณ์ในปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่แล้ว ก็สามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยใหม่ให้เหมาะสมกับปัญหาตั้งแต่แรกเลยก็ได้เช่นกัน

การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลา

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งถ้าหากกำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้ใช้เวลามากในการค้นหา สาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำผังก้างปลา การกำหนดปัญหาที่หัวปลา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ เทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถาม ทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อยๆ





ภาพประกอบที่ 6 แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)

ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลาส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น

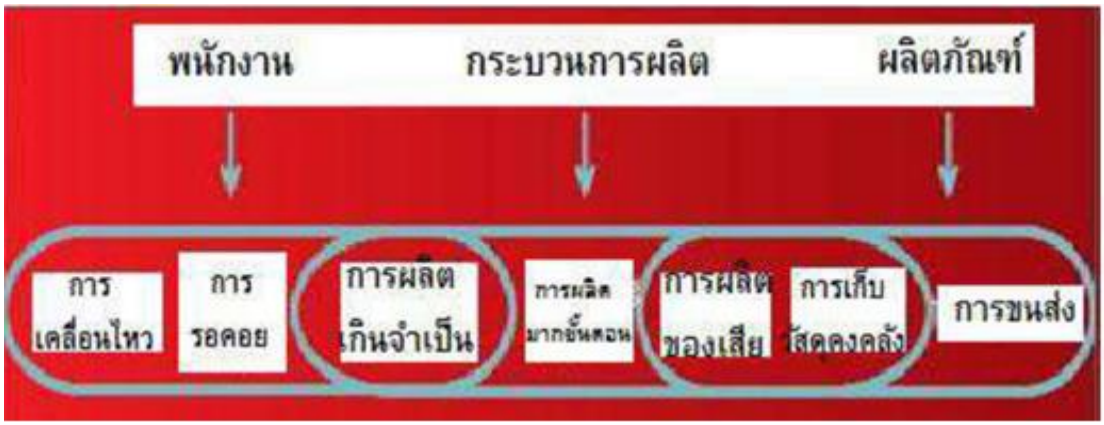
1. ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
2. สาเหตุหลัก
3. สาเหตุย่อย

ซึ่งสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น หลักการเบื้องต้นของแผนภูมิก้างปลา (fishbone diagram) คือการใส่ชื่อของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ ลงทางด้านขวาสุดหรือซ้ายสุดของแผนภูมิ โดยมีเส้นหลักตามแนวยาวของกระดูกสันหลัง จากนั้นจึงใส่ชื่อของปัญหาย่อย ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาหลัก 3 – 6 หัวข้อ โดยลากเป็นเส้นก้างปลา (sub-bone) ทำมุมเฉียงจากเส้นหลัก เส้นก้างปลาแต่ละเส้นให้ใส่ชื่อของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหานั้นขึ้นมา ระดับของปัญหาสามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีก ถ้าปัญหานั้นยังมีสาเหตุที่เป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีก โดยทั่วไปมักจะมีการแบ่งระดับของสาเหตุย่อยลงไปมากที่สุด 4 – 5 ระดับ เมื่อมีข้อมูลในแผนภูมิที่สมบูรณ์แล้ว จะทำให้มองเห็นภาพขององค์ประกอบทั้งหมด ที่จะเป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

2.3 แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ECRS

2.3.1 แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับ ECRS

การลดความสูญเสียด้วยหลักการ ECRS ความสูญเสีย 7 ประการเป็นสิ่งที่ไม่มีความจำเป็นและไม่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่องค์กรโดยมีความสัมพันธ์ระหว่างพนักงาน กระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ และความสูญเสีย 7 ประการ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 7 ดังนั้นจึงควรลดความสูญเสียให้เหลือน้อยที่สุด และการลดความสูญเสียนอกจากจะเป็นการปรับปรุงการผลิตและเพิ่มผลผลิตได้แล้ว ยังช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย



ภาพประกอบที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างพนักงาน กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์และความสูญเสีย 7 ประการ

หลักการ ECRS ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate)

การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) การทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่าย ๆ ที่สามารถใช้ลดความสูญเสียหรือ MUDA ในเบื้องต้นได้เป็นอย่างดีอีกทั้งเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ความสูญเสียด้วยหลักการ ECRS จำเป็นต้องใช้ตารางวิเคราะห์งานดังแสดงในตารางที่ 1 และการตั้งคำถามดังแสดงในตารางที่ 2 การลดความสูญเสียในการผลิต เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องเร่งดำเนินการอย่างรีบด่วนเพราะความสูญเสียจะทำให้ต้นทุนสินค้าเพิ่มสูงขึ้นหากสามารถลดความสูญเสียลงได้ก็จะส่งผลให้ประหยัดต้นทุนการผลิตลงด้วยอีกทั้งช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้สูงขึ้นแนวทางการลดความสูญเสียด้วยหลักการECRS เป็นดังนี้

1. E = Eliminate การกำจัด หมายถึงการพิจารณาขั้นตอนการผลิตที่ไม่จำเป็นและไม่เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์แล้วกำจัดขั้นตอนการผลิตที่ไม่จำเป็นออกไปรวมทั้งการกำจัดความสูญเสียทั้ง 7 ประการคือการผลิตเกินจำเป็น การเก็บวัสดุคงคลังการขนส่งการเคลื่อนไหวการผลิตมากขั้นตอน การรอคอยและการผลิตของเสียการกำจัดเป็นวิธีการที่มีประสิทธิผลสูงสุดในการปรับปรุงงาน

2. C = Combine การรวมกัน หมายถึงการรวมขั้นตอนการผลิตให้เหลือน้อยลงโดยพิจารณาว่า สามารถรวมขั้นตอนการผลิตให้เหลือน้อยลงได้หรือไม่ถ้าลดขั้นตอนการผลิตให้เหลือน้อยลงก็จะสามารถลดระยะทางการเคลื่อนที่ทำให้ใช้เวลาในการผลิตน้อยลง

3. R = Rearrange การจัดใหม่ หมายถึงการจัดลำดับการผลิตใหม่โดยการโยกย้ายสับเปลี่ยนขั้นตอนการผลิตให้เหมาะสมเพื่อลดการเคลื่อนที่เกินจำ เป็นหรือลดการรอคอยและอาจจะสามารถรวมขั้นตอนการผลิตบางส่วนเข้าด้วยกันได้

4. S = Simplify การทำให้ง่าย หมายถึงการปรับปรุงวิธีการทำงานให้สะดวกและง่ายขึ้นโดยอาจจะออกแบบ Jig หรือ Fixture มาช่วยเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำซึ่งจะสามารถลดของเสียลงได้เพราะเป็นการลดการเคลื่อนที่และลดการทำงานที่ไม่จำเป็น

Jig หมายถึงอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้กำหนดตำแหน่งของชิ้นงานเพื่อเป็นแนวทางเดินของมีดตัด เช่น Jig สำหรับงานเจาะรูหรือทำเกลียว Fixture หมายถึง อุปกรณ์หรือเครื่องมือสำหรับจับยึดชิ้นงานที่ต้องผลิตจำนวนมากแต่ Fixture ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อเป็นแนวทางเดินของมีดตัด

ตารางที่ 3 ตารางวิเคราะห์งานตามหลักการ ECRS

หลักการ ECRS	**รายละเอียดคำถาม**	**แนวคิดหรือการสังเกต**
การจำกัด	การเคลื่อนไหวก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัฑณ์จำนวนเท่าไร	
	สามารถใช้การเคลื่อนไหวเพื่อการค้นหา การวาง การจัด การเลือก และ 5ส สำหรับลดลงพื้นที่การทำงานได้อย่างไร	
	เครื่องมือและชิ้นส่วนสามารถจัดให้มีการเคลื่อนไหวเป็นธรรมชาติมาขึ้นได้อย่างไร	
	พื้นที่ปฏิบัติงานที่เพียงพอสำหรับกระบวนการการผลิตจำนวนเท่าไร	
	สามารถกำจัดอุปสรรคที่ทำให้การเคลื่อนไหวปลอดภัยและเป็นธรรมชาติมากขึ้นได้หรือไม่	
การรวมกัน	สามารถใช้มือทั้งสองข้างอย่างมีประสิทธิภาพกับกระบวนการผลิตได้อย่างไร	
	การเคลื่อนไหวสามารถดำเนินกิจกรรมอื่นพร้อมกันได้หรือไม่	
	ทำอย่างไรจึงจะเคลื่อนไหวมือทั้งสองข้างได้อย่างราบรื่นและเป็นธรรมชาติโดยไม่ถูกแทรกแซง	

หลักการ ECRS	รายละเอียดคำถาม	แนวคิดหรือการสังเกต
	ทำอย่างไรจึงจะใช้กลไกของสปริงสำหรับจับถือและกำหนดตำแหน่งของชิ้นส่วน	
	ควรใช้กลไกคันโยกอย่างไรในการปฏิบัติหลายงานควบคู่กันไป	
	ปฏิบัติการใดที่สามารถทำได้บนเส้นทางย้อนกลับของกระบวนการผลิต	
	อวัยวะส่วนไหนของร่างกายที่สามารถนำมาใช้ในการทำงานเพิ่มขึ้นได้บ้าง (เช่น เท้าหรืออื่นๆ)	
การจัดใหม่	ลำดับการเคลื่อนไหวที่เหมาะสมอะไรที่มีความปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และมีการไหลสมบูรณ์ที่สุด	
	การเปลี่ยนแปลงลำดับการผลิตอะไรบ้างที่ช่วยปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น	
	การเคลื่อนไหวส่วนใดที่สามารถปรับปรุงให้การทำงานง่ายขึ้นได้	
	มีทางเลือกอื่นอีกหรือไม่ที่สามารถปฏิบัติงานกับกระบวนการผลิตได้เหมือนกัน	
	การจัดสถานที่ปฏิบัติงานใหม่อย่างไรจึงจะช่วยลดการเคลื่อนไหวหรือขั้นตอนการทำงาน	
	อวัยวะส่วนไหนของร่างกายที่เคลื่อนไหวแล้วสามารถนำมาปฏิบัติงานได้เหมือนเดิม	
	อะไรจะเกิดขึ้นถ้าใช้มืออื่นมาเคลื่อนไหวทำงานแทน (มือซ้ายแทนมือขวาหรือมือขวาแทนมือซ้าย)	
การทำให้ง่าย	สามารถใช้แรงตามธรรมชาติ ได้แก่ แรงโน้มถ่วง แรงปฏิกิริยาเพื่อให้การเคลื่อนไหวง่ายขึ้นได้อย่างไร	
	การเคลื่อนไหวหลายขั้นตอนจะใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษช่วยอย่างไรเพื่อให้การปฏิบัติงานง่ายขึ้น	
	อุปกรณ์อะไรที่สามารถใช้ในการหมุนหรือการเคลื่อนไหวเพื่อเปลี่ยนทิศทางได้ง่ายขึ้น	
	การปรับเปลี่ยนอะไรที่จำเป็นเพื่อปรับปรุงการทำงานในที่สูงและท่าทางการทำงานให้ดีขึ้น	

ที่มา: www.gembapntarei.com/2008/01/101_kaizen_templates_ecrs_analysis_sheet.html

ตารางที่ 4 การตั้งคำถามตามหลักการ ECRS

สิ่งที่ต้องการค้นหา	ตัวอย่างคำถาม	จุดประสงค์
วัตถุประสงค์	ทำอะไร : ทำไมต้องทำ	การจำกัด (Eliminate)
สถานที่	ทำที่ไหน : ทำไมต้องทำที่นั่น	การรวมตัว (Combine)
ลำดับขั้นตอน	ทำเมื่อไร : ทำไมต้องทำเวลานั้น	หรือ
บุคคล	ใครคนทำ : ทำไมต้องคนนั้น	การจัดใหม่ (Rearrange)
วิธีการ	ทำอย่างไร : ทำไมต้องทำอย่างนั้น	การทำให้ง่าย(Simplify)

ตัวอย่าง : เทคนิคการคิดวิธีการปรับปรุงแบบ ECRS

1. ขจัดสิ่งที่ไม่จำเป็น (Eliminate)

ในขั้นตอนการทำก๋วยเตี๋ยว แม่ค้าต้องพิจารณาว่ามีสิ่งใดบ้างที่ไม่จำเป็นในการทำ เป็นอุปสรรคในการทำงาน หรือแม้กระทั่งขจัดวิธีการทำงานที่ไม่จำเป็นเช่น การก้มเพื่อหยิบลูกชิ้นและเนื้อสัตว์มาลวก แม่ค้าควรขจัดการก้มลงออกไปนอกจากจะทำให้ปวดหลังแล้วยังเป็นการเสียเวลาอีกโดยแม่ค้าอาจคิดว่าควรมีโต๊ะมารองก้นถังน้ำแข็งให้สูงขึ้นเพื่อจะได้ไม่ต้องก้มอีก

2. การจัดเรียงใหม่ (Rearrange)

ถ้าหากว่าวิธีการทำงานแบบเดิมมีความสูญเสียเกิดขึ้น ไม่ว่าเกิดจากระยะทางในการหยิบสิ่งของต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียได้ ถ้าระยะทางกับสิ่งของนั้นอยู่ไกลกัน เช่น ในร้านอาหารโต๊ะลูกค้า กับที่วาง จาน ช้อน ส้อม น้ำ และน้ำแข็ง อยู่ไกลกันมาก ทำให้ต้องใช้เวลานานในการไปหยิบสิ่งเหล่านี้ ดังนั้น ควรมีการจัดเรียงใหม่ เช่น จาน ช้อน ส้อม น้ำ และน้ำแข็ง ซึ่งเป็นของที่ใช้บ่อยๆ มาวางไว้ใกล้โต๊ะของลูกค้า เมื่อลูกค้าสั่งจะได้หยิบได้ทันท่วงที และควรมีหลายๆจุด หรือตัวอย่างแม่ค้าขายก๋วยเตี๋ยว การลวกลูกชิ้นและเนื้อหมู ต้องใช้เวลาในการลวกให้ลูกค้าแต่ละคน คนละ 30 วินาที ซึ่งใช้เวลานาน แม่ค้าอาจเปลี่ยนวิธีการใหม่โดยอาจจะลวกลูกชิ้นกับเนื้อสัตว์ เตรียมไว้ก่อนเวลาที่นักเรียนจะพักรับประทานอาหาร เมื่อนักเรียนสั่งก๋วยเตี๋ยว แม่ค้าก็ใส่เนื้อหมู ลูกชิ้นที่สุกแล้วลงในชามโดยไม่ต้องมาทำในขณะที่นักเรียนสั่งก็จะทำให้ลดเวลาได้ถึงคนละ 30 วินาที หรือครั้งละมากๆ เพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลา และลูกค้าก็ไม่ต้องรอนาน

3.การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

ถ้านักเรียนไปห้องสมุดจะเห็นว่าห้องสมุดที่ดีนั้น นอกจากมีหนังสือที่ดีแล้วยังต้องค้นหาได้ง่ายด้วย และสาเหตุที่ค้นหาหนังสือได้ง่ายนั้น เพราะมีการแบ่งแยกประเภทหมวดหมู่ไว้อย่างชัดเจน มีป้ายติดแสดงประเภทของหนังสือแต่ละประเภททำให้เราสามารถค้นหาหนังสือได้อย่างรวดเร็ว ในการทำงานต่างๆ ก็แข่งกันเราต้องคิดว่าทำอย่างไรจึงจะทำให้ง่ายขึ้น เช่น ร้านขายก๋วยเตี๋ยว แม่ค้าต้องนำถังแก๊สออกมาหน้าร้านทุกวัน พอตอนเย็นก็นำถังแก๊สไปเก็บหลังร้าน

การที่ต้องยกถังแก๊สทุกวันนั้น เป็นสิ่งที่ลำบากเพราะถังแก๊สมีน้ำหนักมากและถ้ายกไม่ถูกวิธีอาจจะก่อให้เกิดอันตรายได้ ดังนั้น จึงมีการคิดว่าจะขนถังแก๊สอย่างไรให้ง่ายจึงมีการประดิษฐ์ที่รองถังแก๊สที่มีขนาดวงกลมทำด้วยเหล็กและรองข้างล่างที่ทำด้วยล้อเพื่อให้สามารถเลื่อนไปไหนมาไหนได้อย่างสะดวก เมื่อจะนำถังแก๊สออกไปหน้าร้านก็ยกประหยัดแรงงานอีกด้วย

หลัก E-C-R-S นี้ไม่จำเป็นต้องใช้ทั้งหมดพร้อมกัน จะเลือกใช้ E C R S ตัวใดตัวหนึ่งก็ได้ตามความเหมาะสม

แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process chart)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process chart) เป็ นแผนภูมิที่เขียนขึ้นเพื่อบันทึกขั้นตอนการทา งานแปรรูปวัตถุดิบจนเป็ นผลิตภัณฑ์โดยการใช้สัญลักษณ์ทั้ง 5 ตัวที่มีอยู่บันทึกรายละเอียดของงาแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ แบบขั้นตอนการทา งานของคน (Man Type) และการแปรรูปของวัตถุดิบ (Material Type) รายละเอียดในแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตแต่งตัวอย่างต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ต่างๆของแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต

การใช้สัญลักษณ์แสดงการกระทา ทั้ง 5 รูปแบบแนวทา การเชื่อมโยงต่างๆด้วยเส้นเพื่อแสดงลา ดับการ การเคลื่อนที่ในกระบวนการผลิตหรือวัสดุในการใช้สร้างแผนภูมิกระบวนการผลิตได้ตามตัวอย่างในตารางที่ 5

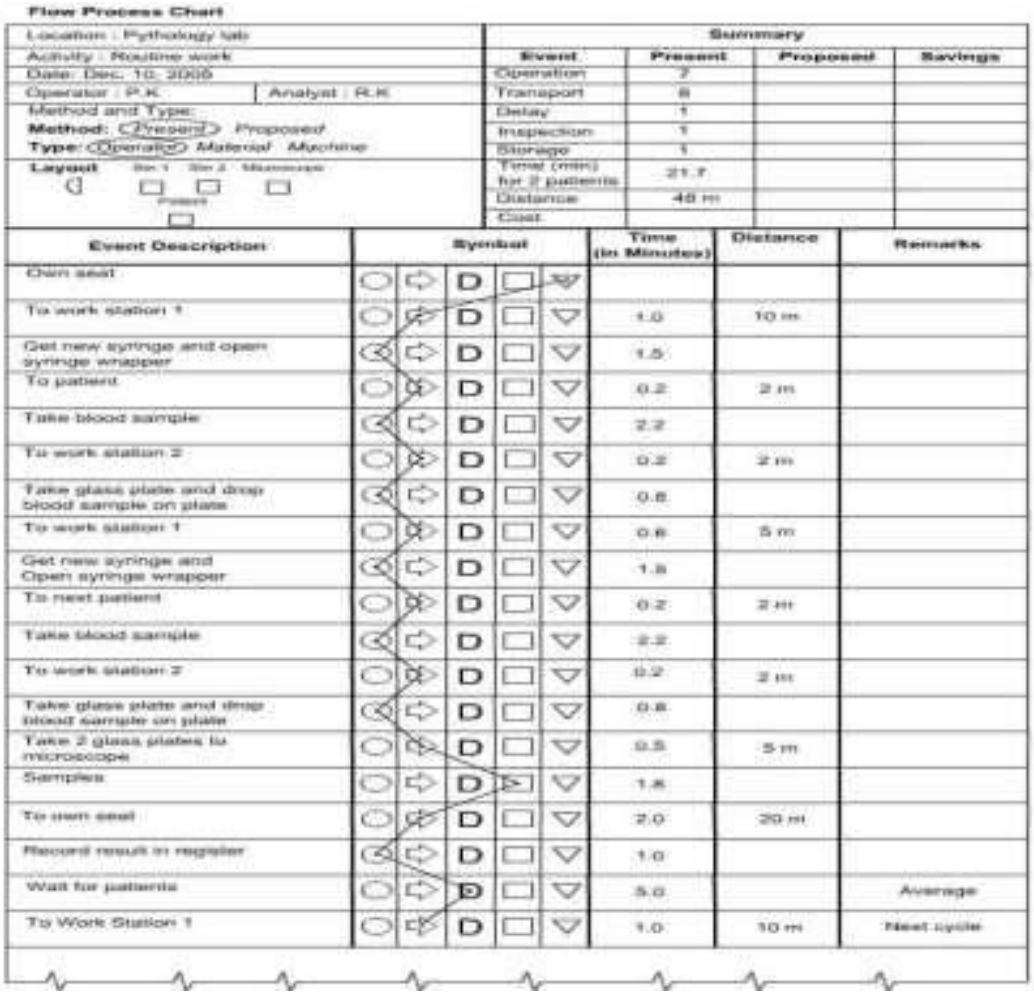
ตารางที่ 5 สัญลักษณ์ต่างๆของแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต

สัญลักษณ์	รายละเอียด
	การทำงาน (Operation) ใช้สำหรับการทำงานใดๆ ที่วัตถุถูกทำให้เปลี่ยนลักษณะคุณสมบัติ เช่น การประกอบวัตถุเข้ากับงานชิ้นอื่น
	การขนส่ง (Transportation) ใช้สำหรับกิจกรรมการเคลื่อนย้ายวัตถุ
	การตรวจสอบ (Inspection) ใช้สำหรับกิจกรรมที่เป็นการตรวจสอบ เช่น วัสดุถูกตรวจสอบในด้านคุณภาพว่าอยู่ในระดับที่พอใจ เป็นต้น
	การรอคอย (Delay) ใช้สำหรับการเกิดการขัดข้อง ต้องรอคอยตรวจสอบ
	การเก็บ (Storage) ใช้สำหรับการเก็บเพื่อจัดส่งข้อมูลให้ลูกค้าต่อไป

2. วิธีการสร้างแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต

ก่อนลงมือสร้างแผนภูมิทุกชนิดจะต้องเริ่มต้นโดยการเขียนรายละเอียดประจำแผนภูมิก่อนเสมอซึ่งจะประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆดังต่อไปนี้

1. ชื่อแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต
2. คำอธิบายของแต่ละกิจกรรม
3. สถานที่
4. ชื่อผู้สร้างแผนภูมิ
5. หมายเลขแผนภูมิ
6. วันที่บันทึก



Flow Process Chart

Location : Pythology lab
Activity : Routine work
Date: Dec. 10, 2008
Operator : P.K. | Analyst : R.K
Method and Type:
Method: (Present) Proposed
Type: (Operator) Material Machine
Layout

Event	Present	Proposed	Savings
Operation	7		
Transport	8		
Delay	1		
Inspection	1		
Storage	1		
Time (min) for 2 patients	21.7		
Distance	48 m		
Cost			

Event Description	Symbol	Time (in Minutes)	Distance	Remarks
Own seat				
To work station 1		1.0	10 m	
Get new syringe and open syringe wrapper		1.5		
To patient		0.2	2 m	
Take blood sample		2.2		
To work station 2		0.2	2 m	
Take glass plate and drop blood sample on plate		0.8		
To work station 1		0.8	5 m	
Get new syringe and Open syringe wrapper		1.8		
To next patient		0.2	2 m	
Take blood sample		2.2		
To work station 2		0.2	2 m	
Take glass plate and drop blood sample on plate		0.8		
Take 2 glass plates to microscope		0.5	5 m	
Samples		1.8		
To own seat		2.0	20 m	
Record result in register		1.0		
Wait for patients		5.0		Average
To Work Station 1		1.0	10 m	Next cycle

ภาพประกอบที่ 8 การทำแผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process chart)

การสร้างแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตผู้สร้างจะต้องบันทึกกิจกรรม ลงไปในแบบฟอร์มอย่างละเอียดและตามกิจกรรมก่อนหลังตั้งแต่ต้นจนเสร็จสิ้นกิจกรรม

2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จนัทร์ธิมา เพียรธรรม,ชนัตถา พลอยเลื่อมแสง และวนรัตน์ อนุสรณ์เสงี่ยม (2561) ศึกษาผลลัพย์ กระบวนการลดความคลาดเคลื่อนทางยาในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล เครือข่ายบริการสุขภาพ เป็นการศึกษาเชิงปฏิบัติการในคลินิกโรคเรื้อรังของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 2 ระดับๆ ละ 2 แห่ง รวบรวมข้อมูลความคลาดเคลื่อนทางยาในช่วงเวลา 2 เดือนท ก่อนดำเนินการเพื่อเปรียบเทียบผลกับ หลังดำเนินการตามกระบวนการลดความคลาดเคลื่อนทางยา 2 รูปแบบ ไปเป็นเวลา 3 เดือน รูปแบบที่ 1 เป็นกระบวนการที่กำหนดโดยเภสัชกรโรงพยาบาลชุมชนเพียงอย่างเดียว ประกอบด้วยการให้ความรู้เกี่ยวกับแนวปฏิบัติป้องกันการแพ้ยาซ้ำและยาที่มีชื่อพ้องมองคล้าย และรูปแบบที่ 2 เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการมีส่วนร่วมระหว่างเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลและเภสัชกรโรงพยาบาลชุมชนในการวิเคราะห์และแก้ไขรากของปัญหาของความคลาดเคลื่อนทางยาร่วมกับกระบวนการที่กำหนดโดยเภสัชกรโรงพยาบาลชุมชน

นวพล บุญประเสริฐ (2554) จากผลการทดลองที่ได้ทำให้สามารถสรุปผลได้ว่าขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบในการผลิตเลนส์แว่นตา ตามหลักการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตหรือ waste ตามแนวคิด ECRS ที่ประกอบด้วยการกำจัด การรวมกันการจัดใหม่ และการทำให้ง่ายสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในด้านการเพิ่มผลิตภาพการผลิตได้ซึ่งผลิตภาพในการผลิตที่เพิ่มขึ้นถึง 27 เปอร์เซ็นต์ ก่อนการปรับปรุงและมากกว่าเป้าหมายได้ถึง 4.9 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งปริมาณงานในการผลิต จำนวนสินค้าที่ถูกส่งมอบไม่ทันลูกค้าและเวลาในการผลิตลดลง

บานเย็น มณียศ และชัยฤทธิ์ ทองรอด (2560) ได้ศึกษาการจัดการลีนโลจิสติกส์ในงานผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลยันฮี ผลการวิจัยของการใช้แนวทางการลดระยะเวลาการรอคอย โดยทฤษฎีลีน สามารถลดระยะเวลาการ รอคอยได้ถึง 9 นาที ต่อ 1 เคสที่มารับบริการ ซึ่งหลังจากทีการศึกษาความพึงพอใจของผู้มารับบริการ ทำให้ทราบว่ามีความพึงพอใจมากในภาพรวมและทำให้สามารถให้บริการผู้มารับบริการจำนวนที่มากขึ้นในระยะเวลาเท่าเดิม โดยผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง การศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด คือปริญญาตรี มีจำนวนอายุ 20-40 ปี สูงสุดด้านความสัมพันธ์กับผู้ป่วย/ผู้รับบริการ ของผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุดคือตัวผู้ป่วยเอง สำหรับด้านรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 25,001-35,000 บาท มีจำนวนมากที่สุด ส่วนใหญ่ไม่ได้มาใช้บริการที่โรงพยาบาลยันฮีครั้งนี้เป็นครั้งแรก ซึ่งผู้มารับบริการมีความพึงพอใจมาก ได้แก่ การรับผู้ป่วย ลงทะเบียน แพทย์ สำหรับห้องยา และการเงินมีความพึงพอใจมากที่สุด

พสิษธ์ อมรพิทักษ์พันธ์ (2554) โครงงานวิจัยอุตสาหกรรมนี้เป็นการศึกษาถึงปัญหาความไม่พึงพอใจของลูกค้า สำหรับกรณีศึกษาแห่งหนึ่งที่เป็นผู้ผลิตผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น ซึ่งเป็นวิสาหกิจขนาดกลาง พบว่าคะแนนความพึงพอใจของลูกค้าเท่ากับ 83 เปอร์เซ็นต์ โดยกำหนด

เป้าหมายให้การเพิ่มระดับคะแนนความพึงพอใจให้เท่ากับ 84 เปอร์เซ็นต์ การลดความไม่พึงพอใจในด้านระยะเวลาในการส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้าเริ่มต้นโดยศึกษากระบวนการธุรกิจตรวจเช็คความสูญเปล่าของกระบวนการ โดยใช้แผนผังลูกศรพบว่ามีความสูญเปล่าจากการรอคอยในกระบวนการสั่งซื้อระยะเวลา 0.5 วัน ที่ทำให้ไม่บรรลุเป้าหมายศึกษากระบวนการเพื่อลดความสูญเปล่า ฐานแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตและวิเคราะห์ด้วยเทคนิค 5W1H พบว่าสาเหตุของการใช้ระยะเวลาในกระบวนการทำงานมากเกินไปเกิดจากโครงสร้างขององค์กรและการออกแบบกระบวนการของแต่ละงานที่มีปฏิสัมพันธ์หลายส่วนงานเข้ามาเกี่ยวข้องจึงทำให้เกิดความสูญเปล่าจากงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าจึงใช้หลักการ ECRS เพื่อลดความสูญเปล่าของกระบวนการด้วยการออกแบบกระบวนการธุรกิจใหม่เพื่อให้เกิดการทำงานแบบเบ็ดเสร็จ และยังนำเอาโปรแกรม Quick ERP เข้ามาประยุกต์ใช้ผลจากการดำเนินงานพบว่าระยะเวลาของกระบวนการคำสั่งต้นแบบลดลง 28.57 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาของกระบวนการสั่งซื้อสินค้าลดลง 32.10 เปอร์เซ็นต์ และมีผลทำให้คะแนนความพึงพอใจของลูกค้าเพิ่มขึ้นจาก 83 เปอร์เซ็นต์ มาเป็น 85 เปอร์เซ็นต์ บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

ภัทรนิษฐ์ บุญวัง (2556) วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นและเพิ่มผลผลิตในสายการผลิตโครงสร้างพื้นลิฟท์ โดยใช้แนวความคิดแบบลีนในการกา จัดและลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มต่อตัวผลิตภัณฑ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยหลัก ECRS ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการตัด ลดพื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นงานได้ 30 ตารางเมตร ลดระยะทางการเคลื่อนย้ายได้ 13.3 เมตร หรือคิดเป็น 29.3 เปอร์เซ็นต์และลดเวลาเคลื่อนย้ายได้ 23 วินาทีคิดเป็น 31 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการเจาะมีการปรับปรุงพื้นที่วางชิ้นงานก่อนเข้ากระบวนการถัดไป สามารถลดระยะทางขนย้ายได้ 16 เมตรคิดเป็น 72.7 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการพับลดปริมาณงานที่ค้างในกระบวนการได้ 1 วัน คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการเชื่อม ลดระยะทางในการขนส่งในกระบวนการได้ 918 เมตรต่อวัน ลดระยะเวลาในการขนถ่ายทั้งกระบวนการ 2.82 ชั่วโมงต่อวัน คิดเป็น 37.2 เปอร์เซ็นต์เพิ่มกำลังการผลิตรวมเป็น 12,170 ตัวต่อปี จาก 12,000 ตัวต่อปี ในการออกแบบผังของกระบวนการเชื่อมประกอบใหม่พบว่าผังโรงงานแบบที่ 2 เหมาะสมมากที่สุด

มณฑิรา เอียดเสนและคณะ (2556) เวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตถือว่าเป็นปัญหาสำหรับอุตสาหกรรมทุกชนิดเนื่องจากเป็นเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดผลผลิตและส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิต งานวิจัยนี้เป็นการลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตไอศกรีมแท่ง ปัจจุบันมีเวลาสูญเสียเฉลี่ยร้อยละ 28.12 ของเวลาที่ใช้ในการทา งานทั้งหมด สาเหตุหลักมาจากการเตรียมและล้างสายการผลิต ดังนั้นจึงมุ่งลดเวลาสูญเสียจากการเตรียมและล้างสายการผลิตโดยใช้เทคนิค ECRS และ SMED มาปรับปรุงวิธีการทา งานร่วมกับการใช้เทคนิคการจัดตารางทำงานในการจัดลำดับงานและมอบหมายงานโดยใช้ 2 หลักเกณฑ์คือค่าเวลาควบคุมงาน และพื้นที่การทา งานหลังจากนาแนวทางการปรับปรุงไปประยุกต์ใช้พบว่าเวลาเตรียมสายการผลิตเฉลี่ยลดลงจาก 41.32 นาทีเป็น

16.39 นาที หรือลดลงร้อยละ 60.33 และเวลาล้างสายการผลิตเฉลี่ยลดลง 60.06 นาทีเป็น 33.67 นาที หรือลดลงร้อยละ 43.94 ทา ให้เวลาสูญเสียลดลงเหลือร้อยละ 17.86 ของเวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมดของเวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมดหรือ ลดลงร้อยละ 36.50 นอกจากนี้จำนวนพนักงานลดลงจาก 7 คนเป็น 6 คนและการใช้ประโยชน์ของพนักงานเฉลี่ยในการเตรียมและล้างสายการผลิตเพิ่มขึ้น

ยุทธกิจ หินมะลิ (2551)ได้ศึกษาการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ โดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน ซิกซ์ซิกม่า ของบริษัทเดลต้าอิเล็กทรอนิกส์ ไทยแลนด์ จากการศึกษาพบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพมีหลายประการ ซึ่งส่งผลกระทบให้ผลิตภาพ และคุณภาพไม่ได้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดปัญหานี้คือการที่มีกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในสายการผลิตที่มากเกินไปจนส่งผลให้เกิดความสูญเปล่าต่างๆ ขึ้นตามมาในกระบวนการผลิต เมื่อทำการแก้ไขปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้นโดยอาศัยหลักการและการเลือกใช้เครื่องมือของลีนซิกซ์ซิกม่าให้เหมาะสมกับแต่ละประเภทของความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นซึ่งผลหลังจากการดำเนินการปรับปรุงโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้ พบว่า การผลิตมีแนวโน้มที่ดีขึ้นคือ ผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 1,152 เป็น 1,280 ชิ้นงาน คิดเป็นร้อยละ 11.11 งานเสียของกระบวนการผลิตลดลงจาก 2,644 DPPM เป็น 1,275 DPPM คิดเป็นร้อยละ 51.78 อีกทั้งยังส่งผลทำให้ผลิตภาพเฉลี่ย (Productivity) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 83.10 เป็นร้อยละ 93.98 คิดเป็นร้อยละ 11.89

รัฐพล เอกลักษณานันท์ (2553) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการประยุกต์การศึกษาการทำงานเพื่อลดความสูญเปล่า เพื่อปรับปรุงผลผลิตของโรงงานผลิตเลนส์ส่งออกให้ตอบสนองทันต่อความต้องการของตลาดแรงงานเลนส์ มันติโค๊ท สูงขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 12.50 ต่อปี โดยปกติแล้วต้องลงทุนติดตั้งเครื่องจักรเป็นจำนวน 40 ล้านบาท แต่ยังพบว่ายังมีการเพิ่มผลผลิตได้อีกทางหนึ่งคือการลดความสูญเปล่าจากการรอคอย ในการผลิต การศึกษาจากโรงงานผู้ผลิตส่งออกพบว่าการทำงานระหว่างคนกับเครื่องจักรนั้นทำให้เกิดการรอคอยไม่เกิดคุณค่าจึงได้ทำการเก็บข้อมูลการทำงาน เพื่อทดสอบการกระจายตัวซึ่งค่าเวลามาตรฐานนั้นนำมาเรียงในแผนภูมิการไหลจากนั้นนำมาจัดลำดับการทำงานระหว่างคนและเครื่องจักร โดยปัญหาของการรอคอยนั้นได้ถูกวิเคราะห์ด้วยการใช้แผนภูมิก้างปลาโดยมีกลุ่มคิวซีซีเป็นผู้วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ผลการศึกษาการทำงานพบว่าเกิดการรอคอยเป็นเวลา 1,234 วินาที หรือร้อยละ 28.69 หลังจากการทดลองแก้ปัญหาและศึกษาเวลามาตรฐานการทำงานแบบใหม่พบว่าสามารถลดเวลาการรอคอยที่ไม่ทา ให้เกิดมูลค่าเป็นเวลา 516 วินาที หรือร้อยละ 12.97 ลดลงถึง 718 วินาที สามารถเพิ่มผลผลิตได้จากเดิม 81 เลนส์ 100 เลนส์ ต่อชั่วโมงโดยไม่ต้องลงทุนติดตั้งเครื่องจักร

ฤทธิชัย สังขทิพย์และคณะ (2556) งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ เฉพาะชิ้นส่วนคานรับเฟรมรถยนต์ของบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่ง ปัจจุบันกำลัง

การผลิตของบริษัทตอบสนองได้เพียง 300 ชิ้นต่อวันแต่ลูกค้ามีความต้องการเพิ่มขึ้นเป็น 600 ชิ้นต่อ 24 วัน ทำให้ทางบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ต้องเพิ่มกำลังการผลิตชิ้นส่วนจากเดิม 1 กระบะต่อวัน มาเป็น 2 กระบะต่อวัน ส่งผลทา ให้ต้นทุนการผลิตการของบริษัทสูงขึ้นจากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่ทาการศึกษากระบวนการเชื่อมคานกันกระแทกแขนกลเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สามารถผลิตได้ทันต่อความต้องการของลูกค้าที่สูงขึ้น โดยใช้กำลังการผลิตเท่าเดิมคือ 1 กระบะต่อวันจากการวิเคราะห์กระบวนการเชื่อมคานกันกระแทกพบว่า การทำงานของคนกับเครื่องจักรทา งานไม่สมดุลกันส่งผลให้รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) สูง ดังนั้นได้นำเทคนิค ECRS ปรับปรุงวิธีการทางาน จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้รอบเวลาการผลิตลดลงจาก 86.68 วินาทีต่อชิ้น เหลือ 46.34 วินาทีต่อชิ้น หรือลดลงร้อยละ 45.05 วินาทีต่อชิ้น ทำให้ปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้นตามที่ลูกค้าต้องการ

ลัดดาวัลย์ บุญฤทธิ์ (2558) ศึกษาการลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางรถยนต์แผนกดันยางกรณีศึกษา บริษัทผลิตยางรถยนต์เรเดียล เพื่อการลดความสูญเสียในกระบวนการดันยาง จากข้อมูลเบื้องต้น ของโรงงานตัวอย่างพบว่าผลิตภัณฑ์ไหล่ยาง (Shoulder) รุ่นการผลิต A มีปริมาณของเสียรวมมากที่สุด คือร้อยละ 17.23 จากสาเหตุหลักคือชิ้นงานไหล่ยาง (Shoulder) น้ำหนักของชิ้นงานไม่ตรงตามข้อกำหนดร้อยละ 12.04 คิดเป็นมูลค่า 312,178 บาทต่อเดือน ซึ่งของเสีย (Rework) จะถูกจัดเก็บเพื่อนำไปทำการผสม ใหม่และนำมาใช้งานอีกครั้ง ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงและส่งผลกระทบต่อด้านคุณภาพของชิ้นงาน

สมเกียรติ เติมสุข (2552) สารนิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาการประยุกต์แนวคิดแบบลีนเพื่อปรับปรุงระบบการผลิต เบาะรถยนต์ กรณีศึกษา บริษัท ซัมมิท โอโต้ซีท อินดัสตรี จำกัด ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเปลี่ยนระบบ การผลิตแบบผลัก (Push System) เป็นระบบการผลิตแบบดึง (Pull System) โดยได้นำแนวคิดการผลิตแบบลีน (Lean Thinking) และหลักการของระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System) มาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการยกระดับ การผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time) ของเบาะรถยนต์ และกำหนดดัชนีชี้วัดการปรับปรุง 2 หัวข้อ ได้แก่ เวลานำ (Lead Time) และจำนวนแรงงาน (Man Power) ผลการศึกษาได้ทำการเปลี่ยนการวางแผนการผลิตเป็นการสั่งผลิตโดยอาศัยใบคัมบัง ซึ่งผลที่ได้ ทำให้เวลานำของระบบจากเดิม 3,575 นาที ลดเหลือ 1,509 นาที ลดลงได้ร้อยละ 57.79 จำนวนพนักงาน จากเดิม 15 คน ลดเหลือ 10 คน ลดลงได้ร้อยละ 33.33 คิดเป็นมูลค่าที่ประหยัดได้จากการปรับปรุง 1,015 บาทต่อวัน

อรรคพรรณ วนะชกิจ (2545) สร้างแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการสำหรับการผลิตแบบลีน (A Process Reference Model for Lean Manufacturing) ซึ่งเป็นแบบแสดงภาพรวมของการผลิตตามแนวคิดแบบลีน เพื่อให้พนักงานทุกคนในองค์กรมีความเข้าใจที่ตรงกัน ทราบถึงแนวปฏิบัติและการวัดผลที่จำเป็นต่อการผลิต โดยมีลักษณะเป็นแบบจำลองเชิงลำดับชั้นที่แสดงถึงกิจกรรม

ภายในการผลิต ระบุปัจจัยนำเข้า ผลลัพธ์ รวมทั้งกำหนดตัววัดชี้สมรรถนะของกระบวนการ (Key Performance Indicators: KPIs)

อัยรินทร์ ณัฐติรัตน์ (2556) งานวิจัยฉบับนี้เป็นการแก้ไขปัญหาในโรงงานผลิตก๊าซซับเสตรท ซึ่งเป็นการใช้เวลาพักรองานระหว่างกระบวนการและมีปริมาณสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการสูง ในพื้นที่การผลิตระหว่างกระบวนการ G และกระบวนการ H โดยการนำเอาระบบลีนมาใช้จากการเขียนสายธารแห่งคุณค่าสามารถระบุได้ว่าระหว่าง 2 กระบวนการ พบว่าปัญหาเกิดจากความไม่เหมาะสมของสถานีงาน พื้นที่การทำงานไม่เหมาะสม ความไม่สาคัญของอัตราการผลิตของเครื่องจักรแต่ละกระบวนการและอุปกรณ์ขนย้ายงานที่ไม่เหมาะสม จึงได้จัดการทำสมดุลการผลิต โดยปรับปรุงพื้นที่การทำงานที่มีระยะเวลาทางสั้นลงและไม่สับสนในการเคลื่อนที่ ลดสถานีการทำงานจั ดตารางการทำงานเครื่องจักรประจำวันและตารางการทำงานของพนักงาน ในส่วนที่ 2 ได้นำเอาระบบดึงมาใช้โดยพิจารณารถขนย้ายงานระหว่าง 2 กระบวนการนี้ว่าเป็นตัวแทนของบัตรสัญญาณ ซึ่งทำการออกแบบขนาดของรถขนย้ายงานให้มีความจุเล็กลงเพิ่มการควบคุมด้วยสายตาจากการกำหนดพื้นที่ของพนักงานหน้าห้องเปลี่ยนท่ารถขนย้ายให้เป็นลักษณะแถวเรียงเดี่ยวและทำเส้นควบคุมปริมาณงานที่มาพักรอ การดำเนินงานทั้งหมดทำให้งานวิจัยบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์คือสามารถลดเวลาการพักรองานระหว่างกระบวนการได้ 48.53 เปอร์เซ็นต์ และควบคุมเวลาระหว่างกระบวนการของงานได้ตามเวลาที่กำหนดสัดส่วนของปริมาณสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการต่อความสามารถในการผลิตลดลง 51.16 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นตัวเลขที่ทางบริษัทพึงพอใจกับผลการลงทุนปรับปรุงกระบวนการ