บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำหลักการและแนวคิดการผลิตแบบลีนมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตตู้นิรภัย เพื่อลดเวลานำในการผลิตและงานระหว่างผลิต โดยได้นำเทคนิคการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ มาใช้เพื่อหาที่มาและสาเหตุปัญหา แล้วจึงนำเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยในอดีต เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในกระบวนการผลิต ความสูญเปล่าในการปฏิบัติงานมักเกิดขึ้นและแอบแฝงอยู่ในรูปต่างๆ ทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้นโดยยากแก่การหาสาเหตุได้ จึงมีการคิดค้นเทคนิคเพื่อที่จะช่วยลดต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในส่วนนี้ได้ ซึ่งระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถขจัดความสูญเปล่า (Waste) ในระบบการผลิตอย่างต่อเนื่องได้ เทคนิคในการผลิตแบบลีนกำลังเป็นที่นิยมและได้ถูกนำมาใช้เป็นกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจระดับโลก (เกียรติศักดิ์ บุญจันทร์, 2551) จากการผลิตแบบดั้งเดิมที่ผลิตเป็นจำนวนมากๆ สู่การผลิตตามความต้องการของลูกค้า โดยการทำความเข้าใจในกระบวนการผลิตและออกแบบตามคุณค่าที่ลูกค้าต้องการและจัดการอย่างถูกต้องให้เหมาะสม

2.1.1 วิวัฒนาการระบบการผลิตแบบลีน

เกียรติศักดิ์ บุญจันทร์ (2551) กล่าวว่าวิวัฒนาการของการผลิตระบบแบบลีน เริ่มจากการผลิตที่มีลักษณะการผลิตที่ต้องอาศัยความชำนาญเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ต้องอาศัยฝีมือและทักษะที่ทำให้ผลิตได้ทีละน้อยชิ้นและแต่ละชิ้นมีค่าใช้จ่ายสูงมาก หรือที่เรียกว่า Craft Production และต่อมาเฮนรี่ ฟอร์ด ทำการผลิตรถยนต์โดยใช้รูปแบบการผลิตแบบจำนวนมาก (Mass Production) โดยใช้วิธีการศึกษาการทำงาน (Work Study) และการใช้ชิ้นส่วนทดแทน แต่ปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงไป ดังตารางที่ 2.1 แสดงวิวัฒนาการสู่การผลิตระบบแบบลีน จะเห็นได้ว่าภายใต้การผลิตในยุคปัจจุบัน การผลิตแบบลีนจะเหมะสมตรงกับความต้องการมากที่สุด โดยมีการลดความสูญเปล่าในกระบวนการและเกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องด้วย

ตารางที่ 2.1 วิวัฒนาการสู่การผลิตระบบแบบลีน

ลักษณะ	การผลิตแบบงานฝีมือ	การผลิตแบบจำนวนมาก	การผลิตในปัจจุบัน
1.ผลิตภัณฑ์	หลากหลายหรือตามลูกค้าต้องการ	แบบเดียวกัน	หลากหลายหรือตามลูกค้าต้องการ
2.การควบคุมการผลิต	ผลิตตามคำสั่ง	ผลิตตามพยากรณ์	ผลิตตามความต้องการของลูกค้า
3.เทคโนโลยีการผลิต	ทักษะตามความเชี่ยวชาญฝีมือ	ความแม่นยำของเครื่องจักร และทักษะย่อยฝีมือแรงงาน	การควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ มีความแม่นยำสูง ทักษะย่อยๆ ของแรงงาน
4.วิธีการ	ด้วยมือ	การใช้ส่วนที่แทนกันได้ เครื่องจักรอัตโนมัติ ฝีมือแรงงาน	การใช้ส่วนที่แทนกันได้ เครื่องจักรอัตโนมัติ หุ่นยนต์
5.ความต้องการของตลาด	มีอยู่อย่างจำกัด	ตลาดนำหน้าความสามารถการผลิต	ตลาดมีความสำคัญน้อยกว่าความสามารถของการผลิต
6.ความต้องการของลูกค้า	มีเพียงพอให้ใช้งาน	มีเพียงพอให้ใช้งาน คุณสมบัติของสินค้า ต้นทุน	คุณภาพตามความต้องการของลูกค้า คุณสมบัติของสินค้า ต้นทุน เวลาส่งมอบ

2.1.2 ประวัติของระบบการผลิตแบบลีน

พฤทธิพงศ์ โพธิวราพรรณ (2548) กล่าวว่า การผลิตแบบลีน เกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1990 จากหนังสือชื่อ “The Machine that Changed The World” ซึ่งเขียนโดย ศาสตราจารย์ ด๊อกเตอร์ เจมส์ วอแมกซ์ แห่ง MIT (Massachusetts Institute of Technology) หนังสือเล่มนี้ได้กล่าวถึงการศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบโรงงานผลิตรถยนต์ของญี่ปุ่น อามริกา และยุโรปว่า ทำไมญี่ปุ่นถึงประสบความสำเร็จในการดำเนินธุรกิจผลิตรถยนต์มากกว่าสหรัฐอเมริกา และยุโรป ผลจากการศึกษาพบว่า ญี่ปุ่นมีระบบการผลิตที่เรียกว่า “ลีน” นั่นเอง โดยการศึกษานี้ได้ทำขึ้นที่โรงงานผลิตรถยนต์ที่สหรัฐอเมริกา

ก่อนหน้านั้นในช่วงปี ค.ศ.1945-1970 ไทอิจิโอโนะ (Taliji Ohno) วิศวกรผลิตและอดีตรองประธานบริษัทโตโยต้า ได้คิดระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System , TPS) ซึ่งบางทีเรียกว่า ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time Manufacturing System) โดยส่วนหนึ่งของระบบการผลิตนี้ได้มาจากการเสนอแนะจากพนักงาน ด้วยเหตุดังกล่าวจึงนำไปสู่การพัฒนารูปแบบการผลิตโดยเน้นต้นทุนการผลิตต่ำ โดยมีผู้นำอย่าง อิจอ โตโยดะ (Eiji Toyoda) และไทอิจิ โอโนะ แห่งโตโยต้า ในปี ค.ศ.1950 โตโยดะได้เข้าเยี่ยมชมโรงงาน Ford River Rouge เพื่อเรียนรู้วิธีการผลิตแบบจำนวนมาก จึงได้เห็นว่าฟอร์ดได้ใช้สายการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Production System) ทำให้โตโยดะได้เห็นรูปแบบการผลิตรถยนต์ได้ถึง 7,000 คันต่อวัน

ขณะนั้นโตโยต้าสามารถผลิตรถยนต์ได้น้อยกว่า 2,700 คันต่อวัน หลังจากเข้าเยี่ยมชมโรงงานของฟอร์ดได้ประมาณหนึ่งเดือน โตโยต้าสรุปว่ารูปแบบการผลิตแบบจำนวนมากไม่เหมาะสมกับการผลิตของโตโยต้า ดังนั้นโตโยต้าจึงต้องการสร้างรถยนต์ที่มีรูปแบบหลากหลายในโรงงาน ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบการผลิตของฟอร์ดอย่างสิ้นเชิง และยังขาดความพร้อมทางเงินลงทุน จึงไม่สามารถเพิ่มการลงทุนด้วยเทคโนโลยีขั้นสูงได้ เมื่อเขากลับมาญี่ปุ่นได้เรียก ไทอิจิ โอโนะ วิศวกรการผลิตเพื่อร่วมพัฒนาระบบการผลิต เมื่อโอโนะได้ศึกษาระบบการผลิตเป็นจำนวนมาก ทำให้เห็นข้อจำกัดหลายด้าน ดังนั้นจึงได้ออกแบบระบบการผลิตที่ลดความสูญเปล่าและเน้นประสิทธิภาพสูงสุด ด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าและมีความยืดหยุ่นกว่าการผลิตแบบจำนวนมาก ระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นที่รู้จักกันดีในนามของระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี

โดยมุ่งลดความสูญเปล่าที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าแก่สินค้า และรวมถึงแนวทางการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องด้วยการลงทุนในทรัพยากรมนุษย์ โดยไม่เน้นในการลงทุนด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง แต่จะมุ่งปรับปรุงโดยมีพนักงานเป็นตัวขับเคลื่อนที่สำคัญและสอดคล้องกับปรัชญาคุณภาพ อย่างการจัดการด้านคุณภาพร่วมทั้งองค์กร จึงส่งผลให้ญี่ปุ่นสามารถแข่งขันในตลาดโลกและทำให้ธุรกิจในอเมริกาต้องปรับตัวในปี ค.ศ. 1980

2.1.3 คำนิยามของการผลิตแบบลีน

2.1.3.1 คำนิยามของการผลิตแบบลีน ที่ The APICS Dictionary (2000) ระบุคือ ปรัชญาของการผลิตนั้นจะมุ่งเน้นไปที่การลดจำนวนทรัพยากรทั้งหมด ซึ่งรวมทั้งเวลาที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆ โดยจะเกี่ยวกับการระบุและการกำจัดกิจกรรมต่างๆที่ไม่เพิ่มคุณค่าในการออกแบบ, การผลิต, การจัดการโซ่อุปทานและการการจัดการกับลูกค้า ผู้ผลิตแบบลีนจะจ้างทีมงานที่ประกอบด้วยพนักงานที่มีทักษะหลายด้านในทุกระดับขององค์กร และใช้

เครื่องจักรอัตโนมัติมากขึ้น มีความยืดหยุ่นสูงเพื่อที่จะผลิตสินค้าที่มีความหลากหลายปริมาณมากเท่าไหร่ก็ได้

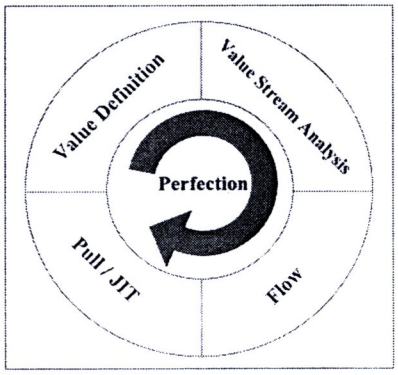
2.1.3.2 คำนิยามของการผลิตแบบลีน ตามสำนักพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุน กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมร่วมกับเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ให้คำนิยามลีนว่า Lean ตามพจนานุกรมหมายถึง "ผอม" หรือ "เนื้อไม่มีมัน" การผลิตแบบลีน คือ "การใช้หลักการชุดหนึ่งในการระบุและกำจัดความสูญเปล่า เพื่อส่งมอบสินค้าที่ลูกค้าต้องการ และทันเวลา" หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ลีน คือ ปรัชญาในการผลิตที่ถือว่า ความสูญเปล่า เป็นตัวทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตยาวนานขึ้น และควรมีการนำเทคนิคต่าง ๆมาใช้ในการกำจัดความสูญเปล่าออกไป (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมร่วมกับเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2007)

2.1.3.3 หรือ ลีน ตามนิยามของ Electricity & Industry หมายถึง การออกแบบและการจัดการกระบวนการ, ระบบ, ทรัพยากร และมาตรการต่างๆ อย่างเหมาะสม ทำให้สามารถส่งมอบผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมในครั้งแรกที่ดำเนินการ โดยพยายามให้เกิดความสูญเสียน้อยที่สุด (Minimum Waste) หรือมีส่วนเกินที่ไม่จำเป็นน้อยที่สุด โดยความสูญเสียดังกล่าวนั้นไม่ได้ประเมินจากผลลัพธ์ขั้นสุดท้าย (Final Products) เพียงอย่างเดียว แต่จะประเมินจากกิจกรรมหรือกระบวนการทั้งหมดที่ใช้ทรัพยากรโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในการผลิต (Electricity & Industry , 2551)

อย่างไรแล้ว การผลิตตามแนวคิดลีนเป็นการผลิตที่มีการวางแผน ออกแบบและการจัดการกระบวนการ ระบบทรัพยากรและมาตรการต่างๆ อย่างเหมาะสม โดยเป็นระบบการผลิตที่มุ่งเน้นการไหล (Flow) ของผลิตภัณฑ์หรืองานบริการเป็นหลัก มีการพิจารณาถึงกิจกรรมในกระบวนการผลิตที่ก่อให้เกิดมูลค่าแก่ตัวสินค้า และกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าแก่ตัวสินค้าแล้วทำการกำจัดความที่สูญเปล่าต่างๆของงานที่มิได้ก่อให้เกิดมูลค่าแต่ตัวสินค้า แต่ในบางกิจกรรมต้องยังคงไว้ในกระบวนการอยู่ เช่น การตรวจสอบคุณภาพ เป็นต้น โดยการผลิตแบบลีนมีหลักการที่มุ่งเน้นไปทางการค้นหาผลิตภัณฑ์หรืองานบริการที่ลูกค้าต้องการแล้วศึกษากระบวนการผลิต เพื่อใช้บ่งชี้ความสูญเปล่าภายในกระบวนการเหล่านั้นและกำจัดความสูญเปล่าเหล่านั้นทีละขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง เพื่อประสานแนวคิดลีนกับหลักการทางวิศวกรรมการผลิตที่มุ่งออกแบบกระบวนการหรือระบบที่มีต้นทุนต่ำและสามารถสร้างผลกำไรสูงสุด (Maximizing Cost) ในขณะเดียวกันก็ให้ความสำคัญเป็นอย่างมากกับการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพควบคู่ไปด้วย

2.1.4 หลักการสำคัญของระบบการผลิตแบบลีน

หลักการพื้นฐานตามแนวการผลิตแบบลีนตามเจมส์ วอเม็กซ์ ได้กล่าวไว้ในหนังสือ “Lean Thinking” มี 5 ประการคือ การนิยามคุณค่า การวิเคราะห์การไหลของคุณค่า การไหล การดึง/ทันเวลาพอดี และความสมบูรณ์แบบ ดังรูปที่ 2.1 หลักการผลิตแบบลีน และยังคำนึงถึงการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในแต่ละโครงสร้างหลักตามการหมุนของวงหล้อการผลิตแบบลีน (พฤทธิพงศ์ โพธิวราพรรณ , 2548)



รูปที่ 2.1 หลักการผลิตแบบลีน (ที่มา : พฤทธิพงศ์ โพธิวราพรรณ , 2548)

2.1.4.1 การนิยามคุณค่า (Value Definition) จัดการกับความสูญเปล่านั้นต้องใช้ความพยายามยิ่ง ในการกำจัดความสูญเปล่าออกจากกระบวนการ ดังนั้นถือได้ว่ากระบวนการสร้างคุณค่าจึงมีความสำคัญ ดังนั้นประเภทความสูญเสีย Muda คือกระบวนการผลิตที่ลูกค้าไม่ต้องการบริษัทที่ทำการผลิตแบบลีนจะดำเนินการ เพื่อกำหนดคุณค่าของผลิตภัณฑ์และความสามารถของผลิตภัณฑ์ในการเสนอราคาให้กับลูกค้า บริษัทที่ทำการผลิตแบบลีนจะทำความเข้าใจและถามลูกค้าว่าต้องการอะไร แล้วบริษัททำการผลิตแบบลีนจะปรับปรุงผลิตภัณฑ์ การบริหารองค์กรและพนักงาน เพื่อให้บรรลุตามแผนการผลิตนั้น

2.1.4.2 วิเคราะห์การไหลของคุณค่า (Value Stream Analysis) คุณค่าของกระบวนผลิตจะเป็นพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์สายธารแห่งคุณค่า ซึ่งการวิเคราะห์เริ่มต้นด้วยแผนภาพของกระบวนการที่กำหนดขั้นตอนผลิตผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้ Value Stream คือกิจกรรมหรืองานทั้งหมดที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ ดังนั้น VSM คือการเขียนแผนภาพแสดงการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลสารสนเทศในการผลิตของกระบวนการต่างๆ

2.1.4.3 การไหล (Flow) ถือเป็นหัวใจหลักสำคัญของการผลิตแบบลีน และเป็นจุดเริ่มต้นของการต้องทำให้เกิดก่อนที่จะทำการติดตั้งระบบอื่นๆของระบบการผลิตแบบ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 14 พ.ย. 2556
เลขทะเบียน 248738
เลขเรียกหนังสือ

ลื่นต่อไป การทำให้สายการผลิตเกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง (Continuous Flow) สามารถทำได้ดังต่อไปนี้

1. อย่าให้เครื่องจักรว่างด้วยเหตุอันใดก็ตาม (Idle)
2. หากเครื่องจักรเสีย (Breakdown) หรือนอกจากการควบคุม ต้องแก้ไขให้กลับคืนสู่สภาวะปกติให้เร็วที่สุด
3. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Management , PM) เป็นสิ่งที่ต้องใช้เวลาให้น้อยที่สุด แม้ว่าจะอยู่ในแผนการผลิตก็ตาม เพราะบางกรณีไม่สามารถควบคุมเวลานี้ได้
4. อย่าขัดจังหวะเวลาการผลิตด้วยเหตุอันใดก็ตาม
5. จัดกำลังการผลิตของแต่ละกระบวนการให้มีความสมดุลกัน (Line Balance) ซึ่งจะทำให้ไม่มีงานรอระหว่างผลิต (Work in Process) หรือปัญหาคอขวดขึ้น
6. ลดปริมาณการขนย้าย
7. ลดการเก็บงานเพื่อรอการผลิต
8. การจัดผังโรงงานให้เหมาะสม (Line Layout)

การไหลแบบต่อเนื่องทำให้เวลาผลิตมีช่วงเวลานำน้อย สามารถวางแผนการผลิตแบบตามคำสั่งซื้อ แทนการผลิตแบบตามพยากรณ์ซึ่งจะเกิดสินค้าคงคลัง และการควบคุมระดับการผลิตโดยทำให้ปริมาณการผลิตกับปริมาณความต้องการของลูกค้าใกล้เคียงกัน จะเป็นการป้องกันความสูญเปล่าในการผลิต นอกจากนี้การไหลแบบต่อเนื่องจะไม่เกิดการรอคอย วัสดุสินค้าคงคลังเป็นศูนย์ ช่วยลดความสูญเปล่าที่เกิดจากการคงคลังสินค้า ส่วนระดับการผลิตที่เหมาะสมทำให้สามารถสลับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ได้ง่าย เกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการผลิต

2.1.4.4 การดึง/มันเวลาพอดี (Pull) ในแนวคิดการผลิตแบบลีน สินค้าคงคลังหรือวัสดุคงคลังจะถูกคิดเป็นเรื่องความสูญเปล่า ฉะนั้นการผลิตสินค้าใดๆที่ขายไม่ได้ถือเป็นความสูญเปล่า สิ่งสำคัญต้องทราบความต้องการของลูกค้าที่แท้จริง แล้วใช้การดึงผลิตภัณฑ์เข้าระบบ โดยใช้หลักการปรับปรุงปริมาณที่ต้องมีเพียงพอในช่วงที่ต้องการ วัตถุประสงค์ของการผลิตแบบทันเวลาพอดี คือการสร้างความสมดุลและความสัมพันธ์ของปริมาณการผลิตกับความต้องการ เพื่อกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น

2.1.4.5 ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) การจะประสบความสำเร็จนั้น ควรมาจากการทำงานที่มีประสิทธิภาพ ใน 4 หลักการที่กล่าวไปแล้วข้างต้น สิ่งที่ต้องปรับปรุง คือ ลดเวลา ลดพื้นที่ ลดต้นทุนและลดความผิดพลาดที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการจัดการ

ผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไป องค์ประกอบ 3 ประการที่การผลิตแบบลีนมุ่งเน้นคือ การบรรลุถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์และกิจกรรมในกระบวนการผลิต ที่เป็นกระบวนการเพิ่มคุณค่าในสายตาลูกค้า, การวางโครงสร้างระบบการไหลอย่างต่อเนื่อง ระบบคงคลังเป็นศูนย์, การผลิตทันเวลาพอดีและของเสียเป็นศูนย์ และความสมบูรณ์แบบในการเพิ่มคุณค่ามากที่สุดโดยการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นระบบการผลิตแบบลีนจึงมีบทบาทในการสร้างผลิตภาพและผลตอบแทนให้กับธุรกิจโดยเฉพาะความสามารถการทำกำไร (Profitability) ที่เป็นเป้าหมายหลักขององค์กรธุรกิจด้วยการสร้างสมดุลของการใช้ประโยชน์จากทรัพยากร 3Ms นั่นคือ การเคลื่อนย้ายหรือการไหลของวัสดุ/ชิ้นงานระหว่างกระบวนการ, ผลิตภาพแรงงานที่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างสม่ำเสมอ และเครื่องจักรสามารถเดินเครื่องเพื่อแปรรูปชิ้นงานได้สอดคล้องกับอัตราการผลิตเป้าหมาย

2.2. เครื่องมือที่ใช้ในการลดความสูญเปล่าและปรับปรุงกระบวนการ

ดังเป็นที่ทราบกันแล้วว่า การปรับเปลี่ยนองค์กรไม่สามารถทำได้ภายในเวลาอันสั้น ซึ่งเครื่องมือและเทคนิคที่ใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการ อาทิเช่น

2.2.1 Kanban System คัมบังได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดยบริษัทโตโยต้าเมื่อปลายปี ค.ศ. 1940 (ปลาย พ.ศ. 2483) เพื่อใช้ในการพัฒนาคุณภาพ การเติมเต็มสินค้า ในสายการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT , Just-In-Time) ควบคุมการไหลของงาน

2.2.1.1 คำนิยามของคัมบังตาม ดารณี พลมั่น (2552) ให้คำนิยามของ คัมบัง (KANBAN) หมายถึง บัตร แผ่นป้ายหรือสัญลักษณ์ที่สามารถบอกถึงการไหลของงาน Kanban ได้ถูกออกแบบมาเพื่อควบคุมการปฏิบัติงานในโรงงาน เมื่อมีการนำไปใช้เกิดขึ้นระบบจะส่งสัญญาณการเติมเต็มไปยังแหล่งจัดส่ง เพื่อให้ทั้งฝ่ายผลิตและฝ่ายจัดส่งมีการตอบสนองต่อการนำไปใช้จริงๆ อย่างสม่ำเสมอ Kanban เป็นคำในภาษาญี่ปุ่น แปลตรงตัวก็คือ กระดานหรือกระดาษที่เขียนข้อความ หรือเครื่องหมายต่างๆที่ต้องการสื่อไปถึงผู้อื่น เมื่อนำมาใช้ในการบริหารการผลิตแบบโตโยต้า จะหมายถึง “ป้ายคำสั่ง” ที่ได้กำหนดเอาไว้ล่วงหน้าว่า เมื่อไร จะให้ทำอะไร เท่าไร

ในระบบคัมบังกระบวนการต้นทางจะผลิตเพียงพอเพื่อเป็นการทดแทนสิ่งที่กระบวนการปลายทางได้เบิกออกไปเท่านั้น พนักงานในกระบวนการหนึ่งจะยังในกระบวนการก่อนหน้าเพื่อเบิกชิ้นส่วนปริมาณที่ต้องการในเวลาที่ต้องการเท่านั้น จุดเริ่มต้นในระบบการนี้เริ่มที่คำสั่งซื้อของลูกค้าที่เรียกว่าคัมบังดึง

ระบบดึงมีรากฐานมาจากซุปเปอร์มาร์เก็ตในร้านซุปเปอร์มาร์เก็ต เมื่อลูกค้าซื้อผลิตภัณฑ์จากชั้นวางแล้ว จะมีการเติมผลิตภัณฑ์เพื่อเติมเต็มสินค้าที่ลูกค้าซื้อไป เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตแบบลีน กระบวนการนี้จะเปลี่ยนจากที่เป็นการผลิตแบบชุดขนาดใหญ่ในการผลิตแบบผลัก ซึ่งเป็นการผลิตที่เป็นฐานมาจากการคาดการยอดขายที่บริษัทคาดหวัง ระบบดึงสร้างความยืดหยุ่นให้กับการผลิต ดังนั้นจะมีการผลิตสิ่งที่ต้องการในเวลาที่ต้องการ และจำนวนที่ต้องการเท่านั้น ด้วยวิธีนี้เป็นไปได้ที่จะลดการผลิตที่มากเกินจำเป็น ซึ่งเป็นวิกฤติปัญหาความสูญเสียในการผลิตมากที่สุดในความสูญเสีย 7 ประการ เป้าหมายสุดท้ายคือ คัมบังเป็นศูนย์ (Zero KANBAN) ด้วยการกำจัดงานระหว่างผลิต คำสั่งซื้อของลูกค้าจะเป็นสัญญาณการไหลอย่างต่อเนื่องที่แท้จริง ซึ่งเป็นอุดมคติสำหรับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในระบบดึงจะต้องมีความพยามเพิ่มขึ้นเสมอ

ระบบคัมบังมีรากฐานมาจากระบบการจัดการสินค้าคงคลังที่ถูกเรียกว่า วิธีจุดสั่งซ้ำ (Reordering Point Method) เป็นวิธีทางสถิติที่อนุญาตให้โรงงานสั่งซ้ำสินค้า หรือชิ้นส่วนในจำนวนเดิมในแต่ละครั้ง เมื่อสินค้าคงคลังลดลงในระดับที่แน่นอน (คือลดลงถึงจุดสั่งซ้ำ) คำสั่งซื้อใหม่ก็จะถูกออกไปเพื่อทำแทนสินค้าที่ออกไป ซึ่งคัมบังเปรียบเสมือนคำสั่งผลิตของระบบดึง คัมบังจะติดตามสินค้าและจะแสดงให้เห็นว่าจะเบิกอะไรจากกระบวนการใด ทันทีที่ลูกค้าสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ คำสั่งงานจะสั่งไปยังการประกอบ ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นชิ้นส่วนจากกระบวนการ สายกระบวนการก็จะสั่งวัตถุดิบจากฝ่ายจัดหา เป็นต้น

2.2.1.2 กฎของคัมบัง

กฎข้อที่ 1 กระบวนการปลายทางเบิกชิ้นส่วนจากกระบวนการต้นทาง

กฎนี้เปลี่ยนจากการ “ป้อน” ชิ้นส่วนเป็นการ “เบิก” ชิ้นส่วนและเป็นการแก้ปัญหาที่ยากจากการจัดเก็บชิ้นส่วนมากเกินไป เพื่อให้กฎนี้เกิดประสิทธิผลที่ดีต้องทำตามต่อไปนี้

-ไม่เบิกชิ้นส่วนโดยปราศจากคัมบัง จะเบิกเฉพาะชิ้นส่วนที่มีตามคัมบังเท่านั้น

-คัมบังจะติดไปกับทุกชิ้นงานจากกระบวนการหนึ่งไปกระบวนการก่อนหน้า เพื่อเบิกชิ้นส่วน

กฎนี้ประกันว่าจะผลิตเฉพาะที่ขายได้เท่านั้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในระบบการผลิตแบบลีน

กฎข้อที่ 2 กระบวนการต้นทางผลิตเฉพาะสิ่งที่ถูกเบิกไปเท่านั้น

กระบวนการต้นทางจะผลิตเฉพาะจำนวนที่ถูกเบิกโดยกระบวนการต้นทางเท่านั้น เพื่อเป็นการป้องกันการผลิตที่มากเกินไป โดยการควบคุมการไหลของชิ้นส่วนทั้งหมด และ

รักษาระดับชิ้นงานในกระบวนการให้มีน้อยที่สุด ดังนั้นชิ้นงานจะถูกผลิตเฉพาะที่ถูกเบิกเพื่อป้องกันของขาด

-ต้องไม่ผลิตเกินกว่าจำนวนคัมบังที่ได้รับ

-ผลิตตามลำดับคัมบังที่ได้รับ

กฎข้อที่ 3 เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ถูกต้อง 100% เท่านั้นที่จะถูกส่งไปยังกระบวนการถัดไป

สร้างคุณภาพในแต่ละกระบวนการ สิ่งนี้เป็นสิ่งที่สำคัญมากจนหลายที่กำหนดให้เป็นกฎข้อแรกของคัมบัง กฎข้อนี้เป็นการกำหนดลักษณะที่สำคัญของระบบการผลิตแบบลีนเช่นกันกับกฎที่ 1

ในแต่ละกระบวนการ พนักงานจะค้นพบและแก้ไขข้อบกพร่องด้วยตัวเอง เมื่อพบของเสีย ต้องสามารถหยุดเครื่องจักรได้ ดังนั้นปัญหาจะได้รับการแก้ไขและพนักงานจะหยุดผลิต

กฎข้อที่ 4 ทำการปรับเรียบการผลิต

การปรับเรียบการผลิต หรือการปรับภาระงาน กำจัดความแปรปรวนการไหลในกระบวนการที่แตกต่างกันและช่วยรักษาให้มีความเสถียร ทำให้การผลิตชุดเล็กๆราบรื่น การปรับเรียบการผลิตเป็นหนทางที่กระบวนการต่างๆจะสามารถรักษาอุปกรณ์และพนักงานให้พร้อมในการผลิตในเวลาและปริมาณที่ต้องการ โดยปราศจากกำลังการผลิตหรือชิ้นงานระหว่างผลิตที่เกินในกระบวนการ

กฎข้อที่ 5 คัมบังจะติดไปกับชิ้นงานเสมอ

คัมบังเป็นป้ายแสดงความต้องการชิ้นส่วนและทำให้การควบคุมด้วยสายตาชัดเจนขึ้น แม้จะถูกระบุอยู่ในกฎข้อที่ 1 ไปแล้ว แต่ก็ถือเป็นกฎด้วยตัวเองด้วย เพราะว่าระบบไม่สามารถทำหน้าที่ได้ถ้าคัมบังถูกแยกออกจากชิ้นงาน

กฎข้อที่ 6 จำนวนของคัมบังจะถูกลดลงไปทีละน้อยเรื่อย

ลดจำนวนคัมบังให้น้อยที่สุดเพื่อจะค้นพบสิ่งที่ต้องปรับปรุง ปัญหาการหยุดสายการผลิต การขาดชิ้นส่วน และปัญหาอื่นๆจะเผยให้เห็นได้เมื่อลดจำนวนคัมบังลงทีละน้อย คัมบังทำให้เกิดกิจกรรมการปรับปรุงได้อย่างแข่งขัน โดยการลดปริมาณสินค้าคงคลังในระบบการผลิต ดังนั้นกฎของคัมบังจึงเป็นเกณฑ์ที่วิกฤติสำคัญของการผลิตระบบแบบลีนด้วย (ณัฐพงษ์ จงรักษ์ลิขิต , 2552)

2.2.1.3 ชนิดของคัมบัง

1. คัมบังขนส่ง คัมบังอันแรกคือคัมบังที่ใช้ในการขนส่ง (Transport KANBAN) ใช้บอกเมื่อมีชิ้นส่วนต่างๆจะถูกเคลื่อนย้ายไปในสายการผลิตหรือระหว่างกระบวนการในการผลิต และสายประกอบ นอกเหนือจากระบุชิ้นส่วนและปริมาณแล้ว คัมบังขนส่งจะระบุว่าชิ้นงานมาจากไหนและจะไปที่ไหนด้วย มีคัมบังขนส่งอยู่ 2 ชนิดคือ คัมบังผู้จัดส่งวัตถุดิบและคัมบังเบิก

จาก	ไปยัง
Supplier	Vision cell
สถานีต้นทาง	สถานีปลายทาง
L5	M4
หมายเลขชิ้นส่วน	
76000152455151F Polyurethane, 90D	
	สถานที่จัดเก็บ
	M-4-B
ประเภทภาชนะ	จำนวนรองคัมบัง
Gaylord	2/3
ความจุภาชนะ	
1000	

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างคัมบังขนส่งแบบทั่วๆไป (ที่มา: ณัฐพงษ์ จงรักษ์ลิขิต, 2552)

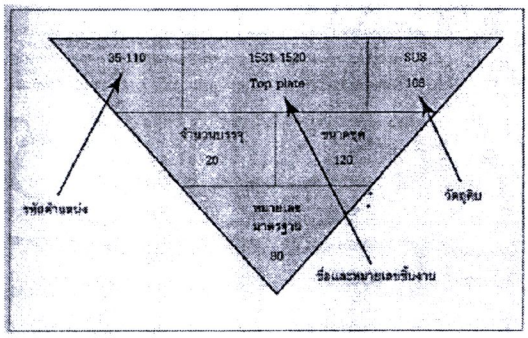
คัมบังเบิก ถูกนำมาใช้ในหลายรูปที่แบบขึ้นอยู่กับความต้องการและประเภทของชิ้นส่วนที่ต้องการเบิก เช่น คัมบังหนึ่งใบสำหรับชิ้นส่วนหนึ่งชิ้นหรือชิ้นส่วนหลายชิ้นที่บรรจุในภาชนะหนึ่งใบหรือหนึ่งกล่อง หรืออนุกรมของคัมบังสำหรับชิ้นส่วนที่ถูกป้อนให้ตามละดับคำสั่งที่แนนอนสำหรับการประกอบของกระบวนการปลายทาง

2. คัมบังการผลิต (Production KANBAN) แสดงคำแนะนำในการปฏิบัติการสำหรับกระบวนการเฉพาะมีคัมบังผลิตแบ่งอยู่ 2 ชนิดคือ คัมบังสั่งผลิตและคัมบังสัญญาณ (Production Ordering KANBAN) เป็นคัมบังที่ถูกใช้ประจำวันในกระบวนการที่ไม่ต้องการการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร คัมบังสั่งผลิตจะคล้ายกับคำสั่งผลิตมาตรฐาน (Standard Production Order) ที่ใช้ในระบบผลักที่จะระบุว่า จะผลิตอะไร และในปริมาณเท่าไหร่ เมื่อคัมบังเบิกสั่งให้ย้ายชิ้นงาน

	กระบวนการก่อนหน้า ←→ กระบวนการปัจจุบัน	
	Plating (ME-47)	Coating (TO-13)
	ชื่อชิ้นงาน	
	51341 - 162600 - 00	tail lamp rim
	จำนวนบรรจุ	
	20	
หมายเลขควบคุม	จำนวนที่ออก	
L-2	6/10	

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างคัมบังสั่งผลิตแบบทั่วๆไป (ที่มา : ณัฐพงษ์ จงรักษ์ลิขิต , 2552)

คัมบังสัญญาณ (Signal Kanban) ใช้ในกระบวนการปั๊มหรือกระบวนการอื่นๆ ที่ต้องการการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร เพื่อส่งสัญญาณให้มีการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรตามลำดับของคัมบังการผลิต คัมบังสามเหลี่ยม (Triangle Kanban) เป็นคัมบังรูปที่แบบพิเศษที่แจ้งให้ทราบถึงจุดซื้อซ้ำ (บุญเสริม, 2549)



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างคัมบังสัญญาณ (ที่มา : ณัฐพงษ์ จงรักษ์ลิขิต , 2552)

2.2.2 ลดขนาดการผลิตให้เล็กลง (Small Lot Size)

ปริมาณการผลิตขนาดเล็กมีจุดประสงค์เพื่อพยายามควบคุมวัสดุคงคลังให้อยู่ในระดับที่น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อไม่ก่อให้เกิดต้นทุนในการจัดเก็บและต้นทุนค่าเสียโอกาสจึงผลิตในปริมาณที่ต้องการ โดยที่ปริมาณการผลิตขนาดเล็กหรือในจำนวนที่น้อยมีประโยชน์ 3 ประการต่อไปนี้

- ทำให้ระดับสินค้าคงคลังลดลง
- ช่วยลดเวลานำหรือช่วงเวลารอคอย รวมทั้งวัสดุคงคลังที่เป็นงานระหว่างกระบวนการ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงาน คือขจัดของเสียที่เกิดในขบวนการผลิต อีกทั้งยังเป็นการขจัดปัญหาความล่าช้า การจัดส่งสินค้า หรือการให้บริการอีกด้วย
- ช่วยให้ระบบการทำงานเป็นแบบเดียวกันซึ่งเป็นผลทำให้พนักงานมีความชำนาญมากขึ้น สามารถใช้กำลังการผลิตให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากขึ้น และฝ่ายผลิตสามารถปรับตัวไปผลิตสินค้ารายการอื่นๆ อย่างรวดเร็ว

2.2.3 การผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time: JIT)

การผลิตแบบ JIT คือ การที่ชิ้นส่วนที่จำเป็นเข้ามาถึงกระบวนการผลิตในเวลาที่จำเป็นและด้วยจำนวนที่จำเป็นหรืออาจกล่าวได้ว่า JIT คือ การผลิตหรือการส่งมอบ “สิ่งของที่ต้องการ ในเวลาที่ต้องการ ด้วยจำนวนที่ต้องการ” ใช้ความต้องการของลูกค้าเป็นเครื่องกำหนดปริมาณการผลิตและการใช้วัตถุดิบ ซึ่งลูกค้าในที่นี้ไม่ได้หมายถึงเฉพาะลูกค้าผู้ซื้อสินค้าเท่านั้น แต่ยังหมายรวมถึงบุคลากรในส่วนงานอื่นที่ต้องการงานระหว่างทำหรือวัตถุดิบเพื่อทำการผลิตต่อเนื่องด้วย โดยใช้วิธี

ดึง (Pull Method of Material Flow) ควบคุมวัสดุคงคลังและการผลิต ณ สถานีที่ทำการผลิตนั้นๆ ซึ่งถ้าทำได้ตามแนวคิดนี้แล้ววัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็นในรูปของวัตถุดิบ งานระหว่างทำและสินค้าสำเร็จรูปจะถูกขจัดออกไปอย่างสิ้นเชิง การผลิตแบบทันเวลาพอดีนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ควบคุมวัสดุคงคลังให้อยู่ในระดับที่น้อยที่สุดหรือให้เท่ากับศูนย์ (Zero inventory)
2. ลดเวลานำหรือระยะเวลารอคอยในกระบวนการผลิต (Zero lead time)
3. ขจัดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิต (Zero failures)
4. ขจัดความสูญเปล่าในการผลิต (Eliminate 7 Types of Waste) ดังต่อไปนี้

4.1 การผลิตมากเกินไป (Overproduction): ชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ถูกผลิตมากเกินความต้องการ

4.2 การรอคอย (Waiting): วัสดุหรือข้อมูลสารสนเทศ หยุดนิ่งไม่เคลื่อนไหวหรือติดขัดเคลื่อนไหวไม่สะดวก

4.3 การขนส่ง (Transportation): มีการเคลื่อนไหวหรือมีการขนย้ายวัสดุในระยะทางที่มากเกินไป

4.4 กระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ (Processing itself): มีการปฏิบัติงานที่ไม่จำเป็น

4.6 การมีวัสดุหรือสินค้าคงคลัง (Stocks): วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีเก็บไว้มากเกินความจำเป็น

4.7 การเคลื่อนไหว (Motion): มีการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของผู้ปฏิบัติงาน

4.8 การผลิตของเสีย (Making defect): วัสดุและข้อมูลสารสนเทศไม่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ไม่มีคุณภาพ

ซึ่งการผลิตแบบทันเวลาพอดีนั้นจะส่งผลให้

1. ปริมาณการผลิตขนาดเล็ก ระบบ JIT จะพยายามควบคุมวัสดุคงคลังให้อยู่ในระดับที่น้อยที่สุด เพื่อไม่ก่อให้เกิดต้นทุนในการจัดเก็บและต้นทุนค่าเสียโอกาส จึงผลิตในปริมาณที่ต้องการ

2. ระยะเวลาการติดตั้งและเริ่มดำเนินงานสั้น (Short Setup Time) ผลจากการลดขนาดการผลิตให้เล็กลง ทำให้ฝ่ายผลิตต้องเพิ่มความถี่ในการจัดการขึ้น ดังนั้นผู้ควบคุมกระบวนการผลิตจึงต้องลดเวลาการติดตั้งให้สั้นลง เพื่อไม่ให้เกิดเวลาว่างเปล่าของพนักงานและอุปกรณ์และให้เกิดประสิทธิภาพเต็มที่

3. วัสดุคงคลังในระบบการผลิตลดลง (Reduce WIP Inventory) เหตุผลที่จำเป็นต้องมีวัสดุคงคลังสำรองเกิดจากความไม่แน่นอน ไม่สม่ำเสมอที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต ระบบ JIT มีนโยบายที่จะขจัดวัสดุคงคลังสำรองออกไปจากกระบวนการผลิตให้หมด โดยให้คนงานช่วยกันแก้ไขปัญหาความไม่สม่ำเสมอที่เกิดขึ้น

4. สามารถควบคุมคุณภาพสินค้าได้อย่างทั่วถึง - ในระบบ JIT ผู้ปฏิบัติงานจะเป็นผู้ควบคุมและตรวจสอบคุณภาพด้วยตนเอง หรือที่เรียกว่า " คุณภาพ ณ แหล่งกำเนิด (Quality at the source) "

2.2.4 การปรับปรุงกระบวนการผลิต ด้วยหลักการ อีซีอาเอส (ECRS)

หลักการอีซีอาเอส (ECRS) เป็นหลักการที่ประกอบด้วย การขจัดงานที่ไม่จำเป็น (E=Eliminate) การรวมขั้นตอนการปฏิบัติงานเข้าด้วยกัน(C=Combine) การจัดลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานใหม่ (R=Rearrange) และ การทำให้การปฏิบัติงานที่จำเป็นนั้นง่ายขึ้น (S=Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่ายๆ ที่สามารถใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต

2.2.4.1 การขจัดงานที่ไม่จำเป็น (E=Eliminate) การพิจารณาเลือกงานที่มีปัญหาเรื่องต้นทุนสูง ถ้าสามารถขจัดงานนี้ได้จะทำให้ต้นทุนค่าแรงทางตรง วัตถุดิบ และค่าโสหุ้ยอุปกรณ์การผลิตลงได้ไม่ว่าขั้นตอนการปฏิบัติงานจะมีประสิทธิภาพสูงเพียงใดก็ตาม จำเป็นต้องพิจารณาคือผลที่ตามมาและผลตอบแทนที่ได้รับจากการตัดวัตถุประสงค์ของงานและวิธีการทำงานนั้นออก

2.2.4.2 การรวมขั้นตอนการปฏิบัติงานเข้าด้วยกัน (C=Combine) การรวมขั้นตอนการปฏิบัติงานตั้งแต่ 2 ขั้นตอนเข้าด้วยกัน หรือบางครั้งการเปลี่ยนลำดับการทำงานก็เปิดโอกาสให้มีการรวมขั้นการปฏิบัติงานเข้าด้วยกันเมื่องานที่ไม่จำเป็นถูกกำจัดตัดออกไป เหลือแต่ส่วนขั้นการปฏิบัติงานที่จำเป็น หรือไม่สามารถกำจัดตัดทอนออกไปได้ ขั้นต่อไป คือ หาทางเอาขั้นงาน หรือส่วนของงานที่จำเป็นนั้นมารวมเข้ากันใหม่หรือจัดทำใหม่

2.2.4.3 การจัดลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานใหม่ (R=Rearrange) หากลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานยังคงเหมือนเดิมมักเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาในเรื่องการเคลื่อนย้ายวัสดุและการไหลของงาน ถ้าลำดับขั้นตอนงานเดิมไม่สะดวกทันที จำเป็นที่จะต้องลำดับขั้นเสียใหม่

2.2.4.4 การทำให้การปฏิบัติงานที่จำเป็นนั้นง่ายขึ้น (S=Simplify) คือ ทำการปรับปรุงงานนั้นให้มีการปฏิบัติงานที่ดีขึ้น มีประสิทธิภาพสูง เช่น งานที่มีขั้นตอนการปฏิบัติที่ยุ่งยากซับซ้อน ปฏิบัติยาก ต้องหางานที่ทำให้ง่ายขึ้น หาทางใช้เครื่องผ่อนแรงหรือเครื่องมือที่ทันสมัยและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เปรมชัย มูลหล้า , 2554)

2.2.5 การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control)

เปรมชัย มูลหล้า (2554) ได้นิยาม Visual แปลว่า สิ่งที่มองเห็นด้วยภาพ Control แปลว่า การควบคุม ดังนั้นการควบคุมด้วยการมองเห็น หมายถึง เทคนิคที่ใช้ในการสื่อสารผ่านการมองเห็น โดยแสดงให้เห็นผลการปฏิบัติงานเห็นความผิดปกติ หรือสื่อสารความหมายบางอย่างให้เห็นได้อย่างสะดวกชัดเจนและเข้าใจได้ง่ายขึ้น การควบคุมด้วยการมองเห็น จึงอาจอยู่ในรูปสัญลักษณ์แผ่นป้าย สัญญาณไฟ แถบสี รูปภาพกราฟ ฯลฯ

การควบคุมด้วยการมองเห็นเป็นวิธีควบคุมบริหารเพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติงานและควบคุมให้การทำงานเป็นไปอย่างถูกต้อง โดยแสดงมาตรฐานเทียบกับสถานะจริงทำให้สามารถระบุความบกพร่องได้ทันทีด้วยการมองเห็น นั่นหมายถึง การนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่มานำเสนอให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นด้วยการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของตาราง ป้าย สติกเกอร์ กระดาน สัญลักษณ์ ภาพ แผนภาพ เป็นต้น แต่การนำเสนอต้องมีความหมายและสาระดึงดูดให้เกิดความน่าสนใจเพื่อนำข้อมูลมาใช้ติดตามงานหรือเป็นเครื่องมือช่วยย้ำเตือนเป้าหมายต่างๆ ดังเช่น มาตรฐานการผลิต วิธีการทำงาน กำหนดการผลิตในแต่ละวัน หัวข้อการควบคุม การระบุตำแหน่งจัดวางวัสดุ กฎระเบียบและข้อห้ามต่างๆ ทำให้ผู้รับผิดชอบทราบความแตกต่างระหว่างเป้าหมายกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง รวมทั้งลดความสูญเสียเวลาสำหรับการค้นหาและติดตามสารสนเทศ

การควบคุมด้วยการมองเห็นสามารถแบ่งได้หลายลักษณะ เช่น แบ่งตามประโยชน์ในการประยุกต์ใช้เป็นกลุ่ม แบ่งได้ดังนี้

1 การควบคุมด้วยการมองเห็น เพื่อความปลอดภัย เช่น สัญลักษณ์ความปลอดภัยแบบต่างๆ

2 การควบคุมด้วยการมองเห็น เพื่อปรับปรุงคุณภาพ เช่น ตัวอย่างงานลักษณะงานดี งานเสีย

3 การควบคุมด้วยการมองเห็น เพื่อการบริหารสินค้าคงคลัง เช่น ป้ายบอกประเภทสินค้าต่างๆ

4 การควบคุมด้วยการมองเห็น เพื่อการบำรุงรักษาเครื่องจักร เช่น ขีดบอกระดับสูงสุด ต่ำสุดของน้ำมันเครื่อง

5 การควบคุมด้วยการมองเห็น เพื่อการส่งเสริมการขาย เช่น ป้ายโฆษณาสินค้า

6 การควบคุมด้วยการมองเห็น เพื่อติดตามผลการปฏิบัติงาน เช่น กราฟแสดงผลการปฏิบัติงานของ แต่ละแผนก

ดังนั้นการควบคุมด้วยการมองเห็น เป็นเทคนิคการสื่อสารผ่านการมองเห็นที่อยู่รอบๆ ตัวและเห็นกันอยู่ในชีวิตประจำวันทุกๆวันอยู่แล้ว เนื่องจากเป็นเทคนิคง่าย ๆ ในการนำมาขยายผลและประยุกต์ใช้เพิ่มเติมเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานที่มีโอกาส

ผิดพลาดและส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุ หรือความเสียหายมาก เทคนิคการควบคุมด้วยการมองเห็นจึงเป็นเทคนิคพื้นฐานในการเพิ่มผลิตภาพ ที่สามารถช่วยช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพมีคุณภาพและมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

2.3.การนำระบบการผลิตแบบลีนมาประยุกต์ใช้

การนำระบบการผลิตแบบลีนมาประยุกต์ใช้สามารถทำได้ด้วย 7 ขั้นตอนหลัก (ชัยนันท์ แสงสุระธรรม, 2550) ดังนี้

2.3.1 การเตรียมความพร้อมด้านต่างๆ ได้แก่ สถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์ที่จำเป็น บุคลากร และช่องทางการสื่อสารภายในระหว่างสมาชิกผู้ดำเนินโครงการ รวมถึงการฝึกอบรมให้ความรู้ของระบบลีนแก่ผู้บริหารและคณะทำงาน

2.3.2 การระบุคุณค่าของสินค้าและบริการที่ลูกค้าต้องการ ทั้งภายนอกและภายใน แล้วสรุปเป็นข้อกำหนด ส่วนประกอบ กระบวนการ และรายละเอียดการปฏิบัติงาน โดยใช้เทคนิคการถ่ายทอดความต้องการของลูกค้าสู่ผลิตภัณฑ์ (Quality Function Deployment; QFD)

2.3.3 การสำรวจสถานะปัจจุบันของกระบวนการทั้งหมด แล้วสรุปบนแผนภาพกระแสคุณค่าเพื่อระบุปัญหา และนำไปใช้ในการวางแผนพัฒนากระแสคุณค่าในขั้นตอนถัดไป

2.3.4 การประเมินสภาพของกระบวนการ, ตัวชี้วัดผล และเป้าหมายของโครงการตามแนวทางของระบบลีน (Lean Assessment) เพื่อนำไปใช้ประกอบการวางแผนพัฒนากระบวนการ

2.3.5 การวางแผนและดำเนินการปรับปรุงกระบวนการตามแผนภาพกระแสคุณค่าอนาคตร่วมกับการใช้เครื่องมือพัฒนาที่เหมาะสม (ตามโครงสร้างของระบบข้างต้น) โดยพิจารณากิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า และเป็นความสูญเปล่าในทุกขั้นตอนจากแผนภาพกระแสคุณค่าที่สร้างขึ้น

2.3.6 การขับเคลื่อนกิจกรรมตามกระแสคุณค่าอย่างต่อเนื่อง เน้นเฉพาะสิ่งที่ลูกค้าต้องการ โดยการควบคุมระบบการผลิตแบบลีน ร่วมกับการสร้างระบบคัมบังซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญของระบบดึง

2.3.7 การสร้างคุณค่าและกำจัดความสูญเปล่าอย่างต่อเนื่อง ด้วยการค้นหาความสูญเปล่าที่มองไม่เห็น แล้วปรับปรุงกระบวนการด้วยระบบการผลิตแบบลีน พร้อมทั้งขยายผลสู่บริเวณอื่นๆ ไปจนถึง Supply Chain อันได้แก่ ลูกค้า ผู้ส่งมอบ และผู้รับเหมาช่วงการผลิต

2.4.แผนภาพสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping)

ภาชินี พยงแย้ม (2553) กล่าวว่า แผนภาพสายธารแห่งคุณค่า เป็นเครื่องมือและเทคนิคหนึ่งที่สนับสนุนการพัฒนากลยุทธ์การผลิตแบบลีน ด้วยการแสดงลำดับขั้นตอนของกิจกรรมต่างๆ รวมถึงศึกษาลำดับขั้นตอนของกระบวนการไหลของงานตั้งแต่ต้นน้ำ เริ่มจากการรับวัตถุดิบ จนถึง

การแปรรูปผลิตภัณฑ์ โดยแสดงขั้นตอนในการกระบวนการต่างๆ ตลอดจนการส่งมอบสินค้าคุณภาพให้แก่กับลูกค้า โดยจะแสดงความสูญเปล่าต่างๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการด้วยการแสดงการไหลของทรัพยากรและสารสนเทศของกระบวนการ เช่น ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต ปริมาณงานระหว่างกระบวนการ เป็นต้น โดยแนวคิดสายธารแห่งคุณค่าจะทำให้สามารถเข้าใจภาพรวมของกระบวนการจากมุมมองลูกค้าโดยมุ่งแนวทางปรับปรุงการไหลของทรัพยากรและสารสนเทศตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทาน แผนภาพสายธารคุณค่าเป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยให้มองเห็นสถานะปัจจุบันของกระบวนการ (The Current State Value Stream Mapping) และใช้เป็นแนวทางในการวางแผนเพื่อกำหนดสถานะที่ควรจะเป็นในอนาคตได้ (The Future State Value Stream Mapping)

2.4.1 จำแนกประเภทกิจกรรม

ซึ่งสามารถจำแนกกิจกรรมต่างๆได้ 3 กิจกรรม ดังนี้

1. กิจกรรมที่ไม่มีมูลค่าเพิ่ม (Non Value Added , NVA) คือ ความสูญเปล่าและเป็นกิจกรรมที่ไม่จำเป็นซึ่งควรจะกำจัด ตัวอย่าง เช่น เวลารอคอย, การกอง/สุ่มผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิต โดยไม่เชื่อมต่อเพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไปในทันทีการทำงานหรือกิจกรรมเดียวกันซ้ำๆ

2. กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่มีมูลค่าเพิ่ม (Necessary but Non Value Added , NNVA) คือ ความสูญเปล่า แต่อาจจำเป็นต้องยอมให้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ตัวอย่างเช่น การเดินในระยะไกลเพื่อหยิบชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบ, การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์/เครื่องมือระหว่างการผลิต การกำจัดการทำงานเช่นนี้ จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานครั้งใหญ่ เช่น การวางผังโรงงานในการะบวนการผลิตใหม่ ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ทันที

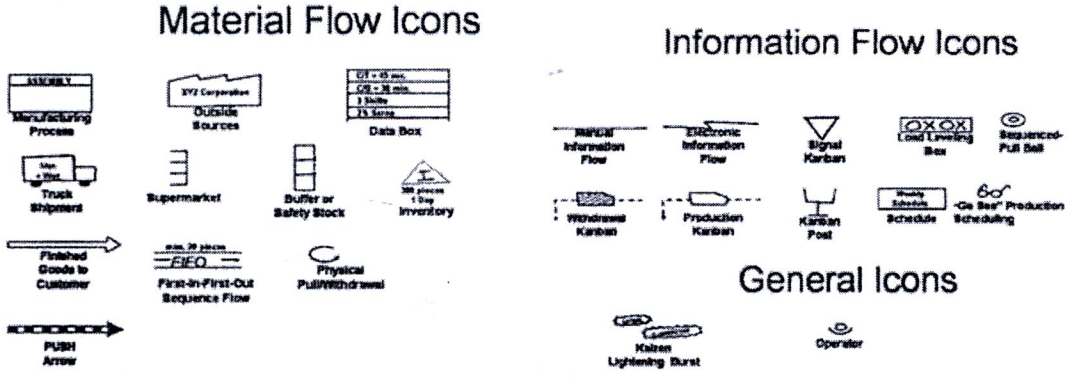
3. กิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่ม (Value Added , VA) คือ กิจกรรมที่มีคุณค่าในการดำเนินงานที่เกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต ตั้งแต่ขั้นวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิตว่า จะใช้แรงงานหรือเครื่องจักรในการผลิตเป็นข้อมูลในการตัดสินใจมาก (วิทยา สุหฤทดำรง และ ก้องเดชา บ้านมะหิงษ์, 2549)

สำหรับแผนภาพที่ใช้ในการสร้างแผนภูมิสายธารคุณค่านั้น สามารถใช้แผนภูมิกระบวนการ (Process Mapping) ได้ เนื่องจากแผนภูมิทั้งสองนี้มีวัตถุประสงค์การใช้งานเหมือนกัน นั่นคือ การจำแนกความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการเพื่อดำเนินการปรับปรุง แต่มีข้อแตกต่างบางประการคือ แผนภูมิกระบวนการเป็นแผนภูมิที่ถูกใช้สำหรับแสดงรายละเอียดในระดับย่อย

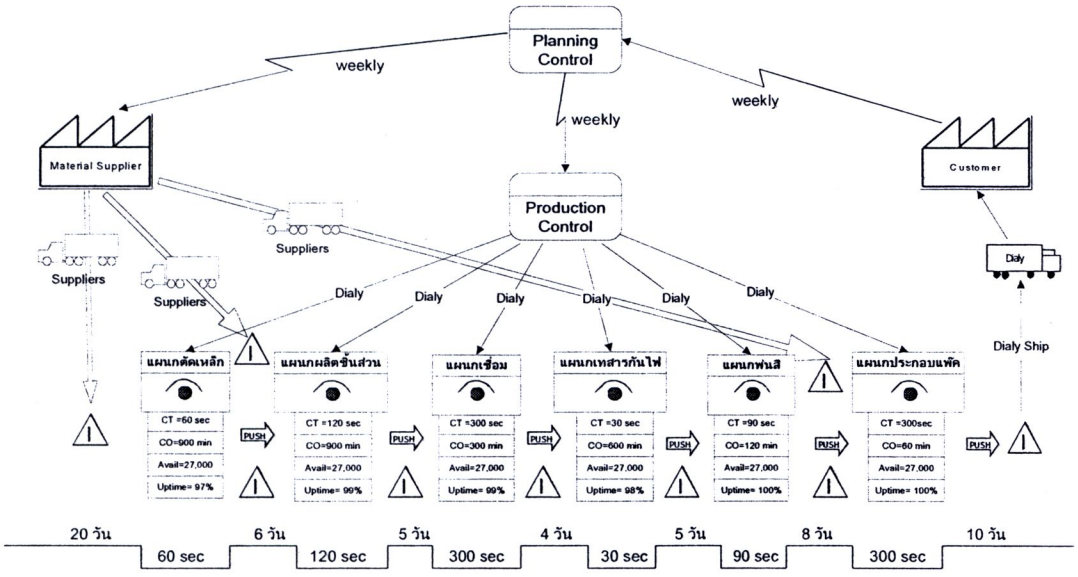
(Micro Level) ด้วยแผนภาพการไหลกระบวนการ (Flow Process Chart) ซึ่งแสดงลำดับเหตุการณ์หรือ กระบวนการไหลของงานตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดภายในกระบวนการ โดยใช้จำแนกความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในแต่ละผลิตภัณฑ์ (Single Product) ส่วนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า เป็นการแสดงแผนภาพใหญ่ในมุมมองโดยรวม (Broad View) ซึ่งเป็นระดับมหภาค (Macro Level) ของกระบวนการปฏิบัติงานตั้งแต่กระบวนการของผู้ส่งมอบจนถึงการส่งมอบคุณค่า ให้กับลูกค้าโดยมีการใช้สัญลักษณ์รูปไอคอน (Icon) ที่หลากหลายเพื่อแสดงภาพที่ชัดเจนของกระบวนการ (Visualize Processes) เช่น การควบคุมการผลิต การสต็อก การไหลของสารสนเทศ เป็นต้น ดังนั้นการใช้แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าจึงมีบทบาทในช่วงต้นของการพัฒนากลยุทธ์การผลิตแบบลีนที่มุ่งจำแนก และแสดงกระบวนการไหลที่เป็นอยู่ (Current Flow) ของทรัพยากรและสารสนเทศสำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์เดียวกัน (Product Group) ซึ่งถูกจัดเป็นเครื่องมือหนึ่งสำหรับการวิเคราะห์ตามแนวคิดลีน เพื่อใช้เป็นแนวทางปรับปรุงสมรรถนะโดยรวมของระบบการผลิตและแสดงด้วยแผนภูมิสถานะในอนาคต

2.4.2 สัญลักษณ์ในการเขียนสายธารแห่งคุณค่า

สำหรับสัญลักษณ์ไอคอนของ VSM ไม่มีมาตรฐานที่ตายตัว แต่การใช้งานทั่วไป จำแนกได้เป็นสามกลุ่มดังนี้ สัญลักษณ์การไหลของวัสดุ (Material Flow Icons), สัญลักษณ์การไหลของสารสนเทศ (Information Flow Icons) และ สัญลักษณ์ทั่วไป (General Icons)

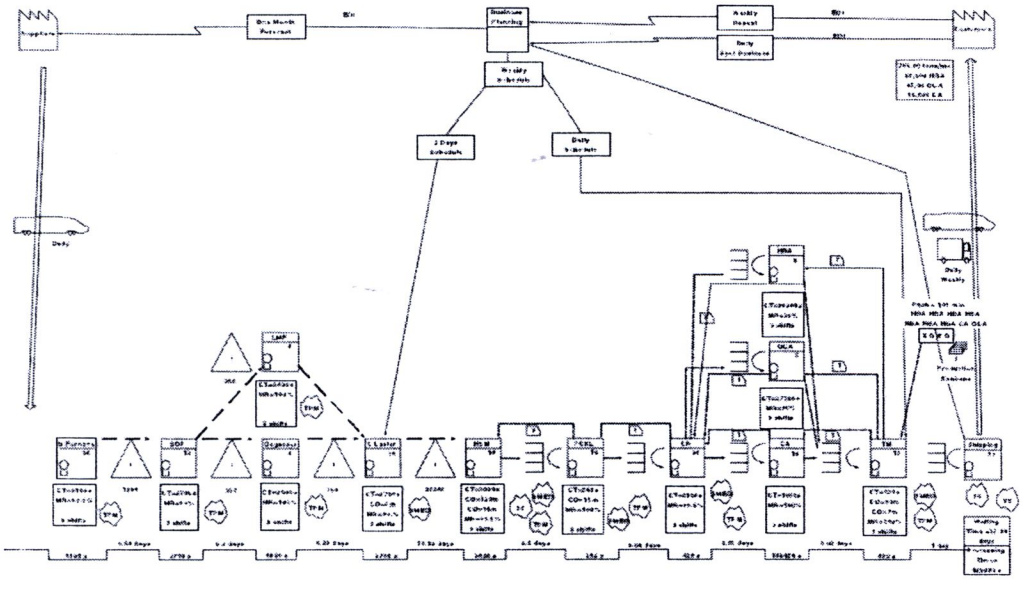


รูปที่ 2.5 ประเภทสัญลักษณ์การเขียนแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า (ที่มา: โกศล ดีศีลธรรม, 2547)



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างแผนภาพสายธารแห่งคุณค่าสถานะปัจจุบัน (ที่มา : บริษัทกรณีศึกษา , 2551)

VSM ถูกเรียกอีกอย่างหนึ่งคือ Big Picture Mapping (BPM) ซึ่ง BPM นี้ทำให้มองเห็นกระบวนการทำงานโดยพิจารณาในภาพรวมทั้งหมด ซึ่งจะแสดงให้เห็นสถานะปัจจุบัน และสถานะในอนาคต แสดงดังรูปที่ 2.6 และรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแผนภาพสายธารคุณค่าสถานะอนาคต (ที่มา : Fawaz A. Abdulmalek และ Jayant Rajgopal, 2007)

2.4.3 ปัจจัยและมาตรวัดประสิทธิผลในกระบวนการ

ปัจจัยและมาตรวัดปะสิทธิผลกระบวนการ ประกอบไปด้วย

1. ช่วงเวลานำในการผลิต (Lead Time) ประกอบด้วยเวลาเดินเครื่องจักรจริง เวลาขนถ่ายชิ้นงาน และเวลาปรับตั้งเครื่อง

เวลานำ = เวลาเดินเครื่องจักร +เวลาขนถ่ายชิ้นงาน+เวลาปรับตั้งเครื่องจักร (2.1)

2. เวลาเฉลี่ยในการเคลื่อนชิ้นงานในระบบ (Throughput Time)

3. รอบเวลาผลิต (Cycle Time) คือเวลาที่ถูกใช้เพื่อการผลิตชิ้นงานให้เสร็จสิ้น เนื่องจากชิ้นงานที่ไหลผ่านกระบวนการมีปริมาณมาก ดังนั้นรอบเวลาการผลิตรวมจึงเป็นช่วงเวลาที่ชิ้นงานหนึ่งหน่วยถูกแปรรูปจนเสร็จสิ้น ซึ่งอัตราการผลิตจะเท่ากับอัตรารอบเวลา (Cycle Time) ของเครื่องจักรและเป็นส่วนกลับของเวลาปฏิบัติการ โดยที่รอบเวลาของสายการผลิตจะเป็นผลรวมของเวลาในการขนถ่ายและปฏิบัติที่ยาวที่สุด โดยไม่คำนึงถึงเวลาปรับตั้งเครื่อง ซึ่งปัญหาหนึ่งที่พบในการไหลของกระบวนการผลิตนั่นคือ หากมีสถานีงานหนึ่งหรือเครื่องจักรหนึ่งเกิดขัดข้องหรือเสีย (Break Down) ก็จะส่งผลกระทบยาวโดยรวม

$$\text{รอบเวลา} = \frac{\text{ผลรวมเวลาในการปฏิบัติงาน}}{\text{ปริมาณชิ้นงานที่ถูกผลิต}} \quad (2.2)$$

$$\text{อัตราปริมาณผลิตผล} = 1/\text{รอบเวลา} \quad (2.3)$$

4. ความเร็วกระบวนการ (Process velocity) เรียกว่า สัดส่วนเวลาของการเคลื่อนชิ้นงานในระบบ (Throughput Ratio) แสดงสัดส่วนของเวลารวมของการเคลื่อนชิ้นงานในระบบ (Total Throughput time) เทียบกับเวลาที่ก่อเกิดมูลค่าเพิ่ม (Value Added time) ซึ่งเวลาดังกล่าวเป็นผลรวมของเวลาที่กิจกรรมในกระบวนการแสดงความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ความเร็วของกระบวนการ} = \frac{\text{เวลาเฉลี่ยของการเคลื่อนชิ้นงานในระบบ}}{\text{เวลาที่ก่อเกิดมูลค่าเพิ่ม}} \quad (2.4)$$

5. ประสิทธิภาพกระบวนการ (Process Efficiency) เป็นมาตรวัดเพื่อบางชี้ความสูญเปล่าและแสดงด้วยสัดส่วนผลรวมของรอบเวลาในกิจกรรมที่ก่อเกิดมูลค่าเพิ่ม เทียบกับผลรวมช่วงเวลานำของกระบวนการ

ประสิทธิภาพกระบวนการ = เวลาที่ก่อเกิดมูลค่าเพิ่ม (2.5)
เวลานำรวม

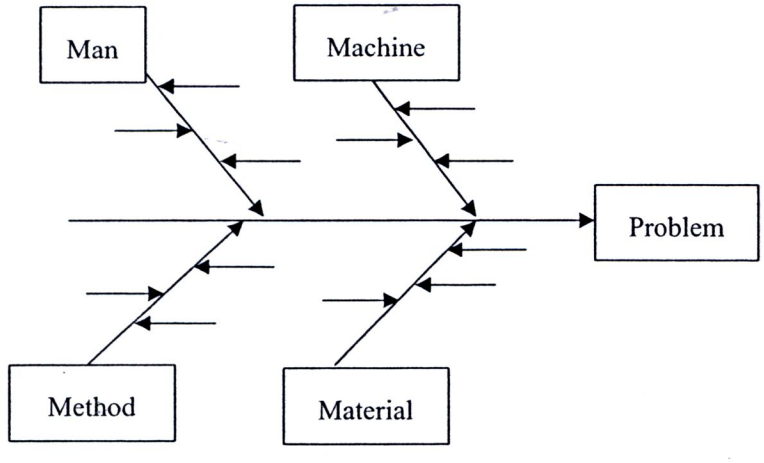
2.5 เครื่องมือที่ใช้ร่วมกับแผนภาพสายธารคุณค่าเพื่อวิเคราะห์กิจกรรมต่างๆในกระบวนการผลิต

เครื่องมือต่างๆที่ใช้ในวิเคราะห์กิจกรรมในกระบวนการผลิต รวมไปถึงการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในกระบวนการผลิตมีดังนี้

2.5.1 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

แผนผังสาเหตุและผล ถูกเรียกว่า "ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)" เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายก้างปลา หรืออีกชื่อหนึ่งคือแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram) แผนผังนี้ได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดย ศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาว่า แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว ในการวิเคราะห์ผังแสดงเหตุและผลนั้น เป็นการช่วยให้เข้าใจในอาการของปัญหา รวมทั้งยังสามารถนำมาใช้ในการหาสาเหตุหรือต้นตอของอาการปัญหาได้ การใช้เครื่องมือนี้ใช้เมื่อปัญหาที่เกิดขึ้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายปัจจัยเกินไปจึงจำเป็นต้องหาต้นเหตุของปัญหาที่อาจแตกต่างจากสิ่งที่เห็น (เยานาฏ ศรีวิชัย , 2554)

เครื่องมือนี้จะช่วยจัดกลุ่มและหาความสัมพันธ์ของสาเหตุและแหล่งของปัญหาที่เป็นไปได้ในการเลือกคุณลักษณะของปัญหาและปัจจัยของสาเหตุ ควรเลือกในรูปแบบหรือขนาดที่สามารถวัดได้ เพราะผลสรุปจากแผนภาพเหตุและผลนี้จะถูกนำไปใช้ในการแก้ไขปรับปรุงตัวแปรต่างๆในกระบวนการผลิตต่อไป ดังรูปที่ 2.8 ผังแสดงเหตุและผล



รูปที่ 2.8 ผังแสดงเหตุและผล (ที่มา: เยานาฏ ศรีวิชัย , 2554)

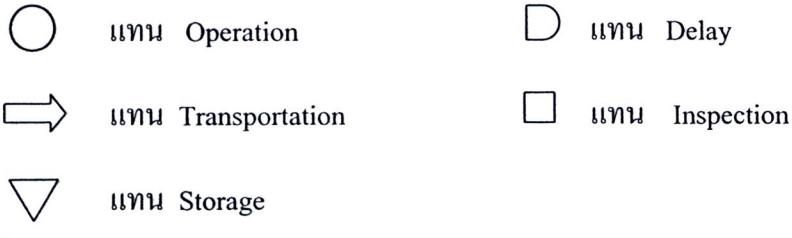
วิธีการใช้แผนผังเหตุและผลให้มีประสิทธิภาพ มีดังนี้

1. ใช้แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสภาวะที่ผิดปกติของปัจจัยในระบบมาเป็นสาเหตุของปัญหา ไม่ใช่ความต้องการของลูกค้าหรือพฤติกรรมของลูกค้ามาเป็นสาเหตุ
2. ใช้แผนผังก้างปลาจำแนกสาเหตุที่ความสัมพันธ์กับอาการปัญหา โดยไม่จำเป็นต้องจำแนกสาเหตุปัญหาตาม 4M คือ Man Machine Method และ Material เสมอไป
3. ใช้แผนผังก้างปลาตามวิธีระดมความคิดเห็น ไม่ใช่แผนผังก้างปลาเป็นจุดประสงค์ในการวิเคราะห์

2.5.2 การวิเคราะห์กิจกรรมกระบวนการ (Process Activity Analysis)

เป็นการศึกษาขั้นตอนของกิจกรรมในกระบวนการผลิตตู้นิรภัย ตั้งแต่หน่วยเชื่อม หน่วยเทสารกันไฟ หน่วยเตรียมผิว หน่วยพ่นสี และหน่วยบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยจะแสดงผลออกมาในรูปของตารางกิจกรรม โดยจะแบ่งกิจกรรมออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่

1. Operation คือ กิจกรรมที่เป็นการทำงาน หรือการดำเนินงานที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่ชิ้นงาน เช่น การจัดทำเอกสาร กระบวนการผลิตต่างๆ เป็นต้น
2. Transportation คือกิจกรรมการขนส่ง การเคลื่อนย้ายต่างๆ ซึ่งสามาระแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การเคลื่อนย้ายสินค้าในกระบวนการ (Physical flow) ไม่ว่าจะเป็นวัตถุดิบ สินค้าระหว่างผลิต หรือสินค้าที่ผลิตเสร็จ การจัดส่งเอกสารต่างๆ (Information flow) ซึ่งกระบวนการสื่อสารภายในองค์กร
3. Storage คือกิจกรรมการจัดเก็บวัตถุดิบ สินค้าระหว่างผลิต และสินค้าสำเร็จรูป
4. Delay คือกิจกรรมการรอคอยต่างๆ เช่น การรอ Supplier จัดส่งวัตถุดิบ วัตถุดิบรอเพื่อเข้ากระบวนการผลิต เป็นต้น
5. Inspection คือกิจกรรมการตรวจสอบต่างๆ เช่น การตรวจสอบคุณภาพสินค้าสำเร็จรูป การตรวจสอบเอกสารๆ เป็นต้น



รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์กิจกรรม (ที่มา: ภาชินี พยงแย้ม , 2553)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

2.6. เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนบทความและงานวิจัยในอดีต พบว่า มีการทำวิจัยที่เกี่ยวกับการลดเวลานำและงานระหว่างผลิตโดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมการผลิตอย่างแพร่หลาย โดยในงานวิจัยนี้ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาและทบทวนงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมา โดยเฉพาะการนำเครื่องมือมาใช้ลดเวลานำและจำนวนงานระหว่างผลิตทั้งในอุตสาหกรรมการผลิตและอุตสาหกรรมอื่นๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเครื่องมือลีนมาใช้ลดเวลานำและงานระหว่างผลิตในอุตสาหกรรมการผลิต

เวลานำในการผลิตเป็นปัจจัยหลักสำคัญอย่างหนึ่งที่บ่งบอกและแสดงถึงศักยภาพทางด้านความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า เพราะหากใช้เวลาในการผลิตสั้น ทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยต่างๆ พบว่ามีการลดเวลานำในการผลิตโดยใช้เทคนิคลีนมาช่วยในการค้นหาและกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตนั้น จะช่วยให้ลดเวลานำที่ใช้ในการผลิตให้สั้นลงได้ อาทิเช่น

2.6.1.1 การใช้แผนภาพสายธารแห่งคุณค่าแยกประเภทกิจกรรมทำงาน การวิเคราะห์กิจกรรมต่างๆในกระบวนการผลิตและแสดงผังสายธารแห่งคุณค่า เพื่อทำให้สามารถแยกกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า แล้วกำจัดส่วนนั้นทิ้งไปโดยใช้เทคนิคและเครื่องมือต่างๆ พบจากผลงานวิจัยอาทิเช่น

วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ และคณะ (2549) ได้นำการวิเคราะห์สายธารคุณค่าเข้ามาช่วยในการระบุกิจกรรมต่าง ๆ ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมบ่อเพื่อเลี้ยงกุ้งจนกระทั่งถึงกระบวนการขนย้ายผลิตภัณฑ์ไปยังท่าเรือเพื่อส่งออก ว่ากิจกรรมใดเป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าเพิ่ม (VA) กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่มีคุณค่าเพิ่ม (NNVA) และกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าเพิ่ม (NVA) โดยสร้างแผนภาพกระบวนการผลิตจำแนกตามกิจกรรม และอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์ของ PERT เข้ามาช่วยในการคำนวณหาเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมของกระบวนการข้างต้น ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่ามีกิจกรรมที่มีคุณค่าเพิ่ม 62.71% และที่เหลืออีก 37.29% เป็นกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่มีคุณค่าเพิ่ม

และงานผลงานวิจัยของ ธีราพรรณ แซ่แห่ว (2553) ได้ใช้แผนภาพสายธารแห่งคุณค่าเพื่อระบุชนิดของความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต ซึ่งพบว่าเวลานำส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการจัดเก็บงานระหว่างผลิตและการรอคอย เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ชนะชัย

อุทวราพงศ์ (2551) ที่ได้ใช้แผนภูมิสายธารคุณค่าช่วยจำแนกคุณค่าของกระบวนการผลิตโดยใช้การผลิตแบบไหลทีละชิ้น ซึ่งพบว่าสามารถขจัดความสูญเปล่าและลดเวลานำรวมจากเดิม 10 วันเหลือ 8.4 วันคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ย 16%

ยังพบผลงานวิจัยของ Roberto Arbulu and others (2003) ทำวิจัยในโรงงานท่อส่งก๊าซแห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา จากการวิจัยพบว่าใช้แผนภาพสายธารแห่งคุณค่าแยกประเภทกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ซึ่งส่งผลต่อเวลาที่สูญเปล่าสูงมากถึง 95% จึงเสนอวิธีการปรับเปลี่ยนการทำงานใหม่ (Re-Engineering) โดยเริ่มจากการคัดเลือกผู้จัดส่งที่สอดคล้องตามหลักการออกแบบทางวิศวกรรม ทั้งยังปรับมาตรฐานกระบวนการต่างๆ ในการกำหนดมาตรฐานของท่อส่ง ให้เข้มงวดขึ้น ทั้งยังแนะนำให้ใช้เครื่องมือทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการบูรณาการการออกแบบลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะสามารถลดเวลานำของโซ่อุปทานได้

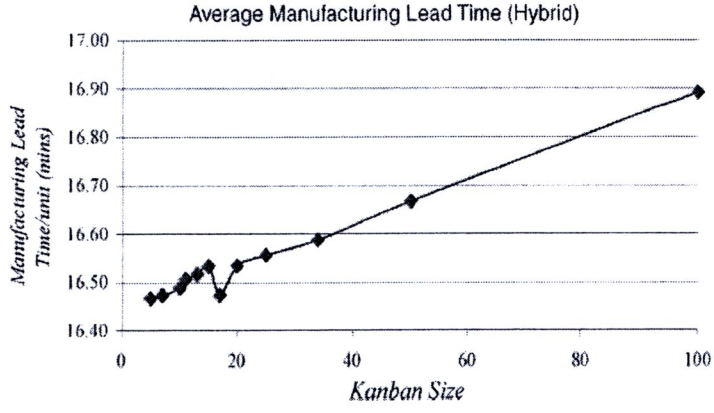
นอกจากนี้ยังมี Dinesh Seth and Vaibhav Gupta (2005)ได้กล่าวว่าแผนภาพสายธารคุณค่าได้รับการพิสูจน์ว่ามีประสิทธิภาพในการบ่งชี้และช่วยกำจัดความสูญเปล่าในโรงงานหรือตลอดทั้งวงชีวิตของผลิตภัณฑ์ งานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงความสามารถในการผลิตในอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งหนึ่งโดยประยุกต์ใช้เทคนิคสายธารคุณค่าวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันทำให้มองเห็นปัญหาและสามารถแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์คาบเวลา และได้ทำการปรับปรุงเครื่องจักร ที่จับยึด และจับกลุ่มการดำเนินการในการตรวจสอบวัดผลใหม่ เป็นต้น ทำให้สามารถเพิ่มระดับความสามารถในการผลิตจาก 13.95 เฟรมเป็น 17.54 เฟรม ต่อคน เวลานำลดลงจาก 3.22 วัน เป็น 0.54 วัน เวลาในกระบวนการลดลงจาก 15.67 เป็น 14.13 นาที และยังสามารถลดสินค้าคงคลังทั้ง WIP และสินค้าสำเร็จรูปลงได้ นอกจากนี้งานวิจัยของ Fawaz Abdulmalek and Jayant Rajgopal (2006) ได้นำหลักแนวคิดของลีนและการวิเคราะห์สายธารคุณค่ามาใช้ในการทำวิจัยในโรงเลื่อยเหล็กกล้า ซึ่งจากกิจกรรมได้ออกแบบการทดลอง โดยแต่ละปัจจัยในการทดลองมี 2 ระดับและมีการทำซ้ำจำนวน 5 ครั้ง ซึ่งแต่ละปัจจัยมีคือ Production System (Push, Hybrid) , Total Productive Maintenance (with, without) และSetup Time Reduction (with, without) จากการทดลองพบว่าระบบการผลิตแบบ Hybrid ซึ่งใช้ควบคุมกับ TPM มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งสามารถลดเวลานำจาก 48 วัน เหลือน้อยกว่า 15 วัน ซึ่งลดลงถึง 70% ส่วนการลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรนั้น จากการวิเคราะห์โดยใช้ ANOVA ในโปรแกรม Minitab ไม่ได้ช่วย

ให้เวลานำลดลง และทำให้ลดจำนวนงานระหว่างผลิตลงจาก 96 ชิ้น เหลือ 10 ชิ้น ซึ่งลดลงไปกว่า 90%

และจากงานวิจัยของ David Taylor (2009) ใช้หลักการของลีนและเทคนิคการวิเคราะห์สายธารคุณค่ามาใช้ในการปรับปรุงโซ่อุปทานระดับโลกของอุตสาหกรรมรองเท้า โดยเน้นที่ปัญหาและของเสียจากผู้จัดส่งนานาชาติและยังได้พัฒนาดัชนีชี้วัด KPI มาประเมินการดำเนินการในโซ่อุปทานเช่น ระดับสินค้าคงคลัง เวลาในการขนส่ง เป็นต้น หลังจากการวิเคราะห์และแก้ปัญหาตามแนวคิดของลีนแล้ว พบว่าสามารถลดเวลานำจากการขนส่งวัตถุดิบ 97 วัน เป็น 62 วัน เวลานำในการผลิตลดลงจาก 6 วันเป็น 3 วัน ทำให้ต้นทุนลดลงและยังได้ปรับปรุงการให้บริการลูกค้าจากเสียงความคาดหวังของลูกค้าให้เป็นที่พอใจมากที่สุด

2.6.1.2. การประยุกต์ใช้ระบบคัมบัง เป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในกระบวนการผลิต ดังพบจากงานวิจัยของ ณัฐพงษ์ จงรักษ์ลิขิต (2552) ใช้ระบบคัมบังในกระบวนการผลิตไส้กรองแล้วประเมินสินค้าคงคลังที่จัดเก็บ พื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บสินค้า จากผลการวิจัยพบว่าสามารถลดสินค้าคงคลังที่ใช้จัดเก็บได้ อีกทั้งสามารถบริหารพื้นที่ว่างทำอย่างอื่นได้

นอกจากนี้ Felix Tung Sun Chan (1999) ได้เสนอวิธีการปรับเปลี่ยนขนาดของคัมบังในการผลิตสินค้าแบบ Just in Time ซึ่งปัจจัยที่ใช้ในการวัดได้แก่ อัตราการเติมเต็มของสินค้า (Fill Rate), งานระหว่างผลิต และเวลานำในการผลิต ซึ่งทำการทดลองโดยการใช้การจำลองเหตุการณ์เข้าช่วย กรณีอุตสาหกรรมการผลิตแบบระบบผสม (Hybrid System) จะพบดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ผลกระทบของขนาดคัมบังต่อเวลานำในกระบวนการผลิต

ผลกระทบขนาดคัมบังต่อเวลานำในกระบวนการผลิต ซึ่งจากการทำวิจัยพบว่า เวลานำในกระบวนการผลิตแปรผันตรงกับขนาดของคัมบัง คือเมื่อขนาดคัมบังมีขนาดใหญ่ขึ้นเวลานำในกระบวนการผลิตจะนานขึ้นด้วย ซึ่งในผลิตภัณฑ์เดี่ยว(Single Product) เมื่อเพิ่มขนาดคัมบัง มีผลทำให้อัตราการเติมเต็มลดลง เนื่องจากคัมบังมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้อัตราการเติมเต็มจะลดลง ทั้งในแบบระบบดึงและระบบผสม ส่วนงานระหว่างผลิตจะมีมากขึ้น เพราะคัมบังมีขนาดใหญ่ ทำให้การผลิตแต่ละรอบมีมากขึ้นด้วย ส่งผลให้งานระหว่างผลิตมีค่ามากขึ้น รวมถึงเวลานำมีค่ามากขึ้นด้วยเช่นกัน เพราะเมื่อแบตในการผลิตมีขนาดใหญ่ขึ้น จะส่งผลให้เวลาผลิตในแต่ละรอบนานขึ้นด้วย ส่วนในผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย (Multiple Product) เมื่อเพิ่มขนาดคัมบังส่งผลให้อัตราการเติมเต็มเพิ่มขึ้น เนื่องจากการผลิตหลายผลิตภัณฑ์จะมีปรับตั้งเครื่องจักร เข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นหากขนาดของคัมบังใหญ่ขึ้น ทำให้ไม่ต้องปรับตั้งเครื่องจักรบ่อย ส่งผลให้มีเวลาผลิตสินค้ามากขึ้น อัตราการเติมเต็มจึงเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนงานระหว่างผลิตจะเหมือนแบบผลิตภัณฑ์เดี่ยว คือ ถ้าคัมบังมีขนาดใหญ่ขึ้น สินค้าที่ผลิตในแต่ละแบตมีมากขึ้น ส่งผลให้งานระหว่างผลิตสูงขึ้น ในส่วนของเวลานำถ้าคัมบังมีขนาดเล็ก จะส่งผลให้เวลานำมีค่ามากขึ้นในความต้องการสินค้าเท่าๆ กัน เนื่องจากคัมบังขนาดเล็ก ต้องปรับตั้งเครื่องจักรบ่อยครั้ง ทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตน้อยตามด้วย

ยังพบในงานวิจัยของ วินัย สุทธิคณะ (2546) ได้ประยุกต์หลักการของคัมบังอย่างง่ายใช้ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ เพื่อลดปริมาณการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป ซึ่งพบว่าใช้ระบบคัมบังทำให้ปริมาณของสินค้าคงคลังลดน้อยลง อีกทั้งการนำระบบคัมบังมาใช้พัฒนาสร้างความเชื่อมั่นของระดับบริการที่ตั้งไว้ร้อยละ 99 สามารถส่งมอบได้ตรงต่อเวลา และจากงานวิจัยของ สมเกียรติ เติมสุข (2552) ที่ประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการผลิตแบบลีนเพื่อปรับปรุงการผลิตเบาะรถยนต์ โดยเปลี่ยนระบบการผลิตแบบผลัก (Push System) มาเป็นระบบการผลิตแบบดึง (Pull System) ผลจากการศึกษาได้ทำการเปลี่ยนจากการวางแผนการผลิตมาเป็นการสั่งผลิตโดยอาศัยใบคัมบัง ผลที่ได้พบว่าลดเวลานำในระบบการผลิตจากเดิม 3,575 นาที เหลือ 1,509 นาที ลดลงได้ถึง 57.79%

2.6.1.3. การใช้เทคนิค ECRS และเทคนิคป้องกันความผิดพลาดในการทำงาน ดังพบจาก เทพฤทธ์ นทีรัยไทวะ (2548) วิจัยปัญหาและสาเหตุที่ส่งผลให้เกิดเวลานำของการผลิตที่ยาวนาน และหาแนวทางลดเวลานำของการผลิตของโรงงานผลิตเทปลูกไม้ โดยพบว่าเกิดความสูญเปล่าในกระบวนการทำงาน แนวทางในการแก้ไขปัญหาทำได้โดยการนำเทคนิค ECRS มาใช้ในการปรับปรุงการทำงาน และออกแบบอุปกรณ์สำหรับใช้ในการ

ขนย้ายผลผลิตใหม่ และจัดอบรมวิธีการทำงานให้กับพนักงาน ซึ่งหลังจากการนำแนวทางการปรับปรุงแก้ไขไปใช้พบว่า เวลานำของการผลิตลดลงจาก 25.11 วัน เหลือ 19 วัน สัดส่วนเวลานำของการผลิตที่ลดลงคิดเป็น 24.33%

ยังพบในผลงานวิจัยของ ศราวุฒิ อุ่นจิตร (2552) ศึกษาเพื่อลดเวลานำในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมลิฟท์ โดยเริ่มจากการสร้างแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า แล้วนำหลักการของ 5W 1H และ ECRS มาใช้ในการลดเวลา แล้วนำเสนอแนวทางการปรับปรุงในรูปแบบของแผนภาพกระบวนการ สามารถลดเวลากิจกรรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าจาก 4,740 นาทีเป็น 1,406 นาที และลดเวลาในการดำเนินการลงจาก 2,550 นาที เป็น 1,980 นาที การปรับปรุงและพัฒนาดังกล่าวทำให้สามารถลดเวลานำในโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมลิฟท์ลดลง จากเดิม 96 วันเป็น 81 วัน

นอกจากนี้ยังพบในงานวิจัยของจุฑาทิพย์ ซื่อตระกูลพาณิชย์ (2552) ได้ใช้หลักการ ECRS มาปรับปรุงสายการประกอบกันชนหลังรถยนต์ ผลจากการปรับปรุงปรุงพบว่าสามารถลดพนักงานเดิมจาก 7 คนเหลือ 6 คน ซึ่งทำให้สามารถลดต้นทุนการประกอบซึ่งมีค่าใช้จ่ายจากเดิม 11.63 บาท/ชิ้น เหลือ 7.94 บาท/ชิ้น

2.6.1.4. การใช้เทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา จากการศึกษางานวิจัยพบว่าการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and Time Study) มาช่วยปรับปรุงและลดเวลาในการทำงานให้มีค่าลดลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังจากงานวิจัยของ จักรกฤษณ์ ฮั่นยะลา (2552) ได้ทำวิจัยปรับปรุงประสิทธิภาพในโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป ซึ่งใช้วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล แล้วนำเทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลามาแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการศึกษากระบวนการผลิตด้วยแผนผังการไหลและแผนภูมิกระบวนการผลิต แล้วทำการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงานรวมทั้งยังใช้หลักการดังกล่าวเพื่อออกแบบวิธีการทำงานของพนักงาน ผลการปรับปรุงพบว่า สามารถลดระยะเวลาในกระบวนการผลิตจาก 30.24 นาที เป็น25.53 นาที คิดเป็น 15.57 % และลดขั้นตอนการผลิตโดยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยทำให้ขั้นตอนในกระบวนการผลิตลดลงจาก 116 ขั้นตอน เป็น 97 ขั้นตอน คิดเป็น 16.37 % โดยมีระยะคืนทุนจากการผลิต 10 วัน

และ เบญจมาภรณ์ พีรนันทปัญญา (2549) ได้ใช้เทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบขุดขนดินที่เหมืองแม่เมาะ โดยการวิเคราะห์กระบวนการผลิตด้วยแผนภูมิกระบวนการ ใช้วิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการทำงาน การศึกษาเวลา ได้ทำการนำเทคนิคการจับเวลาโดยตรงมาใช้ในการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงรวมถึงการหาเวลาปกติ , เวลามาตรฐานในการทำงาน จากนั้นจัด

กระบวนการทำงานให้เหมาะสม จากการวิจัยพบว่าสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตเฉลี่ยโดยรวมของระบบขุดขนดินของเหมืองแม่เมาะได้มากกว่า 10% อีกทั้งยังลดต้นทุนในการดำเนินงานลงมากถึง 37.6 ล้านบาท

2.6.1.5 การใช้เทคนิคการบำรุงรักษาแบบทุกคนมีส่วนร่วม ลดเวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักร ดังพบในงานวิจัยของพฤทธิพงศ์ โพธิวราพรรณ (2548) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมแบบผสม กรณีศึกษาในอุตสาหกรรมผลิตเหล็กรูปพรรณ ในการทำวิจัยได้ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาแบบทุกคนมีส่วนรวม และการลดเวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักร จากผลการวิจัยสามารถขจัดความสูญเปล่าสามารถลดระยะเวลาการผลิตรวมจาก 16.24 วัน มาเป็น 8.56 วัน หรือคิดเป็นร้อยละ 47.30 และลดสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการจาก 96.35 ตันต่อวัน เหลือ 10.62 ตันต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 88.98

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเครื่องมือลีนมาใช้ลดเวลานำงานบริการ

เทคนิคหรือเครื่องมือลีน นอกจากจะนิยมใช้ในการปรับปรุงและพัฒนากันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆแล้ว ยังสามารถประยุกต์ใช้ได้กับอุตสาหกรรมอื่นๆ อาทิเช่น อุตสาหกรรมบริการ ตัวอย่างเช่น ในงานวิจัยของ Eric Dickson and others (2009) ได้นำแนวคิดลีนมาใช้ในการปรับปรุงความพร้อมในการตอบสนองในอุตสาหกรรมบริการแผนกฉุกเฉินในโรงพยาบาลที่มีปัญหาความล่าช้าและนานในการให้บริการ ผลจากการดำเนินการพบว่า ทำให้เกิดความรวดเร็วในการให้บริการ และความพร้อมในการให้บริการข้อมูล ซึ่งได้ใช้หลักการปรับขนาดของระยะเวลาทำงาน สร้างมาตรฐานในการทำงาน เพิ่มจุดบริการ แนวคิดเซล ซึ่งทำให้จำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น 9.23% ในปี 2006 และจากการประเมินความพึงพอใจของลูกค้าที่มาใช้บริการก็เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญด้วย

นอกจากนี้ยังพบว่าในงานวิจัยของ จิรรัตน์ ธีระวราพฤกษ์ และ ชนินทร กิตติวิเศษ (2008) กรณีศึกษาเกี่ยวกับลีนกับกระบวนการทางธุรกิจ งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้แนวคิดลีนกับกระบวนการทางธุรกิจของบริษัทแห่งหนึ่ง โดยกระบวนการทางธุรกิจของบริษัทที่ทำการศึกษานี้ประกอบด้วย งานรับคำสั่งซื้อ งานจัดซื้อวัตถุดิบ และงานจัดส่งสินค้า ในการประยุกต์ใช้แนวคิดลีนนี้ได้ทำการวิเคราะห์กิจกรรม โดยแบ่งกิจกรรมออกเป็น กิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มและกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม และได้ออกแบบกระบวนการทางธุรกิจใหม่ โดยพยายามกำจัดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มออกไป ซึ่งผลการประยุกต์ใช้พบว่า ระยะเวลารวมที่เกิดขึ้นจากระบบงานทั้งสามนั้นลดลง จากเดิม 8.56 วันเป็น 2.44 วัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 70.05

จากการทบทวนวรรณกรรมต่างๆพบว่าแนวคิดและระบบการผลิตแบบลีนได้ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเครื่องมือที่นิยมนำมาใช้ อาทิเช่น เทคนิคการเรียกและดึงงาน การคิดขนาดการผลิตที่เหมาะสม การค้นหาและบ่งชี้กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าโดยเครื่องมือสายธารแห่งคุณค่า ศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา เทคนิคการตัดลดขั้นตอนงาน การบำรุงรักษาแบบทุกคนมีส่วนร่วม การป้องกันความผิดพลาด และอื่นๆ เป็นต้น ซึ่งผลที่ได้พบว่าสามารถลดเวลานำ ลดจำนวนสินค้าคงคลัง ลดงานระหว่างผลิต ลดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เป็นต้น สรุปได้ดังตารางที่ 2.2 สรุปงานวิจัยที่ใช้เครื่องมือลีนและเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการในการลดเวลานำ ความแปรปรวนของเวลานำและงานระหว่างผลิต

ดังนั้นงานวิจัยเล่มนี้จึงเลือกใช้แนวคิดการผลิตแบบลีน โดยใช้เทคนิคต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ลดเวลานำและจำนวนงานระหว่างผลิต

ตารางที่ 2.2 สรุปเครื่องมือลีนและเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการที่ใช้ในการลดเวลานำและงานระหว่างผลิตในงานวิจัยในอดีต

ลำดับที่	ผู้แต่ง (ปี)	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	เครื่องมือลดเวลานำ									เครื่องมือลดงานระหว่างผลิต				
			KB	PERT	PAA	VSM	M & T	Pokayoke	ECRS	SUT	TPM	KB	Small LS	PERT	TPM	JIT
1	วินัย สุทธิคณะ (2546)	ลดปริมาณการจัดเก็บสินค้าคงคลัง											/			
2	พฤทธิพงศ์ โพธิวราพรรณ (2548)	ลดเวลานำในการผลิตและสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมแบบผสม			/					/	/			/	/	/
3	เทพฤทธ์ นทีรัยไทวะ (2548)	ลดเวลานำในการผลิตโรงงานผลิตเทปลูกไม้								/						
4	เบญจมาภรณ์ พีรนันทปัญญา (2549)	เพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลานำในการขุดขนดินของเหมืองแม่เมาะ			/		/									
5	วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์และคณะ (2549)	แยกประเภทกิจกรรมและลดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในกระบวนการเตรียมบ่อเลี้ยงกุ้งจนกระทั่งการขนย้ายไปยังท่าเรือ		/	/	/								/		

ตารางที่ 2.2 สรุปเครื่องมือลีนและเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการที่ใช้ในการลดเวลานำและงานระหว่างผลิตในงานวิจัยในอดีต (ต่อ)

ลำดับที่	ผู้แต่ง (ปี)	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	เครื่องมือลดเวลานำ									เครื่องมือลดงานระหว่างผลิต				
			KB	PERT	PAA	VSM	M & T	Pokayoke	ECRS	SUT	TPM	KB	Small LS	PERT	TPM	JIT
6	จิรรัตน์ ธีระวราพฤกษ์ และ ชนินทร กิตติวิเศษ (2551)	ลดเวลานำในกระบวนการทำงาน			/	/			/							
7	ชนะชัย อุทวราพงศ์ (2551)	ขจัดความสูญเปล่าและลดเวลานำรวมโดยการผลิตแบบไหลทีละชิ้น				/										
8	จุฑาทิพย์ ซื่อตระกูลพาณิชย์ (2552)	ลดขั้นตอนการทำงานและพนักงานในกระบวนการประกอบกันชนหลังรถยนต์				/	/		/							
9	จักรกฤษณ์ ฮั่นยะลา (2552)	ลดเวลานำและขั้นตอนในการผลิตในโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป			/		/		/							
10	ศราวุฒิ อุ่นจิตร (2552)	ลดเวลานำโซ่อุปทานอุตสาหกรรมลิฟท์			/	/				/						

ตารางที่ 2.2 สรุปเครื่องมือลีนและเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการที่ใช้ในการลดเวลานำและงานระหว่างผลิตในงานวิจัยในอดีต (ต่อ)

ลำดับที่	ผู้แต่ง (ปี)	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	เครื่องมือลดเวลานำ									เครื่องมือลดงานระหว่างผลิต				
			KB	PERT	PAA	VSM	M & T	Pokayoke	ECRS	SUT	TPM	KB	Small LS	PERT	TPM	JIT
11	ณัฐพงษ์ จงรักษ์ลิขิต (2552)	เพื่อลดเวลานำในกระบวนการผลิตไส้กรองน้ำมันเครื่อง	/													
12	สมเกียรติ เติมสุข (2552)	ประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการผลิตแบบลีนปรับปรุงการผลิตเบาะรถยนต์	/													
13	ธีราพรรณ แซ่แห่ว (2553)	ลดเวลานำจากการจัดเก็บงานระหว่างผลิตและการรอคอย				/										

ตารางที่ 2.2 สรุปเครื่องมือลีนและเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการที่ใช้ในการลดเวลานำและงานระหว่างผลิตในงานวิจัยในอดีต (ต่อ)

ลำดับที่	ผู้แต่ง (ปี)	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	เครื่องมือลดเวลานำ									เครื่องมือลดงานระหว่างผลิต				
			KB	PERT	PAA	VSM	M & T	Pokayoke	ECRS	SUT	TPM	KB	Small LS	PERT	TPM	JIT
14	Roberto Arbulu and others (2003)	ลดความเวลานำโซ่อุปทานท่อส่งก๊าซในสหรัฐอเมริกา	/									/				
15	Dinesh Seth and Vaibhav Gupta (2005)	ลดเวลานำ เพิ่มความสามารถในการผลิต และลดสินค้าคงคลัง	/	/					/			/	/			
16	Fawaz Abdulmalek and Jayant Rajgopal (2006)	ลดเวลานำและงานระหว่างผลิตรในโรงเลื่อยเหล็กกล้า				/					/					
17	David Taylor (2009)	ลดเวลานำในการขนส่งวัตถุดิบ เวลานำในการผลิต และลดสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมรองเท้า	/			/						/	/			
18	Eric Dickson (2009)	แนวคิดลีนมาใช้ในการปรับปรุงการตอบสนองในแผนกฉุกเฉิน			/	/	/									