บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการผลิตแบบลีน

ระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System) คือ "ระบบการผลิตที่มุ่งเน้นในเรื่องของการไหล (Flow) ของงานเป็นหลัก โดยทำการกำจัดความสูญเปล่า (Waste) ต่างๆของงาน และเพิ่มคุณค่า (Value) ให้กับตัวสินค้าอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด (Customer Satisfaction)

ระบบการผลิตแบบลีนมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ

1. เพื่อเพิ่มผลผลิต (Increase Production)
2. เพื่อลดต้นทุนในการผลิต (Cost Reduction)

ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่า ลีนมีไว้เพื่อลดต้นทุนก็ได้ เพราะเมื่อผลผลิตหรือผลิภาพสูงขึ้นก็จะให้ต้นทุนต่อหน่วยต่ำ (Cost / Unit) ลงเช่นกัน และการที่สามารถเพิ่มผลผลิตได้ก็ทำให้ความจำเป็นในการลงทุนทางด้านเครื่องจักร พื้นที่ และแรงงานลดลงเมื่อความต้องการสินค้าเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้นก็คือการมีกำลังการผลิต (Production Capacity) มากขึ้นนั่นเอง

คำว่า "ลีน" (Lean) แปลว่า ผอมหรือบาง ในที่นี้มีความหมายในแง่บวก ถ้าเปรียบกับคนก็หมายถึง คนที่มีร่างกายสมส่วนปราศจากชั้นไขมัน แข็งแรง ว่องไว กระฉับกระเฉง แต่ถ้าเปรียบกับองค์การจะหมายถึง องค์การที่ดำเนินการโดยปราศจากความสูญเสียในทุกๆ กระบวนการ มีความสามารถในการปรับตัว ตอบสนองความต้องการของตลาดได้ทันท่วงที และมีประสิทธิภาพเหนือคู่แข่งขัน เราเรียกองค์การที่มีลักษณะดังกล่าวว่า "วิสาหกิจแบบลีน" หรือที่ในเกณฑ์รางวัลคุณภาพแห่งชาติเรียกว่า "วิสาหกิจที่กระชับ" (Lean Enterprise)

2.1.1 ความเป็นมาของระบบการผลิตแบบลีน

ระบบการผลิตแบบลีนกำเนิดขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ กล่าวกันว่า ในอดีตการผลิตสินค้าต่างๆ รวมทั้งรถยนต์มีลักษณะเป็นแบบงานหัตถกรรมหรืองานฝีมือ (Craft Production) ไม่มีสายการผลิต ผู้ผลิตส่วนใหญ่จะดำเนินการผลิตโดยอาศัยทักษะความชำนาญของพนักงานเป็นหลัก ดังนั้น จึงมีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูง แต่ก็สามารถผลิตสินค้าได้หลากหลายชนิด ตามความต้องการของลูกค้า ต่อมาในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 เฮนรี ฟอร์ด (Henry Ford) ผู้ก่อตั้งบริษัทฟอร์ด มอเตอร์ ได้ริเริ่มแนวคิดในการสร้างสายการผลิตให้มีลักษณะคล้ายกับการไหลของสายน้ำ และถือว่าทุกสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ในกระบวนการคือความสูญ

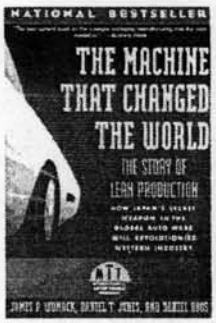
ระบบการผลิตของฟอร์ด [2]

เปล่า โดยนำเอานวัตกรรมระบบสายพานลำเลียงมาใช้ในสายการประกอบรถยนต์ (Moving Assembly Line) ของบริษัท และใช้ชิ้นส่วน

มาตรฐานที่สามารถเปลี่ยนทดแทนกันได้ (Standardized Interchangeable Parts) ทำให้ใช้เวลาในการผลิตลดลง อย่างไรก็ตาม ด้วยวิธีการดังกล่าว ทำให้ชิ้นส่วนและวัตถุดิบได้รับการผลิตและส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป โดยไม่มีการพิจารณาถึงความต้องการเช่นเดียวกับการผลิตสินค้าสำเร็จรูป ระบบดังกล่าวจึงถูกเรียกว่าระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณ (Mass Production) คือ ผลิตแบบปริมาณมาก รุ่นการผลิตมีขนาดใหญ่ เพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยให้ต่ำลง

ระบบการผลิตของฟอร์ดประสบความสำเร็จอย่างยิ่ง กล่าวกันว่ายุคนั้นในอเมริกาไม่มีใครที่ไม่รู้จักรถยนต์ฟอร์ดโมเดลที (Model T Ford) ที่มีการผลิตและจำหน่ายจำนวนมาก ถึงแม้ว่ารถรุ่นนี้จะมีจำหน่ายเพียงสีเดียว คือสีดำ แต่เนื่องจากช่วงนั้นตลาดยังคงเป็นของผู้ผลิต เพราะผู้ผลิตรถยนต์มีจำนวนน้อยราย แต่ความต้องการซื้อมีจำนวนมาก ผลิตเท่าไรก็จำหน่ายได้หมด อีกหลายปีต่อมา จากความสำเร็จของบริษัทฟอร์ด อิจิ โทโยดะ (Eiji Toyoda) และ ไทอิจิ โอโนะ (Taiichi Ohno) อดีตรองประธานของบริษัทโตโยต้าได้ พยายามนำเอาแนวคิดของฟอร์ดไปปรับปรุงระบบการผลิตของบริษัทโตโยต้าที่ญี่ปุ่น แต่พวกเขาพบว่าสภาพของบริษัทยังไม่เหมาะกับการใช้ระบบดังกล่าว เนื่องจากขณะนั้นประเทศญี่ปุ่นอยู่ในสภาพหลังสงคราม ปัจจัยการผลิตต่างๆ และเงินทุนมีจำกัด ทำให้ไม่สามารถลงทุนสร้าง "ระบบการผลิตที่เน้นปริมาณ" ตามแบบอย่างของฟอร์ดได้ ทั้งสองจึงได้ร่วมกับทีมงานของบริษัทโตโยต้า พัฒนาระบบการผลิตของตนเองขึ้นมาจากประสบการณ์ที่พบ โดยเริ่มต้นจากการค้นหาและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับปฏิบัติการ การนำข้อเสนอแนะการปรับปรุงงานที่ได้จากพนักงานมาทดลองปฏิบัติ และประยุกต์แนวคิดของระบบซูเปอร์มาร์เก็ตหรือระบบดึง มาสร้างระบบการผลิตที่เรียกว่า "ระบบการผลิตแบบโตโยต้า" (Toyota Production System) หรือที่รู้จักกันดีในชื่อของ **ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี** (Just in Time Production System: JIT) ซึ่งมีหลักการสำคัญคือ "*การผลิตเฉพาะสินค้าหรือชิ้นส่วนที่จำเป็น ตามปริมาณที่มีความต้องการ และภายในเวลาที่มีความต้องการ*" โดยมุ่งเน้นกำจัดความสูญเสีย (Waste/Muda) ทั้ง 7 ประการ ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

เฮนรี ฟอร์ด และรถยนต์ฟอร์ดโมเดลที

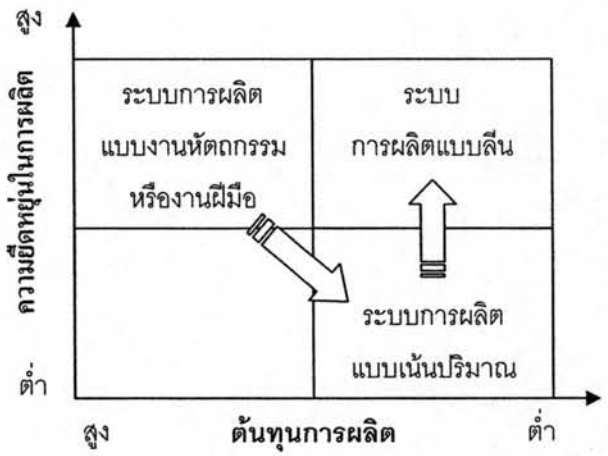


The Machine that Changed the World
โดย เจมส์ วอแม็ค และ แดเนียล โจนส์

ในปี ค.ศ. 1990 เจมส์ วอแม็ค และ แดเนียล โจนส์ ได้ร่วมกันแต่งหนังสือเล่มหนึ่งชื่อว่า *The Machine that Changed the World* ซึ่งเปรียบเทียบปัจจัยแห่งความสำเร็จระหว่างอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ในประเทศญี่ปุ่น ยุโรป และอเมริกา เพื่ออธิบายว่าบริษัทสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการจัดการกระบวนการได้อย่างไร และเริ่มใช้คำว่า **"ระบบการผลิตแบบลีน"** เป็นต้นมา

ชิจิโอ ชินโง (Shigeo Shingo) ที่ปรึกษาของบริษัทโตโยต้า กล่าวว่า "ระบบการผลิตแบบโตโยต้าไม่ใช่ระบบที่มีแนวคิดขัดแย้งกับระบบการผลิตของฟอร์ด แต่เป็นระบบที่ได้รับการพัฒนาต่อเนื่องมาให้สอดประสานกับสภาพตลาดของประเทศญี่ปุ่น โดยมุ่งทำการผลิตจำนวนมาก ด้วยขนาดรุ่นการผลิตที่เล็ก และมีระดับสินค้าคงคลังต่ำ" ดังนั้นเราอาจกล่าวได้ว่า ผู้ริเริ่มแนวคิดของระบบการผลิตแบบลีนก็คือ เฮนรี ฟอร์ด แต่ผู้นำแนวคิดมาประยุกต์ใช้ให้เกิดผลลัพธ์เป็นรูปธรรมก็คือ บริษัทโตโยต้า หรืออีกนัยหนึ่งระบบการผลิตแบบโตโยต้าก็คือ การปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ของระบบการผลิตแบบลีนนั่นเอง

โดยสรุปแล้ว วิวัฒนาการของระบบการผลิตแบบลีน แสดงได้ดังรูปที่ 2.1 เริ่มจากระบบการผลิตแบบงานหัตถกรรม มาสู่ระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณ จนกระทั่งพัฒนาเป็นระบบการผลิตแบบลีน ที่มีความยืดหยุ่นในการผลิตสูง เพื่อรองรับสภาพปัจจุบันซึ่งวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์สั้นลงเรื่อยๆ ในขณะที่ต้องพยายามลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง



รูปที่ 2.1 วิวัฒนาการของระบบการผลิตแบบลีนและลักษณะเฉพาะตัว

2.1.2 ลีนคิดแตกต่างจากเดิมอย่างไร

แนวคิดแบบลีน (Lean) จะมีแนวคิดที่แตกต่างจากแนวคิดที่เคยปฏิบัติกันมา (Traditional) ดังนี้

1. แนวคิดแบบเก่าจะมุ่งที่ผังขององค์กร (Organizetion) คือมุ่งที่จะทำตามหน้าที่ของตนเองเป็นหลัก โดยขาดความเชื่อมโยงกับแผนกอื่น ไม่ได้สนใจถึงผลตขกระทบต่อผู้อื่นซึ่งก็คือ ลูกค้าภายในและภายนอกนั่นเอง ในขณะที่แนวคิดลีนจะมุ่งเน้นที่ลูกค้า (Customer) เป็นหัวใจสำคัญ กิจกรรมในงานจะถูกกำหนดโดยความต้องการของลูกค้า และมีการทำงานที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน(Synchronization) โดยคำนึงถึงลูกค้าเป็นหลัก
2. แนวคิดเก่าเมื่อเกิดปัญหาหรือต้องการปรับปรุงจะมุ่งไปที่คนงานเป็นหลัก (Attack Worker) ในขณะที่ลีนการแก้ปัญหาหรือการปรับปรุงจะมุ่งเน้นที่การกำจัดความสูญเปล่าเป็นหลัก (Attack Waste)

3. แนวคิดเก่าจะกระจายค่าใช้จ่ายของบริษัทที่เกิดขึ้นไปตามส่วนต่างๆ (Cost Allocation) เพื่อควบคุมค่าใช้จ่ายในขณะที่ลีนมุ่งเน้นที่การกำจัดค่าใช้จ่าย (Cost Eliminate) ซึ่งไม่จำเป็นที่เกิดขึ้นเป็นหลัก
4. การทำงานแบบเก่าอาจมีความยุ่งยากซับซ้อน (Complicate) ในการปฏิบัติ ลีนเน้นให้คนทำงานง่าย (Simple) โดยการมีเครื่องไม้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสม สะดวก ซึ่งจะทำให้ลดความผิดพลาดในการทำงานและเกิดความรวดเร็ว รวมถึงขวัญกำลังใจในการปฏิบัติงานด้วย ซึ่งหากคนทำงานได้ง่ายขึ้นผลิตภาพก็ต้องดีขึ้นตามไปด้วย
5. การทำงานแบบเก่าอาจไม่ได้นำความผิดพลาดในอดีตมาเป็นบทเรียน ในขณะที่ลีนมุ่งเน้นให้เรียนรู้จากการทดลองกระทำ และนำข้อผิดพลาดมาปรับปรุงแก้ไขและป้องกันความผิดพลาดครั้งต่อไป
6. ลีนสอนให้คิดในแนวกว้างและผลกระทบของการกระทำนั้นๆ ไม่ใช่สนใจเฉพาะการกระทำ โดยไม่ได้มองถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อไป

2.1.3 มุมมองแบบลีน (Lean Perspective)

แบ่งลักษณะกิจกรรมที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของสินค้า ได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้คือ

1. **กิจกรรมที่มีคุณค่า (Value Added Activity ; VA))** คือ กิจกรรมที่มีคุณค่าในการดำเนินงาน ถ้าพิจารณาจากมุมมองของลูกค้าจะเห็นได้ว่ากิจกรรมประเภทนี้เป็นกิจกรรมที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ มีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น เช่นการตัด การขึ้นรูป *ซึ่งมี 5% ของกิจกรรมทั้งหมด*
2. **กิจกรรมที่ไม่มีคุณค่า (Non-Value Added Activity ; NVA))** คือ กิจกรรมที่ไม่จำเป็น ถ้าพิจารณาจากมุมมองของลูกค้าจะเห็นได้ว่า กิจกรรมประเภทนี้เป็นกิจกรรมที่ไม่ได้ทำให้ผลิตภัณฑ์หรือบริการมีคุณค่าเพิ่มมากขึ้นและไม่ได้จำเป็นต้องมี ยกตัวอย่างเช่น เวลารอคอย การกองผลิตภัณฑ์ระหว่างผลิต โดยไม่เชื่อมต่อเพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไปในทันที การทำงานหรือกิจกรรมเดียวกันซ้ำๆ กิจกรรมเหล่านี้เป็นความสูญเปล่าอย่างเห็นได้ชัด ควรจะเป็นเป้าหมายแรกที่จะทำการแก้ไขในระยะเวลาอันสั้น *ซึ่งมี 95% ของกิจกรรมทั้งหมด*แบ่งได้ 2 ชนิดคือ
   - **ไม่มีคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ 60%** (ชนิดที่ 1) เช่นการตรวจสอบ ขนย้าย
   - **ไม่มีคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ 35%** (ชนิดที่2) เช่น การบันทึกข้อมูลที่ไม่ได้ใช้งานหรือไม่มีประโยชน์ การผลิตของเสีย การผลิตเกินความต้องการ

ความสูญเสียหรือความสูญเปล่า (Waste/Muda/NVA) คือการกระทำใดๆก็ตามที่ใช้ทรัพยากรไปไม่ว่าจะเป็นแรงงาน วัตถุดิบ เวลา เงิน หรืออื่นๆ แต่ไม่ได้ทำให้สินค้าหรือบริการเกิด หรือคือ การกระทำที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่อตัวสินค้าหรือบริการนั่นเอง การที่จะบอกว่าการกระทำนั้นมีคุณค่าหรือไม่ ให้ตัดสินกันที่สินค้าหรือบริการเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้าสินค้าไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างนั่นถือว่าการกระทำนั้นไม่มีคุณค่าต่อตัวผลิตภัณฑ์

ไทอิจิ โอโนะ ได้แบ่งความสูญเสียหรือความสูญเปล่าออกเป็น 7 ชนิด (7 Waste/Muda) ได้แก่

1. การผลิตที่มากเกินไปโดยไม่จำเป็น (Over-Production) คือ การผลิตสินค้าที่มากเกินกว่าความต้องการ หรือเร็วเกินกว่าความต้องการในขณะนั้น เกิดจากแนวคิดที่ผลิตของออกมาให้มาก โดยไม่คำนึงถึงความจำเป็น เป็นผลทำให้เกิดอุปสรรคในการไหลของข้อมูลข่าวสาร หรือสินค้า และยังก่อให้เกิดสินค้าคงคลังที่มากเกินไป

2. การมีของเสีย (Defect) คือ ความผิดพลาดที่ทำให้เกิดปัญหาในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือทำให้ความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ลดลง การแก้ไขควรหาแนวทางในการป้องกันการเกิดของเสีย แทนการตรวจสอบและซ่อมแซมของเสีย

3. การมีสินค้าคงคลังมากเกินความจำเป็น (Unnecessary Inventory) คือ การจัดเก็บที่มากเกินไป และการล่าช้าของข้อมูลข่าวสารหรือผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการ สาเหตุจากแนวคิดที่ต้องการมีวัสดุพร้อมตลอดเวลา เพื่อไม่ให้ของขาดมือ หรืออาจเกิดจากความต้องการลดต้นทุน ซึ่งถ้าหากซื้อมากจะได้ราคาที่ถูกกว่า รวมทั้งการผลิตด้วยขนาดลอตที่ใหญ่ หรือกระบวนการที่ใช้เวลาในการผลิตนาน ก็เป็นผลทำให้เกิดอุปสรรคในการบริการลูกค้า และทำให้เกิดต้นทุนที่มากเกินไป

4. การมีกระบวนการที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Processing) คือ ขั้นตอนกระบวนการทำงานที่ใช้ชุดเครื่องมือ วิธีการทำงาน หรือระบบที่ไม่จำเป็น ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิต ดังนั้นกระบวนการทำงานที่ไม่จำเป็นในทุกๆขั้นตอนควรจะถูกกำจัดให้หมดไป

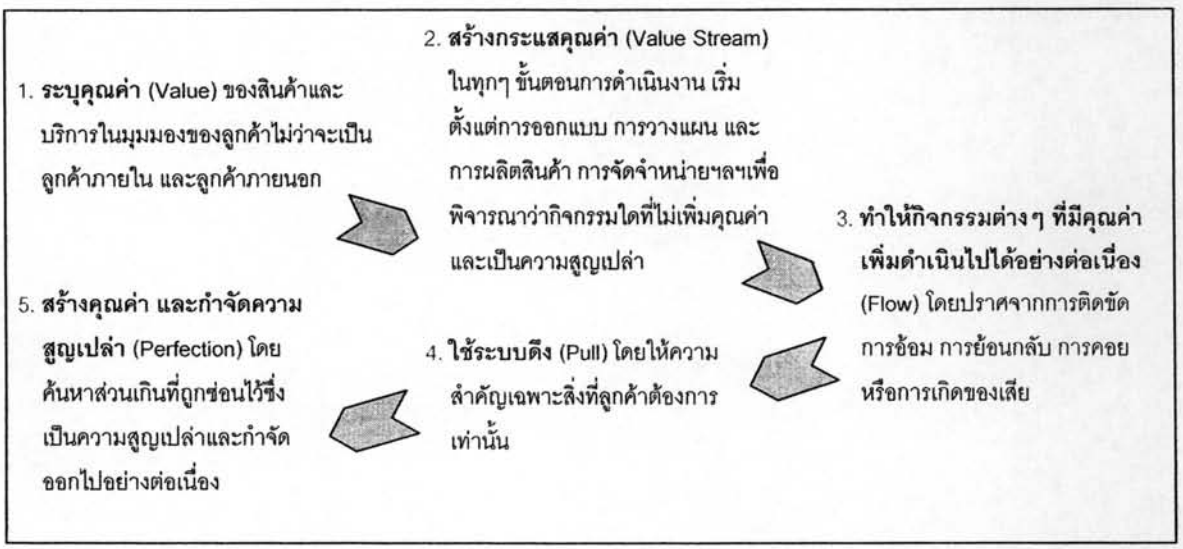
5. การขนส่งที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Transportation) คือ การขนส่งที่มากเกินไปของสินค้าหรือบริการซึ่งการเคลื่อนไหวเหล่านี้ไม่ได้เพิ่มคุณค่าใดๆ ให้กับผลิตภัณฑ์ และยังเป็นผลทำให้เกิดเวลาและต้นทุน ที่สูญเปล่า ดังนั้นจึงควรหาแนวทางในการกำจัดการขนส่งที่ไม่จำเป็น หรือทำให้เกิดการขนส่งที่น้อยที่สุด แทนการปรับปรุงวิธีในการขนส่ง

6. การรอคอย (Waiting) คือ ระยะเวลารอโดยปราศจากกิจกรรมใดๆของคนข้อมูลข่าวสารหรือสินค้าเช่นการรอวัตถุดิบ รอคนงาน รอคำสั่ง เป็นผลทำให้เกิดอุปสรรคในการไหลและทำให้เกิดเวลานำที่ ยาวนาน

7. การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motion) คือ การเคลื่อนไหวร่างกายที่มากเกินความจำเป็น ทำให้เกิดการสูญเสียเวลาในการผลิตและเกิดความเมื่อยล้า

2.1.4 แนวคิดของระบบการผลิตแบบลีน (Lean Thinking)

การผลิตแบบลีน คือ วิธีการที่มีระบบแบบแผนในการระบุและกำจัดความสูญเสีย หรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าภายในกระแสคุณค่าของกระบวนการ โดยอาศัยการดำเนินตามจังหวะความต้องการของลูกค้าด้วยระบบดึง ทำให้เกิดสภาพการไหลอย่างต่อเนื่อง ราบเรียบ และทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างคุณค่าให้แก่ระบบอยู่เสมอ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนหลักได้ 5 ขั้นตอน ดังแผนภาพในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แผนภาพแนวความคิดของระบบการผลิตแบบลีน

2.1.4.1 การระบุคุณค่าของสินค้าหรือบริการ (Specify Value)

ในแนวคิดนี้เสนอให้ สามารถระบุคุณค่าของผลิตภัณฑ์หรือบริการให้ได้ว่าคุณค่าของสินค้าที่ผลิตมีคุณค่าอยู่ที่ใด ตรงกับความต้องการของลูกค้าหรือไม่ การระบุว่าสินค้ามีคุณค่าอยู่ที่ใด อาจเปรียบเทียบกับคู่แข่ง (Benchmarking) ก็ได้ แต่จำเป็นต้องมองในมุมของลูกค้า (Customer's Perspective) ไม่ใช่มองจากมุมมองของผู้ผลิต (Producer's Perspective) การที่สามารถระบุได้ว่าสินค้ามีคุณค่าอย่างไรนั้น นับเป็นบันไดขั้นแรกของแนวคิดลีน ซึ่งจะทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ อันจะส่งผลต่อการดำเนินธุรกิจต่อไป ทั้งยังสามารถนำคุณค่าที่ลูกค้าต้องการนั้นมาเป็นแนวทางในการดำเนินการผลิตด้วย ซึ่งในขั้นตอนนี้อาจใช้เทคนิคของ QFD (Quality Function Development)ได้

2.1.4.2 การแสดงสายธารแห่งคุณค่า (Identify Value Stream)

การแสดงสายธารแห่งคุณค่า คือ การจัดทำผังแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping : VSM) ซึ่งเป็นการระบุกิจกรรมที่ต้องทำทั้งหมด ตั้งแต่รับวัตถุดิบเข้าโรงงานผู้ผลิต จนกระทั่งสินค้าได้ถูกส่งถึงโรงงานลูกค้า นอกจากนี้ การจัดทำผังแห่งคุณค่าจะทำให้เห็นกระบวนการทั้งระบบและสามารถมองเห็นความสูญเปล่า (Muda) ได้ง่าย และยังมีประโยชน์ในการสื่อสารกับบุคคลอื่นอีกด้วย

2.1.4.3 การทำให้คุณค่าเกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง (Flow)

การทำให้คุณค่าเกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง คือ การทำให้สายการผลิตสามารถปฏิบัติงานได้อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา โดยไม่มีการขัดขวางหรือหยุดการผลิตด้วยเหตุอันใดก็ตาม ให้งานสามารถไหลไปได้อย่างต่อเนื่องเหมือนเช่นน้ำในแม่น้ำ ซึ่งแม้ว่าระดับน้ำจะลดต่ำลงแต่ก็ยังไหลอยู่เสมอ

การไหลของงาน (Flow) ถือว่าเป็นหัวใจของระบบการผลิตแบบลีน และเป็นจุดเริ่มต้นที่จะต้องทำให้เกิดขึ้นก่อนที่จะทำการติดตั้งระบบอื่นๆ ของลีนต่อไป การทำให้สายการผลิตเกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง (Continuous Flow) สามารถทำได้ดังนี้

1. อย่าให้เครื่องจักรว่างงานไม่ว่าด้วยเหตุอันใดก็ตาม (Idle)
2. หากเครื่องจักรเสีย (Breakdown) หรือออกนอกการควบคุม (Out of Control) ต้องแก้ไขให้กลับสู่ภาวะปกติให้เร็วที่สุด
3. การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นสิ่งที่ต้องใช้เวลาให้น้อยที่สุด แม้ว่าจะอยู่ในแผนการผลิตก็ตาม
4. อย่าขัดจังหวะการผลิต ไม่ว่าด้วยเหตุใดก็ตาม
5. จัดกำลังการผลิตของแต่ละกระบวนการให้มีความสมดุลกัน (Line Balancing) ซึ่งจะทำให้ไม่มีการกองรอของงานหรือเกิดคอขวดขึ้น (Bottleneck)
6. ลดปริมาณการขนย้าย
7. ลดการเก็บงานเพื่อรอการผลิต (Waiting)
8. จัดผังโรงงาน (Line Layout) ให้เหมาะสม

2.1.4.4 การให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงคุณค่าจากกระบวนการ (Pull)

การให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงคุณค่าจากกระบวนการ คือ การทำการผลิตเมื่อลูกค้ามีความต้องการสินค้านั้น และผลิตแค่เพียงพอกับที่ลูกค้าต้องการ โดยหมายถึง ทั้งลูกค้าภายในและภายนอก เป็นการผลิตที่เข้าใกล้กับลักษณะของการผลิตตามสั่ง (Make to Order) ไม่ใช่การผลิตเพื่อเก็บและรอขาย (Make to Stock) ซึ่งการผลิตเพื่อเก็บและรอขายถือเป็นความสูญเปล่าชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นเพราะการรอคอย (Waiting) และกระบวนการดึงเป็นการบอกให้ผู้ผลิตทำงานแบบย้อนหลัง (Work Backdown) คือการนำเอาความต้องการของลูกค้า (Customer Requirements)

มากำหนดการทำงาน ซึ่งการใช้ระบบการดึงให้สมบูรณ์แบบให้ใช้ทั้งลูกค้าภายนอก (External Curtomer) ซึ่งก็คือ บริษัทหรือบุคคลที่ซื้อสินค้าจากเรา และกับทั้งลูกค้าภายใน (Internal Customer) ซึ่งก็คือ บุคคลหรือหน่วยงานที่เราต้องให้การสนับสนุนแก่เขาหรือบุคคลที่ได้รับผลกระทบจากการทำงานของเรา เช่นเดียวกับแนวคิด TQM (Total Quality Management)

2.1.4.5 การสร้างคุณค่าและกำจัดความสูญเปล่าอย่างต่อเนื่อง (Perfection)

หลังจากที่เข้าใจความต้องการของลูกค้า รู้และเข้าใจในคุณค่าของสินค้าที่ผลิต จัดทำผังของคุณค่าและให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงงานและกำหนดกิจกรรมในการผลิตแล้ว ต่อมาก็คือการพยายามเพิ่มคุณค่าให้กับสินค้าอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการค้นหาความสูญเปล่า ให้พบและกำจัดอย่างต่อเนื่องตลอดไป ซึ่งก็คือ แนวคิดของ PDCA (Plan-Do-Check-Act) นั่นเอง

2.1.5 ผลที่ได้จากการมีระบบการผลิตแบบลีน

ซึ่งได้มีการพิสูจน์โดยการปฏิบัติกันมาแล้วว่า การมีระบบการผลิตแบบลีนจะทำให้ได้สิ่งเหล่านี้ ได้แก่

1. ผลิตภาพเพิ่มขึ้น 5-50% ซึ่งจะทำให้ต้นทุนต่อหน่วยต่ำลง
2. เวลาในการผลิตลดลง (Lead Time) 80-90% ทำให้สามารถปรับเปลี่ยนการผลิตและตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดีขึ้น
3. สินค้าคงคลังลดลง ในระดับที่ยังคงตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าอยู่ ซึ่งเป็นการลดลงทั้งในส่วนของวัตถุดิบ (Raw Material) สินค้าในกระบวนการผลิตที่มักเรียกกันว่า "WIP" (Work In Process) ซึ่งจะลดลงได้ระหว่าง 30-90% และสินค้าสำเร็จรูปที่ผลิตเสร็จแล้ว (Finished Goods) ซึ่งจะลดลงได้ 50-90% จะเห็นได้ว่าการที่สินค้าคงคลังลดลงมีผลต่อต้นทุนที่ต่ำลงโดยจะมีเฉพาะต้นทุนที่จำเป็นทั้งในแง่ของปริมาณและในเวลาที่เหมาะสม
4. ราคาจัดซื้อลดลง 20-60% หากผู้จัดส่ง (Supplier) มีระบบการผลิตแบบลีนด้วย

2.2 เครื่องมือและเทคนิคของกระบวนการผลิตแบบลีน (Lean Tools and Techniques)

เครื่องมือ เทคนิคหรือแนวคิดของลีนที่นำมาใช้ในการผลิต สามารถจำแนกได้ดังนี้ คือ

2.2.1 5ส และการควบคุมด้วยสายตา (5S & Visual Control)

5ส ถือเป็นพื้นฐานของระบบลีนและระบบอื่นๆในโรงงาน เปรียบเสมือนกับเป็นฐานของรากของระบบการผลิตเลยก็ว่าได้ รากฐานของระบบการผลิตที่โรงงานจำเป็นต้องมีโดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 ส่วน ได้แก่ สภาพแวดล้อมที่สะอาด (Clean) และมีความปลอดภัย (Safety) ซึ่งองค์ประกอบของ 5ส มี 5 ข้อดังนี้

ส.1 สะสาง (Seiri/Sort)แยกสิ่งของที่ต้องการและไม่ต้องการออกจากกัน และกำจัดสิ่งของที่ไม่ต้องการ

ส.2 สะดวก (Seiton/Storage)จัดสิ่งของที่จำเป็นเหล่านั้นให้อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้อย่างง่าย

ส.3 สะอาด (Seiso/Shine) จัดสถานที่ทำงานให้ปราศจากสิ่งสกปรก

ส.4 สร้างมาตรฐาน (Seiketsu/Standard) ธำรงรักษา 3ส ข้างต้นไว้ตลอดไปและจัดทำให้เป็นมาตรฐาน

ส.5 สร้างเสริมลักษณะนิสัย (Shitsuke/Sustant) ปลูกฝังสิ่งเหล่านี้ให้อยู่ในนิสัย ประพฤติถูกต้องตามกฎ

ซึ่งจะเห็นว่า 5ส ให้ความสำคัญกับ 2 ส่วนคือ

1). สถานที่ ได้แก่ 3ส แรก และ

2). คน ซึ่งก็คือ 2ส ที่เหลือ

ผลดีที่ได้จากการทำ 5ส. เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน สะท้อนออกมาในมิติของการลดเวลาการทำงานที่ลดลง ลดอุบัติเหตุ ลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Change Over) กิจกรรมเพิ่มคุณค่าของพนักงาน และพนักงานมีส่วนร่วมในการพัฒนาการทำงานมากขึ้น

การควบคุมด้วยสายตา (Visual Control / Visual Factory / Visual Management) ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของลีนเลยก็ว่าได้ การควบคุมด้วยสายตา คือ การที่ในโรงงานมีป้าย สี สัญลักษณ์ หรือสิ่งอื่นๆ ที่สามารถทำให้ผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับกระบวนการผลิตหรือสถานที่นั้นสามารถเข้าใจในสิ่งที่เกิดขึ้น และข้อควรปฏิบัติภายในระยะเวลาอันสั้น เป็นการสื่อสารผ่านทางสายตานั่นเอง ทำให้เห็นถึงความผิดปกติได้โดยง่าย ซึ่งจะทำให้เกิดการแก้ไขต่อไป ลักษณะการควบคุมด้วยสายตามีดังนี้

a. มีไว้เพื่อสื่อสาร สามารถใช้ได้กับทุกเรื่องที่ต้องการสื่อ ไม่ว่าจะเป็น นโยบาย เป้าหมาย ข้อควรระวัง จุดเน้นย้ำ ความปลอดภัย สถานะของงานหรือเครื่องจักร
b. ง่ายแก่การมองเห็น
c. เห็นแล้วเข้าใจได้ง่าย แม้ว่าเป็นผู้ไม่คุ้นเคย
d. เห็นแล้วทราบว่าต้องทำอย่างไร
e. เห็นแล้วรู้ว่าเกิดความผิดปกติขึ้นหรือไม่
f. เมื่อพบว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้นต้องแก้ไข

2.2.2 การมีมาตรฐานการทำงาน (Work Standardization)

การมีมาตรฐานการทำงาน คือ การมีระบบเอกสาร (Documentation) อ้างอิงการทำงานไว้เป็นมาตรฐาน (Standard) สำหรับการทำงานและปฏิบัติตามมาตรฐานนั้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ก็ต้องปรับปรุงเอกสารและอบรมพนักงานให้ทำตามมาตรฐานที่ได้แก้ไขนั้น การมีมาตรฐานทำให้สามารถควบคุมการทำงานและผลงานได้ง่าย รวมถึงสามารถใช้สื่อกับพนักงานถึงการ

ปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้นด้วย นับเป็นบันไดขั้นแรกๆของการเพิ่มผลผลิตเลยก็ว่าได้ ตัวอย่างของมาตรฐานการทำงานก็คือ คู่มือการทำงาน (Work Instryction) ต่างๆ หรืออาจกล่าวว่ามีระบบ ISO9000 ก็พอกล่าวได้

2.2.3 ผังแห่งคุณค่า (Value Steam Mapping : VSM)

ผังแห่งคุณค่า (Value Steam Mapping) คือ การจัดทำผังของกิจกรรมทั้งหมดที่ต้องทำตั้งแต่ได้รับวัตถุดิบ จนกระทั่งส่งสินค้าถึงมือลูกค้า เพื่อช่วยให้มองเห็นโอกาสในการกำจัดความสูญเปล่าและปรับปรุงให้ดีขึ้น เหตุผลที่ควรทำมีดังนี้

- ทำให้มองเห็นคุณค่าได้ง่ายขึ้น
- เพื่อให้รู้ว่าควรใช้เครื่องมือลีนตัวไหนในการปรับปรุง
- มีประโยชน์ในการสื่อสารกับบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อ
- เข้าใจว่าอะไรคือความสูญเปล่าและมีอยู่ที่ไหน
- ทำให้เกิดการปรับปรุง

ลักษณะสำคัญของผังแห่งคุณค่าจะเป็นดังนี้ คือ

- มุ่งเน้นที่ลูกค้าเป็นหลัก
- ระบุบริเวณที่มีความสูญเปล่า
- ก่อให้เกิดการปรับปรุง

ผังแห่งคุณค่าจะมี 2 ชนิด ชนิดแรก เรียกว่า ผังแห่งคุณค่าปัจจุบัน (Current State Value Mapping) เป็นผังที่เขียนขึ้นจากสภาวะการณ์ปัจจุบันที่เป็นอยู่จริง ชนิดที่สอง เรียกว่า ผังแห่งคุณค่านอนาคต (Future State Value Mapping) เป็นผังที่จัดขึ้นจากการระดมสมองกับทีมงานเมื่อเห็นความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในผังแห่งคุณค่าปัจจุบันแล้ว ซึ่งในการที่จะมองว่าผังคุณค่าปัจจุบันมีปัญหาหรือโอกาสในการปรับปรุงอยู่ที่ไหน จะต้องมองความสูยเปล่า (Waste)ให้ออกเสียก่อน จึงจะเสนอแนวทางแก้ไขหรือปรับปรุงซึ่งจะเขียนไว้ในผังแห่งคุณค่าอนาคต ตัวชี้วัดในผังแห่งคุณค่าที่บ่งบอกถึงความสูญเปล่ามีดังนี้

1. **Production Lead Time** เป็นการแปลงจำนวนสินค้าคงคลังที่มีอยู่ในผังแห่งคุณค่าให้จำนวนวันของการผลิต ซึ่งตัวดัชนีนี้ยิ่งน้อยก็ยิ่งดี นั่นแสดงว่ามีสินค้าคงคลังน้อยนั่นเอง
2. **Value-Added Time** เป็นผลรวมของรอบเวลา (Cycle Time) ทั้งหมดที่แสดงในผังแห่งคุณค่า ทำให้มองเห็นการเปรียบเทียบกับ Production Lead Time ซึ่งเป็นความสูญเปล่าในแง่ของสินค้าคงคลัง
3. **Multiple Ratio** คือผลหารของ Production Lead Time กับ Value-Added Time นั่นเอง ซึ่งถ้าค่าที่ออกมามีค่าน้อยจะยิ่งดี นั่นคือ ผังแห่งคุณค่าแหง

อนาคตเมื่อทำแล้วต้องมี Multiple Ratio ต่ำกว่าผังคุณค่าปัจจุบันนั่นเอง จึงถือได้ว่าเป็นการปรับปรุง

2.2.4 การบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM)

เป็นเครื่องมือเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันระหว่างคนกับเครื่องจักร และทำให้เกิดการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรได้สูงสุด อันจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิต ซึ่งลีนจะเน้นในเรื่องของทีมบำรุงรักษาเครื่องจักร การที่ช่างเทคนิคสามารถดูแลเครื่องจักรได้มากกว่าหนึ่งเครื่อง (Multi Skill) การให้ความสำคัญกับการป้องกันการเสียหายของเครื่องจักรมากกว่าการซ่อม และการให้ผู้ปฏิบัติงานที่เครื่องจักรนั้นดูแลเครื่องจักรของตนเองให้ได้มากที่สุด การทำ TPM จะให้ผลดีดังนี้ คือ

- ผลิตภาพของการผลิต (Productivity) ดีขึ้น เนื่องจากเครื่องจักรไม่เสียบ่อย และไม่ว่างงาน
- คุณภาพของสินค้าดีขึ้น (Quality) เพราะของเสียเกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรทำงานผิดปกติ เมื่อเครื่องจักรถูกบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดีเสมอ ของเสียจึงไม่เกิดขึ้น
- ต้นทุนการผลิตต่ำลง (Cost) เนื่องจากผลิตภาพดีขึ้น
- จัดส่งสินค้าได้ตามที่ลูกค้าต้องการ (Delivery) เพราะการไหลของงานเป็นไปได้ดีขึ้น
- เสริมสร้างความปลอดภัย (Safety) เนื่องจากเครื่องจักรได้รับการดูแลอย่างดี จึงทำให้มีสภาพที่มีความปลอดภัยในการใช้งาน
- ขวัญกำลังใจในการทำงานดีขึ้น (Morale) เพราะสภาพแวดล้อมมีความปลอดภัยและพนักงานได้มีส่วนร่วมในงานมากขึ้น จึงทำให้เกิดความภูมิใจในงานที่ตนทำอยู่ และทำให้รู้สึกว่ามีบทบาทในการปรับปรุงและทำให้บริษัทดีขึ้น

องค์ประกอบของ TPM ทั้ง 8 ประการคือ

1. มุ่งเน้นที่การปรับปรุง (Focus Improvement)
2. การบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยตนเองโดยผู้ปฏิบัติงานที่เครื่องจักร(Autonomous Maintenance/Self Maintenance)
3. การวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร (Plan Maintenance)
4. การฝึกอบรมในการดูแลรักษาและทำงานกับเครื่องจักร (Training)
5. การป้อนข้อมูลกลับของปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งานเครื่องจักร(Early Management Maintenance)
6. การบำรุงรักษาคุณภาพ (Quality Maintenance)
7. การบริหารงานที่มีประสิทธิภาพของฝ่ายที่ไม่ได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการผลิต (Efficient Administration)
8. การคำนึงถึงความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม (Safety & Environment)

การดำเนินกิจกรรม TPM สามารถวัดผลได้โดยใช้ตัวชี้วัดที่เรียกว่า OEE (Overall Equipment Effectiveness) หรือเรียกว่าเป็นตัวชี้วัดประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยรวม หาได้จากสูตร

$$OEE = A*P*Q \quad (1)$$

A = Availability Rate = อัตราส่วนของเวลาที่เครื่องจักรนั้นปฏิบัติงานได้จริงต่อเวลาที่มีในการผลิต หรือก็คือ % Run นั่นเอง

P = Performance Rate = อัตราส่วนของจำนวนชิ้นงานที่เครื่องจักรนั้นผลิตได้จริงต่อจำนวนชิ้นงานที่เครื่องจักรนั้นควรผลิตได้ตามกำลังการผลิต

$$= \frac{\text{(จำนวนชิ้นงานที่เครื่องจักรนั้นผลิตได้มั้งหมด)*(รอบเวลาของเครื่องจักรนั้น)}}{\text{(จำนวนเวลาที่เครื่องจักรนั้นใช้ไปในการผลิตจริง}}$$

Q = Quality Rate = อัตราส่วนของชิ้นงานที่ดีที่เครื่องจักรนั้นผลิตได้ต่อจำนวนชิ้นงานที่เครื่องจักรนั้นผลิตได้ทั้งหมดหรือก็คือ Yield นั่นเอง

2.2.5 การลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover Reduction)

เครื่องมือตัวนี้อาจเรียกว่า Changeover Reduction หรือ SMED (Single Minute Exchange of Die) หรือ Set up Time Reduction ก็ได้ เพราะการเปลี่ยนรุ่นการผลิตถือได้ว่าเป็น Non-Value Added Activity หรือความสูญเปล่าตัวหนึ่งที่เกิดขึ้นในการผลิต จึงมีความจำเป็นต้องใช้เวลาในการเปลี่ยนรุ่นให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้เวลาในการเปลี่ยนรุ่น (Model) การผลิต คือ ช่วงเวลาตั้งแต่ผลิตภัณฑ์ A ชิ้นสุดท้ายเสร็จ จนกระทั่งเริ่มผลิต ผลิตภัณฑ์ B ซึ่งเป็นงานดีตัวแรก

ประโยชน์ของการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรลงมาได้ มีดังนี้

1. ทำให้สามารถผลิตสินค้าหลากหลายชนิดได้มากขึ้น (Mixed Production)
2. มีความยืดหยุ่น (Flexiblility) ในการผลิตมากขึ้น
3. ทำให้สามารถผลิตงานเป็นลอตเล็กๆได้
4. ลด NVA ของการปรับตั้ง ทำให้มีเวลาผลิตได้มากขึ้น
5. ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยๆ
6. ผลิตภาพดีขึ้น
7. ช่างเทคนิคมีความชำนาญในการเปลี่ยนมากขึ้น เนื่องจากได้ทำอยู่บ่อยๆ
8. ทำให้เกิดการปรับปรุง

2.2.6 การป้องกันความผิดพลาดในงาน (Poka Yoke)

เป็นเครื่องมือสำหรับป้องกันคนหรือเครื่องจักร ไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน ซึ่งอาจเป็นเรื่องของการใช้ วิธีการ เครื่องมือ อุปกรณ์ หรือระบบก็ได้ โดยมีเป้าหมายสุดท้ายเพื่อป้องกันหรือเพื่อให้ทราบเมื่อเกิดความผิดพลาดนั้นๆขึ้น

2.2.7 การผลิตงานด้วยขนาดลอตเล็กๆ (Small Lot Production)

การผลิตงานด้วยลอตขนาดเล็กๆถือเป็นหลักการหรือเทคนิคที่สำคัญของระบบการผลิตแบบลีน ซึ่งมีข้อดีดังนี้ คือ

1. ใช้เวลาในการผลิตงานหนึ่งลอตสั้นลง เนื่องจากงานมีจำนวนน้อย ไม่ต้องรอถึงจำนวนมากๆ แล้วจึงส่งไปกระบวนการหลัง ทำให้งานไหล (Flow) ได้ดีขึ้น
2. เวลานำ (Lead-time) ของงานสั้นลง เนื่องจากการรอคอย (Waiting) ลดลง
3. ตอบสนองความต้องการลูกค้าได้ดีขึ้น
4. จำนวนสินค้าคงคลังลดลง
5. ลดการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า (Fire Fighting) เนื่องจากเมื่อมีสินค้าคงคลังน้อยลง ปัญหาต่างๆ ที่เคยถูกซ่อนอยู่จะเผยออกมาให้เห็น ทำให้เกิดการแก้ปัญหาที่สาเหตุและกำจัดปัญหาได้อย่างถาวร
6. เมื่อจำนวนสินค้าคงคลังน้อยลง ทำให้ใช้พื้นที่น้อยลงด้วย ทำให้ใช้พื้นที่ในโรงงานได้คุ้มค่าขึ้นและมีพื้นที่เหลือสำหรับความจำเป็นอื่นๆ

ในการที่จะทำให้เกิดการผลิตเป็นลอตเล็กๆ ได้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำให้สิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นก่อน ได้แก่ การไหลของงาน (Flow) การใช้คัมบัง (Kanban) การปรับตั้งที่รวดเร็ว (Quick Changeover : SMED)

2.2.8 การผลิตที่เน้นการไหลของงาน (Flow Based Production)

การผลิตที่เน้นการไหลของงานเป็นแนวคิดที่สำคัญของระบบการผลิตแบบลีน และเป็นสิ่งที่ต้องทำให้เกิดขึ้นก่อนการผลิตเป็นลอตเล็กๆ และการใช้ระบบคัมบัง หลายๆโรงงานไม่ประสบความสำเร็จในการใช้ระบบคัมบัง (Kanban System) เนื่องจากยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาของเสียได้แต่เริ่มใช่ระบบคัมบังก่อน แนวคิดแบบนี้คือ อย่าทำการใดๆที่จะขัดขวางให้การผลิตเกิดความไม่ราบเรียบ คือใช้เวลาที่มีในการผลิตให้คุ้มค่าที่สุด เช่น อย่าให้มีเครื่องจักรเดินเปล่า (Idle) ซึ่งเทคนิคนี้ช่วยให้เวลาการผลิต (Lead Time) สั้นลง และมีงานระหว่างการผลิต(WIP)ต่ำ

2.2.9 ทฤษฎีของข้อจำกัด (Theory of Constraint ; TOC)

เครื่องมือลีนตัวนี้กล่าวถึงคอขวดของกระบวนการผลิต (Bottleneck)[5] กระบวนการที่เป็นคอขวด คือ กระบวนการที่มีรอบเวลา (Cycle Time) ยาวนานที่สุด หรือจะสังเกตได้จากเป็นกระบวนการที่มีการกองรอมากที่สุด เนื่องจากมีความเร็วในการผลิตที่ต่ำกว่านั่นเอง ดังนั้น การที่จะได้สินค้าออกจากการผลิตเท่าไร ขึ้นกับกำลังการผลิตของคอขวดเป็นหลัก ดังนั้น ในการผลิตไม่

จำเป็นต้องเร่งงานออกจากการผลิต (Output) ทุกกระบวนการ เพราะอย่างไรก็ตาม ก็จะได้สินค้าเท่ากับกระบวนการที่เป็นคอขวดปัจจุบันอยู่เช่นเดิม การทำให้ได้งานจากการผลิต (Output) ของกระบวนการเพิ่มขึ้น จึงทำได้โดยเพิ่มกำลังการผลิตที่คอขวด

การจัดการกับกระบวนการที่เป็นคอขวด ควรปฏิบัติ ดังนี้

1. ให้มีงานเลี้ยงกระบวนการที่เป็นคอขวดอยู่เสมอ อย่าให้คอขวดว่างงาน (Idle)
2. การทำงานที่คอขวดต้องดำเนินไปตลอดเวลาตามความจำเป็น โดยอาจจำเป็นต้องสลับการพักของพนักงานหากมีความต้องการงานจำนวนมากๆ
3. กิจกรรมใดๆ ที่ทำให้คอขวดติดขัดทางการผลิตควรทำให้เร็วที่สุด
4. อาจจำเป็นต้องมีเครื่องจักรหรืออุปกรณ์สำรองสำหรับเครื่องจักรที่เป็นคอขวด เพื่อให้การผลิตดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง (Continuous Flow)

การเข้าใจเกี่ยวกับคอขวดจะทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพ และได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ และยังสามารถลดงานระหว่างกระบวนการ (WIP) ได้อีกด้วย เนื่องจากไม่มีความจำเป็นที่จะต้องทำให้ได้งาน 100% ในทุกกระบวนการผลิต เพราะอย่างไรงานก็ออกจากกระบวนการผลิตได้เท่ากับความสามารถของกระบวนการผลิตที่เป็นคอขวดเท่านั้น

2.2.10 การจัดสายการผลิตแบบเซลล์ (Cellular Manufacturing)

สายการผลิตแบบเซลล์เป็นผังของโรงงานชนิดหนึ่ง ซึ่งนำเครื่องจักรมาวางไว้ใกล้กันตามลำดับของการผลิต (Production Sequence) หรือ ตามทิศทางเดินของชิ้นงาน (Material Flow)[5] โดยจะมีคน เครื่องมือ และอุปกรณ์ เป็นของตนเอง โดยทั่วไปจะมี 3-12 คน และ 5-15 สถานีทำงาน (Work Station) ถูกจัดไว้รวมกันในหนึ่งเซลล์ และจะถูกกำหนดไว้แน่นอนว่าเซลล์นี้จะต้องผลิตสินค้าอะไรหรือรุ่น (Model) ไหน แต่สามารถเปลี่ยนชนิดของสินค้าในการผลิตได้ หากว่าสามารถใช้เครื่องจักรร่วมกันในเซลล์นั้นๆ ได้ เซลล์จำเป็นที่จะต้องทำให้สมดุล ı(Line Balancing) เพื่อรักษาการไหล (Flow) ที่ดีของงาน และควรใช้สายการผลิตแบบเซลล์ร่วมกับระบบคัมบัง (Kanban) เพื่อให้เกิดการผลิตแบบดึง (Pull) ตามแนวคิดของลีน

ซึ่งหารวาดผังโรงงาน คือการจัดคน เครื่องจักร และวัสดุให้อยู่ในตำแหน่งต่างๆเพื่อการผลิตซึ่งทั่วไปแบ่งผังออกเป็น 2 ชนิด

1. ผังโรงงานแบบกระบวนการ (Process Layout / Functional Layout / Job Shop) คือการจัดให้เครื่องจักรชนิดเดียวกันอยู่ในบริเวณเดียวกัน
2. ผังโรงงานแบบผลิตภัณฑ์ (Product Layout / Flow Shop) คือการจัดเครื่องจักรให้วางเรียงตามลำดับของขั้นตอนการผลิตหรือตามทิศทางการไหลของชิ้นงาน (Material Flow)นั่นเอง

ไม่จำเป็นว่าทุกโรงงานที่จะมีระบบการผลิตแบบลีนต้องจัดสายการผลิตแบบเซล์ บางลักษณะของผลิตภัณฑ์ อาจไม่เหมาะสมสำหรับเซลล์ก็ได้ ให้ใช้หลักการอื่นของลีน ไม่ว่าจะเป็นระบบคัมบัง การผลิตที่เน้นการไหลของงาน การจัดการกับคอขวด เป็นต้น

ข้อดีของการจัดสายการผลิตแบบเซลล์

1. ใช้เวลาในการผลิต (Lead-time) น้อย เนื่องจากระยะทางในการขนย้ายวัสดุสั้น
2. ควบคุมการผลิตได้ง่าย
3. การสื่อสารเป็นไปได้ดี
4. ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม
5. การไหลของงานดีขึ้น
6. ทำให้การจัดการการผลิตดีขึ้น จึงทำให้ผลิตภาพและคุณภาพดีขึ้น ทำให้การใช้งานเครื่องจักรน้อยลงโดยได้ผลิตภัณฑ์เท่าเดิม นั่นคือ จะทำให้มีกำลังการผลิตเหลือสำหรับความต้องการ (Demand) ที่อาจเพิ่มขึ้นในอนาคต

2.2.11 การผลิตแบบดึงและแบบคัมบัง (Pull System & Kanban)

ลักษณะของระบบการผลิตแบบดึง (Pull System) [5] จะเป็นดังต่อไปนี้

1. ผลิตตามความต้องการของลูกค้า (Customer Demand) ไม่ได้ผลิตตามแผนการผลิต (MPS) ของบริษัท ซึ่งได้จากการพยากรณ์ความต้องการ แต่เป็นลักษณะของงานผลิตตามสั่ง (Make-to-order) การผลิตแบบดึงลูกค้าจะดึงงานจากผู้ผลิต และในบริษัทผู้ผลิตมีการดึงงานไปให้ลูกค้าจากกระบวนการข้างหลังไปข้างหน้า
2. แต่ละสถานีงานมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์ซึ่งกัน กระบวนการหน้าจะทำการผลิตเพียงพอต่อความต้องการของกระบวนการหลังเท่านั้น และจะหยุดการผลิตเมื่อกระบวนการหลังผลิตไม่ทัน กระบวนการหลังจะร้องของานจากกระบวนการหน้าเมื่อมีความต้องการงานเกิดขึ้น เป็นการผลิตที่เข้าจังหวะกัน ไม่ใช่ต่างคนต่างทำ โดยทำเท่าที่จำเป็นเท่านั้น ดังนั้น จึงเป็นการลดความสูญเปล่า (Waste) ที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะการผลิตมากเกินไป (Over Production) การรอคอย (Waiting) และการมีสินค้าคงคลังเกินความจำเป็น (Unnecessary Inventory)
3. มีการสื่อสารที่ดี เนื่องจากมีความเชื่อมโยงกัน
4. ปัญหาไม่ถูกซ่อนไว้ (Smoke Out Problem) เพราะแต่ละกระบวนการ จะมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน
5. เมื่อกระบวนการหนึ่งเกิดปัญหาขึ้น ก็จะทำให้กระบวนการอื่นๆ ไม่สามารถทำการผลิตได้เช่นกัน เมื่อแก้ปัญหาได้เท่านั้น ระบบจึงจะดำเนินต่อไปได้ ดังนั้น จะทำให้เกิดการแก้ปัญหาที่รากของปัญหา (Root Cause)

6. ปริมาณสินค้าคงคลังต่ำ เนื่องจากจะผลิตก็ต่อเมื่อกระบวนการหลังต้องการงานเท่านั้น
7. เวลาในการผลิต (Lead-time) สั้น เนื่องจากมีงานกองรอน้อย

ลักษณะของระบบการผลิตแบบผลักจะมีลักษณะตรงกันข้ามกับการผลิตแบบดึง ดังนี้ คือ

1. ทำการผลิตตามแผนการผลิต (Plan / Schedule)โดยไม่คำนึงความต้องการของลูกค้า (Customer Demand)
2. ต่างสถานีทำงาน ต่างคนต่างผลิต เป็นอิสระต่อกัน (Independent)
3. ปัญหาจะถูกซ่อนไว้เพราะเมื่อกระบวนการหนึ่งมีปัญหาแต่กระบวนการอื่นยังสามารถทำงานได้
4. การสื่อสารไม่ดี (Poor Communication) เนื่องจากสนใจแต่ตัวเองเท่านั้น

คัมบัง (Kanban) เป็นเครื่องมือที่ใช้คู่กับการผลิตแบบดึง คัมบัง ภาษาญี่ปุ่นแปลว่า บัตรสัญญาณเนื่องจาก **Kan** แปลว่า บัตร และ **Ban** แปลว่า สัญญาณ คัมบังยังเป็นเครื่องมือสำคัญของการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT : Just in Time) อีกด้วย ซึ่ง คัมบัง เป็นสัญลักษณ์ที่กระบวนหลังใช้เบิกงานจากกระบวนการหน้า โดยสามารถเบิกปริมาณงานได้เท่ากับจำนวนบัตรคัมบังที่มีอยู่เท่านั้น โดยบัตรคัมบัง ของแต่ละกระบวนการจะถูกออกแบบไว้แล้วว่าหนึ่งบัตรคัมบังมีค่าสำหรับเบิกงานได้เท่าไหร่ การใช้คัมบังจึงสามารถควบคุมสินค้าในกระบวนการผลิตได้ตามที่ออกแบบไว้และยังใช้สำหรับสื่อสารถึงความต้องการในงานการผลิตอีกด้วย

กฎ 6 ข้อ ในการใช้งานคัมบังให้มีประสิทธิผล มีดังนี้

1. กระบวนซึ่งเป็นลูกค้าภายในสั่งชิ้นงานด้วยจำนวนที่แน่นอนด้วยบัตรคัมบัง
2. กระวนการซึ่งผู้จัดส่งภายในผลิตชิ้นงานด้วยปริมาณที่แน่นอนและเป็นไปตามลำดับตามที่ได้รับบัตรคัมบัง
3. ห้ามผลิตหรือเคลื่อรย้ายงานโดยปราศจากัตรคัมบัง
4. ชิ้นงานทั้งหมดและวัตถุดิบต้องมีบัตรคัมบังแนบอยู่ด้วยเสมอ
5. ชิ้นงานที่เป็นของเสียและจำนวนไม่ถูกต้องจะต้องไม่ถูกส่งไปกระบวนการถัดไป
6. จำนวนบัตรคัมบังจะถูกพิจารณาลดจำนวนลง เพื่อลดระดับของสินค้าคงคลังและทำให้เห็นปัญหาที่ซ่อนอยู่

2.2.12 การปรับเรียบการผลิต (Smoot Production Sequence)

คือ การปรับเรียบการผลิตที่ทำให้เกิดการไหลของงานอย่างราบเรียบและสม่ำเสมอ (Steady Flow) ซึ่งจะทำให้การควบคุมการผลิตเป็นไปได้โดยง่าย ทำให้การผลิตงานที่มีปริมาณสม่ำเสมอคงที่ตลอดช่วงเวลาในการผลิต โดยผลิตทุกรุ่น (Model) ทุกวัน ตามความต้องการลูกค้า ถือว่าเป็น

การลดความผันแปร (Mura/Variation) ในการผลิต โดยทั่วไปในปัจจุบันมีลักษณะการผลิตอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1. การผลิตรุ่นเดียวกันครั้งละมากๆ(Batch Production) และ
2. การผลิตแบบผสมรุ่น(Mixed Production)

2.2.13 ดัชนีชี้วัดผลการปฏิบัติงาน (Performance Metric)

เป็นสิ่งที่สำคัญมากในระบบการผลิตแบบลีน เนื่องจากการัดและนำเสนอจะทำให้รู้ว่าขณะนี้เราอยู่ที่ไหนและจะต้องทำอย่างไร ตัวชี้วัดจึงเปรียบเสมือนเข็มทิศ ซึ่งตัวชี้วัดในทางบริหารอาจเรียกว่า KPI (Key Performance Indicator) ซึ่งก็ไม่ได้ต่างอะไรกับ Performance Metrics ของลีนเลย การวัดหรือตัววัดที่ดีควรเป็นไปตามหลักการของ SMART คือ

1. เฉพาะเจาะจง (Specific) ต้องชี้ชัดว่าวัดอะไร ที่ไหน ไม่ใช่เป็นไปโดยกว้างๆ
2. สามารถวัดผลได้ (Measurable) เพราะทำให้ติดตามผลได้และเกิดความโปร่งใส ผู้ทำงานก็เกิดกำลังใจในการทำงาน
3. สามารถทำให้บรรลุผลได้ (Achievable) เพราะจะกระตุ้นให้เกิดกำลังใจแต่ต้องท้าทายความสามารถด้วย
4. ตรงประเด็น (Relevant) หรือเกี่ยวข้องกับสิ่งที่สนใจอยู่
5. มีกำหนดเวลาที่แน่นอน (Time Bound) เพราะตัวชี้วัดที่ไม่มีกำหนดเวลาในการบรรลุผลลัพธ์ที่ต้องการ จะขาดการดูแลเอาใจใส่ ซึ่งตัววัดไม่สามารถผลักดันผลสำเร็จได้

ตัวอย่างตัวชี้วัดของลีน (Lean Metrics)

- รอบของสินค้าคงคลัง (Inventory Turn)
- จำนวนวันของสินค้าคงคลังที่มีอยู่ (Days of Inventory On-Hand)
- อัตราของเสีย (Defective Rate) หรือ จำนวนชิ้นงานเสียต่อหนึ่งล้านชิ้น (DPPM : Defective Part Per Million)
- Product Lead Time หรือ Multiple Ratio ที่ได้จากผังแห่งคุณค่า (Value Steam Mapping)
- รอบเวลาในการผลิต (Cycle Time)
- Take Time
- อัตราการใช้งานเครื่องจักรจริง (Up Time % Run)
- Lead Time ของการผลิต
- ระยะเวลาที่วัตถุดิบเข้ามาในคลังจนกระทั่งออกจากคลังในรูปของสินค้า (Dock To Dock)
- OEE (Overall Equipment Effectiveness)

- MTTR (Mean Time To Repair)
- MTBF (Mean Time Between Failure)

2.2.14 ไคเซน (Kaizen)

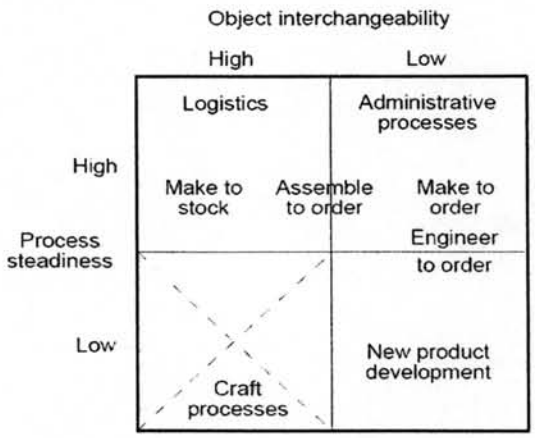
Kai มีความหมายถึง การเปลี่ยนแปลง (Change) และ Zen หมายถึง ดี (Good) ไคเซนเป็นแนวคิดของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา โดยเน้นในความมีส่วนร่วมของทุกคนเป็นหลัก และเชื่อในปริมาณของสิ่งที่ทำการปรับปรุงมากกว่าผลที่ได้จากการปรับปรุง (Return) คือ เน้นการปรับปรุงหลายๆ สิ่ง ทำปริมาณมากๆ ถึงแม้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จะดีขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าทำไปเรื่อยๆ อย่างต่อเนื่อง ก็จะกลายเป็นผลการปรับปรุงที่ยิ่งใหญ่ในอนาคต ผลจากการทำไคเซนไม่จำเป็นต้องวัดด้วยตัวเงินเท่านั้น แต่เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการปรับปรุง การทำกิจกรรมไคเซนอาจเป็นกลุ่มหรือเดี่ยวก็ได้ ขึ้นกับเรื่องที่ทำ เช่น ระยะทางการขนย้ายลดลง รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ลดลง ผลิตภาพเพิ่มขึ้น ใช้พื้นที่น้อยลง งานคุณภาพดีขึ้น ใช้เวลาการตั้งเครื่องจักรลดลง ขวัญกำลังใจดีขึ้น เป็นต้น

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 องค์ประกอบของเวลานำ

มีผู้วิจัยหลายท่านที่ได้นำเสนอองค์ประกอบของเวลานำ (Lead-time) ดังนี้

Bartezzaghi, Spina และ Verganti (1994) นำเสนอรูปแบบ (Model) ของเวลานำ (Lead-time) โดยขึ้นอยู่กับลักษณะของกระบวนการผลิต ซึ่งพวกเขาใช้เกณฑ์ 2 ประการ ในการแบ่งประเภทกระบวนการผลิต ดังนี้ คือ 1. ระดับความคงที่ของกระบวนการ (Process Steadiness) ของการเริ่มต้นกระบวนการใหม่ ในเรื่องของเทคโนโลยี กิจกรรม ลำดับ และองค์กร 2. ระดับความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบหรือข้อมูลข่าวสาร (Object Interchangeability) ที่ผ่านเข้ามาในกระบวนการ ซึ่งทำให้ลูกค้าพึงพอใจ จากเกณฑ์ 2 ประการดังกล่าว ทำให้ได้ลักษณะของกระบวนการผลิตสำหรับรูปแบบของเวลานำ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การแบ่งประเภทกระบวนการผลิตสำหรับรูปแบบของเวลานำ

หากพิจารณาในเรื่องระดับความคงที่ของกระบวนการ (Process Steadiness) เวลานำจะประกอบไปด้วย 3 ช่วงเวลารวมกัน ได้แก่ :วลาด้านการจัดการ (Management Time) เช่น การวางแผนกิจกรรม เวลาที่เกี่ยวข้องกับงานภายนอกองค์กร (External Time) และเวลาที่มาจากการดำเนินงานของกิจกรรม (Work-in-process Time) หรือ เขียนในรูปสมการ Little's Law ได้คือ

$$LT = WIP/PR \qquad (2)$$

โดยที่ LT คือ ระยะเวลานำ

WIP คือ สินค้าที่อยู่ระหว่างกระบวนการ

PR คือ อัตราการผลิต

หากพิจารณาในเรื่องระดับความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบหรือข้อมูลข่าวสาร (Object Interchangeability) องค์ประกอบของเวลานำจะแบ่งออกเป็น 7 ส่วน ดังนี้

$$LT = R + SU + Q + WTM + SY + PS + NB \qquad (3)$$

1. เวลาการผลิต (Run Time : R) คือ ผลรวมของเวลาตั้งแต่เริ่มต้นผลิตชิ้นงานจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการผลิต เวลาในส่วนนี้จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความสามารถของทรัพยากรการผลิต และระดับความเฉพาะเจาะจงของทรัพยากรการผลิตนั้นๆ

2. เวลาปรับตั้งก่อนการผลิต (Set-up Time : SU) คือ ช่วงเวลาในขณะที่ชิ้นงานรอคอยการปรับตั้งเครื่องจักร เพื่อที่จะถูกผลิตในกระบวนการถัดไป กิจกรรมการปรับตั้งเครื่องเหล่านี้เป็นกิจกรรมที่ไม่สามารถที่จะทำไปได้พร้อมกับการเดินเครื่อง

3. เวลารอแถวคอย (Queue Time : Q) คือ ผลรวมของเวลาการผลิตและเวลาปรับตั้งก่อนการผลิต ของชิ้นงานก่อนหน้าที่อยู่บนเครื่องจักร เวลาในส่วนนี้ไม่รวมถึงเวลารอคอยในการตั้งเครื่องจักรของงานปัจจุบัน

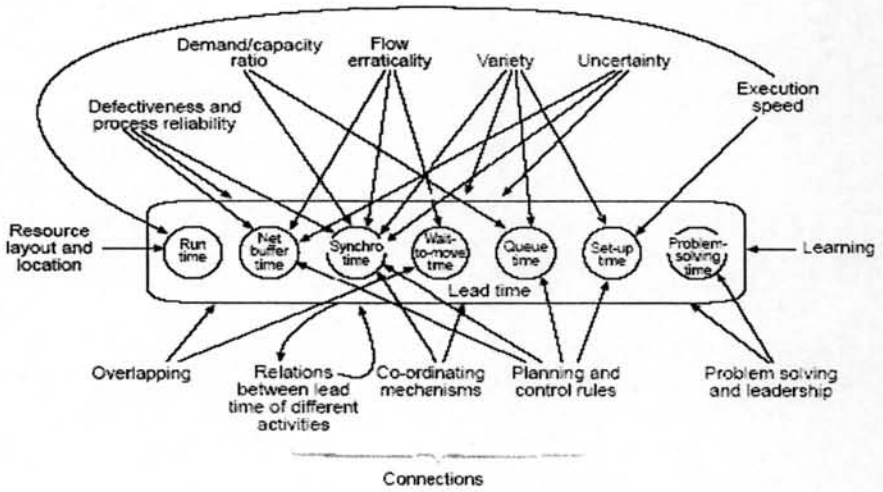
4. เวลารอเพื่อเคลื่อนย้าย (Wait-to-Move Time : WTM) คือ ช่วงเวลาที่ชิ้นงานรอคอยการผลิตให้ครบจำนวนการขนส่งในลอตนั้นๆ ก่อนทำการขนส่งชิ้นงานทั้งหมด ไปยังกระบวนการถัดไป หรือเวลารอคอยในการนำชิ้นงานขึ้นเครื่องให้ครบจำนวนเพื่อเริ่มทำการผลิต เวลาในส่วนนี้ไม่รวมถึงเวลาที่ต้องใช้ในการขนส่งทางกายภาพ

5. เวลารอกระบวนการที่ขนานกัน (Synchro Time : SY) คือช่วงเวลาที่ชิ้นงานที่ผลิตเสร็จจากกระบวนการหนึ่ง รอคอยชิ้นงานที่กำลังผลิตอยู่ในกระบวนการอีกกระบวนการหนึ่งที่ขนานกัน เวลาในส่วนนี้ไม่รวมถึงเวลารอแถวคอย และเวลารอเพื่อเคลื่อนย้ายซึ่งได้ถูกกล่าวถึงไปแล้วข้างต้น

6. เวลาแก้ไขปัญหา (Problem-solving Time : PS) คือ เวลาที่ใช้ในการตัดสินใจแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน เพื่อการแบ่งส่วนประกอบของเวลาที่ชัดเจน เวลาในส่วนนี้จึงถูกแยกออกมาจากเวลาการผลิต

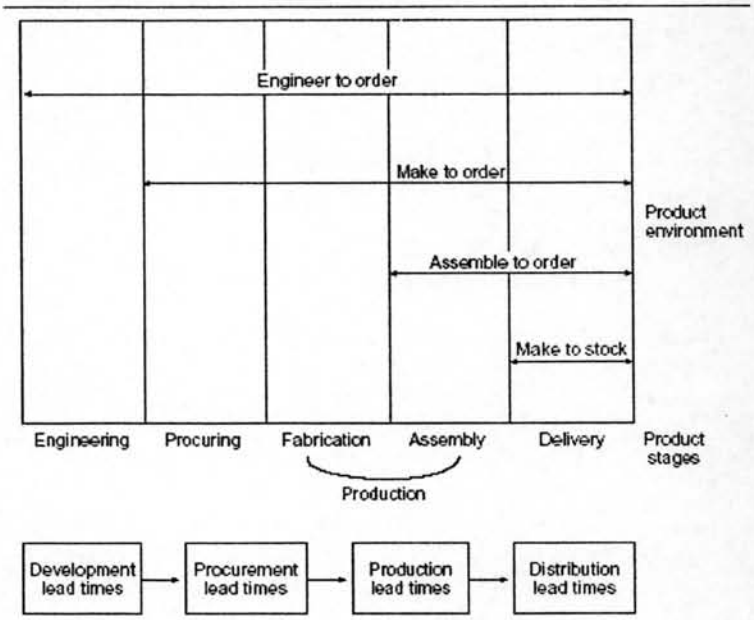
7. เวลารอในคลังสินค้า (Net Buffer Time : NB) คือ เวลาที่เกิดขึ้น ในกรณีที่ผลิตสินค้าเกินกว่าความต้องการในขณะนั้น เพื่อจัดเก็บเป็นสินค้าคงคลัง เวลาในส่วนนี้เป็นเวลาที่ชิ้นงานรอคอยการจัดส่งอยู่ในคลังสินค้า เนื่องจากแนวคิดที่ต้องการมีวัสดุพร้อมใช้ตลอดเวลา เวลาในส่วนนี้ไม่รวมถึงเวลารอกระบวนการที่ขนานกัน

นอกจากนี้ Bartezzaghi, Spina และ Verganti (1994) ยังนำเสนอแรงขับด้านเวลา (Time Driver) ออกเป็น 13 ปัจจัย อันได้แก่ ความเร็วในการปฏิบัติการ (Speed Execution) ความไม่แน่นอน (Uncertainty) ความหลากหลาย (Variety) การไหลที่ไม่มีกฎเกณฑ์ (Flow Erraticality) อัตราส่วนของความต้องการต่อกำลังการผลิต (Demand-capacity Ratio) การเกิดข้อบกพร่องและความเชื่อถือได้ของกระบวนการ(Defectiveness and Process Reliability) ผังและการจัดตำแหน่งของทรัพยากร (Layout and Location of Resources) การคาบเกี่ยวของกระบวนการ (Overlapping) การแก้ไขปัญหาและภาวะผู้นำ (Problem Solving and Leadership) การเรียนรู้ (Learning) และการติดต่อ (Connections) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ปัจจัย คือ กลไกการประสานงาน (Coordinating Mechanisms) กฎเกณฑ์การวางแผนและการควบคุม (Planning and Control Rules) และความสัมพันธ์ระหว่างเวลานำของกิจกรรมที่ต่างกัน (Relations between Lead Times of Different Activities) ดังรูปที่ 2.4



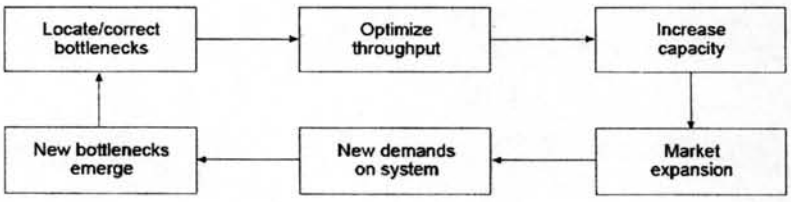
รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงขับด้านเวลากับองค์ประกอบของเวลานำ

Tersine และ Hummingbird (1995) ได้เสนองานวิจัยที่แสดงลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการผลิตผลิตภัณฑ์ (Product environment) 4 รูปแบบ และขั้นตอนต่างๆ ของเวลานำ (Product stages) 5 ขั้นตอน ดังรูปที่ 2.5 ซึ่งจะทำให้องค์กรต่างๆ สามารถที่จะเข้าใจถึงโอกาสและตำแหน่งในการลดเวลานำของตนเองได้ดียิ่งขึ้น



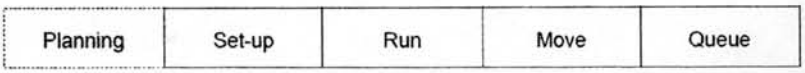
รูปที่ 2.5 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ และเวลานำ (Lead-time)

นอกจากนั้นยังได้อธิบายถึง กลยุทธ์ในการลดเวลานำ โดยนำเสนอโครงร่างที่สามารถปรับใช้ได้กับกระบวนการผลิตทั่วๆ ไป ดังรูปที่ 2.5 ซึ่งมีรายละเอียดคือ เริ่มต้นแก้ปัญหาให้ตรงจุดโดยการมุ่งเน้นตรงจุดที่เป็นคอขวดของกระบวนการ โดยทำการปรับปรุงจนกระทั่งความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสม หลังจากนั้นเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อรองรับกับความต้องการที่เพิ่มขึ้นในอนาคต ทำการขยายขอบเขตของลูกค้าโดยมุ่งสู่ตลาดใหม่ ในขณะนี้จะเกิดปริมาณความต้องการสินค้าที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้เกิดจุดที่เป็นคอขวดจุดใหม่ของกระบวนการผลิต ในที่สุดก็ให้ทำการแก้ปัญหาโดยการมุ่งเน้นที่จุดที่เป็นคอขวดที่เกิดขึ้นมาใหม่ เป็นวัฏจักรเช่นนี้เรื่อยไป ซึ่งโครงร่างดังกล่าวก็คือ หลักการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องนั่นเอง ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 โครงสร้างการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

Burcher และ Dupernex (1996) ได้เสนอว่าองค์ประกอบของเวลานำประกอบไปด้วยเวลา 5 ส่วนด้วยกัน ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 องค์ประกอบของเวลานำ

1. เวลาการวางแผน (Planning Time) คือ เวลาที่ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการรับวัตถุดิบ การเขียนคำสั่งซื้อ การส่งวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนผลิต และการวางแผนการผลิต

2. เวลาปรับตั้งก่อนการผลิต (Set-up Time) คือ ช่วงเวลาในขณะที่ชิ้นงานรอคอยการปรับตั้งเครื่องจักร หรือเวลาระหว่างการผลิตชิ้นงานชิ้นสุดท้ายของกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Batch) กับการผลิตชิ้นงานชิ้นแรกของกลุ่มการผลิตใหม่

3. เวลาการผลิต (Run Time) คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์หนึ่งกลุ่ม (Batch)

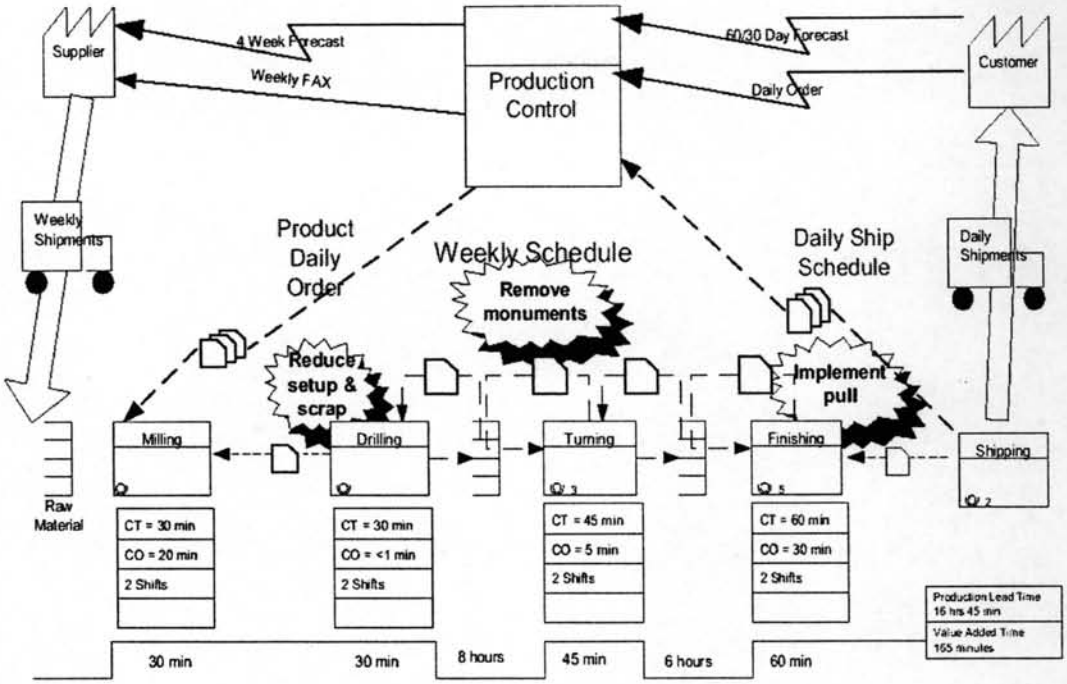
4. เวลาการเคลื่อนย้อย (Move Time) คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายงานจากกระบวนการหนึ่งไปยังอีกกระบวนการหนึ่ง

5. เวลารอแถวคอย (Queue Time) คือ เวลาของการรองานก่อนเข้ากระบวนการ

2.3.2 การแสดงด้วยผังแห่งคุณค่า (Value Stream Map)

อีกรูปแบบหนึ่งของการนำเสนอองค์ประกอบของเวลานำก็คือ การแสดงด้วยผังแห่งคุณค่า (Value Stream Map) ดังนี้

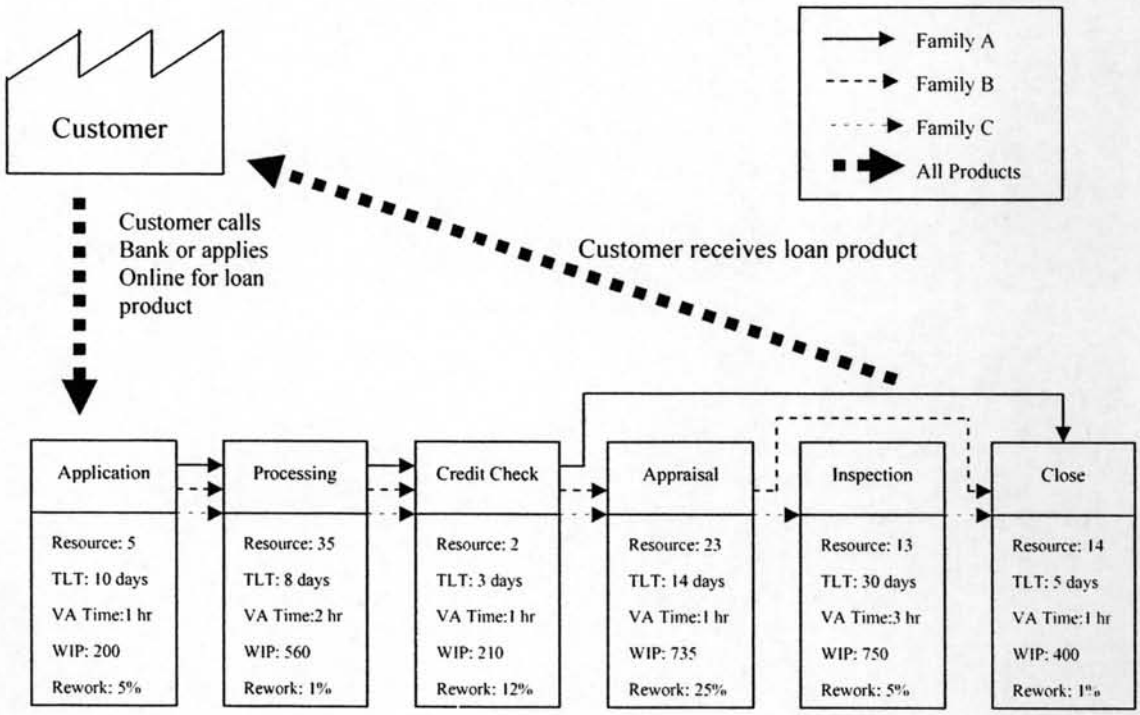
Sullivan, McDonald, Van Aken (2002) ได้อธิบายสัญลักษณ์ต่างๆ ในการวาดผังแห่งคุณค่า (VSM) และใช้ผังแห่งคุณค่าในการสรุปสถานะปัจจุบัน (Current State) และสถานะในอนาคต (Future State) ของกระบวนการผลิตเมื่อนำระบบลีนเข้ามาใช้ โดยผังแห่งคุณค่านี้จะแสดงเวลานำในการผลิต (Production Lead-time) และเวลาที่เพิ่มคุณค่าให้กับสินค้า (Value Added Time) ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ผังแห่งคุณค่าของสภาวะในอนคต (Future State) หลังจากปรับปรุงด้วยระบบลีน

Abdulmalck และ Rajgopal (2006) ได้อธิบายว่าผังแห่งคุณค่า (Value Stream Map) เป็นเครื่องมือหลักที่สามารถอธิบายเทคนิคของลีนได้หลากหลายภายในแผนภาพเดียว และเหมาะที่จะเป็นรูปแบบสำหรับจำลองเหตุการณ์ (Simulation Model) เพื่อเปรียบเทียบสภาพก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ เช่น ระยะเวลานำในการผลิตที่ลดลง ปริมาณงานระหว่างกระบวนการที่ลดลง เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามผังแห่งคุณค่า (VSM) นี้ก็ยังเพียงรูปแบบแบบคงที่ (Static Model) ซึ่งไม่สามารถใช้แสดงการเปลี่ยนแปลงหรือการเคลื่อนที่ของข้อมูลได้ ดังนั้นจึงต้องมีเครื่องมือมาช่วยแสดงภาพการทำงานในลักษณะนี้ นั่นคือ การจำลองสถานการณ์ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์นี้ยังสามารถช่วยในการวางแผนทรัพยากรการผลิต แสดงภาพการเปลี่ยนแปลงของระดับสินค้าคงคลัง เวลานำ การใช้งานเครื่องจักร เป็นต้น ซึ่งเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการแสดงสถานะในอนาคต (Future State) ได้เป็นอย่างดี

จากรูปแบบขององค์ประกอบของเวลานำจากงานวิจัยที่ได้นำเสนอมาทั้งหมดนี้ ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการคิดเวลานำโดยการใช้ผังแห่งคุณค่า (VSM) เนื่องจากทำให้มองเห็นภาพรวมของทั้งระบบได้อย่างชัดเจน โดยจะทำการเพิ่มเติมรายละเอียด ในผังแห่งคุณค่าแบบที่มีความซับซ้อนมากขึ้น (Complexity Value Stream Map) คือ มีการแสดงกลุ่มของผลิตภัณฑ์ (Product Family) หลายชนิดภายในผังแห่งคุณค่าเดียวกันนี้เลย ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ผังคุณค่าแบบซับซ้อน (Complexity Value Stream Map)