

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์หน้าที่ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตตามหลักวิศวกรรมคุณค่านี้ จำเป็นต้องทำการศึกษาทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้องหลายด้าน โดยสามารถสรุปได้พอสังเขปได้ดังนี้

- 2.1 ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า
- 2.2 การสร้างคุณค่าเพิ่มตามแนวคิดของลิน
- 2.3 การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS
- 2.4 การจัดสมดุลสายงานการผลิต
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า

2.1.1 ประวัติความเป็นมา

เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering: VE) เกิดขึ้นในวงการอุตสาหกรรมในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 (ค.ศ. 1938 - 1945) สืบเนื่องมาจาก การขาดแคลนวัตถุดิบที่สำคัญ ๆ อันเป็นหัวใจของอุตสาหกรรม ซึ่งได้แก่ เหล็กทุกชนิด, ทองแดง, บรอนซ์, ดีบุก, นิกเกิล, บอลเบริง รวมทั้งพวกสารตัวนำไฟฟ้าต่าง ๆ นอกจากจะขาดแคลนแล้ว ราคาก็สูงอีกด้วย

Lawrence Miles เป็นวิศวกรจัดซื้อของบริษัท GE (General Electric Company) สหรัฐอเมริกา ได้รับคำสั่งให้ทำการจัดหาวัตถุดิบที่สำคัญ เพื่อใช้ในการผลิตเครื่อง Turbo-Supercharger จาก 50 เครื่อง/สัปดาห์ ให้ได้ 1,000 เครื่อง/สัปดาห์ สำหรับเครื่องบิน B-24 และขึ้นส่วนที่สำคัญในการเพิ่มการผลิตของเครื่องบิน B-29 ในสถานการณ์เช่นนั้น ย่อมเป็นไปได้ใน การที่จะประสบความสำเร็จ แต่ Miles ก็ได้ท้อถอย เขาได้ตั้งปณิธานว่า “ถ้าไม่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ จะต้องหาหน้าที่การทำงาน (Functions) ของมันให้ได้ จะทำอย่างไรที่จะให้ได้หน้าที่การทำงานที่เหมือนกัน โดยใช้เครื่องจักร หรือคน หรือวัสดุ ซึ่งเราสามารถจะหาได้” เมื่อได้ใช้ความพยายามอย่างหนักหลาย ๆ ครั้ง ก็มีหนทางที่จะทำได้ ผลการทดสอบทางวิศวกรรมผ่านการพิสูจน์ และทันเวลาตามหมายกำหนดการ ดังนั้นคำว่า “หน้าที่การทำงาน (Function) จึงเป็นคำที่สำคัญ ในการพัฒนาเทคนิคทาง VE

ในระหว่างสงครามนี้ Miles พบว่ามีหลายสิ่งหลายอย่างที่นำมาแทนที่ให้สมรรถนะที่เท่าเดิมหรือดีกว่าเดิม ในราคาที่ต่ำกว่า การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน จึงพิสูจน์ได้ว่าให้ผลดี มีประสิทธิภาพอย่างที่มีได้คาดคิดมาก่อน

ในปี พ.ศ. 2490 Miles ได้จัดตั้งหน่วยงานวิจัยกิจกรรมฝ่ายจัดซื้อขึ้น โดยได้รับการสนับสนุนจากรองประธานบริษัท GE เพื่อที่จะพัฒนา ศีรษะรายละเอียดย และใช้ VE อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในครั้งแรกนั้น เรียกว่า การวิเคราะห์คุณค่า (Value Analysis: VA)

เพื่อบริษัท GE ได้รับความสำเร็จอย่างมาก แนวความคิดอันนี้ก็แพร่หลายเข้าสู่วงการอุตสาหกรรมอื่น ๆ อย่างรวดเร็ว สำหรับในภาครัฐบาลนั้น กระทรวงกลาโหมได้นำไปใช้กับโปรแกรมการต่อเรือในปี พ.ศ. 2497 จึงเรียกชื่อใหม่ว่า วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) ชื่อนี้ได้เป็นที่ยอมรับ และใช้ในสมาคมวิศวกรรมคุณค่าของสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2502 อย่างไรก็ดี ในปี พ.ศ. 2504 กระทรวงกลาโหมได้นำหลักการของ VE ไปใช้ในทุกหน่วยงาน ก่อนปี พ.ศ. 2504 VE ถูกนำไปใช้ในวงการอุตสาหกรรมการผลิตเท่านั้น ต่อมาระหว่าง พ.ศ. 2506 - 2508 ทั้งสามเหล่าทัพของกลาโหม ได้นำเทคนิคของ VE ไปใช้ในการก่อสร้างรวมทั้งฝึกอบรมให้ผู้รับเหมาได้รับทราบเทคนิคนี้ด้วย

ในประเทศญี่ปุ่น เริ่มรู้จัก VE ประมาณปี พ.ศ. 2498 และนำไปใช้ในอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2503 โดย S.F. Heinritz จากสมาคมผู้บริหารด้านการจัดซื้อ แห่งสหรัฐอเมริกา ได้เดินทางมาประเทศญี่ปุ่น และได้เปิดให้มีการสัมมนาจัดซื้อทางวิศวกรรม (Purchasing Engineering Seminar) ขึ้นทั่วประเทศ เพื่อแนะนำการนำเทคนิคของ VE ไปประยุกต์ในการบริหารการจัดซื้อ

ในช่วงที่ Heinritz มานั้น เป็นช่วงที่ญี่ปุ่นมีการลงทุนด้านเครื่องจักรจนเกินความพอดี ทั้งนี้ เนื่องจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และทางรัฐบาลมีนโยบายที่จะเปิดตลาดภายในประเทศมากขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องแก้ไขโครงสร้างในอุตสาหกรรมรถยนต์ เครื่องจักรไฟฟ้ากำลัง ด้วยการหาทางลดต้นทุนการผลิตอุตสาหกรรมเหล่านี้ จึงให้ความสนใจต่อเทคนิคของ VE ซึ่งแตกต่างจากวิธีการที่เคยใช้กันมา จึงได้ลองนำไปใช้ในแผนกจัดซื้อเป็นหลัก ทำให้วิศวกรรมคุณค่า ค่อย ๆ พัฒนาจนถึงปัจจุบันนี้

ในปี พ.ศ. 2506 VE ได้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่อเรือ, ต่อรถตู้, อุตสาหกรรมไฟฟ้า และเครื่องมือสื่อสาร, พ.ศ. 2507 ได้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องจักรทั่วไป และพ.ศ. 2508 ได้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมประกอบ, เครื่องจักรกล, โลหะ, สิ่งทอ, อาหาร, ผลิตภัณฑ์เคมี และเหล็กกล้า

2.1.2 จุดมุ่งหมายของวิศวกรรมคุณค่า

จุดมุ่งหมายหลัก คือ การลดต้นทุนการผลิต หรือขจัดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็น หรือไม่จำเป็นออกไป โดยที่ผลิตภัณฑ์นั้นยังคงมีคุณภาพ และความน่าเชื่อถือได้อยู่

การลดต้นทุนด้วยการทำให้คุณภาพนั้นลดลง มิใช่ VE ดังที่สมาคมวิศวกรรมคุณค่า แห่งสหรัฐอเมริกาได้ให้คำนิยามของ VE ไว้ดังนี้

“วิศวกรรมคุณค่า คือ การประยุกต์เทคนิคที่มีระบบ โดยเน้น หน้าที่การทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์หรือบริการเป็นหลักใหญ่ ด้วยต้นทุนที่ต่ำสุด และคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือได้”

ในขณะที่การใช้เทคนิคของ VE แพร่หลายนั้น ได้เกิดศัพท์ใหม่ซึ่งเรียกต่าง ๆ กันไปตามชนิดของธุรกิจอันได้แก่

VC = Value Control มุ่งการศึกษาไปที่การควบคุมคุณภาพ และต้นทุนการผลิต

VB = Value Buying มุ่งไปที่การจัดซื้อ วัสดุ และผลิตภัณฑ์จากผู้ขาย

VR = Value Research ใช้ในห้องปฏิบัติการและเครื่องมือทดสอบ

VI = Value Improvement เมื่อบริษัทมีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ และแนะนำเข้าสู่ตลาดจะเรียกว่า การปรับปรุงคุณค่า

VM = Value Management ศัพท์คำนี้เริ่มใช้แพร่หลายมากขึ้น เพื่อใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหาร แต่ไม่ว่าจะใช้ศัพท์คำไหนก็ตาม จุดประสงค์ยังคงมุ่งที่หน้าที่การทำงาน (function) ของมัน ไม่ว่าจะประยุกต์ไปที่หน่วยงานใด งานที่มีคุณค่าจะช่วยประหยัดเงินตราได้ และ VE ได้พิสูจน์แล้วว่า สามารถคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือ การบำรุงรักษาและสมรรถนะ นอกจากนี้ ยังใช้ VE ไปประยุกต์ในโปรแกรมความปลอดภัย การอนุรักษ์พลังงาน การควบคุมและช่วยลดปัญหาที่เกิดจากมนุษย์ (Human Factors)

กล่าวโดยสรุป เมื่อองค์การใดตั้งโปรแกรม VE วัตถุประสงค์หลัก จะประกอบด้วย

- เพื่อใช้ทรัพยากร (เงิน, กำลังคน และวัสดุ) อย่างเหมาะสม ด้วยการกำจัดต้นทุนที่ไม่จำเป็นออกไป โดยไม่ทำให้คุณภาพ หรือสมรรถนะเสื่อมลง
- เพื่อสร้างคุณภาพที่ดีในการเปลี่ยนแปลงในองค์การ
- เพื่อพัฒนาพนักงานให้พอใจในงาน ด้วยการฝึกทักษะในการประหยัด มีจิตสำนึกในเรื่องต้นทุนการผลิต ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

2.1.3 ต้นทุน

จากจุดประสงค์ที่กล่าวมาแล้วของการนำเทคนิค VE มาใช้กัน คือ การลดต้นทุนทั้งหมด ซึ่งได้แก่ผลรวมของต้นทุนในการพัฒนาให้ดีขึ้น ต้นทุนการผลิต และต้นทุนที่นำผลิตภัณฑ์ไปใช้ ซึ่งจะต้องวิเคราะห์อยู่ตลอดเวลา

ต้นทุนที่นำผลิตภัณฑ์ไปใช้ (Application Cost) ผู้ผลิตจะต้องประเมินผลทางคุณภาพ ความน่าเชื่อถือได้ และการบำรุงรักษา เรื่องนี้เป็นเรื่องสำคัญเพราะจะมีผลกระทบต่อผู้ใช้โดยตรง

ต้นทุนในการพัฒนา (Development Cost) ค่าใช้จ่ายเกิดจากการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะมีผลต่อต้นทุนสินค้า และต้นทุนที่นำผลิตภัณฑ์ไปใช้

ต้นทุนการผลิต (Production Cost) จะต้องพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพราะส่วนใหญ่มักจะประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นอยู่มากทีเดียว ต้นทุนการผลิต แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ต้นทุนวัสดุ, ต้นทุนแรงงาน และค่าเสียหายต่าง ๆ

การใช้ VE ลดต้นทุนนั้น เรามุ่งที่วัสดุหรือระบบเป็นส่วนใหญ่ และดูว่าหน้าที่การทำงาน (functions) ของมันเป็นอย่างไร สามารถที่จะใช้วัสดุหรือระบบอื่นที่มีต้นทุนต่ำกว่าแต่มีคุณภาพดีกว่า หรือเท่าเทียมกัน มาใช้ทดแทนกันได้หรือไม่

ในการทำ VE เมื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับต้นทุนแล้วจะได้

- ในกรณีของผลิตภัณฑ์ จะทำให้รู้ถึงรายละเอียดของค่าวัสดุแยกตามชนิดของชิ้นส่วน ค่าแปรรูปแยกตามชนิดของชิ้นส่วน และค่าแรงในการประกอบ และการตรวจสอบ
- ในกรณีของการผลิต จะทำให้รู้ถึงรายละเอียดของค่าแรงแยกตามกระบวนการผลิต ค่าพลังงานแยกตามกระบวนการผลิต และค่าใช้จ่ายอื่นๆแยกตามกระบวนการผลิต

2.1.4 ค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น

ค่าใช้จ่ายที่ไม่ได้มีส่วนช่วยสนับสนุนในการผลิตผลิตภัณฑ์แต่อย่างใดทั้งสิ้น ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ออกมาแล้วมักจะได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจาก

- สถานภาพทางจิต (Mental Conditioning)
- การปิดกั้นทางจิต (Mental Road Blocks)
- การสื่อสารที่ผิดพลาด (Faulty Communications)

2.1.5 ขอบข่ายของวิศวกรรมคุณค่า

แผนงานวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering Job Plan) ถูกกำหนดขึ้นมาอย่างมีระบบและเป็นแบบแผน แนวทางแต่ละขั้นตอนคล้ายกับเทคนิคการวินิจฉัยโรคของวงการแพทย์ หรือ แผนวิเคราะห์ของนักเคมี ทำให้แน่ใจได้ว่า วิศวกรรมคุณค่า จะถูกนำไปใช้ด้วยการพิจารณาจากทุกแง่มุมของกิจกรรมทั้งหมดของบริษัท การมองที่หน้าที่ (Function) ที่จำเป็นโดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด ชี้ให้เห็นว่า หน้าที่อะไรของผลิตภัณฑ์ หรือระบบที่มีความจำเป็นและหน้าที่อะไรที่ไม่จำเป็น อันจะทำให้สามารถตัดค่าใช้จ่ายของหน้าที่ซึ่งไม่จำเป็นออกได้ รายละเอียดต่าง ๆ จะกล่าวในบทต่อไป

ในสหรัฐอเมริกา ขอบข่ายที่งาน VE ถูกนำไปใช้ใน

- งานออกแบบ หรือการปรับปรุงเครื่องจักร
- งานบำรุงรักษาเครื่องจักร
- งานติดตั้ง
- งานก่อสร้าง
- งานบำรุงรักษาทั่วไป
- งานซ่อมแซม และทดแทน
- กระบวนการผลิต
- ระบบขนถ่ายวัสดุ
- ระบบบรรจุหีบห่อ
- ระบบการจัดซื้อ
- ระบบการพิมพ์
- ระบบควบคุมคุณภาพ
- โปรแกรมคอมพิวเตอร์
- การบริหาร

สำหรับเปอร์เซ็นต์ที่ประหยัดได้ เมื่อใช้ VE ในสหรัฐอเมริกา

- | | |
|-----------------------------------|-----|
| - ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี | 23% |
| - สิ่งที่ดินทุนสูงมาก | 22% |
| - ข้อกำหนดที่มีปัญหา | 18% |
| - เปลี่ยนแปลงตามความต้องการลูกค้า | 12% |
| - ออกแบบเพิ่มเติม | 15% |

ในประเทศญี่ปุ่น เมื่อใช้ VE ประสิทธิภาพการลดต้นทุน ทำให้สามารถประหยัดได้ประมาณ 30-70% ซึ่งนับว่า เป็นความสำเร็จอันยิ่งใหญ่ของญี่ปุ่นเลยทีเดียว

2.1.6 ความหมายในเรื่องคุณค่า

คำว่า “คุณค่า” มีความหมายได้หลายประการ ตามแนวความคิดของแต่ละบุคคล เมื่อย้อนดูประวัติศาสตร์พบว่า อริสโตเติลได้ใช้เวลาอย่างมากในการที่จะค้นหาคำว่า คุณค่า ซึ่งในสมัยนั้นได้แบ่งชั้นของคุณค่าไว้ 7 ประการด้วยกัน ซึ่งการแบ่งชั้นนี้ ยังนิยมใช้จนถึงปัจจุบันนี้ ซึ่งได้แก่ คุณค่าทางด้านต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ด้านเศรษฐศาสตร์
- 2) ด้านศีลธรรม
- 3) ด้านความงาม
- 4) ด้านสังคม
- 5) ด้านการเมือง
- 6) ด้านศาสนา
- 7) ด้านการพิจารณาทางกฎหมาย

คุณค่าเหล่านี้ ด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นด้านที่เรามองและตั้งเป็นวัตถุประสงค์หลัก ส่วนคุณค่าด้านอื่น ๆ เป็นรอง ดังนั้น คำจำกัดความของคำว่า คุณค่าทาง VE ก็คือ “ต้นทุนที่ต่ำสุด เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ หรือ บริการ ตามเวลาที่กำหนด และด้วยคุณภาพที่ได้มาตรฐาน”

คุณค่าทางเศรษฐศาสตร์นี้ยังสามารถแบ่งออกได้อย่างกว้าง ๆ ดังนี้

- คุณค่าในการใช้งาน (Use Value) เป็นคุณค่าที่มีผลประโยชน์ต่อการใช้งาน หรือ บริการ
- คุณค่าในจุดเด่น (Esteem Value) เป็นคุณค่าที่มีลักษณะเด่น ที่ทำให้เกิดความต้องการที่จะเป็นเจ้าของ
- คุณค่าในการแลกเปลี่ยน (Exchange Value) ลักษณะพิเศษซึ่งสามารถที่จะนำมาแทนหรือแลกเปลี่ยนกันได้

นอกจากนี้ ยังมีคุณค่าด้านอื่น ๆ อีกเช่น

- คุณค่าเฉพาะของที่ได้ยากหรือมีอยู่น้อยในโลกนี้ (Scarcity Value)
- คุณค่าที่ผ่านไปเป็นระยะเวลาหนึ่งจากจุดเริ่มทำ (Historical Value)

ในทางวิศวกรรมคุณค่า VE นั้น จะเกี่ยวข้องอย่างมากกับคุณค่าในการใช้งาน (Use Value) และคุณค่าทางจุดเด่น (Esteem Value) รวมกับคุณค่าของต้นทุน (Cost Value) ที่จำเป็น

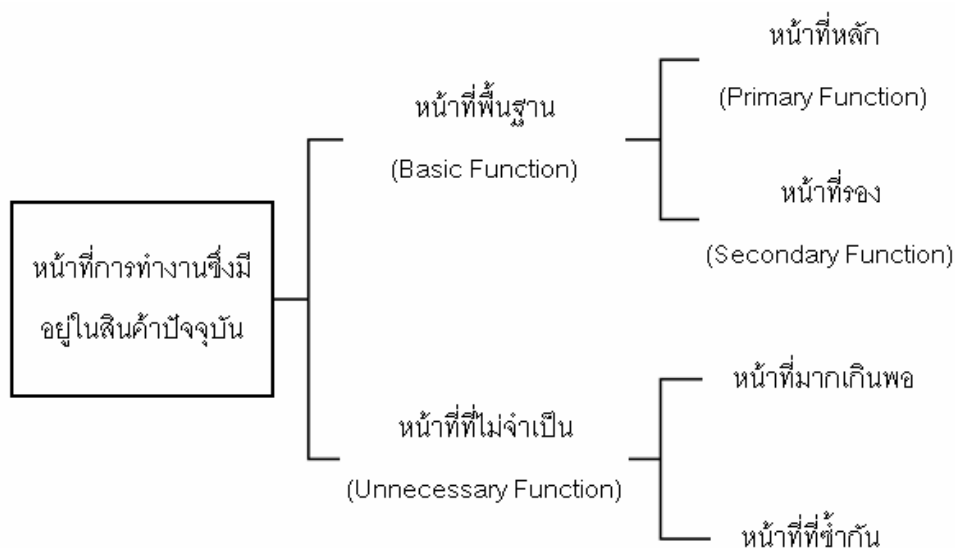
ในการผลิต และเพื่อให้เข้าใจถึงความสำคัญของคุณค่าในการออกแบบ จะต้องพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างคุณค่าการใช้งาน และคุณค่าทางจุดเด่นอันเป็นที่นิยมชมชอบของลูกค้าด้วย

2.1.7 ความหมายของหน้าที่การทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์

หน้าที่การทำงาน (Function) ในวิศวกรรมคุณค่า หมายถึง ความสามารถของผลิตภัณฑ์ในการใช้งาน (Use Value) ได้หรือขายได้ ซึ่งหมายถึง การยอมรับของคนทั่วไป

โดยทั่วไป หน้าที่การทำงานสามารถจำแนกได้ดังแสดงในภาพที่ 2.1 และมีรายละเอียดดังนี้

- หน้าที่พื้นฐาน หมายถึง หน้าที่ที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นบรรลุสมความมุ่งหมายในการทำงาน
- หน้าที่หลัก หมายถึง การทำงานซึ่งจำเป็นสำหรับการบรรลุผลตามเป้าหมายของหน้าที่พื้นฐาน
- หน้าที่รอง เป็นหน้าที่ซึ่งช่วยให้หน้าที่พื้นฐานบรรลุเป้าหมาย เช่น หน้าที่การทำงาน ซึ่งจะทำให้เกิดความดึงดูดใจต่อผลิตภัณฑ์นั้น ๆ
- หน้าที่ที่ไม่จำเป็น เป็นหน้าที่การทำงานที่ไม่จำเป็นต่อผลิตภัณฑ์นั้น ซึ่งสามารถแยกย่อยได้เป็น หน้าที่มากเกินไป และหน้าที่ที่ซ้ำกัน



ภาพที่ 2.1

หน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์

2.1.8 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่า (Value) หน้าที่การทำงาน (Function) และ ต้นทุน (Cost)

สำหรับวิศวกรรมคุณค่านั้น เราถือว่า คุณค่า (V) เป็นสัดส่วนหรือดุลยภาพระหว่าง หน้าที่การทำงาน (Function) กับต้นทุน (Cost) ซึ่งสามารถแทนกันโดย

$$\text{Value} = \frac{\text{Function}}{\text{Cost}} \quad (2.1)$$

ทั้งนี้มิใช่สูตรในการคำนวณ แต่เป็นการแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง V, F, และ C เท่านั้น ถ้าหน้าที่การทำงานเพิ่มขึ้น และต้นทุนเพิ่มขึ้น ไม่อาจกล่าวได้ว่า คุณค่า (Value) เพิ่มขึ้น แต่ถ้าผลของหน้าที่การทำงานที่เท่ากัน และสามารถลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นออกเสียได้ ถือว่าคุณค่ามากขึ้น

คุณค่าในการแลกเปลี่ยน คุณค่าทางจุดเด่น และคุณค่าในการใช้งานนั้น สามารถทดแทนได้ด้วยคำต่อไปนี้

- คุณค่าในการแลกเปลี่ยน ทาง VE หมายถึง ความคุ้มค่า (Worth)
- คุณค่าในจุดเด่น ทาง VE หมายถึง ความต้องการ (Want)
- คุณค่าในการใช้งาน ทาง VE หมายถึง ความจำเป็น (Need)

ดังนั้น หน้าที่คุ้มค่า (Function Worth) ตามคำนิยาม คือ ต้นทุนต่ำสุดที่จะทำให้เกิดหน้าที่ (Function) ได้ หน้าที่ที่คุ้มค่านั้น โดยปกติมักจะหาได้จากการเปรียบเทียบการออกแบบในปัจจุบันว่าให้ทำหน้าที่อะไรบ้างกับการออกแบบอื่น ๆ กฎเกณฑ์ คือ หาต้นทุนต่ำสุดโดยมีหน้าที่การทำงานที่เหมือนกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งหน้าที่การทำงานที่คุ้มค่า ดังนั้น ควรจะตั้งคำถามดังนี้

- 1) หน้าที่การทำงานที่ออกแบบอยู่ในปัจจุบันนั้นมีต้นทุนเท่าไร
 - 2) สมรรถนะของหน้าที่การทำงาน มีต้นทุนสูงเกินไปหรือไม่
 - 3) ถ้าไม่ ลองพิจารณาใหม่อย่างมีเหตุผลว่า ถ้าเป็นเงินของท่านเอง ท่านยินดีจ่ายเพื่อหน้าที่การทำงานอันนี้หรือไม่
 - 4) ถ้าหากว่าใช้สิ่งอื่นซึ่งทำหน้าที่ได้เช่นกัน ต้นทุนจะเป็นเท่าไร
 - 5) มันเป็นการยากง่ายแค่ไหนที่จะเสาะแสวงหาสิ่งนั้น
- พึงระลึกอยู่เสมอว่า ความคุ้มค่า (Worth) เกี่ยวข้องโดยตรงกับหน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์หรือระบบ ไม่เกี่ยวกับการออกแบบของสิ่งเหล่านี้

2.1.9 แผนงานวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering Job Plan)

แผนงานวิศวกรรมคุณค่านั้น ได้มีการวางแผนอย่างเป็นระบบทุกขั้นตอน และจะต้องเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วย การทำงานต้องทำทีละขั้นตอน ถ้ามีการข้ามขั้นตอน ผลที่จะได้นั้นก็จะไม่สมบูรณ์

การประยุกต์วิศวกรรมคุณค่าให้ได้ผลต้องทำตามแผนงาน 7 ขั้นตอนตามลำดับ คือ

- 1) การเลือกโครงการหรือเป้าหมาย (Project selection Phase)
- 2) การรวบรวมข้อมูล (Information Phase)
- 3) การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน (Functional Analysis Phase)
- 4) การทำข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุงโดยความคิดสร้างสรรค์ (Creation Phase)
- 5) การประเมินข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุง (Evaluation Phase)
- 6) การทดสอบและการพิสูจน์ (Investigation Phase)
- 7) การเสนอผลงานและติดตามผล (Implementation and Follow up)

ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) การเลือกโครงการหรือเป้าหมาย (Project Selection Phase)

การเริ่มต้นใช้วิศวกรรมคุณค่าต้องทราบว่าเป้าหมายที่จะทำคืออะไร แต่ถ้ายังไม่มีเป้าหมายที่แน่นอน มีแนวทางทั่ว ๆ ไปให้พิจารณาเลือกดังนี้

- สิ่งที่มีต้นทุนในการผลิตสูง
- สิ่งที่เกิดเป็นปริมาณมาก ๆ
- สิ่งที่มีส่วนประกอบมาก และซับซ้อน
- สิ่งที่ไม่ได้มีการปรับปรุงแก้ไขมานาน
- สิ่งที่ใช้อุปกรณ์ และแรงงานมากเกินไปจนเกินไป
- ชิ้นส่วนซึ่งมีรูปร่าง ขนาด รูปทรงที่ไม่ได้มาตรฐาน
- ชิ้นส่วนที่บอบบาง หรือต้องการการบำรุงรักษาเป็นพิเศษ
- ชิ้นส่วนที่ทำการผลิตจากวัตถุดิบที่มีราคาแพง หรือมีปัญหา

ชนิดของโครงการ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ Hardware Project, และ Software Project

- Hardware Project; เป็นโครงการซึ่งเกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ และพลังงาน รวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิต

- Software Project; เป็นโครงการซึ่งเกี่ยวกับระบบการทำงานมากกว่าลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ การวางแผน การขนส่ง การผลิตผลิตภัณฑ์ การขาย ระบบสารบรรณ เป็นต้น

2) การรวบรวมข้อมูล (Information Phase)

การรวบรวมและทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบการดำเนินงาน หรือการผลิตผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ ข้อมูลที่สำคัญสำหรับงานวิศวกรรมคุณค่า ได้แก่ ข้อมูลในการขาย การผลิต การออกแบบ ต้นทุนการผลิต คุณภาพ การจัดซื้อ เป็นต้น

ขั้นตอนนี้ใช้เทคนิคเพียง 3 ข้อเท่านั้น อย่างไรก็ตาม พบว่าขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ยากที่สุด และใช้เวลามากที่สุดอีกด้วย

- หาข้อเท็จจริง เป็นงานยากที่จะได้ข้อเท็จจริงทั้งหมด ต้องแน่ใจว่าข่าวสารหรือข้อมูลที่ได้รับมิใช่ข้อเท็จจริงเพียงครั้งเดียว
- หาต้นทุน ต้องสมบูรณ์และเป็นต้นทุนที่ถูกต้องมากที่สุด
- กำหนดต้นทุนของข้อกำหนด (Specification) และสิ่งที่ต้องการ (Requirement) ด้วยการหาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุน และข้อกำหนด

สรุปในขั้นตอนนี้ต้องระวังในเรื่องข้อเท็จจริง ต้นทุนที่ถูกต้อง รวมทั้งต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนด ก่อนที่จะก้าวไปสู่ขั้นตอนอื่น ๆ ในแผนงาน VE

3) การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน (Functional Analysis Phase)

ทำการวิเคราะห์ ให้คำจำกัดความ และจัดประเภทของหน้าที่การทำงาน เพื่อค้นหาหน้าที่การทำงานพื้นฐาน (Basic Function) การให้คำจำกัดความของหน้าที่ที่ต้อง ทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นทำงาน (Work) ได้หรือสามารถขายได้ (Sell) ด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด

4) การทำข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุงโดยความคิดสร้างสรรค์ (Creation Phase)

เป็นการระดมความคิด (Brain Storming) ความคิดในทางบวก และความคิดในทางสร้างสรรค์ ต้องการปริมาณความคิดมาก ๆ ถึงแม้จะเป็นความคิดที่ไม่น่าเป็นไปได้ก็ตาม เพื่อให้เหมาะกับหน้าที่การทำงาน

5) การประเมินข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุง (Evaluation Phase)

เป็นขั้นตอนการพิจารณา และทำการประเมินความคิดสร้างสรรค์ด้วยการกลั่นกรอง และรวบรวมความคิดเข้าด้วยกัน หาต้นทุนของความคิดทั้งหมด ต้นทุนในแนวความคิดนั้นเป็นเท่าไรและสามารถประหยัดได้แค่ไหน

พัฒนาทางเลือกของหน้าที่ในกรณีที่มีปัญหา และทำการประเมินผลด้วยการเปรียบเทียบว่าอันไหนจะให้คุณค่ามากที่สุด

6) การทดสอบและการพิสูจน์ (Investigation Phase)

กลั่นกรองทางเลือกของแนวคิดเพื่อให้ได้ต้นทุนต่ำ รวมทั้งได้หน้าที่การทำงานที่ตรงตามต้องการ ควรพิจารณาถึงมาตรฐานของบริษัท และของอุตสาหกรรม ถ้าได้ต้นทุนต่ำกว่า ควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน และผู้ขาย บุคคลเหล่านี้จะให้คำตอบ และสามารถแก้ไขปัญหารวมทั้งให้ข้อมูลใหม่ ๆ ได้อีกด้วย

นอกจากนี้ควรใช้ชิ้นส่วนมาตรฐาน กระบวนการ หรือวิธีการซึ่งจะทำให้ได้ต้นทุนต่ำ โดยได้หน้าที่การทำงานเหมือนเดิมด้วย

ข้อเสนอที่ต้องทดสอบ และพิสูจน์กับข้อเสนอที่สามารถปฏิบัติตามได้ทันที จะพิจารณาว่า

- ได้คุณภาพและหน้าที่ ที่ต้องการตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่
- สามารถหาได้เพียงพอหรือไม่
- ปลอดภัยหรือไม่ ราคาถูกลงหรือไม่ ดีขึ้นหรือไม่
- ผู้ใช้พอใจหรือขายได้หรือไม่
- ความเชื่อถือได้เป็นอย่างไรบ้าง

7) การเสนอผลงานและติดตามผล (Implementation and Follow up)

เป็นขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งจะต้องนำเสนอต่อผู้บริหาร สิ่งที่จะต้องนำเสนอ คือ ความจริงในปัจจุบันว่าเป็นอย่างไร ปัญหาคืออะไร รวมทั้งต้นทุนปัจจุบัน แจกแจงรายละเอียดให้ทราบก่อน เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้บริหารยอมรับในโครงการใหม่ เพื่อนำไปปฏิบัติสิ่งการต่อไป

การนำเสนอข้อเท็จจริง ต้นทุน และโครงการใหม่ อาจกระทำได้ในรูปของการอธิบาย หรือการส่งรายงาน หรือในแบบผสม คือ อธิบายด้วยพร้อมทั้งเสนอรายงาน ซึ่งวิธีหลังนี้จะดีที่สุด

2.2 การสร้างคุณค่าเพิ่มตามแนวคิดของลีน

การสร้างคุณค่าเพิ่ม (Value Creation) ตามแนวคิดของลีน คือ การทำความเข้าใจว่าอะไร คือ คุณค่า (Value) และอะไรคือ ความสูญเปล่า (Waste/Muda) ทั้งในและนอกองค์กรที่อยู่ในความสัมพันธ์ต่อการผลิต คุณค่าเป็นสิ่งจำเป็น และต้องถูกสร้างขึ้นตามที่ลูกค้ากำหนด และมีกระบวนการที่ดำเนินไปอย่างถูกต้องโดยต้องใช้ใช้เวลา และความพยายามที่จะกำจัดความสูญ

เปล่าออกจากกระบวนการ โดย ยาซุชิโร โมเต็น ได้ทำการศึกษาระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) และได้แบ่งลักษณะงานในการผลิตออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) สิ่งที่ไม่เกิดคุณค่าเพิ่ม (Non Value Added: NVA) คือ ความสูญเปล่า และเป็นกิจกรรมที่ไม่จำเป็นซึ่งควรกำจัดออกไป ตัวอย่างเช่น เวลารอคอย (Waiting Time) การสะสมผลิตภัณฑ์ระหว่างผลิต (Work In Process: WIP) โดยไม่เชื่อมต่อเพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไป ในทันที การทำงานหรือกิจกรรมเดียวกันซ้ำ ๆ

2) สิ่งที่ต้องมีแต่ไม่เกิดคุณค่าเพิ่ม (Necessary but Non Value Added: NNVA) คือ ความสูญเปล่า แต่อาจจำเป็นต้องยอมให้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ตัวอย่างเช่น การเดินในระยะไกลเพื่อหยิบชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบ การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์หรือเครื่องมือระหว่างการผลิต และเพื่อจัดการการทำงานเช่นนี้จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานครั้งใหญ่ เช่น การวางแผนโรงงานในกระบวนการผลิตใหม่ ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในทันที

3) สิ่งที่เกิดคุณค่าเพิ่ม (Value Added: VA) คือ กิจกรรมที่มีคุณค่าในการดำเนินงาน ที่เกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตตั้งแต่ขั้นวัตถุดิบ หรือชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิต ว่าจะใช้แรงงานหรือเครื่องจักรในการผลิตซึ่งต้องใช้ข้อมูลในการตัดสินใจมาก

ในระบบการผลิตจะเห็นได้ว่า สิ่งที่ทำให้เกิดคุณค่าเพิ่มและต้นทุน คือ การไหล (Flow) และการดำเนินกิจกรรม (Activities) ดังนั้นจึงต้องบริหารระบบการทำงานนั้นด้วยการสร้างคุณค่าเพิ่มด้วยการจำแนกและกำจัดความสูญเปล่า ซึ่ง ทาอิชิ โอนะ ได้แสดงความสูญเปล่าที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่อลูกค้า โดยแบ่งออกเป็น 7 ประการ ได้แก่

- การผลิตที่มากเกินไป (Over Production)
- การรอคอย (Waiting)
- การขนส่ง (Transportation)
- การดำเนินการที่ไม่เหมาะสม (Inappropriate Processing)
- สินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Inventory)
- การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motions)
- ข้อบกพร่อง (Defects)

2.3 การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS

ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ เป็นสิ่งที่ไม่มีความจำเป็น และไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์ ต่อสถานประกอบการ ดังนั้น ทุกสถานประกอบการควรจะทำการลดความสูญเปล่าเหล่านี้ลง การลดความสูญเปล่า นอกจากจะเป็นการปรับปรุงการผลิต และสามารถเพิ่มผลผลิตแล้ว ยังเป็นการลดต้นทุนที่เกิดในสถานประกอบการอีกด้วย

หลักการ ECRS เป็นหลักการที่ประกอบด้วย กำจัด (Eliminate), รวมกัน (Combine), จัดใหม่ (Rearrange), และทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่าย ๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่า หรือ MUDA ลงได้เป็นอย่างดี

ในองค์กรธุรกิจทั่วไปจะสามารถแบ่งรูปแบบของกระบวนการในหน่วยงานออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนของงานโรงงาน และส่วนของงานสนับสนุน ทั้ง 2 ส่วนนี้ สามารถก่อให้เกิดความสูญเปล่าได้ ซึ่งอธิบายเป็นตัวอย่างได้ดังนี้

1) ส่วนของงานโรงงาน เกี่ยวข้องโดยตรงกับการผลิตสินค้าของสถานประกอบการ การลดความสูญเปล่าในการผลิตเป็นสิ่งจำเป็น และควรให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจะหมายถึงต้นทุนของสินค้าที่เพิ่มสูงขึ้นด้วย หากสามารถลดความสูญเปล่าลงได้ ก็จะช่วยส่งผลให้ประหยัดต้นทุนการผลิตลงด้วย ผลที่ตามมาก็คือ มีความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งสูงขึ้น โดยแนวทางการลด MUDA ลง สามารถทำได้โดยใช้หลักการ ECRS ดังนี้

- กำจัด (Eliminate) หมายถึง การพิจารณาการทำงานปัจจุบัน และทำการกำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ที่พบในการผลิตออกไป คือ การผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น และของเสีย

- รวมกัน (Combine) สามารถลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลงได้ โดยการพิจารณาว่า สามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่ เช่น จากเดิมเคยทำ 5 ขั้นตอน ก็รวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิม การผลิตก็จะสามารถทำได้เร็วขึ้น และลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลงอีกด้วย เพราะถ้ามีการรวมขั้นตอนกัน การเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนก็ลดลง

- จัดใหม่ (Rearrange) คือ การจัดขั้นตอนการผลิตใหม่ เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น หรือการรอคอย เช่น ในกระบวนการผลิต หากทำการสลับขั้นตอนที่ 2 กับ 3 โดยทำขั้นตอนที่ 3 ก่อน 2 จะทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลง เป็นต้น

- ทำให้ง่าย (Simplify) หมายถึง การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้นโดยอาจจะออกแบบจิ๊ก (Jig) หรือ ฟิกเจอร์ (Fixture) เข้าช่วยในการทำงานเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถลดของเสียลงได้ จึงเป็นการลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น และลดการทำงานที่ไม่จำเป็น

2) ส่วนของงานสนับสนุน หมายถึง หน่วยงานที่ไม่ได้มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการผลิต แต่จะช่วยสนับสนุนการผลิตนั่นเอง ในส่วนของการสนับสนุนนี้ งานหลักของส่วนสนับสนุนจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานด้านเอกสารและข้อมูลเป็นหลัก เพราะจะต้องมีการจัดทำเอกสารหรือการบันทึกต่าง ๆ มากมาย เพื่อเก็บเป็นข้อมูลในการสอบกลับได้ และเพื่อประโยชน์ในการทำงาน ยิ่งหากองค์กรใดมีการนำระบบคุณภาพ ISO9000 หรือ TS16949 เข้ามาใช้ด้วยแล้วยิ่งไม่ต้องพูดถึง เพราะในข้อกำหนดหลาย ๆ ข้อของ ISO9000 และ TS16949 จะมีข้อบังคับในเรื่องงานการควบคุมเอกสารและข้อมูลอยู่ด้วย แต่ในบรรดาเอกสารที่มีอยู่มากมายเป็นภูเขารอบตัวนี้เหล่านี้ เราอาจจะคิดว่าเป็นเอกสารที่มีความจำเป็นในการใช้งาน แต่ไม่แน่มเสมอไปนัก เพราะเอกสารเหล่านั้นอาจจะจะมีเอกสารที่ไม่จำเป็น และเป็นเอกสารที่มีการจัดทำที่ซ้ำซ้อนมากมาย ก็เป็นไปได้ ซึ่งหากเราไม่ได้เคยมีการให้ความสำคัญกับเอกสารเหล่านั้นเลย แต่เดิมเคยมีการใช้งานกันมาอย่างไร ก็ยังคงใช้งานต่อกันมาเรื่อย ๆ โดยไม่คิดที่จะมีการเปลี่ยนแปลงเอกสารเหล่านั้น ผลเสียของเอกสารหากมีมากเกินไป จะทำให้วุ่นวายในการเก็บรักษาสืบเปลี่ยนพื้นที่ในการเก็บเอกสาร และสิ้นเปลืองเวลาในการพิจารณาเอกสารและจัดทำเอกสารเหล่านั้น นอกจากนี้ยังเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากร คือ การใช้กระดาษโดยเปล่าประโยชน์อีกด้วย ดังนั้น เราควรมาเหลียวมองรอบ ๆ ตัว และเริ่มทำการลดปริมาณเอกสารลง ช่วยกันกำจัดเอกสารขยะที่ไม่มีความจำเป็นออกไป เราสามารถใช้หลักการ ECRS นี้ในการลดเอกสารที่ไม่จำเป็นลงได้ กล่าวคือ

- กำจัด (Eliminate) หมายถึง การกำจัดเอกสารที่ไม่จำเป็นออกไปนั่นเอง หากลองพิจารณาเอกสารต่าง ๆ รอบตัว เอกสารบางอย่างอาจไม่มีความจำเป็นที่จะต้องมีก็เป็นได้ เราสามารถกำจัดออกไปได้เลย

- รวมกัน (Combine) คือ การรวมเอาเอกสารจากหลาย ๆ แผ่นมาไว้ในแผ่นเดียวกันได้ ซึ่งจะทำให้สะดวกสำหรับการวิเคราะห์ และลดปริมาณเอกสารที่ต้องจัดเก็บลง

- จัดใหม่ (Rearrange) บางครั้งเอกสารที่ใช้อยู่อาจมีความซ้ำซ้อนกัน จึงควรมีการจัดเรียงเอกสารใหม่ เพื่อลดความซ้ำซ้อน และความยุ่งยากในงานเอกสารบางรายการลง

- ทำให้ง่าย (Simplify) หมายถึง การจัดรูปแบบของเอกสารให้เข้าใจง่าย และสะดวกเหมาะสมกับการใช้งาน หากทำการลดเอกสารที่ไม่จำเป็นออกไปแล้ว จะทำให้การทำงานมี

ความคล่องตัวขึ้น ไม่ต้องยุ่งยากในการทำเอกสารที่ซ้ำซ้อน และลดเวลาในการทำเอกสารที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ลงไปได้

ถ้าสามารถลดความสูญเปล่าทั้ง 7 ที่เกิดขึ้นได้ จะทำให้โรงงานมีประสิทธิภาพการผลิตที่ดีขึ้น ลดความยุ่งยากและความวุ่นวายในการผลิตลง ซึ่งจะส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตที่ลดลงอย่างแน่นอน

2.4 การจัดสมดุลสายงานการผลิต

การจัดสมดุลสายการผลิต (Production Line Balancing) นั้น จำเป็นจะต้องทำความเข้าใจถึงรูปแบบของกระบวนการผลิต และเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดสมดุลสายการผลิต ตลอดจนความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดสมดุลสายการผลิต

2.4.1 ระบบการผลิต

ระบบการผลิตโดยทั่วไป การผลิตสินค้าจากโรงงานต่าง ๆ อาจแบ่งตามลักษณะการผลิตได้ 2 ประเภท คือ การผลิตแบบต่อเนื่อง และการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง

1) การผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Manufacturing)

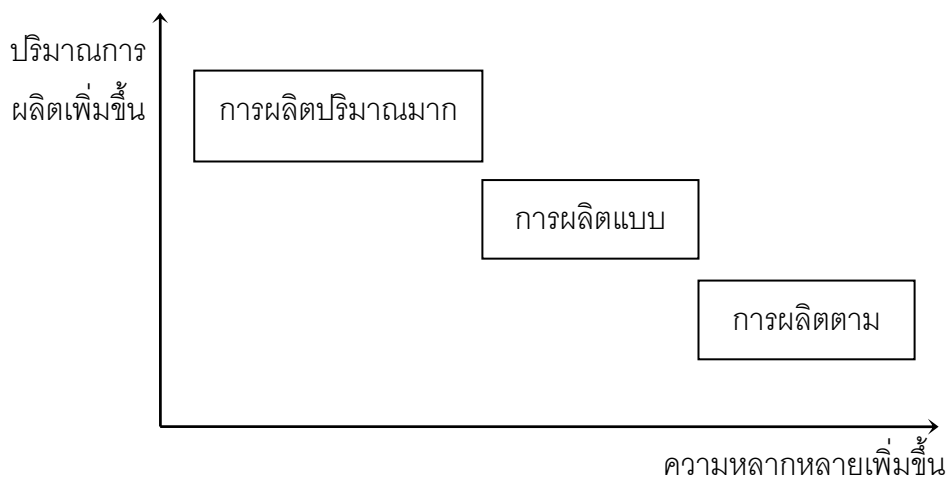
การผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง จะเกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทที่เป็นชิ้นเดียว ๆ การผลิตชนิดนี้สามารถแยกออกเป็นประเภทย่อยต่อไปอีกได้ 3 ประเภทด้วยกัน คือ

1.1) การผลิตปริมาณมาก (Mass Production)

1.2) การผลิตแบบชุด (Batch Production)

1.3) การผลิตแบบตามงาน (Job Shop Production)

ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะสมบัติของการผลิตแบบต่าง ๆ ของกระบวนการผลิตชนิดไม่ต่อเนื่อง จะเห็นว่า ความแตกต่างในด้านการทำงานของการผลิตแบบต่าง ๆ นั้น จะเป็นฟังก์ชันของปริมาณในการผลิต และความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น



ภาพที่ 2.2

ลักษณะสมบัติของการผลิตแบบต่าง ๆ ของกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง

การผลิตตามงาน: ลักษณะสมบัติที่สำคัญของการผลิตตามงานก็คือ การผลิตผลิตภัณฑ์จำนวนน้อยแต่มีความหลากหลายมาก ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีมาตรฐานหรือชิ้นส่วนที่ใช้ร่วมกันได้น้อยมาก ผู้ผลิตจะต้องใช้เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่มีความยืดหยุ่นสูงมากในการผลิตแบบนี้ รวมทั้ง จะต้องมีส่วนที่มีความชำนาญสูงเป็นผู้ดำเนินการผลิต การผลิตตามงานส่วนมากแล้วจะเป็นทำงานตามคำสั่งลูกค้า ตัวอย่างของการผลิตแบบนี้ คือ การผลิตชิ้นงานในโรงกลึงโลหะ (Machine Shop) เป็นต้น

การผลิตแบบชุด: ลักษณะสมบัติที่สำคัญของการผลิตแบบชุดก็คือ การผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีทั้งจำนวนในการผลิต และความหลากหลายปานกลาง ความหมายทั่วไปสำหรับการผลิตแบบชุดก็คือ การผลิตที่มีจำนวนชิ้นงานในแต่ละชุดน้อย ๆ และการดำเนินงาน (Operation) แต่ละชนิดที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานซึ่งจัดอยู่ในชุดเดียวกัน จะต้องถูกทำให้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ก่อนที่การดำเนินงานชนิดต่อไปจะเริ่มขึ้นได้ ระบบผลิตที่ใช้ในการผลิตแบบชุดจะต้องมีความยืดหยุ่นพอสมควรเพื่อให้สามารถดำเนินการผลิตได้ตรงตามความต้องการที่หลากหลายของลูกค้า ดังนั้นเครื่องจักรที่นำมาใช้ในการผลิตแบบชุดส่วนมากแล้ว จะเป็นเครื่องจักรอเนกประสงค์ และเห็นได้ว่าการผลิตแบบชุดนี้ จะเป็นการผลิตที่อยู่ระหว่างการผลิตตามงานและการผลิตปริมาณมาก ทั้งนี้เพราะความต้องการทางด้านจำนวนไม่คุ้มค่าที่จะลงทุนไปในการจัดกระบวนการผลิตให้เป็นการสายการผลิตสำหรับการผลิตแบบปริมาณมากได้ ประโยชน์ที่สำคัญสำหรับการผลิตแบบชุดก็คือ การผลิต และการประกอบเครื่องมือกล เป็นต้น สำหรับสถานการณ์ปัจจุบัน จะพบเห็นบ่อยครั้งว่า บริษัทมากมายที่เคยดำเนินการผลิตแบบปริมาณมากถูกแรงกดดันจากตลาดให้ต้องนำเอาการ

ผลิตแบบชุดซึ่งมีความยืดหยุ่นสูงกว่ามาใช้ ทั้งนี้เพื่อให้ระบบสามารถที่จะจัดการกับการผลิตที่มีจำนวนน้อยแต่มีความหลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ และผู้ผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค เป็นต้น

การผลิตปริมาณมาก: ลักษณะสำคัญของการผลิตปริมาณมากก็คือ การผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายน้อยแต่มีจำนวนในการผลิตสูง ผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตขึ้นจะเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความต้องการจากลูกค้าค่อนข้างคงที่ และแทบจะไม่มีเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของผลิตภัณฑ์เลยทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เครื่องจักรที่ใช้สำหรับการผลิตปริมาณมากจะเป็นพวกที่ถูกสร้างขึ้นเป็นพิเศษเพื่อให้สามารถใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง ดังนั้นการผลิตปริมาณมากจะต้องมีความยืดหยุ่นน้อยมาก ถึงแม้ว่าเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตแบบนี้จะมีราคาแพงเนื่องจากว่าต้องการเครื่องจักรชนิดที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับงานผลิตลักษณะนี้โดยเฉพาะก็ตามแต่ที่ว่าค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระยะแรกเหล่านี้จะคุ้มทุนได้ในระยะยาว ตัวอย่างของการปริมาณมากจะพบได้ในอุตสาหกรรมผลิตยานยนต์ในอดีต

จากคำอธิบายเกี่ยวกับแบบฉบับทั้งสามแบบของกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องซึ่งได้กล่าวมาข้างต้นนั้น อาจจะทำให้เข้าใจผิดไปว่าระบบผลิตแบบไม่ต่อเนื่องทุกชนิดสามารถถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งในสามรูปแบบนั้นได้อย่างแน่นอน ในความเป็นจริงแล้วไม่ได้ง่ายเหมือนที่คิด เนื่องจากว่าระบบการผลิตส่วนใหญ่จะมีการดำเนินการอยู่ระหว่างการผลิตจำนวนมากและการผลิตตามงาน ดังนั้น ในกรณีนี้เราก็ไม่สามารถจะบ่งชี้ได้อย่างแน่ใจว่าในขณะนี้ระบบกำลังดำเนินการผลิตอยู่ในรูปแบบใดของแบบฉบับทั้งสามที่ได้กล่าวมา เป็นไปได้ว่าเราอาจจะพบรูปแบบที่เป็นพันทาง (Hybrid) ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความพยายามที่จะหาหนทางที่ดีที่สุดในการดำเนินการผลิตก็ได้ แต่ถึงกระนั้นก็ตาม ลักษณะสมบัติที่สำคัญต่าง ๆ ของแบบฉบับทั้งสาม ก็ได้ถูกสรุปให้เห็นในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

ลักษณะสมบัติที่สำคัญของการผลิตแบบต่าง ๆ

	การผลิตปริมาณมาก	การผลิตแบบชุด	การผลิตตามงาน
ปริมาณการผลิต	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
ความชำนาญในการผลิตต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
เครื่องจักรและอุปกรณ์พิเศษสูง	สูง	ปานกลาง	ต่ำ

ข้อดี

- การลงทุนเครื่องจักร และเครื่องมือต่ำ
- การใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรสูง เนื่องจากขั้นตอนการปฏิบัติงานยืดหยุ่นได้
- เครื่องจักรเครื่องหนึ่งเครื่องใดเสีย การผลิตก็ยังดำเนินต่อไปได้
- การเปลี่ยนแปลงแบบผลิตภัณฑ์ มีผลกระทบกระเทือนเพียงเล็กน้อยกับเครื่องมือบางชิ้น
- การขยายการผลิตการกระทำได้ง่ายกว่า

ข้อเสีย

- การควบคุมการผลิต และกำหนดจ่ายงานซับซ้อน และยุ่งยากกว่า
- การขนถ่าย และลำเลียงชิ้นงานจะมีมากกว่าเพราะการไหลของชิ้นงานไม่แน่นอน
- ชิ้นงานที่ค้างในกระบวนการผลิตจะสูง
- ต้องการพื้นที่การทำงานมาก
- เวลาใช้เครื่องจักรต่ำกว่า เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงการผลิตบ่อย
- ใช้เวลาฝึกฝนคนงาน และหัวหน้างานนานกว่า

2) การผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Manufacturing)

การผลิตแบบต่อเนื่อง หมายถึง กระบวนการผลิตสินค้าที่มีจำนวนมาก มีลักษณะคล้ายกัน มีกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่องกันไปตลอด ขั้นตอนในการผลิตค่อนข้างแน่นอน เครื่องจักรที่ใช้ส่วนมากเป็นเครื่องจักรขนาดใหญ่ การผลิตจะเริ่มจากการป้อนวัตถุดิบ หรือส่วนประกอบเข้าไปในการผลิต ซึ่งตำแหน่งของการทำงานต่าง ๆ จะถูกกำหนดตามลำดับขั้น เป็นสายการผลิต (Production Line) ซึ่งในสายการผลิตจะแบ่งเป็นจุดทำงาน หรือสถานีงาน (Work Station) หลาย ๆ สถานีต่อเนื่องกันเป็นลำดับจนเป็นสินค้าสำเร็จรูป การเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนจากขั้นตอนหนึ่งไปอีกขั้นตอนหนึ่ง ใช้วิธีการลำเลียงโดยอุปกรณ์ เป็นต้น

ข้อดี

- ขั้นตอนการทำงานตายตัว ทำให้ง่ายแก่การควบคุมและการจ่ายงาน
- ลดการลำเลียงสิ่งของ
- การใช้ประโยชน์จากเนื้อที่มีมากขึ้น
- ผลิตได้ปริมาณมาก และใช้เครื่องจักรคุ้มค่า
- เวลาที่สูญเสียไปเนื่องจากการติดตั้ง และเลิกงานลดลง

ข้อเสีย

- การลงทุนสูง
- ต้นทุนการผลิตสูง ถ้าผลผลิตอยู่ในระดับต่ำ ก็เกิดจากการที่คนและเครื่องจักรมีเวลาร้าง
- การผลิตจะหยุดชะงักถ้าเครื่องจักรใดเครื่องจักรหนึ่งเสียเกิดขึ้นในสายการผลิต
- การขยายการผลิตอาจต้องการสายการผลิตใหม่ตลอดทั้งสายการผลิต

นอกจากนี้ กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Production) ยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

2.1) กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องแบ่งตามชนิดของระบบการผลิต

- สายการผลิตแบบส่งถ่าย (Transfer Line) เป็นการผลิตที่อาศัยการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติ โดยส่งวัตถุดิบและงานระหว่างการผลิตผ่านขั้นตอนของเครื่องจักรต่าง ๆ โดยอัตโนมัติ แรงงานที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งไม่ว่าแผนการผลิตจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร สายการผลิตนั้นจะไม่มีเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิต จะคงที่และผลผลิตขึ้นอยู่กับชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักร

- สายการผลิตแบบงานประกอบ (Assembly Line) โดยส่วนใหญ่จะได้แรงงานคนในการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยอาจใช้คนเข้าประจำตามสถานีงานต่าง ๆ หรืออาจจะเป็นเครื่องจักรที่มีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงได้พอสมควร ซึ่งการผลิตแบบนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงสายในการผลิตในสถานีงานต่าง ๆ ได้ เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการผลิต

2.2) กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องแบ่งตามจำนวนชนิดของสินค้า

สายการผลิตทั้งแบบส่งถ่าย และแบบงานประกอบ ยังสามารถแยกออกได้ตามจำนวนชนิดของสินค้าที่ทำการผลิตดังนี้

- สายการผลิตแบบสินค้าชนิดเดียว เป็นสายการผลิตที่จัดขึ้นสำหรับการผลิตสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียวโดยเฉพาะ อุปสงค์ของสินค้าชนิดนี้จะต้องมีจำนวนมากพอที่จะให้สายการผลิตผลิตสินค้าชนิดเดียวตลอดเวลา

- สายการผลิตแบบสินค้าหลายชนิด เป็นสายการผลิตสินค้าตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป สินค้าแต่ละชนิดจะมีกระบวนการผลิตที่ใกล้เคียงกัน การผลิตจะผลิตสินค้าทีละชนิด สินค้าจะมาเป็นชุด ๆ และในช่วงที่จะเปลี่ยนการผลิตชนิดของสินค้า อาจต้องมีการปรับสายการผลิตใหม่

- สายการผลิตแบบผสม เป็นสายการผลิตที่ผลิตสินค้าตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป เช่นเดียวกับสายการผลิตแบบสินค้าหลายชนิด แต่จะต่างกันตรงที่จะไม่ผลิตสินค้าแต่ละชนิดทีละ

ชนิด สินค้าต่างชนิดจะถูกผลิตขึ้นพร้อมกันในสายการผลิตโดยในระหว่างการผลิตจะไม่มี การปรับสายการผลิต แต่ในกรณีที่ขนาดของสินค้ามีขนาดใหญ่มาก สายการผลิตจะคล้ายกับสายการผลิตแบบสินค้าชนิดเดียว

2.3) กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องแบ่งวิธีการเคลื่อนย้ายงานระหว่างสถานีงาน

- การเคลื่อนย้ายงานด้วยมือ เป็นการเคลื่อนย้ายงานจากสถานีหนึ่งไปยังสถานีถัดไปจะทำด้วยมือ ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ได้

- การเคลื่อนย้ายงานโดยสายพาน เป็นการเคลื่อนย้ายงานจากสถานีงานหนึ่งไปยังสถานีงานถัดไป โดยอาศัยสายพานเป็นตัวลำเลียงงาน ซึ่งมีทั้งแบบต่อเนื่องและแบบไม่ต่อเนื่อง การเคลื่อนย้ายงานแบบไม่ต่อเนื่อง คือ การที่สถานีงานใดก็ตามทำงานชิ้นใดเสร็จก็สามารถส่งต่อไปยังสถานีงานถัดไปได้ทันที โดยไม่ต้องรอส่งพร้อมกับสถานีงานอื่น

2.4.2 หลักการของการจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดสายงานการผลิตในโรงงานที่มีการผลิตแบบต่อเนื่อง นับว่ามีความสำคัญมากในด้านการออกแบบโรงงาน โรงงานที่มีการจัดสายงานผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องพยายามจัดสายงานผลิตให้มีความสมดุล

การจัดสมดุลสายงานการผลิต (Production Line Balancing) หมายถึง การพยายามที่จะจัดให้สถานีงานต่าง ๆ มีอัตราการทำงาน หรือเวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละชิ้นเท่า ๆ กัน ถ้าหากว่าเวลาที่ใช้ในการผลิตไม่เท่ากันแล้ว อัตราการผลิตสินค้าของสินค้านั้นจะถูกกำหนดโดยเวลาการทำงานของสถานีงานที่ใช้เวลามากที่สุด ซึ่งเวลาที่ใช้ในสถานีงานที่เป็นตัวกำหนดอัตราการผลิตของสินค้านี้ เราเรียกว่า รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ซึ่งหมายถึง เวลาระหว่างที่สินค้าเสร็จออกมาแต่ละชิ้น ซึ่งเท่ากับ เวลาของสถานีงานที่ช้าที่สุด ฉะนั้น จะเห็นว่าการรอคอยขึ้นในสถานีงานที่ใช้เวลาน้อยกว่า ทำให้เกิดความสูญเสียอัตราการการผลิต หรือว่างงานเกิดขึ้น หรือมีของค้างปริมาณมากรอที่จะผ่านสถานีงานที่ช้าขึ้น ซึ่งเราจะต้องพยายามทำให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

ตามปกติในการจัดสมดุลสายงานการผลิต จะต้องเริ่มด้วยการกำหนดรอบเวลาการผลิต ลำดับขั้นตอนงานต่าง ๆ และเวลามาตรฐานของการทำงานแต่ละชิ้นของงานนั้น จากนั้นก็จะพยายามรวมขั้นตอนงานเข้าด้วยกันให้เป็นสถานีงาน โดยพยายามให้มีเวลาว่างทั้งหมดน้อยที่สุดในกรณีที่จำนวนสถานีงานมีมาก หรือน้อยไปก็อาจจัดใหม่โดยให้มีรอบเวลาผลิตมากขึ้น หรือน้อยลง

2.4.3 เป้าหมายของการจัดสมดุลสายการผลิต

- ต้องการหาจำนวนตำแหน่งงานที่น้อยที่สุด โดยจำนวนการผลิตคงที่ (Fixed Production for Optimum Operators)
- ต้องการผลผลิตที่มากที่สุด โดยใช้พนักงานเท่าเดิม (Fixed Operators for Maximum Production)

2.4.4 คำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับการจัดสมดุลสายการผลิต

2.4.4.1 การศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษาเวลา (Time Study) เป็นการวัดผลการทำงาน หรือเพื่อหาเวลามาตรฐาน โดยผู้ที่ทำการศึกษาคือต้องไปดูการปฏิบัติงานของพนักงาน และทำการจับเวลาในการทำงานนั้นด้วยนาฬิกาจับเวลา ซึ่งการศึกษาคือจะต้องจับเวลาของพนักงานที่ได้รับการฝึกงานมาดีแล้ว ทำงานนั้นด้วยวิธีการที่กำหนดในอัตราปกติ

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเวลา จะต้องตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อใช้ในการคำนวณหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม และค่าความเผื่อ และค่าต่าง ๆ เช่น Takt Time (T/T), Cycle Time (C/T), และ Lead Time (L/T) เป็นต้น

งานที่ควรเลือกมาทำการศึกษาเวลา ควรมีลักษณะดังนี้

- งานใหม่ที่ไม่เคยศึกษาเวลามาก่อน
- งานที่มีการเปลี่ยนแปลงวัสดุ หรือวิธีการทำงานใหม่
- งานที่ทำให้เกิดปัญหาการติดขัดขึ้น (Bottle Neck) ในสายการผลิต
- งานที่ได้ผลผลิตต่ำหรือมีเวลารอว่างของอุปกรณ์และเครื่องจักรมาก
- งานที่มีค่าใช้จ่ายในการผลิตสูง (พนักงาน เวลาการผลิต ของเสีย เครื่องจักร)
- งานที่ต้องการศึกษาวิธีการทำงานเพื่อหาวิธีการทำงานที่ดีกว่า

2.4.4.2 Tact Time (T/T)

Tact time คือ วงรอบของเวลาในการผลิตผลิตภัณฑ์ 1 หน่วย เพื่อให้ได้จำนวนผลิตภัณฑ์ตามเป้าหมายที่ฝ่ายวางแผนต้องการ

ประโยชน์

- ทราบถึงเวลามากที่สุดในการผลิตผลิตภัณฑ์ 1 หน่วยเพื่อให้ได้ตามเป้าหมาย
- เป็นตัวกำหนดเวลา เพื่อนำไปจัดสมดุลสายการผลิต

- นำไปคำนวณหาจำนวนแรงงาน (Manpower), และประสิทธิภาพความสมดุลสายการผลิต (Line Balancing Efficiency: LBE)

วิธีการ: ได้จากการนำเวลาในการผลิตทั้งหมด หารด้วยจำนวนที่ฝ่ายวางแผนต้องการ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{Tact Time (T/T)} = \frac{\text{เวลาในการผลิต (Working Time)}}{\text{เป้าหมาย (Planning Requirement)}} \quad (2.2)$$

2.4.4.3 Cycle Time (C/T)

Cycle Time คือ วงรอบของเวลาในการผลิตผลิตภัณฑ์ 1 หน่วย โดยการจับเวลาที่พนักงาน

ประโยชน์

- ทราบถึงเวลาในการผลิตผลิตภัณฑ์ 1 หน่วย ที่สภาพปัจจุบัน
- นำไปคำนวณหา Standard Time, Processing Time, Manpower, Productivity, และ Line Balance, Line Balance Efficiency

วิธีการ: ได้จากการจับเวลาจริงของรอบการทำงาน (จับที่จุดใดก็ได้แต่ต้องกลับมาครบรอบที่จุดเดิม) เวลาการทำงานที่ผิดปกติ จะถูกตัดออก หน่วยที่ได้ คือ เวลาต่อหน่วย เช่น วินาที/ชิ้น, นาที/แผ่น เป็นต้น กรณีที่กระบวนการนั้นทำงานเหมือนกัน แต่มีเครื่องจักรหลายเครื่อง หรือคนปฏิบัติงานหลายคน ต้องหารเวลาที่ได้ด้วยจำนวนเครื่อง หรือจำนวนคนในกระบวนการนั้น ๆ ด้วย ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{Cycle Time (C/T)} = \frac{\text{ผลรวมในการจับเวลา (ปกติ)}}{\text{จำนวนครั้งที่จับเวลา (ปกติ)}} \quad (2.3)$$

ข้อแนะนำ

- การจับเวลา ควรศึกษาขั้นตอนการทำงานให้ดีกว่าก่อนเพื่อแบ่งเวลางานออกเป็นงานย่อย
- เวลาการทำงานที่ผิดปกติของพนักงาน คือ เวลาที่พนักงานไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานการทำงาน
- การจับเวลามักมีผลด้านจิตใจกับพนักงาน ดังนั้น ควรอธิบายให้พนักงานทราบถึงเหตุผลในการจับเวลาก่อน เพื่อศึกษาเวลาเฉลี่ยของการทำงาน ไม่ใช่จับความเร็วในการทำงานของพนักงาน

การจับเวลาเบื้องต้น

- เวลางานสั้นกว่า 2 นาที ให้จับเวลา 10 ข้อมูล
- เวลางานยาวกว่า 2 นาที ให้จับเวลา 5 ข้อมูล

การจับเวลาเมื่อพบจุดบกพร่องควรเขียนแนวทางในการปรับปรุงไว้ด้วย

แนวทางในการลด Cycle Time เหลือ สามารถทำได้โดยใช้หลักการ ECRS

- ทำอุปกรณ์เสริมการทำงาน: Simplify
- กำจัดความสูญเปล่า: Eliminate
- แบ่งงานให้กระบวนการอื่นที่ Cycle Time ต่ำกว่า: Combine, และ Rearrange
- เพิ่มความสามารถในการทำงานที่หลากหลายให้พนักงาน

2.4.4.4 Standard Time (S/T)

Standard time คือ เวลามาตรฐานที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ 1 หน่วย (ชิ้น, แผ่น, หรือ ล็อต) ตั้งแต่การ Input ที่กระบวนการแรกจนออกมาเป็น Output ที่กระบวนการสุดท้าย โดยใช้พนักงาน 1 คน

ประโยชน์

- ทราบถึงเวลามาตรฐานในการผลิตผลิตภัณฑ์ 1 หน่วย ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ
- นำไปคำนวณหา Manpower , Processing Time และ Line Balance

วิธีการ: ผลรวมของ Cycle Time ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เพียง 1 หน่วย ที่ไหลผ่านตั้งแต่ Input ที่กระบวนการแรกจนออกมาเป็น Output ที่กระบวนการสุดท้าย ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{Standard Time (S/T)} = \sum \text{Cycle Time (C/T)} \quad (2.4)$$

2.4.4.5 Lead Time (L/T)

Lead Time คือ เวลานำ เป็นเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตตั้งแต่ Input วัตถุดิบจนออกมาเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Finish Goods) ซึ่งจะรวมเวลาทั้งหมด เช่น เวลาการแปรรูป เวลาการขนส่ง เวลาที่รอคอย เวลาการแก้งาน (Rework) เวลาตรวจสอบ และเวลาพัก เป็นต้น

ประโยชน์

- ทราบถึงเวลาที่มากที่สุดในการแปรรูปผลิตภัณฑ์
- นำไปวางแผนการผลิตในแต่ละวัน

วิธีการ: ได้จากการจับเวลาจริง ตั้งแต่ Input วัตถุดิบจนออกมาเป็นผลิตภัณฑ์

สำเร็จรูป

ข้อแนะนำ

- Lead Time ของสินค้า คือ เวลาตั้งแต่สั่งซื้อ (Order) จนถึงส่งขาย (Shipment)
- Lead Time ของสายการผลิต คือ เวลา Input งาน จนถึงงาน Output ออกมาครบล็อต
- ถ้าต้องการเปรียบเทียบ Lead Time ควรเริ่มจับเวลาเดียวกัน หรือหักเวลาพักออก

แนวทางในการลด Lead Time

- ทำการผลิตแบบต่อเนื่อง เช่น การผลิตแบบ Flow Line
- ลดรอบเวลา (Cycle Time) ที่สูงที่สุดของกระบวนการ
- ลดความสูญเปล่า (Waste) เช่น งานระหว่างผลิต (Work In Process: WIP), การรอคอย (Waiting), การขนส่ง (Transportation), และของเสีย (Defect) เป็นต้น
- ลดขนาดการผลิต (Lot Size)

2.4.4.6 Processing Time (P/T)

Processing Time คือ เวลาการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดคุณค่า เช่น เวลาที่ผลิตภัณฑ์ถูกแปรรูป, ตรวจสอบ, ทำความสะอาด, และบรรจุหีบห่อ เป็นต้น

ประโยชน์

- ทราบถึงเวลาการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดคุณค่า
- นำไปคำนวณหา Stagnating Time, และ Stagnating Ratio

วิธีการ: การหา Processing Time สามารถหาได้จากการจับเวลาจริงที่หน้างาน หรือใช้สูตรในการคำนวณก็ได้ ขึ้นอยู่กับรูปแบบการส่งงานของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1) แบบ Flow Line (แบบต่อเนื่อง)

$$\text{Processing Time (P/T)} = S/T + [C/T_{\max} \times (Q' \text{ty in Lot} - 1)] \quad (2.5)$$

2) แบบ Batch Line (แบบไม่ต่อเนื่อง)

$$\text{Processing Time (P/T)} = C/T \times (Q' \text{ty in Lot}) \quad (2.6)$$

2.4.4.7 Stagnating Time

Stagnating Time คือ เวลาที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า เวลาที่งานหยุดนิ่ง ไม่ถูกแปรรูป เรียกอีกอย่างว่าเวลารอคอย (Waiting Time) เช่น การ Input งานเกินความจำเป็นที่ต้องใช้ (เกิด Stock), รอเนื่องจากเครื่องจักรมีปัญหา, ทำงานนอกเหนือจากข้อกำหนด และรอการยืนยันคุณภาพ เป็นต้น

ประโยชน์

- ทราบถึงเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า เวลาที่ผลิตเกินหรือการผลิต

วิธีการ: ได้จากการคำนวณโดยนำเวลานำ (Lead Time) ลบด้วยเวลาทำงานที่ก่อให้เกิดคุณค่า (Processing Time) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{Stagnating Time} = \text{Lead Time} - \text{Processing Time} \quad (2.7)$$

Stagnating Ratio คือ อัตราส่วนงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่องานที่ก่อให้เกิดคุณค่า (อัตราส่วนเป้าหมาย (Target) ไม่ควรเกิน 3.5 เท่า) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{Stagnating Ratio} = \frac{\text{Stagnating Time}}{\text{Processing Time}} \quad (2.8)$$

2.4.4.8 Manpower

Manpower คือ จำนวนพนักงานที่จำเป็นที่ต้องใช้ในการผลิตงาน เพื่อให้ได้งานตามเป้าหมาย

ประโยชน์

- ทราบถึงจำนวนพนักงานที่จำเป็น(ดีที่สุด) ต้องใช้ในการผลิต
- เพื่อนำไปวางแผนการผลิต

วิธีการ: การหา Manpower หาได้ 2 วิธี ดังนี้

1) จำนวนพนักงานต่อกระบวนการ

$$\text{Manpower} = \frac{\text{Cycle Time ของ Process}}{\text{Takt Time}} \quad (2.9)$$

2) จำนวนพนักงานทั้งหมด

$$\text{Manpower} = \frac{\text{Standard Time}}{\text{Takt Time}} \quad (2.10)$$

2.4.4.9 Productivity

Productivity คือ การเพิ่มผลผลิต โดยการใช้ปัจจัยการผลิต (คน, เครื่องจักร, วัตถุดิบ, และเวลา) ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ประโยชน์

- ทราบถึงความสามารถในการผลิตงานของพนักงาน 1 คนใน 1 ชั่วโมง
- เพื่อนำไปวางแผนการผลิต

วิธีการ: หาได้จากการคำนวณ โดยการนำผลผลิต (Output)หารด้วยจำนวนพนักงาน และเวลาที่ใช้ในการทำงาน หน่วยที่ได้คือ หน่วย (ชิ้น, แผ่น) ต่อชั่วโมงแรงงาน (Man-Hours: Mhrs.). ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{จำนวนพนักงาน} \times \text{เวลาที่ใช้ทำงาน}} \quad (2.11)$$

$$\text{Output (Estimate)} = \frac{\text{Working Time}}{\text{C/T max.}} \quad (2.12)$$

2.4.4.10 Balance Efficiency (BE)

Balance Efficiency คือ ประสิทธิภาพของสายการผลิตในการใช้จำนวนพนักงาน และเวลาการทำงานอย่างเหมาะสม

ประโยชน์

- ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของสายการผลิต

วิธีการ: หาจากการคำนวณ โดยนำเวลามาตรฐาน (Standard Time)หารด้วย C/Tmax. หรือ T/T และจำนวนพนักงานทั้งหมดที่ใช้ หน่วยที่ได้คือ % โดยที่เป้าหมายของ Line Balance Efficiency (LBE) = 90% up (ยอมให้เกิดการรอคอยในขบวนการได้ไม่เกิน 10%) ซึ่งสามารถแสดงได้ ดังนี้

$$BE (LB) = \frac{\text{Standard Time} \times 100}{C/T_{\max} \times \text{จำนวนพนักงาน}}, \text{ กรณีที่ } C/T_{\max} \text{ สูงกว่า } T/T \quad (2.13)$$

$$LBE = \frac{\text{Standard time} \times 100}{T/T \times \text{จำนวนพนักงาน}}, \text{ กรณีที่ } C/T_{\max} \text{ ต่ำกว่า } T/T \quad (2.14)$$

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกิดศักดิ์ ธนันทกุล, พิพัฒน์ เงินรุ่งเรืองโรจน์, และวิรุฬห์ วิชาญเกรียงไกร (2540) ได้ทำการพัฒนาเครื่องวัดและผสมดินเหนียวโดยใช้หลักวิศวกรรมคุณค่า เพื่อมาใช้แทนแรงงานคนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และช่วยลดต้นทุนในโรงงาน

วัชรฯ แซ่เลี้ยว, วัชร สุวรรณท้าว, และสุชสวัสดิ์ ณ หนองคาย (2547) ได้ทำการศึกษาวิธีการใช้วิศวกรรมคุณค่า ในการจัดการงบประมาณก่อสร้าง พบว่าค่าวัสดุ ค่าแรงงานของอาคาร 7 ชั้น ที่ใช้ทฤษฎี VE ต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในงานอาคารเดิมถึง 3.5% ส่วนบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ค่าแรงค่าวัสดุต่ำกว่าอาคารเดิมถึง 16.4% จะเห็นได้ว่า อาคารที่ใช้ทฤษฎี VE จะมีค่าวัสดุค่าแรงงานน้อยกว่าอาคารที่ไม่ได้ใช้ทฤษฎี VE ในการก่อสร้างโดยทั่วไปผู้ออกแบบต้องคำนึงถึง องค์ประกอบอย่างอื่นอีกก็เป็นไปได้ เช่น ความแข็งแรง ความสะดวก ความรวดเร็ว เป็นต้น

อัมพิกา ไกรฤทธิ์ (2526) ได้ทำการศึกษาโดยการนำวิศวกรรมคุณค่าไปประยุกต์ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรม 3 โรงงาน คือ โรงงานประกอบตู้เย็น เพื่อลดต้นทุนการผลิตกล่องบรรจุตู้เย็น โดยสามารถทำให้ประหยัดลงได้ประมาณ 3,000,000 บาทต่อปี และโรงงานรับจ้างฟอกผ้าและย้อมผ้า เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิต คือ โซดาไฟที่ใช้จำนวนมากในกระบวนการเมอร์เซอร์ไรส์ สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการต้มผ้า หรือนำไปผสมกับโซดาไฟเข้มข้นสามารถนำกลับมาใช้ที่กระบวนการเมอร์เซอร์ไรส์ได้อีก ทำให้สามารถประหยัดเงินได้ 1,873,368 บาทต่อปี และการนำสีซัลเฟอร์ที่เหลือจากการย้อมผ้ากลับมาใช้อีก สามารถประหยัดเงินได้ประมาณ 290,600 บาทต่อปี และโรงงานทอระบายน้ำคอนกรีต โดยได้เสนอแนะให้ทำระบบขนถ่ายวัสดุใหม่

เป็น Jib crane และ Overhead crane แทนการใช้รถเข็น ทำให้ลดต้นทุนการผลิตลงได้ประมาณ 460,549 บาทต่อปี

สุริยะ เกตุแก้ว , พิชณุ ไพธดำ, และอรดี พงศ์ศรีณนนท์ (2550) ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าเพื่อลดต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียด้วยเครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำชนิดหมุนเร็วแบบทุ่นลอย โดยไม่ทำให้น้ำที่การใช้งาน และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของเครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำชนิดหมุนเร็วแบบทุ่นลอยนี้ลดลง ได้มีการออกแบบชิ้นส่วนใหม่ โดยเปลี่ยนรูปแบบและวัสดุที่ใช้จากสแตนเลสมาเป็นพลาสติก และหลังจากได้ทดลองใช้งานจริงเป็นเวลา 6 เดือนพบว่าสามารถลดต้นทุนของเครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำชนิดหมุนเร็วแบบทุ่นลอยได้ผลตามที่ทีมงานได้ตั้งเป้าไว้ คือ สามารถลดต้นทุนของใบพัดได้ 7,637 บาท ในระยะเวลาการติดตั้ง 2 ปี และจากการทดสอบสมมติฐาน พบว่าการเปลี่ยนรูปแบบและวัสดุของใบพัดทำให้ค่า BOD เฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$) ซึ่งนั่นแสดงว่า น้ำที่การใช้งานและประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของเครื่องกลเติมอากาศใหม่นี้ ไม่ลดลงแต่ประการใด

ในวารสาร Indian of Plastic Surgery (2537) ได้ศึกษาการนำวิธีการทางวิศวกรรมคุณค่าไปใช้ในการลดต้นทุนการผลิตผ้าปิดแผล และยาปฏิชีวนะ ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้ถึง 50.07% และ 49.35% ตามลำดับ

S.W. Fong (2541) ภาควิชา Building & Real Estate แห่งมหาวิทยาลัยอุตสาหกรรมการและเทคโนโลยีฮ่องกง ร่วมกับสถาบันการบริหารคุณค่าแห่งฮ่องกง (The Hong Kong Institute of Value Management) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการนำวิธีการทางวิศวกรรมคุณค่าไปประยุกต์ใช้ในแวดวงอุตสาหกรรมของฮ่องกง เพื่อลดต้นทุนในการผลิต แต่คงไว้ซึ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์

Charles Y.J. Cheah และ Seng Kiong Ting (2547) แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีนานยาง ประเทศสิงคโปร์ ได้ทำการประเมินผลการนำวิธีการทางวิศวกรรมคุณค่ามาใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่า ได้มีการนำหลักการทางวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ในวงการอุตสาหกรรมการก่อสร้างมากยิ่งขึ้น

Ugo Ibusuki และ Paulo Carlos Kaminski (2547) แห่งมหาวิทยาลัยเซาเปาโล ได้ทำการศึกษากระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยเน้นทางด้านวิศวกรรมคุณค่า และต้นทุนในกระบวนการผลิต; กรณีศึกษาบริษัทผลิตรถยนต์ พบว่า การบริหารต้นทุน ไม่ได้เป็นการกำหนดปริมาณ แต่เป็นการเน้นคุณภาพ ในส่วนของเรื่องราคาไม่มีความสำคัญมากนัก แต่ต้องดูส่วนหนึ่งของผู้รับเหมา และลูกค้า ว่ามีเป้าหมายที่ได้ในการทำ หรือกำหนดราคานั้น ๆ เพราะฉะนั้นการ

รวมต้นทุนในกระบวนการผลิตเข้ากับวิศวกรรมคุณค่า ย่อมส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาได้ดียิ่งขึ้น