

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดในการปรับปรุงผลผลิตภาพในการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าโดยใช้เทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาประกอบไปด้วยทฤษฎีดังนี้

- 2.1 การศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study)
- 2.2 การวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis)
- 2.3 แผนภูมิการผลิตต่อเนื่อง (Flow Process Chart)
- 2.4 แผนภาพการไหล (Flow Diagram)
- 2.5 การวิเคราะห์การปฏิบัติงาน (Operation Analysis)
- 2.6 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study)
- 2.7 การศึกษาเวลา (Time Study)
- 2.8 เทคนิค ECRS
- 2.9 แผนภูมิคน-เครื่องจักร (Man-Machine Chart)
- 2.10 แผนภูมิมือซ้าย-มือขวา (Left-hand/Right-hand Chart)
- 2.11 แผนภูมิถังปลา
- 2.12 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาการเคลื่อนไหว

การศึกษาการเคลื่อนไหว Motion Study หรือการศึกษาวิธีการ Method Study หมายถึง การศึกษากระบวนการอย่างมีระบบเกี่ยวกับวิธีการทำงานที่ใช้กันอยู่หรือออกแบบเสนอขึ้นใหม่รวมถึงการศึกษาการเคลื่อนที่ การไหลของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน คน เพื่อให้เกิดวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูง

การศึกษาการเคลื่อนไหว Motion Study คือ

- 1) การหาวิธีการทำงานที่ดีในการทำงาน
- 2) การออกแบบวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพ

3) เน้นการเคลื่อนไหวของคน การเคลื่อนไหวของร่างกาย การไหลของเครื่องมือ/วัสดุ ขั้นตอนการผลิต

จุดประสงค์ของการศึกษาความเคลื่อนไหว

1) การพัฒนาหาระบบและวิธีที่เหมาะสมเป็นระบบที่ทำให้ต้นทุนต่ำที่สุดงานในทางอุตสาหกรรมโดยทั่วไปมักจะเป็นงานเกี่ยวกับด้านการผลิตซึ่งต้องให้คน เครื่องจักร และวัตถุดิบในการผลิตกระบวนการผลิตจะเริ่มตั้งแต่จัดหาวัตถุดิบการแปรรูปให้เป็นชิ้นส่วนต่างๆโดยเครื่องจักรและคนงานการประกอบชิ้นส่วนต่างๆเหล่านี้ให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปและส่งออกไปยังลูกค้าในการออกแบบกระบวนการผลิตจะต้องพิจารณาถึงระบบต่างๆที่มีอยู่ตลอดจนจุดทำงานแต่ละจุดที่เป็นส่วนสำคัญของระบบ

2) ตั้งมาตรฐานของระบบและวิธีการทำงานเมื่อทำการพัฒนาระบบและวิธีการทำงานให้เป็นวิธีการทำงานที่ดีที่สุดแล้วจะต้องกำหนดให้การทำงานเป็นมาตรฐานและพนักงานที่ทำงานจะต้องทำงานตามมาตรฐานที่กำหนด การกำหนดงานที่เป็นมาตรฐานจะต้องแบ่งแยกขั้นตอนการทำงานให้ละเอียดในการทำงานเช่นขนาดและรูปร่างเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานเป็นต้นรวมทั้งกำหนดสภาพเงื่อนไขการทำงานเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานที่ตั้งไว้

3) ตั้งเวลามาตรฐานที่ควรใช้ในการทำงานเป็นการหาเวลาที่จะใช้เมื่อคนงานผ่านการฝึกหัดให้ทำงานตามมาตรฐานวิธีการทำงานที่กำหนดไว้จนเกิดความชำนาญและมีประสบการณ์เพียงพอทำงานในสภาวะปกติรวมกับเวลาเผื่อต่าง ๆ แล้วตั้งเป็นเวลามาตรฐานในการทำงานและเวลามาตรฐานนี้มีประโยชน์มากในทางอุตสาหกรรมเพื่อนำไปวางแผนการทำงาน กำหนดตารางการทำงานหรือเพื่อใช้ประมาณราคาและควบคุมการผลิตเป็นต้น

4) ฝึกฝนคนงานให้ทำงานในวิธีที่กำหนดการฝึกฝนคนงานให้สามารถทำงานในวิธีที่กำหนดนั้นการฝึกฝนอาจทำโดยหัวหน้างาน นักวิเคราะห์การเคลื่อนที่และเวลาหรือให้คนงานที่มีความชำนาญแล้วเป็นผู้ฝึกสอนให้กับคนงานใหม่เป็นต้น

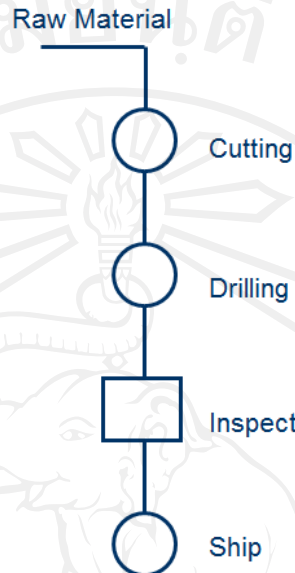
2.2 การวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis)

การวิเคราะห์กระบวนการโดยทั่วไปจะมีเครื่องมือที่นิยมใช้คือแผนภูมิกระบวนการดำเนินงาน (Operation Process Chart) โดยแผนภูมิกระบวนการดำเนินงานจะเป็นแผนภูมิที่บันทึกกรรมวิธีอย่างกว้าง ๆ เพื่อให้เห็นภาพการทำงานของทั้งระบบงานโดยบันทึกการทำงาน (Operations) และการตรวจสอบ (Inspections) ที่สำคัญทั้งหมดเรียงตามลำดับก่อนหลังโดยใช้สัญลักษณ์ในการบันทึกเพียง 2 ตัวเท่านั้น คือ

○ = ใช้แทนการทำงาน (Operation)

□ = ใช้แทนการตรวจสอบ (Inspection)

และจะต้องมีคำอธิบายสัญลักษณ์สั้น ๆ กำกับไว้ทางขวาของสัญลักษณ์ในแผนภูมิด้วยเพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานอย่างชัดเจน



ภาพ 2.1 แสดงตัวอย่างแผนภูมิกระบวนการดำเนินงาน (Operation Process Chart)

การใช้สัญลักษณ์ในแผนภูมิถูกกำหนดโดยสมาคมวิศวกรเครื่องกลของอเมริกา (The American Society of Mechanical Engineers, ASME) โดยแบ่งกิจกรรมในวิธีการทำงานออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

○ = Operation หรือ การปฏิบัติงานหรือการทำงาน หมายถึง การปฏิบัติงานบนชิ้นงานเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะหรือคุณสมบัติของชิ้นงาน

⇒ = Transportation หรือ การขนส่งหรือการขนย้าย หมายถึง การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ยกเว้นการขนย้ายขณะอยู่ในขั้นตอนการผลิต

□ = Inspection หรือ การตรวจสอบ หมายถึง กิจกรรมเกี่ยวกับการตรวจสอบเปรียบเทียบคุณภาพของชิ้นงาน ปริมาณของวัสดุ เพื่อให้แน่ใจในลักษณะของชิ้นงาน

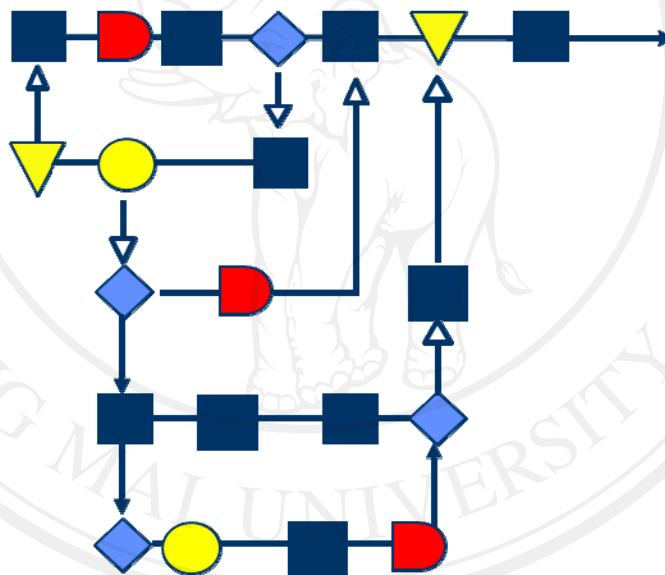
□ = Delay หรือ ความล่าช้า หมายถึง ความล่าช้าของงานเนื่องจากมีอุปสรรคมาขัดขวางไม่ให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานขั้นต่อไป

▽ = Storage หรือ การพัก หมายถึง การเก็บชิ้นงานอย่างถาวร ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้ถ้าต้องการ ซึ่งการเบิกจ่ายควรมีคำสั่งหรือหนังสือจากผู้เกี่ยวข้อง

2.3 แผนภูมิการผลิตต่อเนื่อง (Flow Process Chart)

คือการแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนย่อยๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน เพื่อที่จะให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น และง่ายแก่การจัดการประโยชน์จากการใช้แผนผังการไหลในกระบวนการ คือ สามารถกำหนดงานที่ไร้ประสิทธิภาพ และงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มออกได้ ดังนั้นการวิเคราะห์แผนภูมิจึงจะทำให้ดีเมื่อมีการกำหนดผังของการเคลื่อนที่และจากแผนภูมิจึงนำไปสู่การปรับปรุงการวางผังให้ดีขึ้นแผนภูมิการผลิตต่อเนื่องอาจจำแนกได้เป็น 3 ชนิดคือ

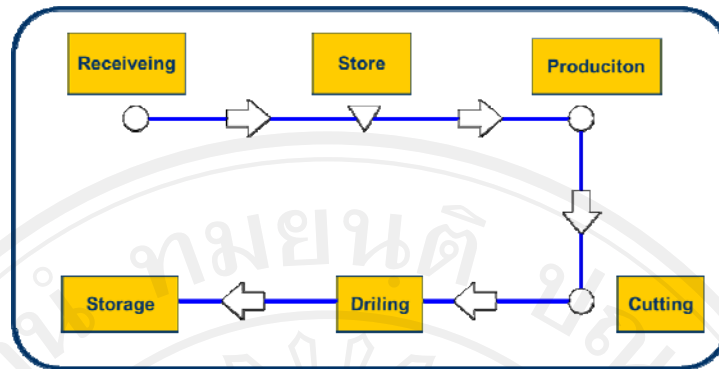
- 1) การเคลื่อนที่ของคนแสดงการเคลื่อนที่ของคนในการทำงาน
- 2) การเคลื่อนที่ของวัสดุหรือผลิตภัณฑ์แสดงการเคลื่อนที่ของวัสดุหรือวัตถุดิบหรือวัตถุดิบในกระบวนการผลิต
- 3) การเคลื่อนที่ของเครื่องมือแสดงการใช้เครื่องมือของคนงาน



ภาพ 2.2 ตัวอย่างแผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart)

2.4 แผนภาพการไหล (Flow Diagram)

แผนผังการไหล คือแผนภาพแสดงการไหลของงานหรือวัตถุดิบที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรมต่อกิจกรรมหรือระหว่างสถานงานต่อสถานงาน แผนผังการไหลจะแสดงอยู่บนผังโรงงานและจะใช้ควบคู่กับ Flow Process Chart



ภาพ 2.3 ตัวอย่างแผนภาพการไหล (Flow Diagram)

หลักการเขียนภาพการไหล

- 1) เขียนแผนผังสถานที่ทำงานโดยมีการกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ เครื่องจักร ประตู อย่างชัดเจน
- 2) วิเคราะห์การเคลื่อนที่การไหลของคนหรือของวัสดุหรือเครื่องจักรที่เคลื่อนที่ และเขียนเส้นทางการไหลลงในผัง
- 3) เขียนสัญลักษณ์กระบวนการตามตำแหน่งเกิดกระทำนั้น ๆ ให้ตรงกับจุดที่เกิดจริงอาจควบคู่กับแผนภูมิกระบวนการ
- 4) เมื่อมีการเคลื่อนที่หรือการไหลซ้ำให้เขียนเส้นทางแยกจากกับของเดิมอีกเส้นเสมอทั้งนี้เพื่อใช้วิเคราะห์ความหนาแน่นของการเคลื่อนที่หรือการไหล

2.5 การวิเคราะห์การปฏิบัติงาน (Operation Analysis)

การวิเคราะห์การปฏิบัติงานจะแตกต่างไปจากการวิเคราะห์กระบวนการคือจะศึกษาและวิเคราะห์ถึงจุดที่เล็กลงมาเพื่อหาวิธีการทำงานที่ดีกว่าเดิมโดยเน้นการจัดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น ออกแล้วทำการจัดลำดับการทำงานโดยมีเครื่องมือในการวิเคราะห์การปฏิบัติงานคือแผนภูมิการปฏิบัติงาน(Operation Chart)

แผนภูมิการปฏิบัติงาน(Operation Chart)เป็นการพัฒนาวิธีการทำงานหรือการศึกษาขั้นตอนของการปฏิบัติงานโดยการวิเคราะห์การทำงานของมือทั้งสอง(Left and Right Hand Chart) ซึ่งสัญลักษณ์มีเพียง 4 ตัวเท่านั้น



Operation

การใช้มือจับ จัดตั้ง การปล่อยวัตถุออกจากมือ



Transportation

การเคลื่อนที่ของมือ



Hold

การถือวัตถุในมือเพื่อการทำงาน



Delay

การที่มืออยู่นิ่งเพื่อรอการปฏิบัติงาน

2.6 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study)

การศึกษาเวลาโดยการจับเวลาโดยตรงเป็นวิธีการศึกษาเวลาที่ได้รับความนิยมใช้ในปัจจุบันเป็นอย่างมาก การจับเวลาจะทำให้ผู้ศึกษาสามารถมองเห็นลักษณะการทำงานและเวลาที่ได้จากการทำงานจริงแต่อาจจะทำให้คนงานที่ถูกจับเวลาอยู่เร่งทำงานขึ้นหรือทำงานช้าลงดังนั้นก่อนการทำการศึกษาเวลาจะต้องอธิบายวัตถุประสงค์การจับเวลา ก่อนโดยการศึกษาเวลามีขั้นตอนดังนี้

- 1) ทำความเข้าใจกับคนงานและหัวหน้างาน
- 2) แบ่งการปฏิบัติงานออกเป็นงานย่อย (Elements)
- 3) สังเกตและบันทึกเวลาการทำงานของคนงาน
- 4) คำนวณหาจำนวนเที่ยวที่เหมาะสมในการจับเวลา
- 5) ให้อัตราความเร็วแก่การทำงานของคนงาน
- 6) ตรวจสอบว่าได้จับเวลาตามจำนวนรอบที่ต้องการแล้ว
- 7) คำนวณหาเวลาเผื่อ (Allowances)
- 8) คำนวณหาเวลามาตรฐานของงาน (Standard Time)

2.7 การศึกษาเวลา(Time Study)

การศึกษาเวลา (Time Study) คือการหาเวลามาตรฐานในการทำงานของคนงานซึ่งได้รับการฝึกงานนั้นมาอย่างดีและมีความชำนาญทำงานนั้นในอัตราปกติ (Normal Pace) ด้วยวิธีการที่กำหนดให้ (Specified Method)

การศึกษาเวลาจะแตกต่างจากการศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) ซึ่งเกี่ยวกับการศึกษาวิธีการทำงานและการออกแบบวิธีปรับปรุงการศึกษาเวลา (Time Study) จะเกี่ยวกับการวัดผลงานซึ่งจะมีหน่วยเป็นนาทีหรือวินาทีที่คนงานหนึ่งคนสามารถทำงานนั้นๆ ได้ตามวิธีที่กำหนดที่ได้นั้นคือเวลามาตรฐาน (Standard Time) โดยสามารถอธิบายความหมายของเวลามาตรฐานของงานเป็นสมการความสัมพันธ์กับผลผลิตได้ดังนี้

$$\text{Expected Output (Pieces)} = \frac{\text{Total Time Spent on Operation}}{\text{Standard Time per Piece}}$$

สมการข้างต้นนี้แสดงให้เห็นว่าเวลามาตรฐานของชิ้นงานควรรวมเอาเวลาเผื่อต่างๆ สำหรับการการทำงานเช่น ความล่าช้า การพักผ่อนน้อย เข้าเป็นส่วนหนึ่งของเวลาที่ใช้ในการผลิตเวลามาตรฐาน จะช่วยให้สามารถคำนวณผลผลิตมาตรฐานของงานเมื่อคนงานทำงานด้วยประสิทธิภาพ 100 %

ดังนั้นถ้าผลผลิตของคณงานต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ เราอาจคำนวณประสิทธิภาพในการทำงานได้จากสูตร

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Actual Output}}{\text{Standard Output}}$$

ซึ่งเป็นดัชนีที่ให้เห็นถึงควมมีประสิทธิภาพของการทำงานภายในกระบวนการผลิตว่าได้เปลี่ยนแปลงไปในทางบวกหรือทางลบ

2.7.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลาเป็นการศึกษาหาเวลามาตรฐานในการทำงานเพื่อวัตถุประสงค์ใช้ข้อมูลเวลาที่ได้ในการจัดตารางเวลาทำงาน (Schedules) และการวางแผนการทำงาน (Planning Work) ใช้ในการคำนวณต้นทุนมาตรฐานการจัดเตรียมงบประมาณ ใช้ในการประมาณการต้นทุนของผลิตภัณฑ์ล่วงหน้าก่อนการผลิตจริง ใช้คำนวณประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร จำนวนเครื่องจักรที่คณงานสามารถควบคุมได้และใช้ในการจัดสมดุลสายงานประกอบ ใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดค่าแรงจูงใจ (Wage Incentive) สำหรับแรงงานทางตรงและแรงงานทางอ้อมและใช้ในการเป็นพื้นฐานในการควบคุมต้นทุนแรงงาน

2.7.2 ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

แม้ว่าการศึกษาเวลาจะมีประโยชน์โดยตรงในการหาเวลามาตรฐานเพื่อนำมาใช้ในการแผนการให้ผลตอบแทนแก่คณงานก็ตามแต่ประโยชน์อื่นๆยังมีอีกมากมาย เช่น

- 1) การควบคุมเวลา (Labor Cost Control) ใช้ในการหาต้นทุนแรงงานในงานชิ้นหนึ่งๆเพื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่างๆ
- 2) การทำงานประมาณ (Budgeting) ใช้ในการประเมินอัตราค่าใช้จ่าย (Overhead Rate) ของชิ้นงานหรือสินค้าที่ผลิต
- 3) การประมาณค่าใช้จ่าย (Cost Estimation) ใช้ในการประเมินค่าใช้จ่ายของสินค้าที่จะผลิตในอนาคตโดยอาศัยข้อมูลในอดีตและอาศัยข้อมูลจากการศึกษาเวลาในอดีตเพื่อกำหนดราคาสินค้า
- 4) การวางแผนกำลังคน (Manpower Planning) ใช้ในการช่วยตัดสินใจว่าในแต่ละหน่วยงานต้องการกำลังคนในการทำงานเท่าใด
- 5) การฝึกอบรม (Training) ใช้เป็นมาตรฐานในการฝึกอบรมคณงานใหม่และเป็นมาตรฐานเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพการทำงาน

2.7.3 การประมาณจำนวนรอบของการจับเวลา

บริษัท Maytag ได้ดัดแปลงหลักสถิติดังกล่าวเพื่อให้การประมาณจำนวนครั้งในการจับเวลาง่ายขึ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ทำการจับเวลาการทำงานเบื้องต้น โดยถ้าวัฏจักรงานสั้นกว่า 2 นาทีให้จับเวลา 10 ค่าถ้าวัฏจักรงานยาวกว่า 2 นาทีให้จับเวลา 5 ค่า

2) หาค่า R (Range) ก็คือค่าสูงสุด (H)-ค่าต่ำสุดของกลุ่ม(L) $R=H-L$

3) หาค่า $\bar{X}$ ซึ่งได้จากผลรวมของตัวเลขในกลุ่มหารด้วยจำนวนข้อมูล(5หรือ10) หรืออาจจะหาค่าประมาณได้จาก $\frac{(H+L)}{2}$ หรือ $\bar{X} = \sum \frac{Xi}{n}$

4) คำนวณค่า $\frac{R}{\bar{X}}$

5) อ่านค่า N (จำนวนรอบที่เหมาะสม)จากตารางซึ่งตรงกับค่า $\frac{R}{\bar{X}}$ ที่คำนวณไว้

6) จับเวลาจนครบตามจำนวนครั้งที่ได้

ตาราง 2.1 การอ่านค่า N จากค่า $\frac{R}{\bar{X}}$

$\frac{R}{\bar{X}}$	ข้อมูลตัวอย่าง		$\frac{R}{\bar{X}}$	ข้อมูลตัวอย่าง		$\frac{R}{\bar{X}}$	ข้อมูลตัวอย่าง	
	5	10		5	10		5	10
.10	3	2	.42	52	30	.74	162	93
.12	4	2	.44	57	33	.76	171	98
.14	6	3	.46	63	36	.78	180	103
.16	8	4	.48	68	39	.80	190	108
.18	10	6	.50	74	42	.82	199	113
.20	12	7	.52	80	46	.84	209	119
.22	14	8	.54	86	49	.86	218	125
.24	17	10	.56	93	53	.88	229	131
.26	20	11	.58	100	57	.90	239	138
.28	23	13	.60	107	61	.92	250	149
.30	27	15	.62	114	65	.94	261	156
.32	30	17	.64	121	69	.96	273	162
.34	34	20	.66	139	74	.98	284	169
.36	38	22	.68	137	78	1.0	296	
.38	43	24	.70	145	83			
.40	47	27	.72	153	88			

แต่เนื่องจากตารางนี้หาได้สมมุติค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$ ภายในความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นถ้าต้องการค่าความคลาดเคลื่อนเป็น $\pm 10\%$ ภายใต้ความเชื่อมั่น 95% ให้นำค่าที่อ่านได้จากตารางหารด้วย 4

2.7.4 การหาปัจจัยอัตราความเร็ว (Determining the Rating Factor)

ระบบการให้อัตราความเร็วด้วยวิธี Westing Houseคิดขึ้นโดยบริษัท Westing House ในปี 1927 โดยอาศัยองค์ประกอบ 4 ตัวช่วยในการพิจารณา คือ

- 1) ความชำนาญ (Skill) คือ ความสามารถในการปฏิบัติตามวิธีการที่ให้อย่างคล่องแคล่วว่องไว

2) ความพยายาม (Effort) คือ การแสดงความปรารถนาที่จะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

3) ความสม่ำเสมอ (Consistency) คือการปฏิบัติงานด้วยอัตราคงที่ของงาน

4) เงื่อนไข (Condition) คือสิ่งซึ่งมีผลต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ไม่ได้ปฏิบัติงาน

การประเมินค่าอัตราความเร็วของงานจะให้คะแนนองค์ประกอบทั้ง 4 ตัวโดยดูได้จากตารางดังต่อไปนี้

ตาราง 2.2 การประเมินค่าอัตราความเร็วของงาน

Skill			Effort		
+0.15	A1	Super Skill	+0.13	A1	Super Skill
+0.13	A2		+0.12	A2	
+0.11	B1	Excellent	+0.10	B1	Excellent
+0.08	B2		+0.08	B2	
+0.06	C1	Good	+0.05	C1	Good
+0.03	C2		+0.02	C2	
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.05	E1	Fair	-0.04	E1	Fair
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Poor	-0.12	F1	Poor
-0.22	F2		-0.17	F2	
Condition			Consistency		
+0.06	A	Ideal	+0.04	A	Perfect
+0.04	B	Excellent	+0.03	B	Excellent
+0.02	C	Good	+0.01	C	Good
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.03	E	Fair	-0.02	E	Fair
-0.07	F	Poor	-0.04	F	Poor

การคำนวณหาค่าเวลาปกติ (Determining the Normal Time) หลังจากการหาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทำงานและทราบประสิทธิภาพในการทำงานแล้วขั้นตอนต่อไปคือ การคำนวณหาค่าเวลา

ปกติของแต่ละงานย่อยโดยสมการ $\text{Normal Time} = \text{Selected Time} \times \text{Rating Factor}$ การใช้เวลาเพื่อ
เพื่อหาเวลามาตรฐาน (The Use of Allowance for Determining Standard time)

หลังจากทราบค่าเวลาปกติ (Normal Time) และเวลาลดหย่อน (Allowance Time) สามารถ
คำนวณค่าเวลามาตรฐานของการทำงานได้โดย

$$\text{STD} = \text{NT} + \text{A}(\text{NT}) = \text{NT}(1 + \text{A})$$

เมื่อ STD = เวลามาตรฐาน (Standard Time)
NT = เวลาปกติ (Normal Time)
A = เวลาลดหย่อน (Allowance Time)

2.8 เทคนิค ECRS

เทคนิคเพื่อการปรับปรุงงานประกอบด้วย

E คือ การขจัดงานที่ไม่จำเป็นออกให้หมด (Eliminate all unnecessary work) การตัดงานที่ไม่จำเป็นในการทำงานโดยการหาสาเหตุและตั้งคำถามสำหรับงานนั้นเช่น การตัดกระดาก่อนเข้าเล่ม ซึ่งอาจเป็นงานที่ไม่จำเป็น เราอาจตั้งคำถามว่าทำไมต้องตัดกระดาก่อนเข้าเล่มถ้ามีคำตอบแสดงความจำเป็นก็ไม่สามารถตัดงานนั้นได้ แต่ถ้าไม่มีเหตุในการทำงานนั้นก็แสดงว่าเป็นงานที่สามารถตัดทิ้งได้

C คือ การรวมการทำงานหรืองานย่อยเข้าด้วยกัน (Combine operation or element) งานบางชนิดสามารถรวมเข้าด้วยกันได้ เช่น การจัดเก็บและการนับจำนวนไปในเวลาเดียวกัน

R คือ ลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ (Rearrange the sequence of operation) เมื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นหรือรวมขั้นตอนการทำงานแล้วอาจจะต้องมีการจัดลำดับการทำงานนั้นใหม่

S คือ ทำงานที่จำเป็นให้ง่ายขึ้น (Simplify the necessary operation) พิจารณางานที่จำเป็นทำจริงให้ทำงานได้ง่ายขึ้น ลดภาระงาน ลดเวลา ลดงานย่อยลง เช่น การสร้างอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน เปลี่ยนวิธีการทำงาน

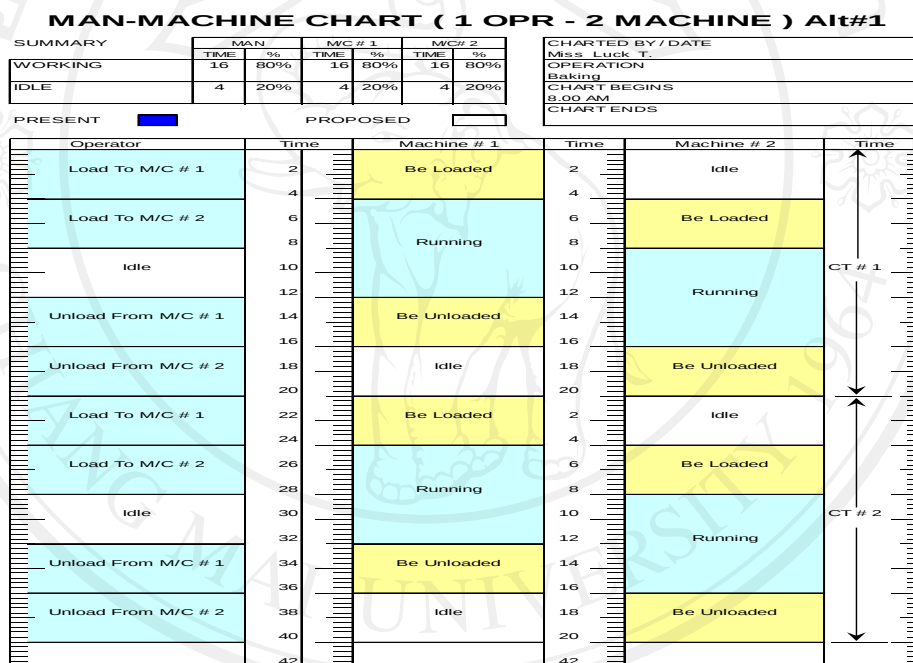
2.9 แผนภูมิคน-เครื่องจักร (Man-Machine Chart)

แผนภูมิคน-เครื่องจักรแสดงถึงความสัมพันธ์ของการทำงานของคนและเครื่องจักรในหนึ่งรอบการทำงาน (Cycle Time) ข้อมูลที่ได้จากแผนภูมิคนและเครื่องจักรสามารถนำมาตัดสินใจในการจัดการและมอบหมายปริมาณงานที่เหมาะสมให้แก่คนงานเพื่อลดเวลาว่างของทั้งคนและเครื่องจักรทำให้สมดุลในวงจรการทำงานดีขึ้นและประสิทธิภาพการทำงานของคนและเครื่องจักรเพิ่มขึ้น

การทำงานของคนและเครื่องจักรมีการกำหนดวิธีการดังนี้

- 1) เวลาทำงาน (Productive Time) เป็นเวลาที่คนหรือเครื่องจักรทำงานที่ทำให้เกิดผลผลิต
- 2) เวลาว่าง (Idle Time) เป็นเวลาที่หยุดทำงานทั้งเครื่องจักรและคนเป็นเวลาที่ไม่มีกิจกรรม
- 3) เวลาการนำงานเข้าออกจากเครื่อง (Loading/Unloading Time) เป็นเวลาที่นำชิ้นงานออกจากเครื่องจักรและนำชิ้นงานเข้าทำงานกับเครื่องจักร

ตัวอย่างแผนภูมิคนและเครื่องจักรของการควบคุมเครื่องจักรซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคนทำงานและเครื่องจักรในหนึ่งรอบการทำงานดังแสดงภาพ 2.4



ภาพ 2.4 แผนภูมิคนและเครื่องจักร

2.10 แผนภูมิมือซ้าย-มือขวา (Left-hand/Right-hand Chart)

แผนภูมิมือซ้าย-มือขวาเป็นแผนภูมิที่ใช้เพื่อสังเกตการทำงานที่ใช้มือเป็นหลัก โดยจะสังเกตการเคลื่อนไหวของมือทั้งสองข้างด้วยงานในกระบวนการประกอบโดยคนงานอยู่ประจำที่ เพื่อประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกันด้วยมือซ้ายมือขวาโดยการสังเกตการทำงานจนครบหนึ่งรอบการทำงานเพื่อปรับการทำงานระหว่างมือซ้ายและมือขวาให้พอกันดังแสดงในภาพ 2.5

LEFT-HAND / RIGHT-HAND CHART

SUMMARY		PRESENT		PROPOSED		DIFFERENCE		CHARTED BY / DATE		PAGE ____ OF ____	
		LH	RH	LH	RH	LH	RH			DETAILS OF	
OPERATIONS	○	1	3							OPERATION	
TRANSPORTS	→	2	3							PRESENT METHOD	
INSPECTIONS	□									PROPOSED METHOD	
DELAYS	D	6	3							REMARKS	
STORAGES	▽										
DISTANCE (cm)		30	35								

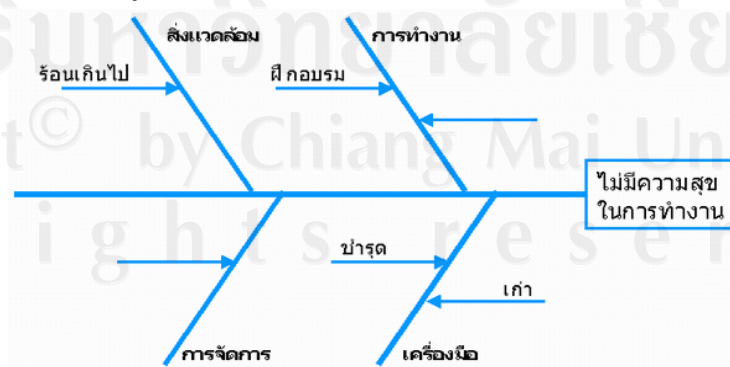
LEFT HAND	DISTANCE	OPERATION	TRANSPORT	INSPECT	DELAY	OPERATION	TRANSPORT	INSPECT	DELAY	DISTANCE	RIGHT HAND
1 Transfer to plu cap	15	○ →	□	D		○ →	□	D			1 Idle
2 Pick up cap		● →	□	D		○ →	□	D			2 Idle
3 Move Cap to work area	15	○ →	□	D		○ →	□	D			3 Idle
4 Hold		○ →	□	D		○ →	□	D	15		4 Transfer to PIU pen
5 Hold		○ →	□	D		○ →	□	D			5 Pick Up Pen Body
6 Hold		○ →	□	D		○ →	□	D	15		6 Move Pen to Workarea
7 Hold		○ →	□	D		○ →	□	D			7 Assembly
8 Idle		○ →	□	D		○ →	□	D	5		8 Move to aside
9 Idle		○ →	□	D		○ →	□	D			9 Aside
10		○ →	□	D		○ →	□	D			

ภาพ 2.5 แผนภูมิมือซ้าย-มือขวา

2.11 แผนภูมิกิ่งปลา

2.11.1 แผนภูมิกิ่งปลา (Fishbone Diagram or Ishikawa Diagram)

แผนภูมิอิชิกาวา (Ishikawa diagram) แผนภูมิแบบนี้ มีการเรียกชื่อกันหลายชื่อเช่น Ishikawa diagram, Cause and Effect diagram, Fishbone Diagram และ Root Cause Analysis โดย K. Ishikawa ใช้เทคนิคนี้เป็นคนแรกในปี 1960 สาเหตุและผลลัพธ์ (Cause and Effect) เป็นการอธิบายลักษณะของเครื่องมือนี้ได้อย่างเหมาะสมโดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นเหตุและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือเบื้องต้นในการหาสาเหตุของปัญหาในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะเรียกแผนภูมินี้ว่าแผนภูมิกิ่งปลา (Fishbone Diagram)

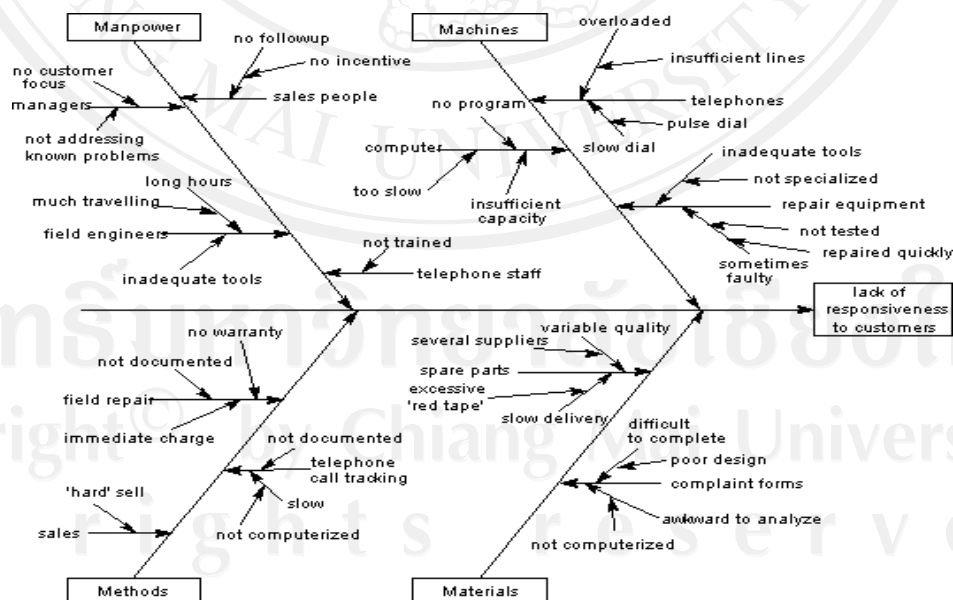


ภาพ 2.6 แผนภูมิกิ่งปลา

แผนภูมิแก้งปลาอย่างง่าย

หลักการเบื้องต้นของแผนภูมิแก้งปลา (Fishbone Diagram) คือการใส่ชื่อของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ทางด้านขวาสุดของแผนภูมิ โดยมีเส้นหลักตามแนวยาวของกระดูกสันหลัง จากนั้นใส่ชื่อของปัญหาย่อยซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาหลัก 3-6 หัวข้อ โดยลากเป็นเส้นแก้งปลา (Sub-bone) ทำมุมเฉียงจากเส้นหลัก เส้นแก้งปลาแต่ละเส้นให้ใส่ชื่อของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหานั้นขึ้นมา ระดับของปัญหาสามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีกถ้าปัญหานั้นยังมีสาเหตุที่เป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีกโดยทั่วไปมักจะมีการแบ่งระดับของสาเหตุย่อยลงไปมากที่สุด 4-5 ระดับเมื่อมีข้อมูลในแผนภูมิที่สมบูรณ์แล้วจะทำให้มองเห็นภาพขององค์ประกอบทั้งหมดที่จะเป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น แผนภูมิแก้งปลาสามารถนำไปใช้ได้ทั้งในกรณีของบุคคลหรือกลุ่มงานการใช้งานโดยทั่วไปหัวหน้าทีมจะเขียนแผนภูมิแก้งปลาบนกระดานดำโดยใส่หัวข้อของปัญหาหลักลงไปก่อนแล้วจึงปรึกษากับทีมงานถึงสาเหตุหลักของปัญหาเพื่อเขียนต่อลงไปจากแนวแกนของปัญหาหลักทีมงานจะช่วยเหลือกันเสนอปัญหาทั้งหมดและช่วยกันตัดสินใจในการระบุปัญหาหลักและอาจจะเขียนวงกลมเพื่อแสดงแต่ละหัวข้อโดยทำเป็นลำดับจนได้แผนภูมิที่ครบถ้วนสมบูรณ์

Ishikawa diagram เป็นเครื่องมือคุณภาพที่มีการใช้กันมากชนิดหนึ่งเนื่องจากสามารถมองเห็นภาพได้ง่าย สามารถใช้รวบรวมความคิดเห็นของกลุ่มได้อย่างเป็นระบบทำให้มีความเข้าใจและนำไปใช้วินิจฉัยปัญหาได้ในที่สุด



ภาพ 2.7 แผนภูมิแก้งปลาที่มีสาเหตุของปัญหาหลายระดับ

2.12 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดย ไกรสร สุขแก้ว (2552) ได้ทำการศึกษางานวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตช่องแอร์ภายในรถยนต์ด้วยการจัดการสายธารคุณค่าจากการศึกษาพบว่าเกิดความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไปความสูญเปล่าจากการเก็บสินค้าคงคลัง จึงนำแนวคิดลีนมาประยุกต์ในกระบวนการผลิตได้นำวิธีการคัมบังการจัดสมดุลการผลิตโดยให้การทำงานแบบ One-piece-flow การศึกษาการเคลื่อนไหวรวมถึงการปรับปรุง Line Layout ผลการปรับปรุงสามารถลดสต็อกชิ้นส่วนต่างๆของช่องแอร์คิดเป็นร้อยละ 50 ลดการจัดเก็บสินค้าคงคลังคิดเป็นร้อยละ 66.7 และยังมีงานวิจัยของ จักรกฤษ์ อันยะลา (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปด้วยเทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาโดยการศึกษาในส่วนกระบวนการผลิตเสื้อเวสของบริษัทนอร์ทเทิร์นแอนไชร์ จำกัดพบว่าปัญหาหลักเป็นปัญหาประสิทธิภาพในการผลิตค่อนข้างต่ำการจัดงานอยู่ในลักษณะทำงานไม่สะดวกงานอยู่ในตำแหน่งที่มีการเคลื่อนไหวแล้วเกิดความเมื่อยล้าชิ้นส่วนต่างๆไม่สะดวกกับการหยิบใช้ส่งผลให้กำลังการผลิตไม่สามารถตอบสนองลูกค้าได้ซึ่งหลังจากวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผลและนำเทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลามาแก้ปัญาที่เกิดขึ้นโดยการศึกษากระบวนการผลิตด้วยแผนผังการไหลและแผนภูมิกระบวนการผลิตแล้วนำการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงานรวมทั้งใช้หลักการดังกล่าวเพื่อออกแบบซึ่งการทำงานของพนักงานหลังการปรับปรุงได้จัดทำเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตเสื้อเวสสามารถลดระยะเวลาในกระบวนการผลิตจาก 30.24 นาทีเป็น 25.53 นาที คิดเป็น 15.57 % และลดขั้นตอนการผลิตโดยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยทำให้ชิ้นส่วนในกระบวนการผลิตลดลงจาก 116 ขั้นตอนเป็น 97 ขั้นตอนคิดเป็น 16.37 % โดยมีระยะเวลาคืนทุนจากการผลิต 10 ชิ้นและมีงานวิจัยของ จิรฐิธรรัตน์โนบล (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพงานบริการผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพเขต 10 ด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 พบว่าการนำเครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 มาช่วยในการวิเคราะห์ระบบการจัดการกระบวนการให้บริการผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลเพื่อหาสาเหตุที่ทำให้กระบวนการให้บริการที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดจากการศึกษาวิจัยทางโรงพยาบาลสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของงานบริการผู้ป่วยนอกได้โดยลดระยะเวลาในการรอคอยของผู้ใช้บริการงานบริการผู้ป่วยนอกตั้งแต่จุดคัดกรองไปจนถึงคลินิกผู้ป่วยนอกระยะเวลาในการรอคอยตั้งแต่มาถึงจนพบแพทย์ใช้เวลาเฉลี่ย 8 นาที จากเดิมเวลาเฉลี่ย 21 นาทีและระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่วัดจากแบบสอบถามเพิ่มขึ้น 42 เปอร์เซนต์และยังมีงานวิจัยของ จิตต กุศล (2551) ทำการศึกษาเรื่องการเพิ่มผลผลิตด้วยการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานกรณีศึกษาการผลิตชิ้นส่วนตัวยึดชุดระบบเบรกมือจักรยานยนต์การดำเนินการปรับปรุงได้ดำเนินการปรับปรุง

ขั้นตอนการผลิตใหม่ให้มีการผลิตแบบอัตโนมัติทำให้เครื่องจักรทำงานอย่างมีประสิทธิภาพทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องนำระบบคัมบังมาช่วยในการควบคุมการผลิตจากการศึกษาการปรับปรุงการผลิตสามารถเพิ่มชิ้นงานขึ้นมาได้ 47.08 % และยังมีงานวิจัยของ ชวลิต หินแสง (2553) ได้ทำงานวิจัยเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในโรงงานของเล่นไม้ด้วยเทคนิคการเคลื่อนไหวและเวลา จากการศึกษาพบว่าควรมีการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการผลิตภัณฑ์ KTB 503 กระบวนการฉลุ กระบวนการเจาะและกระบวนการตัดเพื่อลดเวลาในการผลิตของเล่นไม้โดยกระบวนการตัดไม้ได้ทำการปรับปรุงโดยการตัดครั้งละ 2 ท่อนเป็นครั้งละ 3 ท่อนสามารถลดเวลาจากเดิมคิดเป็น 16.72 % และกระบวนการฉลุให้พนักงานที่รองานจากกระบวนการเครื่องคัดเตอร์มาช่วยงานสามารถลดเวลาในการทำงาน 12.22 % และในกระบวนการตัดได้เพิ่มจากการตัดไม้ 3 ท่อนเป็น 4 ท่อนให้ลดเวลาได้คิดเป็น 16.88 % จากการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตที่ศึกษาสามารถลดเวลาในการผลิตโดยรวมในการผลิตผลิตภัณฑ์บล็อก KTB 503 ลงได้และยังมีงานวิจัยของ ดิษฐพงษ์ วิลัยกร(2545) เรื่องการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมไม้อัดโดยใช้เทคนิค MUDA จากการใช้เทคนิคดังกล่าวทำให้ตรวจพบความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตผิวชิ้นไม้อัดและขั้นตอนการเรียงไม้ชิ้นไม้อัดที่เครื่องทากาวและได้ทำการปรับปรุงโดยเพิ่มความเข้มงวดในตรวจจับไม้ที่นำมาใช้กับโรงงานและนำเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการผลิตและมีการควบคุมการผลิตอย่างใกล้ชิดทำให้อัตราการผลิตต่อหน่วยเพิ่มขึ้นคิดเป็นอัตราร้อยละ 59.3 และยังมีงานวิจัยของ นวนพ สุวรรณภูมิ (2551) ได้ทำงานวิจัยเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในโรงงานของเล่นไม้โดยใช้เทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาในหน่วยการศึกษาวิจัยการผลิตของโรงงานของเล่นไม้ยางพาราพบปัญหาในแผนกขัดและแผนกสี สกรีนว่ามีปัญหาที่ขั้นตอน การผลิตทำให้เกิดปัญหาการสูญเสียเวลาในการผลิต และต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นแผนกสีสกรีนทำการปรับปรุงให้สามารถสกรีนงานได้ที่ละ 2 ชิ้นสามารถลดงานลง 50 % ทำให้สามารถลดเวลาในการทำงานลดจากเดิม 25.12 ชั่วโมงเป็น 16.05 ชั่วโมงและแผนกขัดทำการปรับปรุงขั้นตอนการขัดจากวิธีการขัดชิ้นงาน 1 ชิ้นเป็นการขัดชิ้นงานที่ละ 3 ชิ้นโดยการนำอุปกรณ์ในการจับยึดชิ้นงานมาช่วยในการผลิตสามารถลดงานลงได้ 60 % และยังมีงานวิจัยของเบญจมาภรณ์ พิรนนท์ปัญญา (2549) ได้ทำงานวิจัยเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบชุดขนดินที่เหมือนแม่เมาะโดยใช้เทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลามาใช้ปรับปรุงกระบวนการทำงานในระบบชุดขนดินในปัจจุบันพบว่ารถขุดไฟฟ้าและรถดักถ้อยมีอัตราผลผลิตเฉลี่ยรวมถึงอัตราผลผลิตรวมของระบบลดลงจากเดิมที่เคยทำได้แสดงให้เห็นว่าความสามารถทางการทำงานของเครื่องจักรลดลงส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการปฏิบัติงานจึงได้นำเทคนิคต่าง ๆ ในการศึกษาการเคลื่อนไหวมาใช้ได้แก่การวิเคราะห์กระบวนการผลิตแผนภูมิการผลิตใช้วิเคราะห์และปรับปรุง

กระบวนการทำงานการศึกษาเวลาใช้เทคนิคการจับเวลาโดยตรงมาใช้เปรียบเทียบผลจากนั้นจัดกระบวนการทำงานให้เหมาะสมจากการศึกษาวิจัยสามารถสรุปได้ว่าสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตเฉลี่ยโดยรวมของระบบชุดชนิดของเหมืองแม่เมาะได้มากกว่า 10% ต้นทุนการดำเนินงานลดลง 37.6 ล้านบาทและยังมียานวิจัยของ พรเทพ รอดเนียม (2545) เรื่องการเพิ่มผลผลิตเหล็กกล้าโดยการลดเวลาการตั้งเครื่องโดยการปรับปรุงและพัฒนางานในการตั้งเครื่องเพื่อลดเวลาในการตั้งเครื่องโดยใช้หลักการของ SMED (Single Minute Exchange Die) ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการในการตั้งเครื่องเบื้องต้น SMED แบ่งงานเป็นการตั้งเครื่องเป็นงานนอกและงานในแล้วเปลี่ยนงานในให้เป็นงานนอกทำให้งานในและงานนอกทำงานได้เร็วขึ้นจะทำให้ลดเวลาในการตั้งเครื่องลงได้ 23 % จากการตั้งเครื่องปกติ และลดเวลาลงได้อีก 49 % เมื่อทำงานแบบคู่ขนานพร้อมกันและงานวิจัยของ วิชัย จันทรักษา และคณะ (2551) ได้ทำงานวิจัยเรื่องการเพิ่มผลผลิตในสถานประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต จากการศึกษาพบคอขวดขึ้นในสถานี่ต่าง ๆ ทำให้เกิดการหยุดของสายพานบ่อยครั้งและทำให้การผลิตไม่ได้ ตามแผนการผลิตทำให้ต้องผลิตล่วงเวลาในกรณีผลิตไม่ทันทำให้ส่งงานให้ลูกค้าได้ไม่ตรงตามกำหนดจึงได้ทำการวิเคราะห์และเลือกเครื่องมือสำหรับการเพิ่มผลผลิต (เทคนิคไอซีอาร์เอส) เพื่อใช้กับสายการประกอบสวิทช์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลายและทำการประเมินผลโดยใช้เทคนิคและการวัดสมดุลสายการผลิตโดยพิจารณาจากการเปรียบเทียบข้อมูลของปัญหาการเกิดคอขวดและประสิทธิภาพของสายการผลิตก่อนและหลังปรับปรุงทำให้ประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้น 74.56 % เป็น 91.74 % ทำให้สามารถประมาณการแนวโน้มผลผลิตที่เพิ่มขึ้นได้โดยการปรับปรุงสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตได้ 22.5 % วาทีน อันคำ (2551) ได้ทำงานวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์โดยใช้หลักการผลิตแบบ Lean management จากการเพิ่มยอดขายการสั่งซื้อชิ้นส่วนโครงสร้างจักรยานยนต์ของบริษัทต่างชาติแห่งหนึ่งมีอัตราการผลิตเดิมอยู่ที่ 50,000 คันต่อปีได้เพิ่มเป็น 70,000 คันต่อปีทำให้ขั้นตอนการดำเนินงานของส่วนประกอบโครงสร้างรถจักรยานยนต์ไม่สามารถผลิตได้ตามความต้องการของลูกค้าทำให้ต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตให้รวดเร็วขึ้นโดยการจัดชิ้นงานแต่ละกลุ่มให้ผลิตบนเครื่องจักรแต่ละตัวที่มีความเร็วในการผลิตอย่างเหมาะสมทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุและจัดทำผู้จัดเก็บเครื่องมือวัดและสร้างพื้นรองรับเครื่องจักรให้พนักงานสามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้นผลการปรับปรุงกระบวนการผลิตทำให้สามารถผลิตงานได้ตามความต้องการของลูกค้าลดระยะเวลาการทำงานและค่าใช้จ่ายด้านแรงงานลงได้ 55 % ต่อสัปดาห์