บทที่ 4
การศึกษาสภาพการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา

1. สภาพทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษาในปัจจุบัน

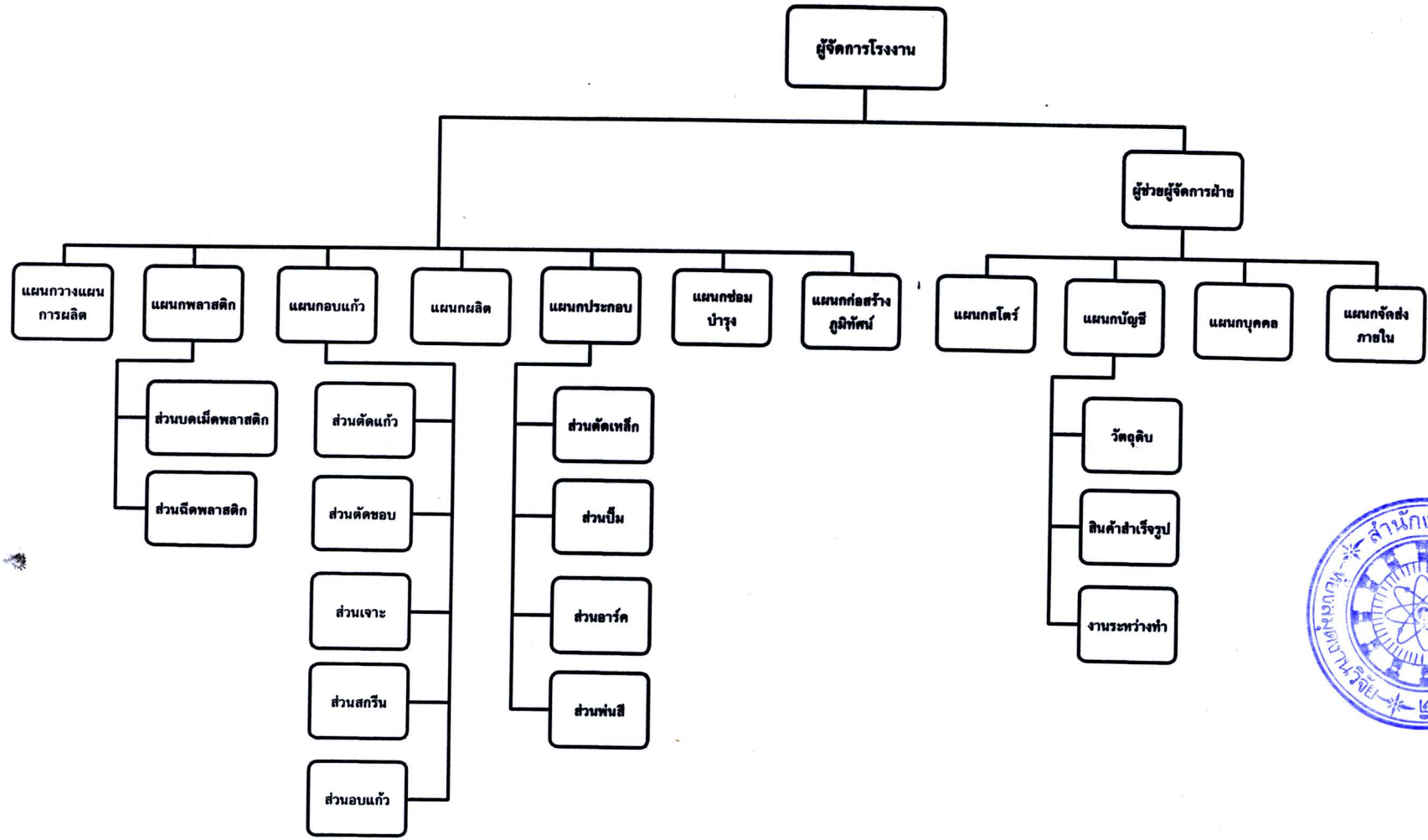
โรงงานกรณีศึกษาเป็นอุตสาหกรรมผู้ผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยดำเนินการผลิตราง หลอดฟลูอเรสเซนต์ชนิดต่างๆ รวม 15 ชนิด และโคมเพดานชนิดต่างๆ รวม 8 ชนิด เช่น ราง หลอดฟลูออเรสเซนต์ขาสปริง รางหลอดฟลูออเรสเซนต์ขาสปริงเซท รางหลอดฟลูออเรสเซนต์ขา สปริงเซทอินเตอร์แลมป์ รางหลอดฟลูออเรสเซนต์ไม้ฟูลเซท โคมกันฝนขาสปริง โคมอกไก่ขา สปริง โคมโรงงาน โคมตัวยูขาบิดล็อค โคมถนน เป็นต้น เพื่อจำหน่ายให้แก่ลูกค้าทั้งภายในและ ภายนอกประเทศ

1.1 โครงสร้างองค์กรของโรงงานกรณีศึกษา

โครงสร้างของโรงงานกรณีศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 12 จะมีผู้จัดการโรงงานเป็น ผู้รับผิดชอบในการบริหารงานการผลิตทั้งหมด ซึ่งมีลักษณะการแบ่งงานเป็นแผนกต่างๆ ดังนี้

1.1.1 แผนกวางแผนการผลิต
1.1.2 แผนกพลาสติก
1.1.3 แผนกอบแก้ว
1.1.4 แผนกผลิต
1.1.5 แผนกประกอบ
1.1.6 แผนกตรวจสอบ
1.1.7 แผนกซ่อมบำรุง
1.1.8 แผนกก่อสร้างภูมิทัศน์
1.1.9 แผนกสโตร์
1.1.10 แผนกบัญชี
1.1.11 แผนกบุคคล
1.1.12 แผนกจัดส่งภายใน

ในแต่ละแผนกจะมีหัวหน้าแผนกหรือผู้รับผิดชอบดูแลการดำเนินงานของแผนกให้เป็นไป ตามข้อกำหนดของระบบภายในโรงงานและจะอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้จัดการโรงงาน

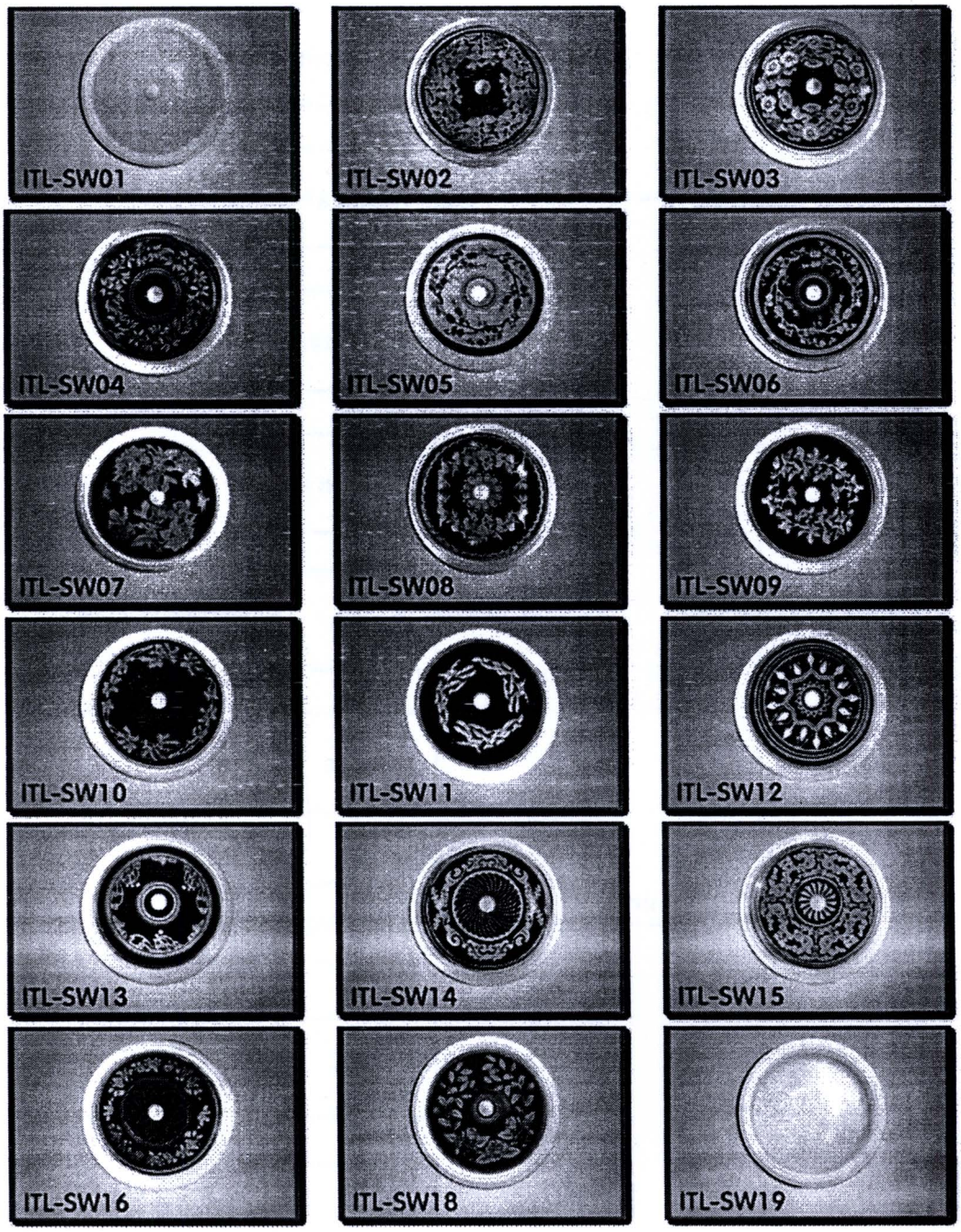


สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ภาพที่ 12 แผนผังโครงสร้างองค์กรของโรงงานกรณีศึกษา

1.2 ผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานกรณีศึกษา

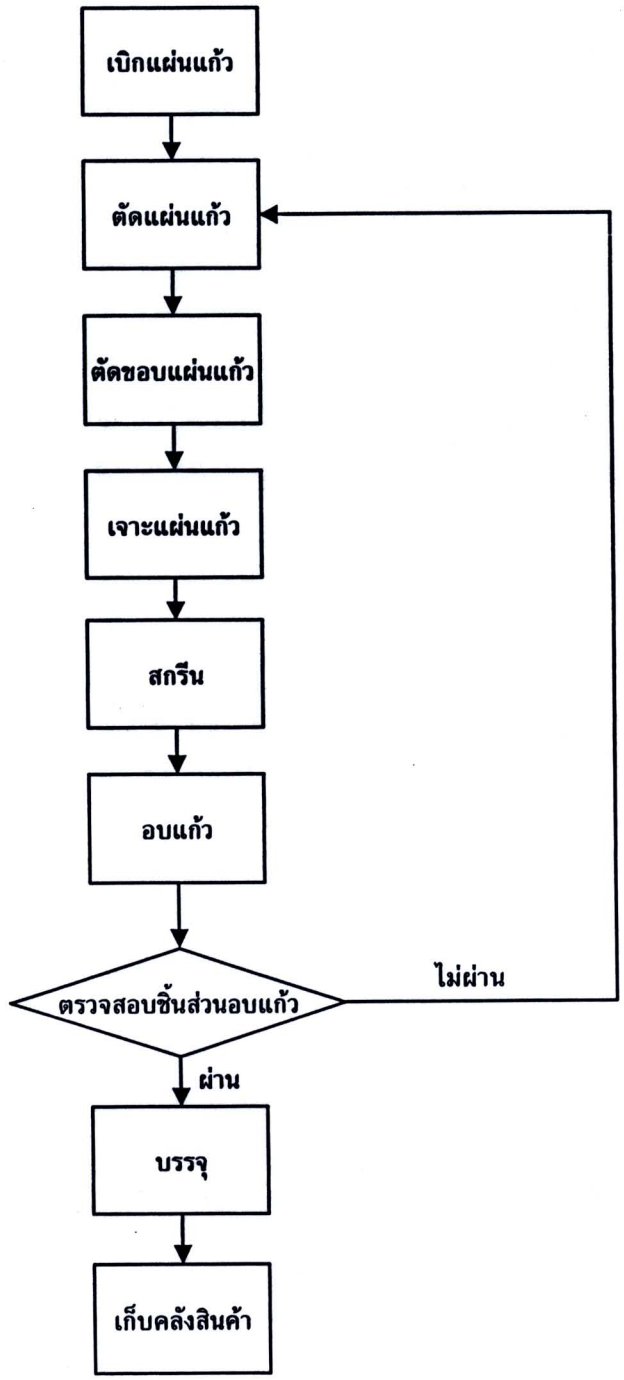
ผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานกรณีศึกษา คือรางหลอดฟลูออเรสเซนต์และโคมเพดานชนิดต่างๆ ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ชิ้นส่วนพลาสติก รางเหล็ก สายไฟ หลอดไฟ ถาดแก้ว เป็นต้น ในที่นี้จะแสดงให้เห็นเพียงชิ้นส่วนโคมเพดานแก้ว



ภาพที่ 13 ชิ้นส่วนโคมเพดานแก้วลวดลายต่างๆ

1.3 กระบวนการผลิตชิ้นส่วนโคมเพดานแก้ว

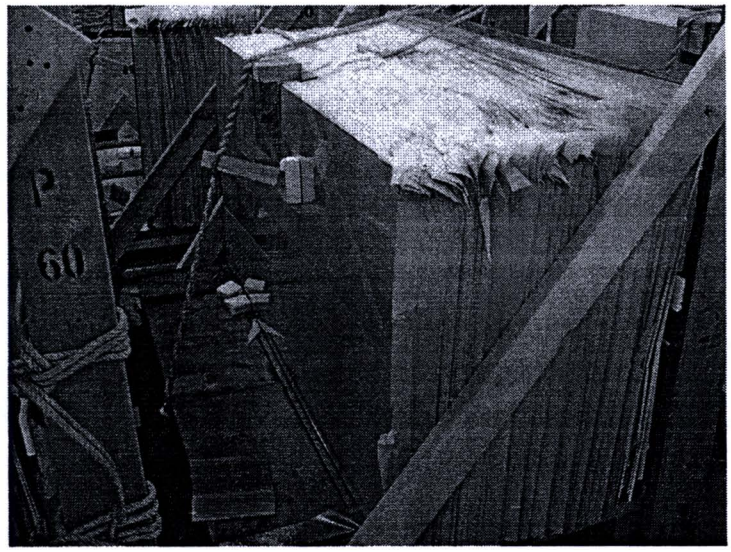
กระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาในแผนกอบแก้ว เป็นกระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนถาดโคมเพดานแก้ว โดยใช้กรรมวิธีการอบและเป็นการผลิตแบบต่อเนื่องโดยมีผังกระบวนการผลิตดังแสดงในภาพที่ 14



ภาพที่ 14 แผนภาพกระบวนการผลิตชิ้นส่วนโคมเพดานแก้ว

1.3.1 เบิกแผ่นแก้ว

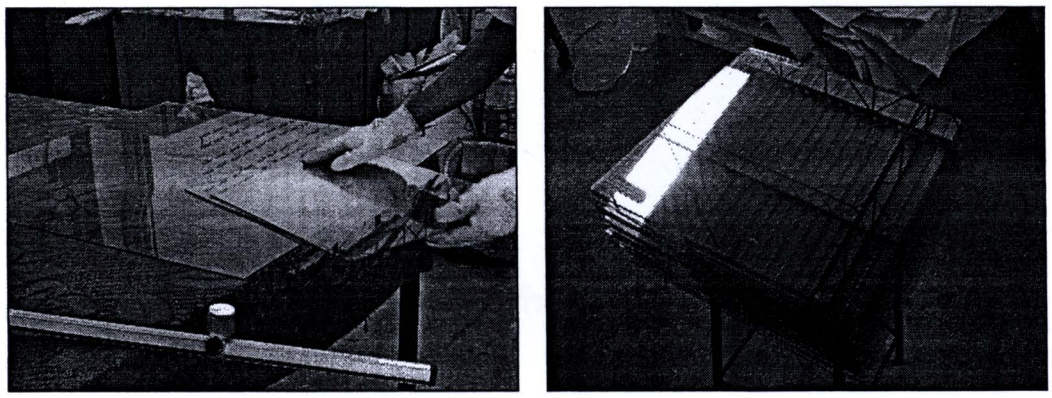
พนักงานรับใบสั่งจากแผนกวางแผนการผลิตและเขียนใบเบิกแผ่นแก้วกับแผนกสโตร์



ภาพที่ 15 แผ่นแก้วขนาด 76x152 $cm.^2$

1.3.2 ตัดแผ่นแก้ว

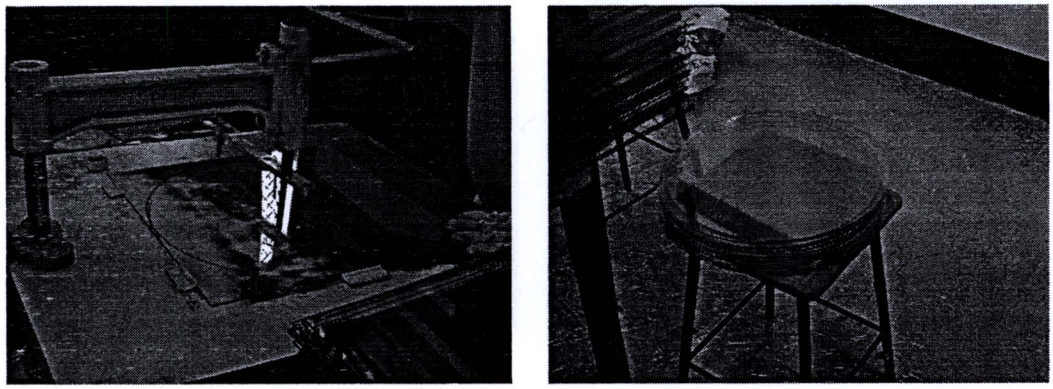
พนักงานตัดกระจกด้วยมีดตัดกระจกชนิดหัวคาร์ไบด์ (carbide cutter) จากแผ่นแก้วขนาด 76x152 เซนติเมตร ให้เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 38x38 $cm.^2$



ภาพที่ 16 ตัดกระจกด้วยมีดตัดกระจกชนิดหัวคาร์ไบด์

1.3.3 ตัดขอบแผ่นแก้ว

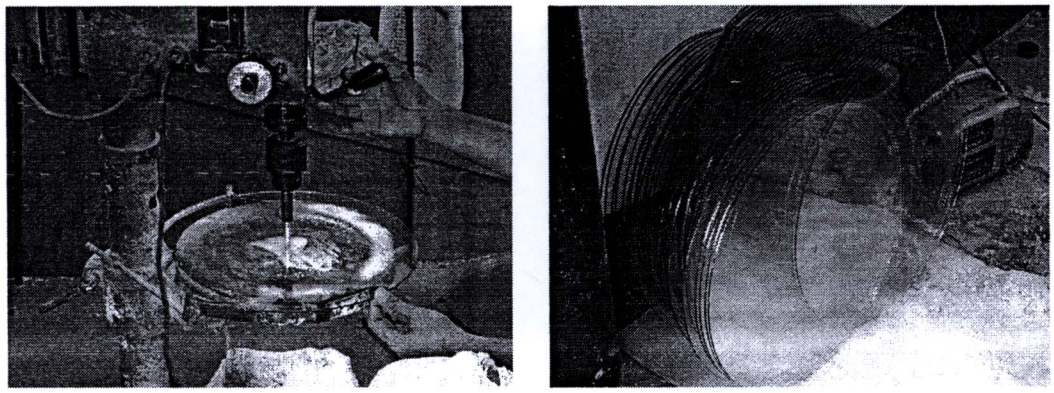
พนักงานตัดขอบแผ่นแก้วด้วยแท่นตัดกลม (circle cutter) จากแผ่นแก้วขนาด 38x38 cm.^{2} ให้เป็นแผ่นแก้วกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 cm.



ภาพที่ 17 ตัดขอบแผ่นแก้วด้วยแท่นตัดกลม

1.3.4 เจาะแผ่นแก้ว

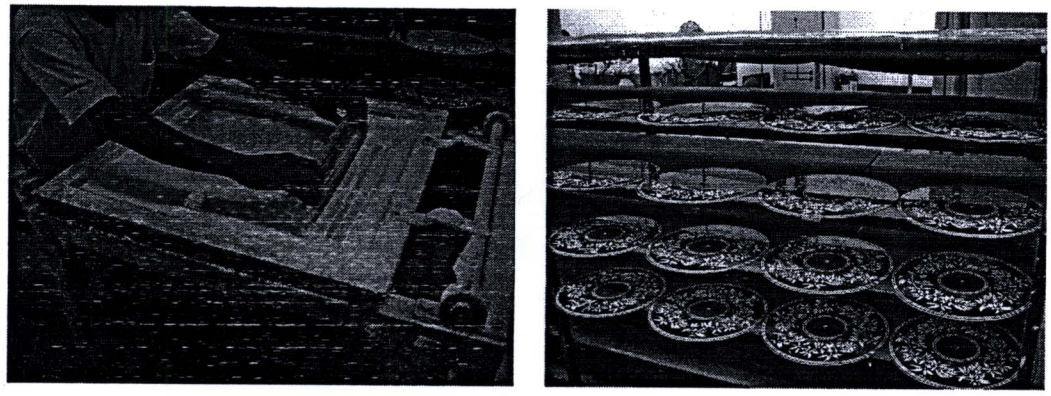
พนักงานเจาะแผ่นแก้วด้วยเครื่องเจาะกระจก (glass drilling machine)



ภาพที่ 18 เจาะแผ่นแก้วด้วยเครื่องเจาะกระจก

1.3.5 สกรีน

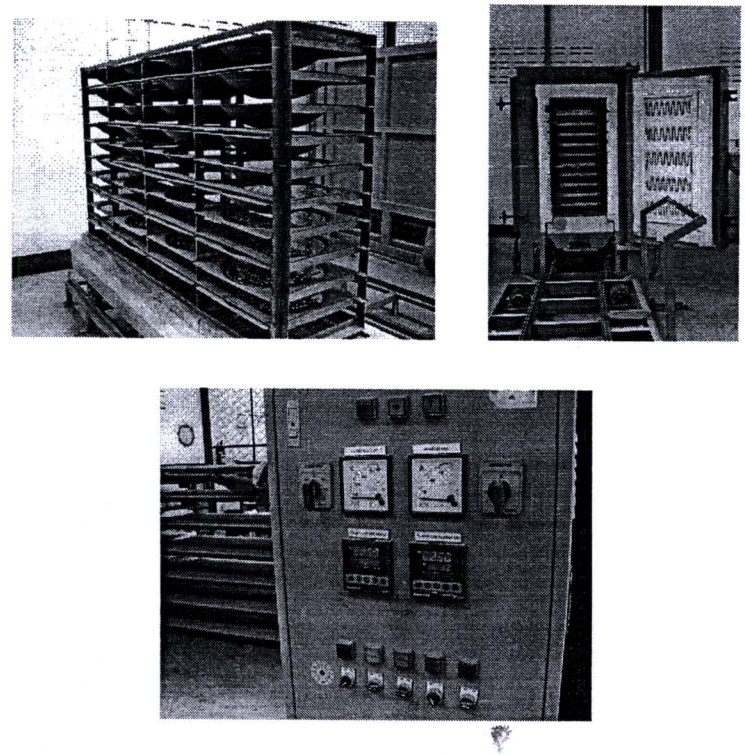
พนักงานสกรีนลวดลายต่าง ๆ ตามที่ลูกค้าต้องการ



ภาพที่ 19 สกรีนลวดลายต่าง ๆ

1.3.6 อบแก้ว

พนักงานนำแผ่นแก้วที่สกรีนแล้ววางบนแม่พิมพ์และเปิดสวิตช์เครื่องอบ (high temperature oven) พร้อมทั้งตั้งค่าอุณหภูมิและเวลาในการอบแก้ว



ภาพที่ 20 อบแก้ว

การอบแก้วเป็นขั้นตอนที่ทำให้สีที่สกรีนในชิ้นงานติดทนและเพิ่มความโค้งนูนให้กับชิ้นงานเป็นไปตามแม่พิมพ์ ด้วยวิธีการดังนี้

อบที่อุณหภูมิ 170°C เป็นเวลา 80 นาที โดยการใช้เครื่องอบ (high temperature oven) ชิ้นงานเมื่อผ่านการอบ จะนำมาระบายความร้อนให้เท่ากับอุณหภูมิห้อง (ภายใน 1 นาที หลังออกจากเครื่องอบ) ถ้าหากอบที่อุณหภูมิมากกว่า 175°C และนานกว่า 80 นาที ชิ้นงานจะแตก ถ้าหากใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 165°C สีที่สกรีนชิ้นงานจะไม่ติดซึ่งไม่สามารถนำมาอบใหม่ได้ และพบว่าช่วงอุณหภูมิที่ใช้อบชิ้นงานควรอยู่ในช่วง 165°C ถึง 170°C และระยะเวลาในการอบชิ้นงานควรอยู่ในช่วง 70 นาที ถึง 85 นาที

1.3.7 ตรวจสอบชิ้นงาน

พนักงานตรวจสอบลักษณะต่าง ๆ ของชิ้นงานโดยใช้วิธีการตรวจทางสายตา โดยดูตำหนิที่ รอยแตกร้าว สีที่สกรีนไม่ติดชิ้นงาน เป็นต้น หากพบชิ้นงานที่มีลักษณะดังกล่าวจะถือว่าชิ้นงานไม่ผ่านตามมาตรฐานและจะถูกนำไปรวมไว้กับชิ้นงานเสีย เพื่อนำไปทิ้งเนื่องจากแก้วได้มีการสกรีนจึงไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก

1.3.8 บรรจุ

สำหรับชิ้นงานที่จัดส่งลูกค้าโดยตรง จะทำการบรรจุลงในกล่องกระดาษแต่ละชิ้นงานจะมีถุงพลาสติกหุ้มไว้เพื่อไม่ให้เกิดการเสียดสีระหว่างการขนส่ง โดยที่แต่ละกล่องสามารถบรรจุชิ้นงานได้ 5 ชิ้น ส่วนชิ้นงานที่รอประกอบจะมีพนักงานในแผนกประกอบมารับชิ้นงานต่อไป

ภาพที่ 21 บรรจุชิ้นงาน

1.3.8 เก็บคลังสินค้า

ชิ้นส่วนโคมเพดานแก้วที่จัดส่งลูกค้าโดยตรงจะใช้รถขนย้ายสินค้าเพื่อนำมาส่งที่คลังสินค้ารอส่งให้ลูกค้าต่อไป ส่วนชิ้นส่วนโคมเพดานแก้วที่รอประกอบจะนำไปไว้ที่คลังสินค้าแผนกประกอบเพื่อนำไปประกอบให้เป็นสินค้าสำเร็จรูปต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

1.4 วัตถุดิบ

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนโคมเพดานแก้วในโรงงานกรณีศึกษา เฉพาะแผนกอบแก้ว มีดังนี้

1.4.1 แก้ว

1.4.2 สีและหัวเชื้อที่ใช้ผสมในการสกรีนชิ้นงาน

1.5 เครื่องจักร

เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนโคมเพดานแก้วในโรงงานกรณีศึกษา เฉพาะแผนกอบแก้ว มีดังนี้

1.5.1 แท่นตัดกลม (circle cutter)

1.5.2 เครื่องเจาะกระจก (glass drilling machine)

1.5.3 เครื่องอบ (high temperature oven)

2. สภาพปัญหาของโรงงานกรณีศึกษาในปัจจุบัน

เนื่องด้วยโรงงานกรณีศึกษาต้องการเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน และสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้า แต่ยังมีกระบวนการผลิตที่มีปัญหา เนื่องจากมีชิ้นงานเสียในกระบวนการผลิตของกลุ่มผลิตภัณฑ์หลักทำให้เกิดความสูญเปล่า เนื่องจากต้องแก้ไขชิ้นงานเสียซึ่งเกิดจากความผิดพลาดในกระบวนการผลิตส่งผลให้ระยะเวลาการผลิตรวมเพิ่มขึ้น ทำให้ความสามารถในการแข่งขันลดลง เมื่อเข้าใจถึงความต้องการที่แท้จริงในตัวสินค้าหรือบริการจากลูกค้าภายนอกแล้ว จะต้องเริ่มสำรวจกระบวนการสร้างลูกค้าในปัจจุบัน เพื่อระบุปัญหาภาพรวม กระบวนการที่มีปัญหา และโอกาสในการปรับปรุง อีกทั้งยังเป็นการรับรู้สภาพปัญหาร่วมกันจากผู้เกี่ยวข้อง ก่อนนำเอาข้อมูลทั้งหมดที่ได้ไปวางแผนพัฒนากระบวนการสร้างคุณค่า โดยใช้เครื่องมือที่ทำให้ทุกฝ่ายในองค์กรมองเห็นภาพรวมของโครงการ ซึ่งเรียกว่า “แผนภาพสายธารคุณค่า” (value stream mapping) โดยการแสดงข้อมูลตามลำดับเรื่องราวที่เกี่ยวข้องทั้งหมดลงในแผนภาพ เพื่อสื่อสารให้ทุกคนเข้าใจถึงสภาพปัญหา ด้วยการระดมสมอง เพื่อวางแผนและตัดสินใจนำเครื่องมือต่าง ๆ มาปรับปรุงกระบวนการได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (เกียรติขจร โฆมานะสิน, 2550)

2.1 การจัดกลุ่มแผนภาพสายธารคุณค่า

แผนภาพสายธารคุณค่าขององค์กรต่าง ๆ อาจมีจำนวนหลายแผนภาพ ขึ้นอยู่กับจำนวนรายการสินค้า ความต้องการของลูกค้าและลักษณะของกระบวนการ ดังนั้นเพื่อความสะดวกและลดเวลาจัดทำแผนภาพสายธารคุณค่าอาจต้องจัดกลุ่มสินค้า ด้วยวิธีการ ดังต่อไปนี้

2.1.1 การแบ่งกลุ่มตามปริมาณการผลิตสินค้า (grouping by product quantity)

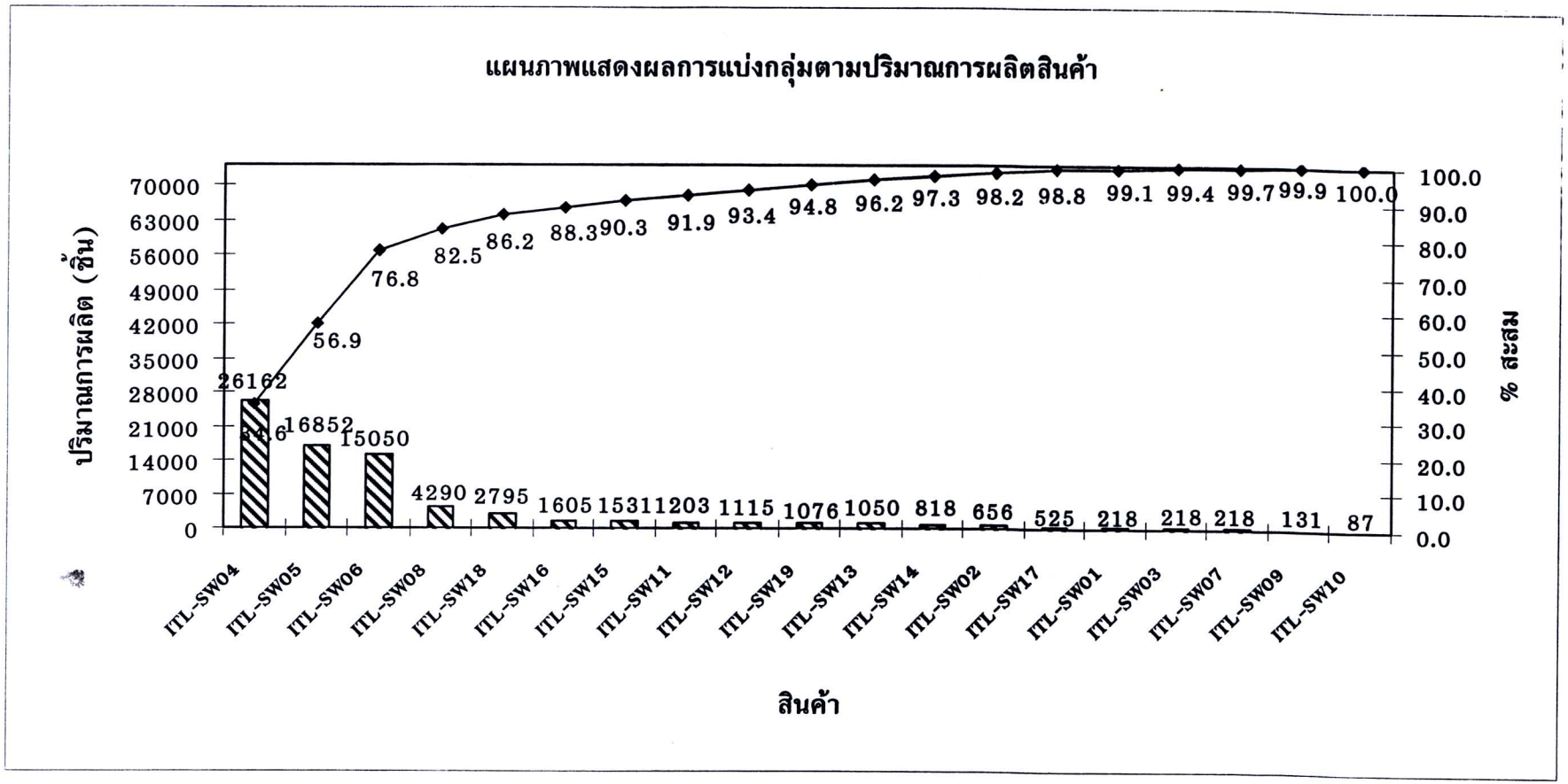
การจัดกลุ่มสายธารคุณค่า โดยใช้แผนภาพพาเรโตหรือกฎ 20:80 กล่าวคือ ถึงแม้ว่าองค์จะมีสินค้าจำนวนมากมายหลายรายการแต่อาจมีความสำคัญแตกต่างกันซึ่งสามารถ

เปรียบเทียบได้จากปริมาณการผลิต ดังตารางที่ 8 แสดงปริมาณข้อมูลปริมาณการผลิตสินค้า ITL-SW01 ถึง I TL-SW19 จะเห็นว่าเมื่อนำข้อมูลในอดีตย้อนหลัง 6 เดือน มาเรียงลำดับปริมาณการผลิตจากมากไปน้อย และคำนวณค่า %สะสมจะได้ข้อมูลดังตาราง

ตารางที่ 8 ข้อมูลปริมาณการผลิตของสินค้า ITL-SW01 ถึง ITL-SW19

ลำดับ	ชื่อสินค้า	ปริมาณการผลิต		ปริมาณการผลิตสะสม	
		ปริมาณ	%	ปริมาณ	%สะสม
1	ITL-SW04	5980	34.6	830	34.6
2	ITL-SW05	3852	22.3	4682	56.9
3	ITL-SW06	3440	19.9	8122	76.8
4	ITL-SW08	980	5.7	9102	82.5
5	ITL-SW18	639	3.7	9741	86.2
6	ITL-SW16	367	2.1	10108	88.3
7	ITL-SW15	350	2.0	10458	90.3
8	ITL-SW11	275	1.6	10733	91.9
9	ITL-SW12	255	1.5	10988	93.4
10	ITL-SW19	245	1.4	11233	94.8
11	ITL-SW13	240	1.4	11473	96.2
12	ITL-SW14	187	1.1	11660	97.3
13	ITL-SW02	150	0.9	11810	98.1
14	ITL-SW17	120	0.7	11930	98.8
15	ITL-SW01	50	0.3	11980	99.1
16	ITL-SW03	50	0.3	12030	99.4
17	ITL-SW07	50	0.3	12080	99.7
18	ITL-SW09	30	0.2	12110	99.9
19	ITL-SW10	20	0.1	12130	100.0

จากนั้นนำข้อมูลในตารางมาจัดทำแผนภาพพาเรโต



ภาพที่ 22 แผนภาพพาเรโตการแบ่งกลุ่มตามปริมาณการผลิตสินค้าภายในระยะเวลา 6 เดือน

วิธีการนี้เหมาะสำหรับสินค้าที่มีหลายรายการ กระบวนการผลิตที่เหมือนกัน อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ไม่ได้ให้ความสำคัญกับกระบวนการผลิตสินค้าแต่ละชนิด ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเขียนแผนภาพสายธารคุณค่า และในกรณีที่สินค้าแต่ละชนิดมีปริมาณการผลิตแตกต่างกันน้อยมาก อาจใช้การแบ่งกลุ่มแบบอื่น ได้แก่ การแบ่งกลุ่มตามกระบวนการซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

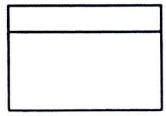
2.1.2 การแบ่งกลุ่มตามกระบวนการ (grouping by routing)

การจัดกลุ่มสายธารคุณค่า โดยพิจารณาเส้นทางการเคลื่อนที่ในกระบวนการผลิตสินค้าต่าง ๆ ที่มีลักษณะเหมือนกันเช่น ใช้เครื่องจักรร่วมกัน วิธีการปฏิบัติและลำดับขั้นตอนงานที่เหมือนกัน นำมาจัดอยู่อยู่ในกลุ่มสินค้าเดียวกัน เมื่อนำข้อมูลปริมาณการผลิตของสินค้า ITL-SW01 ถึง ITL-SW19 ในอดีตย้อนหลังเป็นเวลา 6 เดือน มาเรียงปริมาณการผลิตจากมากไปน้อย แล้วบันทึกลำดับกระบวนการและเครื่องจักรที่ใช้งาน พบว่าหลังจากจัดกลุ่มสินค้าตามเส้นทางการเคลื่อนที่ในกระบวนการผลิต ปรากฏว่าทุกผลิตภัณฑ์มีเส้นทางการเคลื่อนที่เหมือนกัน

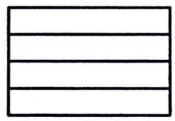
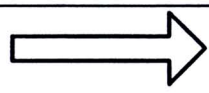
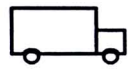
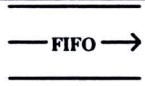
ตารางที่ 9 สรุปเส้นทางการเคลื่อนที่ของสายธารคุณค่า

สินค้าที่มีเส้นทางการเคลื่อนที่เหมือนกัน	ปริมาณการผลิตรวม	หมายเลขแผนภาพ
ITL-SW01 ถึง ITL-SW19	76,500	VSM#1

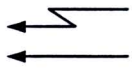
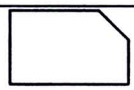
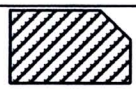
ตารางที่ 10 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพสายธารคุณค่า

สัญลักษณ์ทางวัสดุ	ความหมาย
Factory	สัญลักษณ์นี้ใช้แสดงแทน 1) ผู้จัดส่งวัตถุดิบ (supplier) ซึ่งจะเขียนอยู่มุมซ้ายบนของแผนภาพ และเป็นจุดเริ่มต้นการไหลของวัตถุดิบ 2) ลูกค้า (customer) จะเขียนอยู่มุมขวาบนของแผนภาพและเป็นจุดสิ้นสุดการไหลของวัตถุดิบ
 Manufacturing Process	สัญลักษณ์นี้ใช้แสดงถึงกระบวนการ (process) การปฏิบัติงาน (operation) เครื่องจักร (machine) หรือแผนกใด ๆ (department) ในการไหลของวัตถุดิบ เพื่อหลีกเลี่ยงการเขียนแผนภาพที่ดูเทอะทะมากไป จะใช้ Process Box 1 ภาพแทน 1 แผนกในการผลิต

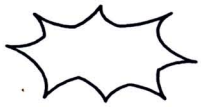
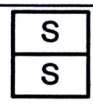
ตารางที่ 10 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพสายธารคุณค่า (ต่อ)

สัญลักษณ์ทางวัสดุ	ความหมาย
 Data Box	ใช้บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์ที่อยู่ข้างบนนั้นเพื่อนำมาวิเคราะห์ และสังเกตระบบข้อมูลทั่วไปที่บันทึกอยู่ในกล่องใส่ข้อมูลที่อยู่ภายใต้สัญลักษณ์ FACTORY นั้น เช่นความถี่ในการจัดส่ง ข้อมูลวัตถุดิบที่ต้องการ ขนาดของแบทช์ปริมาณความต้องการต่อช่วงเวลา
Inventory	จำนวนของคงคลังที่สะสมไว้ในระหว่างกระบวนการ
 Finished Good to Customer	การไหลของวัตถุดิบซึ่งรับจากผู้จัดส่งเข้ามาสู่แผนกรับวัตถุดิบหรือแสดงการไหลของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากแผนกขนส่งไปสู่ลูกค้า
Push	การไหลของวัตถุดิบจากกระบวนการหนึ่งไปยังกระบวนการหนึ่ง ซึ่งเป็นการไหลแบบผลัก (push)
 Truck	การเคลื่อนย้ายการขนส่งทั้งภายใน และภายนอกองค์กร
Supermarket	การคงคลังแบบซูเปอร์มาร์เก็ต (supermarket) หรือ Buffer ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า
Pull Withdrawal	การควบคุมการไหลของวัตถุดิบเป็นระบบแบบดึง (pull system)
 First In First Out	เพื่อให้ผู้จัดส่งทำการผลิตผลิตภัณฑ์มาแทนที่เมื่อผลิตภัณฑ์ที่จัดเก็บไว้ใน FIFO ถูกใช้ไปทำให้เกิดที่ว่างขึ้นมา

ตารางที่ 11 สัญลักษณ์การไหลของข้อมูล

สัญลักษณ์ทางวัสดุ	ความหมาย
 Information Flow	การไหลของข้อมูล ซึ่งการไหลของข้อมูลตามปกติจะแสดงแทนด้วยลูกศรธรรมดา แต่หากการไหลของข้อมูลนั้นใช้อุปกรณ์ทางอิเล็คทรอนิกส์ จะใช้ลูกศรหยักๆ ในการแสดง
 Production Kanban	คัมบังสั่งผลิต
 Withdrawal Kanban	คัมบังเบิก
Signal / Triangle Kanban	ระดับของคงคลังที่เก็บไว้ในซูเปอร์มาร์เก็ตของระหว่างกระบวนการลดลงถึงระดับต่ำสุดที่กำหนดไว้ เมื่อคัมบังนี้ส่งไปถึงกระบวนการใด จะเป็นสัญลักษณ์ให้กระบวนการนั้นทำการเปลี่ยนแปลงสภาวะเพื่อทำการผลิต แบทช์ของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้ในคัมบัง
Sequence Pull Ball	ใช้แทน ระบบดึง ซึ่งจะแสดงคำแนะนำให้แก่กระบวนการผลิต หรือประกอบถึงชนิดและปริมาณที่ต้องทำการผลิตต่อหนึ่งหน่วย โดยปราศจากการใช้ซูเปอร์มาร์เก็ต

ตารางที่ 12 สัญลักษณ์การไหลทั่วไป

สัญลักษณ์ทางวัสดุ	ความหมาย
Load Leveling	เป็นเครื่องมือที่ใช้เหมือนเป็นคัมบังแบบแบทช์ที่จะแสดงถึงระดับปริมาณการผลิตและช่วงเวลา
 Kaizen Lightening	เป็นสัญลักษณ์ใช้แสดงสิ่งที่ต้องการปรับปรุงและแผนการในการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในกระบวนการพิเศษใด ๆ เพื่อนำมาสู่สายธารคุณค่าสถานะอนาคตของสายการผลิต
 Safety Stock	การเก็บของคงคลังที่เผื่อไว้ชั่วคราวเพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในการผลิต
Operator	แทนผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งจะเขียนไว้ใน Manufacturing Process แสดงจำนวนผู้ปฏิบัติงานในแต่ละส่วนของสถานีงานหรือกระบวนการนั้น ๆ

คณะทำงานโครงการลีน จะต้องทำความเข้าใจสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในแผนภาพและให้คำแนะนำแก่ทีมปรับปรุงงานและพนักงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อความสะดวกในการสื่อสารต่อไป

2.2 การสร้างแผนภาพสายธารคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบัน

กิจกรรมส่วนใหญ่ในการจัดทำแผนภาพสายธารคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบัน มักจะเกี่ยวข้องกับการรวบรวมข้อมูลที่มี นำข้อมูลเข้าที่ประชุมเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและบันทึกข้อมูลลงบนแผนภาพ ในขณะเดียวกันอาจจะต้องใช้การระดมสมองจากสมาชิกของคณะทำงานโครงการลีนด้วย

สิ่งสำคัญในการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลจะต้องแนะนำตัวเองกับพนักงาน พร้อมทั้งอธิบายวัตถุประสงค์ในการเก็บข้อมูล ให้พนักงานในพื้นที่เข้าใจ และยินยอมให้ความร่วมมือ จากนั้นจึงสอบถามพนักงานโดยใช้คำถามที่เตรียมล่วงหน้า โดยมีประเด็นคำถามต่อไปนี้

ข้อมูลลูกค้า

1) ปริมาณความต้องการสินค้าผันแปร
2) รูปแบบการจัดส่งสินค้า
3) ขนาดบรรจุสินค้า
4) ความถี่ในการจัดส่งสินค้า

ข้อมูลผู้ส่งมอบ

1) เวลานำในการส่งมอบวัตถุดิบ
2) ความถี่ในการส่งมอบวัตถุดิบ
3) ปริมาณการส่งมอบต่อครั้ง

ข้อมูลกระบวนการและการปฏิบัติงาน

1) เวลาการทำงานทั้งหมดเวลาหยุดงานตามแผน (เช่น เวลาพักกลางวัน)
2) เวลาทำงานที่มีสำหรับการผลิต (available time: AT)
3) รอบเวลาในการผลิต (cycle time: CT)
4) จำนวนกะทำงาน
5) จำนวนพนักงาน
6) ขนาดรุ่นการผลิต
7) % ของเสียและงานซ่อม

ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องจักร

1) ระยะเวลาที่เครื่องจักรเสีย (breakdown time: BT)
2) ระยะเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (changeover time: CO)
3) เวลาที่เครื่องจักรทำงานได้ตามปกติ (uptime: UT)
4) ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียของเครื่องจักร (MTBF)
5) ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)
6) แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร

ข้อมูลพัสดุคงคลัง

1) ปริมาณพัสดุคงคลัง (วัตถุดิบ งานระหว่างผลิตสินค้า)
2) สถานที่จัดเก็บพัสดุคงคลัง

ข้อมูลสารสนเทศ

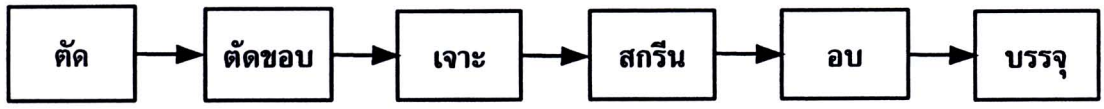
1) ข้อมูลจากลูกค้า
2) ข้อมูลที่ส่งให้แก่ผู้ส่งมอบ
3) แผนงานสื่อสารในกระบวนการ

ปัญหาที่พบ

1) อุปสรรคที่ทำให้ต้องหยุดผลิต
2) ความสูญเปล่าในประเภทต่าง ๆ

2.2.1 การสร้างแผนภาพสายธารคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบันในโรงงานกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าได้พิจารณาปริมาณการผลิตสินค้า เพื่อนำมาจัดทำแผนภาพสายธารคุณค่าซึ่งวัตถุดิบหลักที่ใช้คือแผ่นแก้วและมีกระบวนการผลิตที่เหมือนกัน ดังนี้



ภาพที่ 23 ขั้นตอนของกระบวนการ

จากนั้นคณะทำงานโครงการลีนจึงเริ่มต้นวาดแผนภาพสายธารคุณค่าจากข้อมูลที่รวบรวมได้ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1) รวบรวมข้อมูลเวลาในการทำงาน

ตารางที่ 13 เวลาในการทำงาน

รายละเอียด	เวลา	หน่วย
จำนวนวันทำงาน	24	วัน/เดือน
เวลาทำงาน (08.00-21.00 น.) (รวม 13 ชั่วโมง)	780	นาที/วัน
เวลาหยุดพักกลางวัน (12.00-13.00 น.) (รวม 1 ชั่วโมง)	60	นาที/วัน
เวลาหยุดพักระหว่างวัน (2 ครั้งๆ ละรวม 15 นาที)	30	นาที/วัน
เวลาหยุดพักในช่วงเย็น (17.00-17.30 น.)	30	นาที/วัน
เวลาทำงานสุทธิ (ทุกกระบวนการมีเวลาในการทำงานเท่ากัน)	660	นาที/วัน (39,600 วินาที/วัน)

2) รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลูกค้า และบันทึกสัญลักษณ์ (ลูกค้า) พร้อมรายละเอียด

ตารางที่ 14 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการสินค้าของลูกค้า

รายละเอียด	จำนวน	หน่วย
ความต้องการสินค้า ITL-SW04 เฉลี่ยต่อเดือน	3,160	ชิ้น/เดือน (130 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW05 เฉลี่ยต่อเดือน	2,690	ชิ้น/เดือน (112 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW06 เฉลี่ยต่อเดือน	1,946	ชิ้น/เดือน (80 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW08 เฉลี่ยต่อเดือน	546	ชิ้น/เดือน (23 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW18 เฉลี่ยต่อเดือน	293	ชิ้น/เดือน (12 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW16 เฉลี่ยต่อเดือน	170	ชิ้น/เดือน (7 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW15 เฉลี่ยต่อเดือน	170	ชิ้น/เดือน (7 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW11 เฉลี่ยต่อเดือน	118	ชิ้น/เดือน (5 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW12 เฉลี่ยต่อเดือน	87	ชิ้น/เดือน (4 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW19 เฉลี่ยต่อเดือน	83	ชิ้น/เดือน (4 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW13 เฉลี่ยต่อเดือน	65	ชิ้น/เดือน (3 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW14 เฉลี่ยต่อเดือน	65	ชิ้น/เดือน (3 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW02 เฉลี่ยต่อเดือน	61	ชิ้น/เดือน (3 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW17 เฉลี่ยต่อเดือน	43	ชิ้น/เดือน (2 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW01 เฉลี่ยต่อเดือน	21	ชิ้น/เดือน (1 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW03 เฉลี่ยต่อเดือน	17	ชิ้น/เดือน (1 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW07 เฉลี่ยต่อเดือน	13	ชิ้น/เดือน (1 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW09 เฉลี่ยต่อเดือน	8	ชิ้น/เดือน (1 ชิ้น/วัน)
ความต้องการสินค้า ITL-SW10 เฉลี่ยต่อเดือน	8	ชิ้น/เดือน (1 ชิ้น/วัน)
ผลรวมปริมาณความต้องการสินค้าเฉลี่ย	9,520	ชิ้น/เดือน (400 ชิ้น/วัน)
ขนาดการบรรจุสินค้า	5	ชิ้น/กล่อง
ปริมาณการจัดส่งสินค้า	80	กล่อง/วัน
ความถี่ในการจัดส่งสินค้า	ทุกวันทำงาน	

3) จากการรวบรวมข้อมูลผู้ส่งมอบพบว่า ผู้ส่งมอบจัดส่งวัตถุดิบ คือ แผ่นแก้วสำหรับผลิตสินค้า ITL-SW01 ถึง ITL-SW19 (ใช้ชิ้นส่วนร่วมกัน) ให้แก่โรงงานกรณีศึกษา สัปดาห์ละครั้ง ครั้งละ 390 แผ่น (แต่ละแผ่นนำมาตัดชิ้นงานได้ 8 ชิ้น รวมตัดงานได้ทั้งหมด 3,150 ชิ้น) จากนั้นบันทึกสัญลักษณ์ (ผู้ส่งมอบ) พร้อมรายละเอียด

4) จากการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการวางแผนและการควบคุมการผลิตพบว่า ฝ่ายควบคุมการผลิต ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลการพยากรณ์ และคำสั่งซื้อจากลูกค้ามาวางแผนการผลิต และแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบเพื่อแจ้งให้หัวหน้างานฝ่ายผลิต และผู้ส่งมอบนำไปดำเนินงาน จากนั้นบันทึกสัญลักษณ์ (ฝ่ายควบคุมการผลิต) พร้อมรายละเอียดลงในแผนภาพบริเวณกึ่งกลางระหว่างสัญลักษณ์ "ลูกค้า" และ "ผู้ส่งมอบ"

5) รวบรวมข้อมูลการปฏิบัติงาน

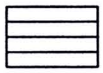
ตารางที่ 15 การปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุง

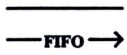
ข้อมูล	กระบวนการ						หน่วย
	ตัด	ตัดขอบ	เจาะ	สกรีน	อบ*	บรรจุ	
จำนวนพนักงาน	1	1	0**	1	1	1	5 คน
รอบเวลาในการผลิตแต่ละกระบวนการ (process time: PT)	7	6	10	12	120	6	วินาที/ชิ้น
เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร (changeover time: CO)	360	480	360	480	1,200	0	วินาที/วัน
เวลาที่เครื่องชำรุด (breakdown time: BT)	0	0	0	0	900	0	วินาที/วัน
รวมเวลาหยุดเครื่อง (CO + BT)	360	480	360	480	2,100	0	วินาที/วัน
เวลาที่มีสำหรับการผลิต (available time: AT)	39,600	39,600	39,600	39,600	39,600	39,600	วินาที/วัน
รอบเวลาที่เครื่องจักรทำงานได้ปกติ (uptime: UT) [=(AT - เวลาหยุดเครื่อง)/AT]	99.09	98.79	99.09	98.99	94.70	100	%
อัตราคุณภาพ (%Quality) [=(จำนวนผลิตชิ้นงานทั้งหมด-จำนวนชิ้นงานเสีย)/จำนวนผลิตชิ้นงานทั้งหมด	100	97.50	97.50	100	86.50	100	%

หมายเหตุ * ในกระบวนการอบมีชิ้นงานสามารถอบได้ครั้งละ 40 ชิ้น ใช้เวลาครั้งละ 80 นาที

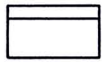
** พนักงานผู้รับผิดชอบกระบวนการสกรีน จะเจาะเมื่อชิ้นส่วนที่ต้องการใช้มีจำนวนลดถึงระดับที่กำหนดไว้ จึงไม่มีพนักงานประจำที่หน้างาน และการเจาะจะทำในลักษณะเข้าก่อน – ออกก่อน (first in first out หรือ FIFO)

จากนั้นบันทึกสัญลักษณ์ และข้อมูลลงในแผนภาพ ดังนี้

 (กระบวนการผลิตหลัก) เริ่มตั้งแต่การ ตัด ตัดขอบ การเจาะรู การสกรีน การอบ การบรรจุ รวมทั้งสิ้น 6 กระบวนการตามลำดับ พร้อมลงรายละเอียดโดยใช้ข้อมูลในตาราง

(พนักงานปฏิบัติกระบวนการ) และจำนวนพนักงานในแต่ละกระบวนการ  (ช่องทางที่ใช้ระบบ FIFO) ที่กระบวนการเจาะ

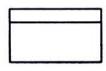
6) จากการรวบรวมข้อมูลการส่งมอบวัตถุดิบพบว่า การส่งมอบวัตถุดิบจากผู้ส่งมอบจะดำเนินไปตามคำสั่งวัตถุดิบ โดยการขนส่งทางรถบรรทุกที่มาส่งที่คลังพัสดุเป็นประจำทุกสัปดาห์จากการบันทึกสัญลักษณ์ และข้อมูลลงในแผนภาพ ดังนี้

 (คลังพัสดุ) ที่บริเวณระหว่าง “ผู้ส่งมอบ” และ “กระบวนการตัด”

(การเคลื่อนที่ของชิ้นงานในระบบผลัก) เชื่อมโยงจาก “ผู้ส่งมอบ” ถึง “คลังพัสดุ”

(การขนส่งทางรถบรรทุก) พร้อมข้อมูลความถี่ในการจัดส่งวัตถุดิบลงบนเส้นทางการเคลื่อนที่

7) จากการรวบรวมข้อมูลการจัดส่งวัตถุดิบพบว่า การจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าดำเนินไปตามคำสั่งซื้อ โดยการขนส่งทางรถบรรทุกจากคลังสินค้าไปยังลูกค้าเป็นประจำทุกวัน ซึ่งสามารถบันทึกสัญลักษณ์ และข้อมูลลงในแผนภาพ ดังนี้

 (คลังสินค้า) ที่บริเวณระหว่าง “กระบวนการบรรจุ” และ “ลูกค้า”

(การเคลื่อนที่ของชิ้นงานในระบบผลัก) เชื่อมโยงจาก “คลังสินค้า” ถึง “ลูกค้า”

(การขนส่งทางรถบรรทุก) พร้อมข้อมูลความถี่ในการจัดส่ง วัตถุดิบลงบนเส้นทางการเคลื่อนที่

8) รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางการไหลของสารสนเทศระหว่างส่วนต่าง ๆ

ตารางที่ 16 เส้นทางการไหลของสารสนเทศระหว่างส่วนต่าง ๆ

ข้อมูลสารสนเทศระหว่าง	รายละเอียด
ลูกค้า – ฝ่ายควบคุมการผลิต	1) ลูกค้าส่งข้อมูลการพยากรณ์ความต้องการสินค้าผ่านทาง FAX เป็นประจำทุกเดือน 2) ลูกค้าแจ้งคำสั่งซื้อทาง FAX เป็นประจำทุกสัปดาห์
ฝ่ายควบคุมการผลิต – ผู้ส่งมอบ	3) ฝ่ายควบคุมการผลิตส่งข้อมูลแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบผ่านทาง FAX เป็นประจำทุกเดือน 4) ฝ่ายควบคุมการผลิตแจ้งคำสั่งซื้อทางFAX เป็นประจำทุกสัปดาห์
ฝ่ายควบคุมการผลิต – หัวหน้างานฝ่ายผลิต	5) ฝ่ายควบคุมการผลิตส่งเอกสารข้อมูลแผนการผลิตให้แก่หัวหน้างานฝ่ายผลิตเป็นประจำทุกสัปดาห์
หัวหน้างานฝ่ายผลิต – พนักงานปฏิบัติงาน	6) หัวหน้างานฝ่ายผลิตส่งเอกสารข้อมูลแผนการผลิตให้แก่พนักงานปฏิบัติการทุกกระบวนการเป็นประจำทุกวัน

จากนั้นบันทึกสัญลักษณ์แทนข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ และข้อมูลลงในแผนภาพดังนี้

(ข้อมูลสารสนเทศผ่านระบบอิเล็กโทรนิกส์) แทนรายละเอียดในข้อ 8.1 - 8.4

(ข้อมูลสารสนเทศแบบปกติ) แทนรายละเอียดในข้อ 8.5 - 8.6

9) รวบรวมข้อมูลปริมาณพัสดุคงคลังในช่วงต้นงวดและปลายงวด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 17 ปริมาณพัสดุคงคลังในช่วงต้นงวดและปลายงวดก่อนการปรับปรุง

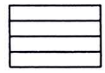
ตำแหน่ง	ปริมาณพัสดุคงคลัง (ชิ้น)		
	ต้นงวด	ปลายงวด	เฉลี่ย
คลังพัสดุ	840	1,084	962
ตัด - ตัดขอบ	740	910	825
ตัดขอบ - เจาะ	716	864	790
เจาะ - สกรีน	666	760	713
สกรีน - อบ	756	894	825
อบ - บรรจุ	980	836	908
คลังสินค้า	940	930	935

จากนั้นบันทึกสัญลักษณ์ และข้อมูลลงในแผนภาพ ดังนี้

(การเคลื่อนที่ของชิ้นงานในระบบผลัก) เชื่อมระหว่างคลังพัสดุไปยังกระบวนการต่าง ๆ ระหว่างกระบวนการที่อยู่ต่อเนื่องกัน และระหว่างกระบวนการบรรจุและคลังสินค้า (พัสดุคงคลัง) พร้อมข้อมูลปริมาณพัสดุคงคลังเฉลี่ยลงบนเส้นทางการเคลื่อนที่

10) จัดทำแผนภาพแสดงเวลา เพื่อจำแนกเวลาในกระบวนการว่าเป็นการดำเนินกิจกรรมประเภทใด ที่บริเวณด้านล่างของแผนภาพ ซึ่งมีลักษณะขึ้น - ลงคล้ายขั้นบันได

เวลาที่สูญเสียไปกับกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่าเพิ่ม ได้แก่ การจัดเก็บพัสดุคงคลังประเภทงานระหว่างผลิต โดยคำนวณระยะเวลานำระหว่างกระบวนการ (lead time: LT) ด้วยการนำปริมาณพัสดุคงคลังเฉลี่ยหารด้วยปริมาณส่งมอบสินค้าเฉลี่ยซึ่งได้เท่ากับ 400 ชิ้น/วัน จากนั้นลากเส้นตรงให้อยู่ในแนวเดียวกันกับสัญลักษณ์ (พัสดุคงคลัง) พร้อมระบุเวลาลงไปที่บันไดขั้นบนของแผนภาพแสดงเวลา

เวลาที่ใช้ดำเนินกิจกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่มหรืองานสุทธิ ได้แก่ กระบวนการผลิตต่าง ๆ ซึ่งพิจารณาจากรอบเวลาในการผลิตของแต่ละกระบวนการหรือ Process Time (ในขั้นตอนที่ 5) จากนั้นลากเส้นตรงให้อยู่ในแนวเดียวกันกับสัญลักษณ์  (กระบวนการ) พร้อมระบุเวลาลงที่บันไดชั้นล่างของแผนภาพแสดงเวลา

องค์ประกอบของเวลานำของกระบวนการผลิตแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1) เวลาก่อนเริ่มกระบวนการผลิต เป็นช่วงเวลาตั้งแต่แผนกผลิตได้รับใบสั่งงานส่วนผลิตจากลูกค้าจนกระทั่งแผนกผลิตตัดสินใจเริ่มต้นทำการผลิตสินค้าในใบสั่งงานส่วนผลิตนั้น ๆ

2) เวลารอวัตถุดิบ เป็นผลรวมของเวลาตั้งแต่พนักงานปฏิบัติการเริ่มต้นทำการเบิกวัตถุดิบจากคลังวัตถุดิบ จนกระทั่งพนักงานได้รับวัตถุดิบครบตามจำนวนที่ต้องการ

3) เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร เป็นช่วงเวลาในขณะที่วัตถุดิบรอคอยการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนเริ่มต้นทำการผลิตในกระบวนการนั้น

4) เวลาในกระบวนการผลิต เป็นผลรวมของเวลาเริ่มต้นผลิตชิ้นงานหลังจากการทำการปรับตั้งเครื่องจักรเสร็จสิ้น จนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการผลิต ซึ่งองค์ประกอบของเวลาในส่วนนี้จะรวมถึงเวลาที่เป็นเวลาสูญเปล่าในกระบวนการผลิตด้วย

ตารางที่ 18 สรุปผลรวมของเวลาที่สูญเสียไปกับกิจกรรมที่สร้าง/ไม่สร้างคุณค่าเพิ่มก่อนการปรับปรุง

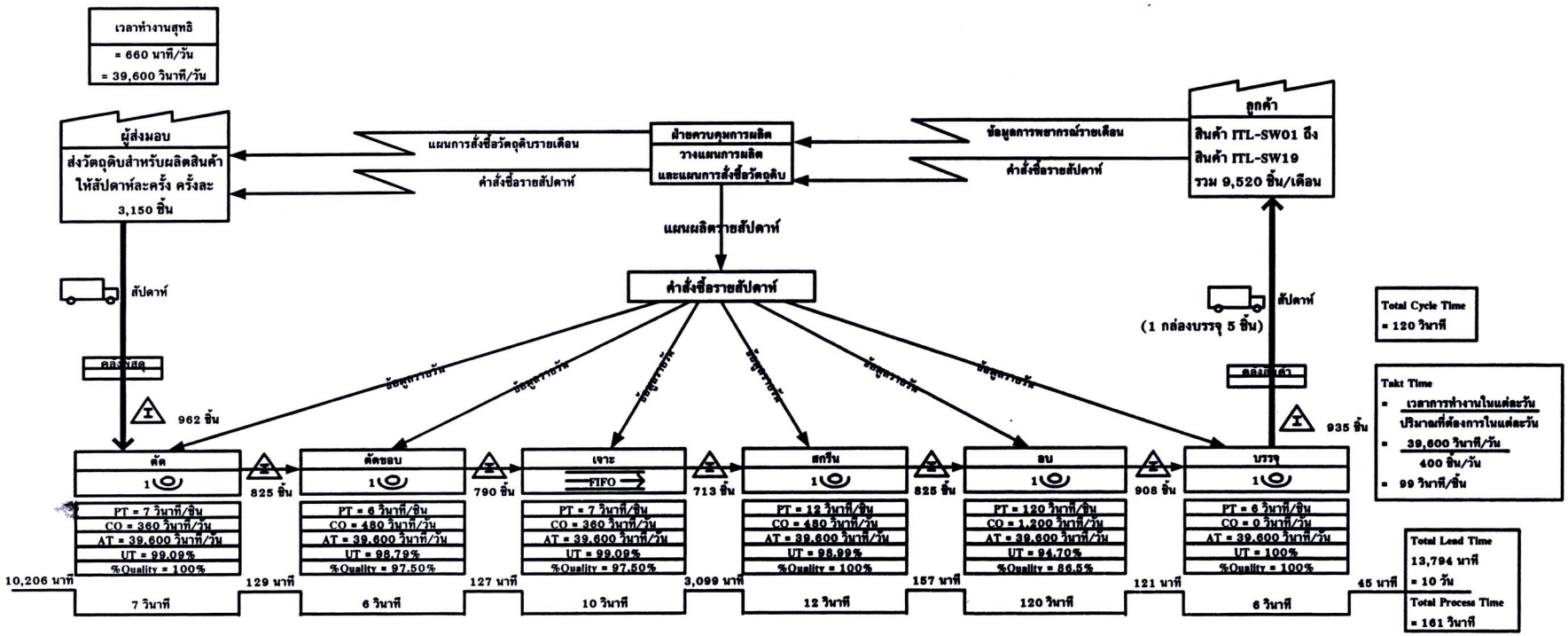
ข้อมูล	กระบวนการ							หน่วย
	ตัด	ตัดขอบ	เจาะ	สกรีน	อบ*	บรรจุ	จัดเก็บคลังสินค้า	
เบิกวัตถุดิบ	7	0	0	2	0	0	0	วัน
รอบเวลาในการผลิตแต่ละกระบวนการ	7	6	10	12	120	6	0	วินาที/ชิ้น
เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร	360	480	360	480	1,200	0	0	วินาที/วัน
เวลาที่เครื่องชำรุด	0	0	0	0	900	0	0	วินาที/วัน
ความสูญเปล่าอันเนื่องมาจากการทำงาน	120	120	120	120	120	120	45	นาที/วัน
รวม	10,206	129	127	3,009	157	121	45	นาที

หมายเหตุ * ในกระบวนการอบมีชิ้นงานสามารถอบได้ครั้งละ 40 ชิ้น ใช้เวลาครั้งละ 80 นาที

ตารางที่ 19 สรุปผลรวมของเวลาทั้งหมดก่อนการปรับปรุง

ค่าสรุป	วิธีการคำนวณ	การคำนวณ	ผลสรุป
Total Lead Time: TLT (ระยะเวลาในการผลิตสินค้ารวม)	ผลรวมระยะเวลาในการผลิตสินค้า	= 10,206 + 129 + 127 + 3,009 + 157 + 121 + 45 (13,794 นาที)	9.57 ≅ 10 วัน
Total Process Time: TPT (เวลาในการผลิตรวม)	ผลรวมของเวลาในการผลิตทั้งหมด	= 7 + 6 + 10 + 12 + 120 + 6 + 0	161 วินาที

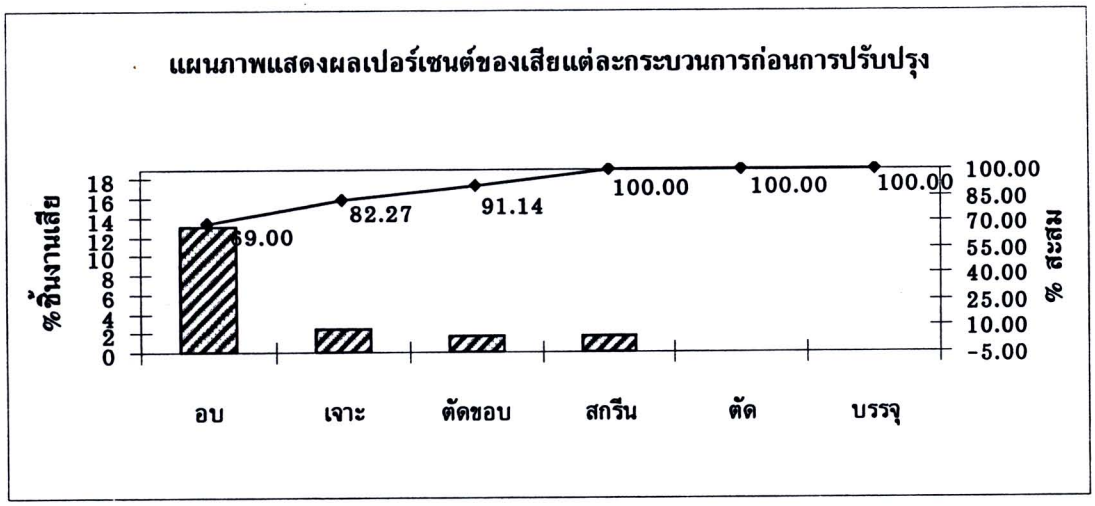
เมื่อดำเนินการตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 10 จะได้แผนภูมิสายธารคุณค่าที่มีลักษณะ ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 แผนภาพสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา

3. กำหนดสาเหตุของปัญหา

เนื่องด้วยโรงงานกรณีศึกษาต้องการเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน และสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้า จากแผนภาพสายธารคุณค่าแสดงสถานะในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา แสดงให้เห็นถึง %ชิ้นงานแต่ละกระบวนการซึ่งในกระบวนการอบมีชิ้นงานเสียมากที่สุด คิดเป็น 13.33% ดังภาพที่ 25 เนื่องจากมีชิ้นงานเสียในกระบวนการผลิตของกลุ่มผลิตภัณฑ์หลักทำให้เกิดความสูญเปล่าเนื่องจากต้องแก้ไขชิ้นงานเสีย ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดในกระบวนการผลิตส่งผลให้ระยะเวลาการผลิตรวมเพิ่มขึ้นทำให้ความสามารถในการแข่งขันลดลง

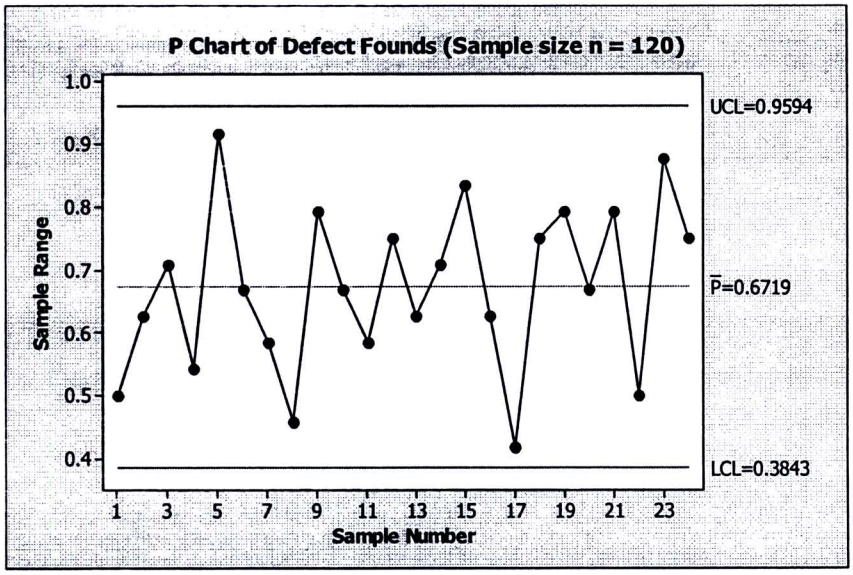


ภาพที่ 25 แผนภาพพาเรโต %ของเสียแต่ละกระบวนการ

หลังจากพบว่ากระบวนการผลิตในส่วนอบแก้วซึ่งมีชิ้นงานเสียมากที่สุด ดังนั้นจึงนำข้อมูลปริมาณการผลิตในชุดตัวอย่างครั้งละ 120 ตัวอย่าง (sample size n = 120) ซึ่งข้อมูลมีความผันแปร แต่มีเสถียรภาพเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์ต่อได้ เนื่องจากข้อมูลอยู่ในช่วงควบคุมและผันแปรอยู่รอบค่ากลาง ($\bar{p}$) ในที่นี้ได้ใช้แผนภูมควบคุมแบบ p (p chart) ซึ่งเป็นแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 20 จำนวนชิ้นงานเสียจากกระบวนการอบก่อนการปรับปรุง

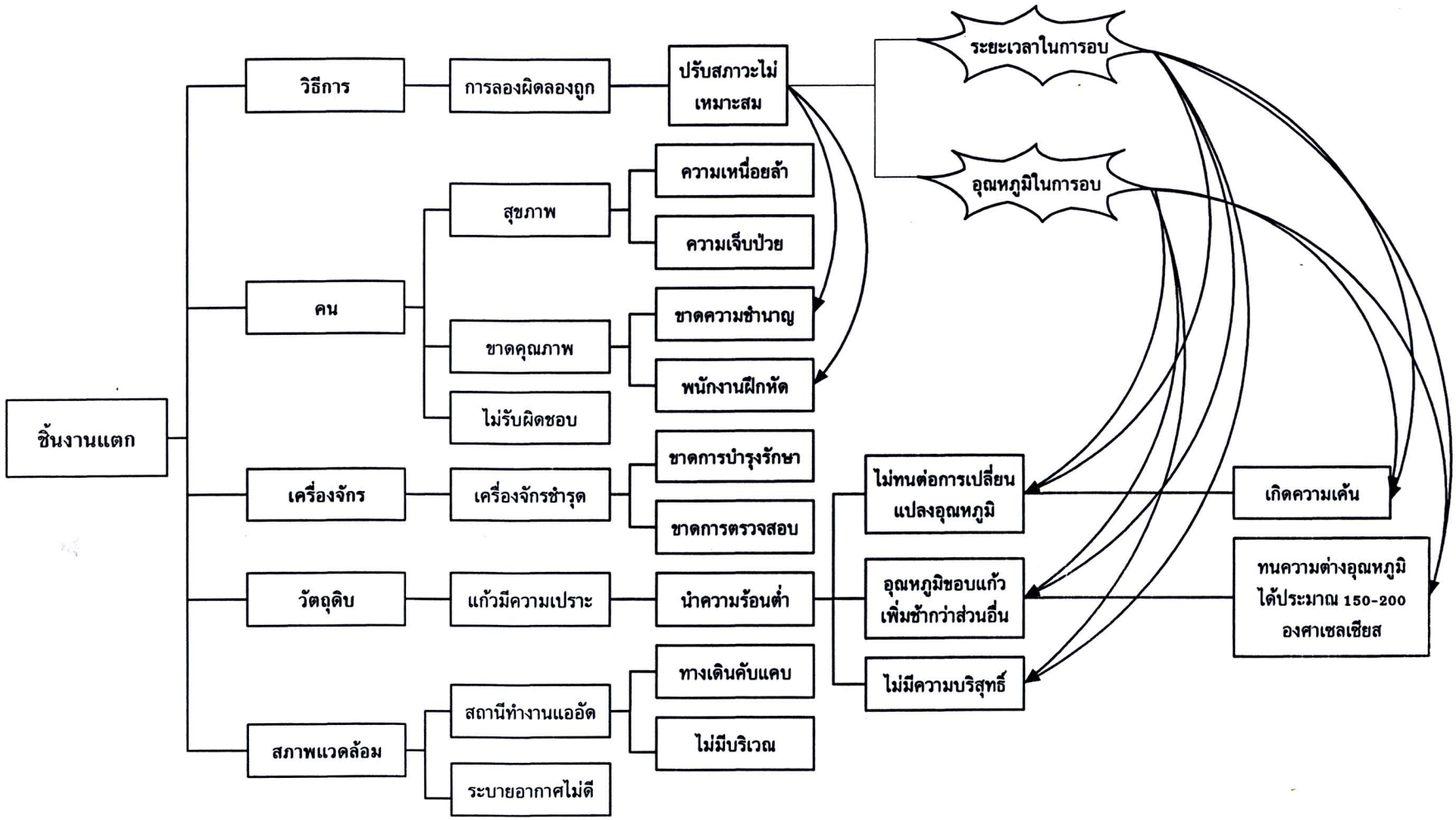
ตัวอย่าง (m_i)	จำนวนชิ้นงานตัวอย่าง (n)	จำนวนชิ้นงานเสีย
1	120	12
2	120	15
3	120	17
4	120	13
5	120	22
6	120	16
7	120	14
8	120	11
9	120	19
10	120	16
11	120	14
12	120	18
13	120	15
14	120	17
15	120	20
16	120	15
17	120	10
18	120	18
19	120	19
20	120	16
21	120	19
22	120	12
23	120	21
24	120	18



ภาพที่ 26 แผนภูมิควบคุมแบบ p ของกระบวนการอบแก้ว

4. การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

ในการวิเคราะห์สาเหตุที่มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการอบ ทำได้โดยการระดมสมองของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุในแต่ละกระบวนการและระบุหาสาเหตุที่คาดว่ามีผลกระทบต่อปัญหาที่เกิดขึ้น โดยผ่านแผนภาพแสดงการวิเคราะห์รากเหง้าสาเหตุที่แท้จริง (root cause analysis) ดังแสดงในภาพที่ 27



ภาพที่ 27 แสดงแผนภาพการวิเคราะห์รากเหง้าสาเหตุที่ทำให้ชิ้นงานเสียในกระบวนการอบแก้ว

ตารางที่ 21 แนวทางในการแก้ไขปัญหาและดัชนีชี้วัด (key performance indicator: KPIs)

ปัจจัยหลัก	สาเหตุ	แนวทางในการแก้ไข	ตัวชี้วัด
คน	พนักงานมีความเมื่อยล้าจากการทำงาน	มีช่วงเวลาในการพักผ่อนตามอัธยาศัยจากทำงานทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 15 นาที	ประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น
	พนักงานไม่มีคุณภาพ	จัดให้มีผู้เชี่ยวชาญถ่ายทอดความรู้แก่พนักงาน	%เข้าใจในการทำงานของพนักงานเพิ่มขึ้น
วัตถุดิบ	แก้วมีความเปราะ	-	-
เครื่องจักร	เครื่องจักรชำรุด	จัดทำแผนในการบำรุงรักษา	- ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น - เวลาเฉลี่ยของการซ่อมเครื่องจักรลดลง
วิธีการ	พนักงานปรับตั้งสภาวะการอบไม่เหมาะสม	จัดทำหนังสือคู่มือในการตั้งสภาวะในการอบที่ถูกต้อง	% ความถูกต้องในการตั้งสภาวะการอบของพนักงานเพิ่มขึ้น
สภาพแวดล้อม	สภาพแวดล้อมไม่เป็นระเบียบ	รณรงค์ส่งเสริมในเรื่องกิจกรรม 5ส. กิจกรรมกลุ่มคุณภาพ กิจกรรมความปลอดภัย	สถานที่ทำงานเป็นระบบและมีมาตรฐานขึ้น

สำหรับวัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้ เป็นการวิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการอบโดยใช้วิธีการออกแบบการทดลอง เพื่อทำการลดจำนวนชิ้นงานเสียให้เหลือน้อยที่สุดหรือไม่เกิดขึ้นเลย จากสาเหตุของปัญหาที่กล่าวมาแล้วนั้น พบว่าปัจจัยที่มีผลนัยสำคัญของกระบวนการอบที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อปัญหาที่ทำการศึกษา (ดูภาพที่ 27) คืออุณหภูมิในการอบและระยะเวลาในการอบ ใช้การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบ 2^k เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมซึ่งรายละเอียดจะกล่าวในบทต่อไป