บทที่ 4

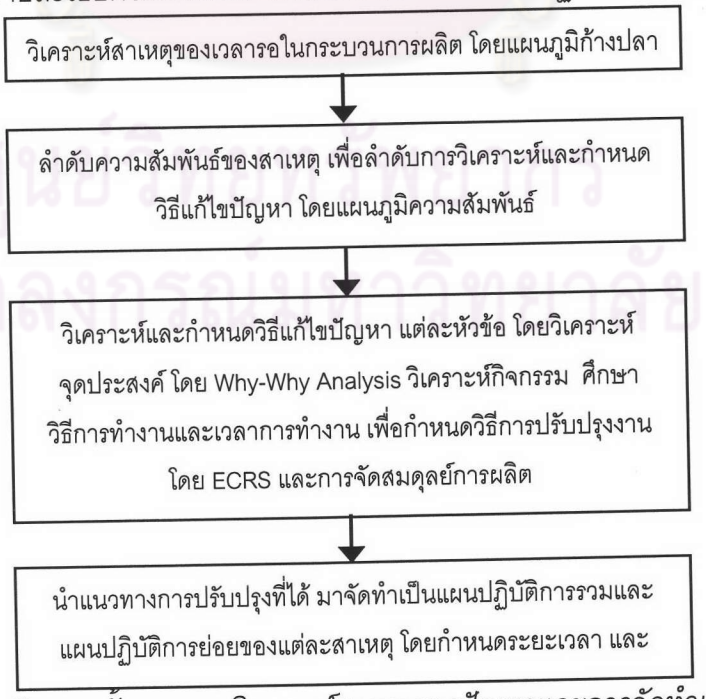
การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเวลาไร้ประสิทธิภาพและแผนปฏิบัติการ

บทนี้แสดงการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและจัดทำแผนปฏิบัติการของปัญหา “เวลารอในกระบวนการผลิตมาก” จากสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตย่อยเคมี (บทที่ 3) พบว่าในสายการผลิตย่อยเคมี มีปัญหาหลัก 3 ปัญหา แต่ปัญหาอื่น ๆ มีข้อจำกัดในการปรับปรุง จึงเลือกปัญหา”เวลารอในกระบวนการผลิตมาก” มาทำการวิจัย

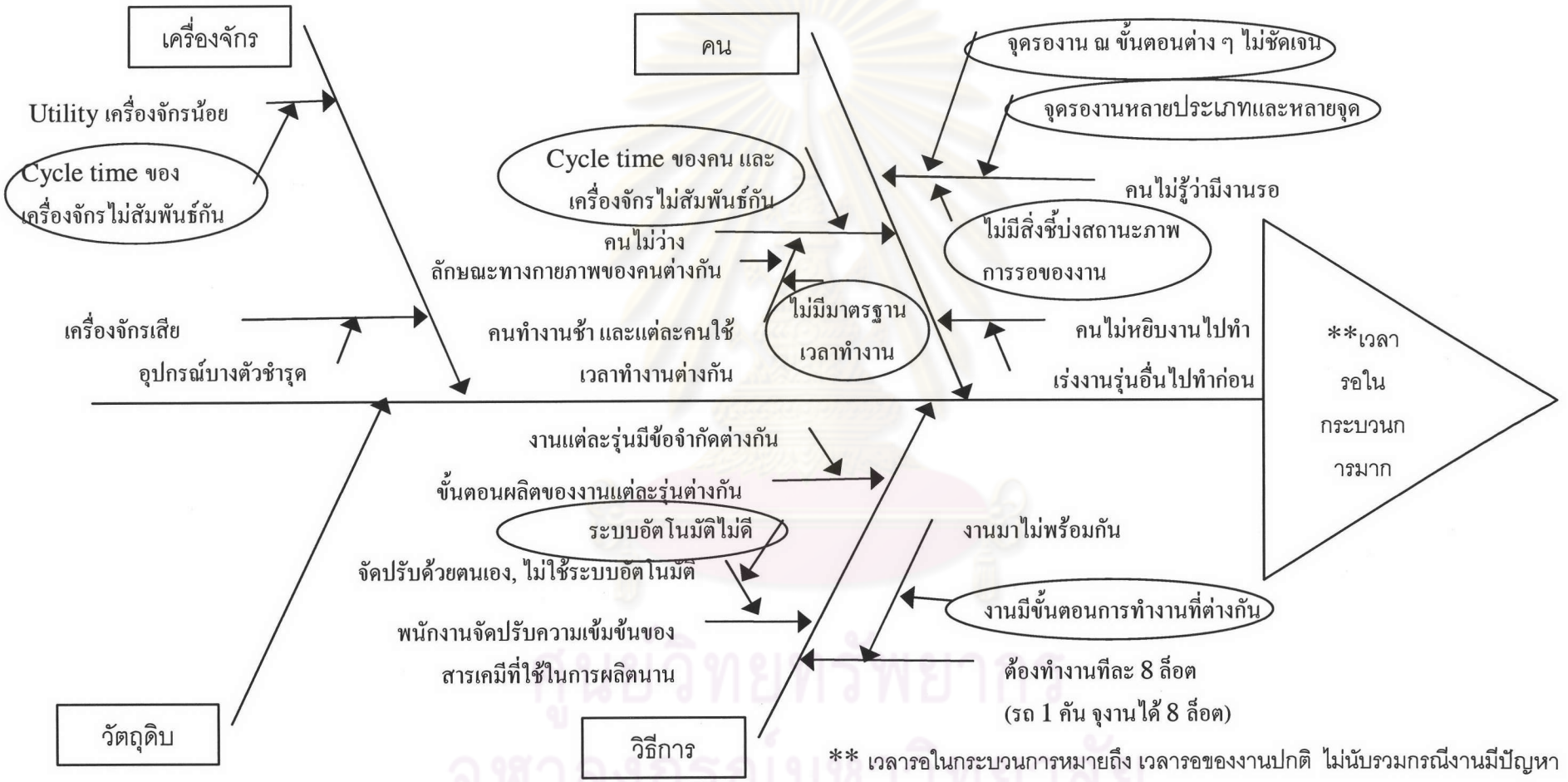
4.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเวลาไร้ประสิทธิภาพ

วิเคราะห์หาสาเหตุของการรอในกระบวนการผลิต โดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Fish-bone Diagram) ในการวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน 4 อย่าง (4 M) ได้แก่ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) และ วิธีการปฏิบัติ (Method)

หลังวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 4 อย่าง ได้สาเหตุดังรูปที่ 4.2 แผนภูมิก้างปลา แสดงการวิเคราะห์สาเหตุของเวลารอในกระบวนการผลิตย่อยเคมี เมื่อได้สาเหตุย่อยของปัญหาแล้วจึงนำมาหาความสัมพันธ์ของแต่ละสาเหตุย่อย โดยใช้แผนภูมิความสัมพันธ์ (Relation Diagram) ดังรูปที่ 4.3 แผนภูมิความสัมพันธ์ของสาเหตุของการรอในกระบวนการผลิต เพื่อหาลำดับความสัมพันธ์ก่อนและหลังของสาเหตุย่อย แล้วจึงนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุและวางแผนปฏิบัติการตามลำดับความสัมพันธ์ ซึ่งรายละเอียดในขั้นตอนการวิเคราะห์และวางแผนปฏิบัติการแสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและการจัดทำแผนปฏิบัติการ



** เวลารอในกระบวนการหมายถึง เวลารอของงานปกติ ไม่นับรวมกรณีงานมีปัญหา

รูปที่ 4.2 แผนภูมิก้างปลา แสดงการวิเคราะห์สาเหตุของเวลารอในกระบวนการผลิตย่อยเคมี

(จัดทำโดยพนักงานและวิศวกรในสายการผลิตย่อยเคมี)

จาก รูปที่ 4.2 แผนภูมิก้างปลา แสดงการวิเคราะห์สาเหตุของเวลารอในกระบวนการผลิตย่อยเคมี สามารถแบ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดเวลารอในกระบวนการผลิตออกเป็น 2 กลุ่มย่อย ดังนี้

1) สาเหตุที่ไม่ใช่รากเง้าของปัญหา แต่สามารถแก้ไขได้โดยง่าย โดยการจัดจำแนก และบ่งชี้ ได้แก่
   - จุดรองาน ณ ขั้นตอนต่าง ๆ มีหลายประเภท, หลายจุด และไม่ชัดเจน
   - การไม่มีสิ่งบ่งชี้สถานะภาพการรอของงาน
2) สาเหตุที่เป็นรากเง้าของปัญหา สามารถแก้ไขและควบคุมได้ โดยการวิเคราะห์หาสาเหตุ , ศึกษา และจัดทำมาตรฐาน ได้แก่
   - ระบบอัตโนมัติในการจัดปรับความเข้มข้นของสารเคมีไม่ดี
   - ไม่มีเวลามาตรฐานในการทำงาน
   - รอบเวลาการทำงาน (Cycle time) ของคน และเครื่องจักร ไม่สัมพันธ์กัน
   - ขั้นตอนการทำงานที่แตกต่างกัน

ในงานวิจัยนี้นำกลุ่มสาเหตุย่อยของปัญหามาวิเคราะห์โดยแผนภูมิความสัมพันธ์ ดังรูปที่ 4.2 แผนภูมิความสัมพันธ์ของสาเหตุของการรอในกระบวนการผลิต แล้วจึงนำมาแก้ไขโดยเรียงลำดับตามความสัมพันธ์ ซึ่งสรุปสาเหตุหลัก ได้ดังตารางที่ 4.1 ตารางสรุปสาเหตุของเวลารอในกระบวนการย่อยเคมีและแนวคิดการลดเวลารอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.3 แผนภูมิความสัมพันธ์ของสาเหตุของการรอในกระบวนการผลิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปสาเหตุของเวลารอในกระบวนการย่อยเคมีและแนวคิดการลดเวลารอ

สาเหตุย่อย	แนวคิดการแก้ปัญหา
1) ระบบอัตโนมัติในการจัดปรับความเข้มข้นของสารเคมีไม่ดี	ปรับปรุงเครื่องจักรให้สามารถปรับความเข้มข้นสารแบบอัตโนมัติให้มีความแม่นยำ และกำหนดวิธีการใช้งาน
2) จุดรองงานมีหลายประเภท หลายจุด ไม่ชัดเจน และไม่มีสิ่งชี้บ่ง	ลดประเภทและจุดรองงานและกำหนดจุดรองงาน ณ ขั้นตอนต่าง ๆ ให้ชัดเจน โดยตีกรอบพื้นที่ในการรอ และมีป้ายบ่งบอกสถานะภาพการรอชัดเจน
3) งานแต่ละรุ่นมีขั้นตอนการทำงานที่ต่างกัน	ลดวิธีการทำงานที่แตกต่างกันของงานแต่ละรุ่นและจัดกลุ่ม แล้วจัดทำข้อมูลมาตรฐานของงานแต่ละกลุ่มเพื่อใช้ในการทำตารางการผลิต
4) รอบเวลาทำงาน(Cycle time) ของพนักงานและเครื่องจักรไม่สัมพันธ์กัน	ศึกษาเวลาการทำงานของพนักงาน และเครื่องจักร แล้วนำข้อมูลมาจัดสมดุลย์รอบเวลาทำงาน
5) ไม่มีมาตรฐานเวลาการทำงาน	ศึกษาเวลาการทำงานของพนักงาน แล้วจัดทำมาตรฐานเวลาการทำงาน

จากสรุปสาเหตุย่อยของเวลารอในกระบวนการย่อยเคมี ดังแสดงในตาราง 4.1 แล้วจึงนำสาเหตุแต่ละข้อมาวิเคราะห์ เพื่อทำแผนปฏิบัติการแก้ไขต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.1 ระบบอัตโนมัติในการจัดปรับความเข้มข้นของสารเคมีไม่ดี

สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตที่ต้องควบคุมความเข้มข้นได้แก่

1. สารละลายกรดฟอสฟอริก
2. สารละลายแมงกานีสไนเตรด
3. สารละลายกราไฟต์เข้มข้นและสารละลายซิลเวอร์เข้มข้น

สารละลายแต่ละชนิดจะควบคุมค่าความเข้มข้นโดยใช้แผนภูมิควบคุม (Control chart) ตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลายทุก ๆ 2 ชั่วโมง ปัจจุบันพบว่า ที่กระบวนการผลิตแมงกานีสฟอร์มเมชั่น ความเข้มข้นของสารละลายแมงกานีสไนเตรตมักมีปัญหาไม่ได้ตามค่ามาตรฐานที่กำหนด ทั้ง ๆ ที่สารละลายแมงกานีสไนเตรดมีการควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแบบอัตโนมัติ ทำให้เมื่อมีการตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลายในทุก ๆ 2 ชั่วโมง พนักงานต้องมาจัดปรับเองและใช้เวลาจัดปรับนาน

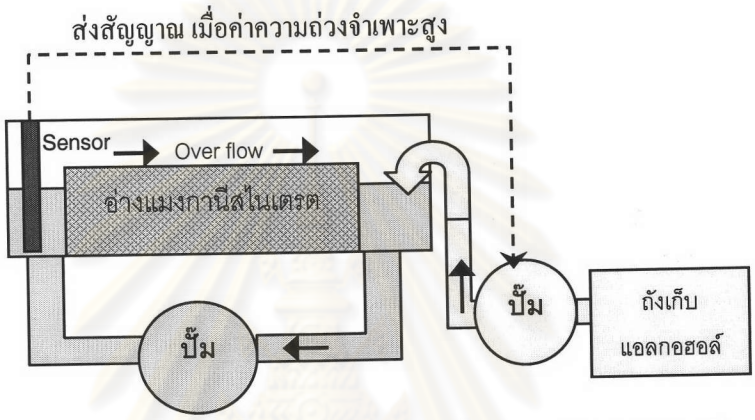
จากการศึกษา พบว่าพนักงานไม่ใช้ระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติในการจัดปรับความเข้มข้นของสารละลาย แต่จะใช้วิธีจัดปรับด้วยตนเอง และมักพบว่าความเข้มข้นของสารละลายไม่ได้ตามค่ามาตรฐานเมื่อมีการตรวจสอบในทุก ๆ 2 ชั่วโมง จึงนำปัญหา"พนักงานไม่ใช้ระบบจัดปรับสารอัตโนมัติ" มาศึกษาเพื่อทำการแก้ไข

ปัญหา : พนักงานไม่ใช้ระบบจัดปรับสารอัตโนมัติ
ข้อมูลเบื้องต้น :

1) สารละลายแมงกานีสไนเตรดควบคุมความข้มข้นของสารละลาย โดยวัดค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ของสารละลาย
2) การจัดปรับสารละลายแมงกานีสไนเตรต ใช้แอลกอฮอล์เป็นตัวจัดปรับ หากความถ่วงจำเพาะมีค่าสูง
3) สารละลายจะค่อย ๆ เข้มข้นขึ้น (ความถ่วงจำเพาะจะสูงขึ้น) เมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากแอลกอฮอล์มีการระเหย

4) ระบบจัดปรับความเข้นข้นสารละลายทำงานดังนี้

- Sensor จะอ่านค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความถ่วงจำเพาะ สูง Sensor จะส่งสัญญาณให้ปั๊มจ่ายแอลกอฮอล์เป็นระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงหยุดจ่าย
- ค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลายในอ่าง จะไม่ลดต่ำลงทันทีเมื่อมีการจ่ายแอลกอฮอล์ แต่จะค่อย ๆ ลดลง เนื่องจากการเติมแอลกอฮอล์จะเติมในจุดที่ห่างจาก Sensor ดังนั้นต้องอาศัยเวลาในการไหลเวียนจนสารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน และเวลาในการไหลเวียนของสารเท่ากับ 3 นาที



รูปที่ 4.4 ภาพแสดงการทำงานของระบบจัดปรับความเข้นข้นอัตโนมัติของสารละลายแมงกานีสไนเตรต

จากการวิเคราะห์ปัญหา ดังตารางที่ 4.2 แสดงการวิเคราะห์สาเหตุ "ระบบจัดปรับอัตโนมัติในการจัดปรับความเข้มข้นของสารละลายไม่ดี" โดยเทคนิค Why – Why Analysis พบว่าสาเหตุที่พนักงานไม่ใช้ระบบจัดปรับอัตโนมัติ สำหรับจัดปรับความเข้มข้นของสารละลายแมงกานีสไนเตรตมีดังนี้

1. ปั๊มแอลกอฮอล์เสียบ่อย เนื่องจาก
   - ไม่มีตัวคลุมป้องกันสารเคมี คลุมป้องกันปั๊ม
   - ไม่มีแอลกอฮอล์ในถังเก็บแอลกอฮอล์
2. Sensor อ่านค่าความถ่วงจำเพาะปรับตั้งไม่ดี ทำให้อ่านค่าผิดปกติ
3. จุดตั้งระดับ Sensor ในการสั่งจ่ายแอลกอฮอล์ ไม่เหมาะสม
4. ปริมาณแอลกอฮอล์ที่สั่งจ่าย ในการจัดปรับความเข้มข้นไม่เหมาะสม

จากสาเหตุย่อยที่ได้จากการวิเคราะห์นี้ จะนำไปกำหนดเป็นแผนปฏิบัติการเพื่อแก้ไข ดังตารางที่ 4.31 แสดงแผนปฏิบัติการของระบบอัตโนมัติในการจัดปรับความเข้มข้นของสารเคมีไม่ดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 แสดงการวิเคราะห์สาเหตุ "ระบบจัดปรับอัตโนมัติในการจัดปรับความเข้มข้นของสารละลายไม่ดี" โดยเทคนิค Why – Why Analysis

ปรากฏการณ์	สิ่งที่สำรวจได้	Why – 1	Why – 2	Why – 3	Why – 4	พิจารณา	แนวทางการแก้ไข (มาตรฐานการป้องกัน)
พนักงานไม่ใช้ระบบจัดปรับความเข้มข้นสารอัตโนมัติ	1. เครื่องจักร 1.1 ปั๊มแอลกอฮอล์เสียบ่อย	1.1.1 สายไฟขาด	สารแมงกานีสไนเตรดหกรดปั๊ม	ไม่มีตัวป้องกันปั๊ม		NG	ทำตัวคลุมป้องกันคลุมปั๊ม
		1.1.2 ความร้อนในปั๊มสูง	ไม่มีแอลกอฮอล์ในถังเก็บ	ดูข้อ 2.1.2.2			ดู ***
	2. วิธีการ 2.1 Specific gravity ของสารสูง	2.1.1 เติมแอลกอฮอล์น้อยไป	2.1.1.1 เวลาในการจ่ายแอลกอฮอล์น้อย	ตั้งเวลาจ่ายแอลกอฮอล์สั้น		NG	ตั้งระดับ sensor,และเวลาการจ่าย เพื่อควบคุมปริมาณการจ่ายให้สัมพันธ์กัน **
			2.1.1.2 แอลกอฮอล์จ่ายช้า	ระดับ sensor สูง	ไม่มีมาตฐานการตั้ง sensor	NG	
		2.1.2 แอลกอฮอล์ไม่จ่าย	2.1.2.1 ปั๊มเสีย	ดูข้อ 1.1			
			2.1.2.2 ไม่มีแอลกอฮอล์ในถังเก็บ	พนักงานไม่เติมแอลกอฮอล์	ไม่มีกำหนดเวลาเติมที่แน่นอน	NG	ศึกษาปริมาณการใช้แอลกอฮอล์ แล้วกำหนดเป็นวิธีปฏิบัติ ***
	2.2 Specific gravity ของสารต่ำ	2.2.1 เติมแอลกอออล์มากไป	2.2.1.1 เวลาในการจ่ายแอลกอฮอล์มาก	ตั้งเวลาจ่ายแอลกอฮอล์นาน		NG	} ดู **
			2.2.1.2 แอลกอฮอล์จ่ายเร็ว	ระดับ sensor ต่ำ	ไม่มีมาตฐานการตั้ง sensor	NG	
		2.2.2 แอลกอฮอล์จ่ายไม่หยุด	2.2.2.1 ตัวตัดจ่ายแอลกอฮอล์เสีย			OK	
			2.2.2.2 ตัวรับ/จ่ายสัญญาณ sensor ไม่ตรงกัน	ไม่มีการตรวจสอบ	ไม่มีวิธีตรวจสอบ	NG	กำหนดวิธีการตรวจสอบ Sensor

4.1.2 จุดรอมีหลายประเภท,หลายจุด, ไม่ชัดเจน และไม่มีสิ่งชี้บ่ง

จากการศึกษาพบว่า ประเภทของจุดรองานมี 3 ประเภท ดังนี้

1. จุดรองานจากกระบวนการก่อนหน้า
2. จุดรองานภายในกระบวนการ
3. จุดรองานก่อนส่งงานให้กระบวนการถัดไป

จำนวนจุดรองานแต่ละประเภทในแต่ละกระบวนการผลิตมีดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนจุดรองานแต่ละประเภทในแต่ละกระบวนการผลิต

ประเภทจุดรองาน / กระบวนการ	จุดรองานจาก กระบวนการก่อนหน้า	จุดรองานภายใน กระบวนการ	จุดรองานก่อนส่งงาน ให้กระบวนการถัดไป
1. ไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น	2 จุด	4 จุด	1 จุด
2. แมงกานีสฟอร์มเมชั่น			
- แมงกานีสฟอร์มเมชั่น	1 จุด	4 จุด	3 จุด
- การกำจัดแมงกานีสไดออกไซด์ส่วนเกิน	1 จุด	1 จุด	-
- รีอะโนไดเซชั่น	2 จุด	2 จุด	-
3. กราไฟต์และ ซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น	1 จุด	2 จุด	1 จุด
รวม	7 จุด	13 จุด	5 จุด

แผนผังแสดงจุดรองาน ณ กระบวนการต่าง ๆ แสดงในรูป 4.5 – 4.9 ดังนี้ รูปที่ 4.5 แผนผังแสดงจุดรองานในกระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น รูปที่ 4.6 แผนผังแสดงจุดรองานในกระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่น รูปที่ 4.7 แผนผังแสดงจุดรองานในกระบวนการกำจัดแมงกานีสไดออกไซด์ส่วนเกิน รูปที่ 4.8 แผนผังแสดงจุดรองานในกระบวนการรีอะโนไดเซชั่น รูปที่ 4.9 แผนผังแสดงจุดรองานในกระบวนการกราไฟต์ และ ซิลเวอร์ ฟอร์มเมชั่น

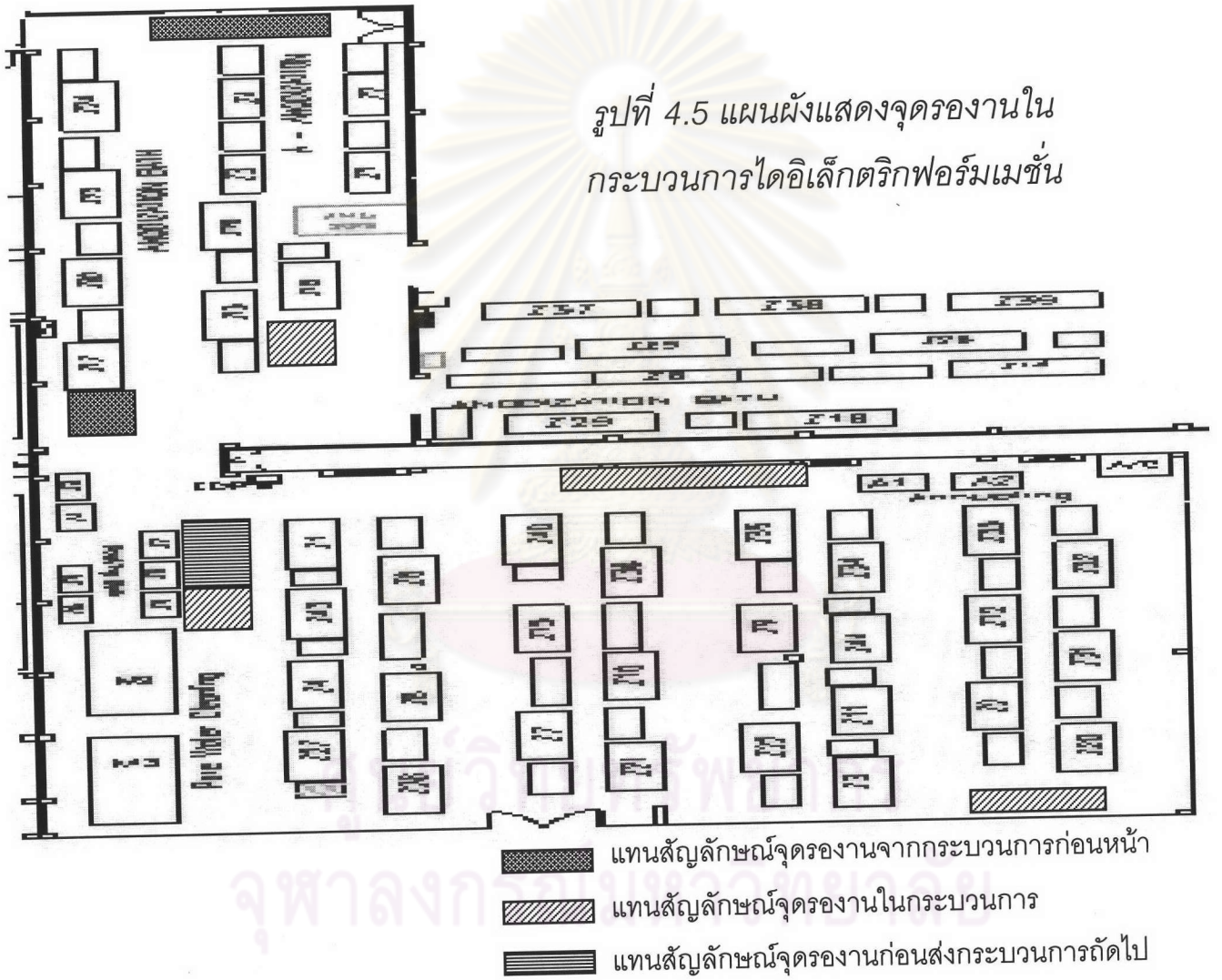
จากตารางที่ 4.3 พบว่า จุดรองานในสายการผลิตย่อยเคมี มีจุดรองานทั้งหมด 25 จุด แบ่งย่อยเป็นประเภทต่างดังนี้

จุดรองานจากกระบวนการก่อนหน้า 7 จุด

จุดรองานภายในกระบวนการ 13 จุด

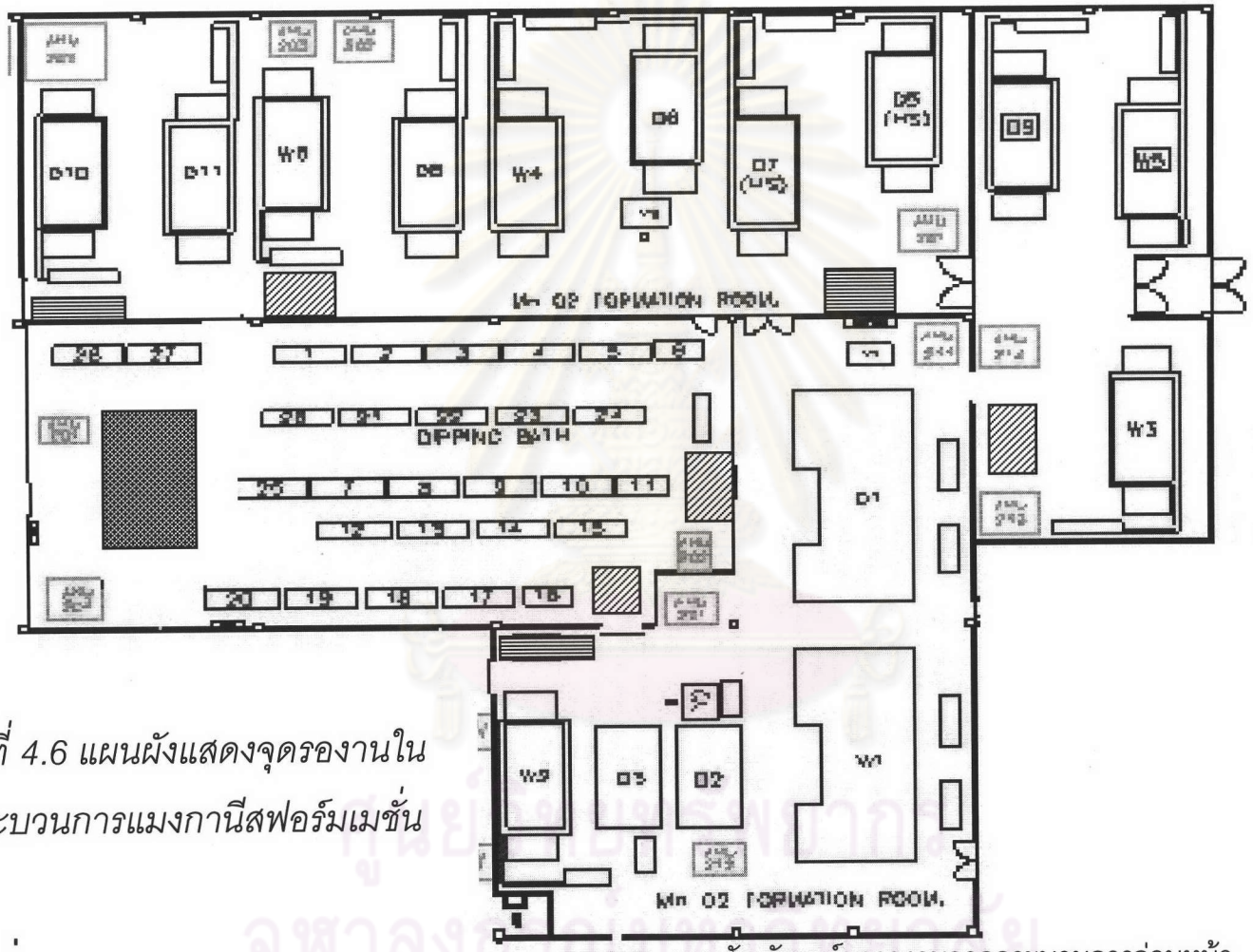
จุดรองานก่อนส่งงานให้กระบวนการถัดไป 5 จุด

แล้วจึงนำจุดรองานแต่ละประเภทมาพิจารณาจุดประสงค์และกิจกรรม แล้วใช้หลักการของ ECRS ในการลดจุดรองาน แล้วกำหนดเป็นวิธีการปฏิบัติใหม่



รูปที่ 4.5 แผนผังแสดงจุดรองานในกระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



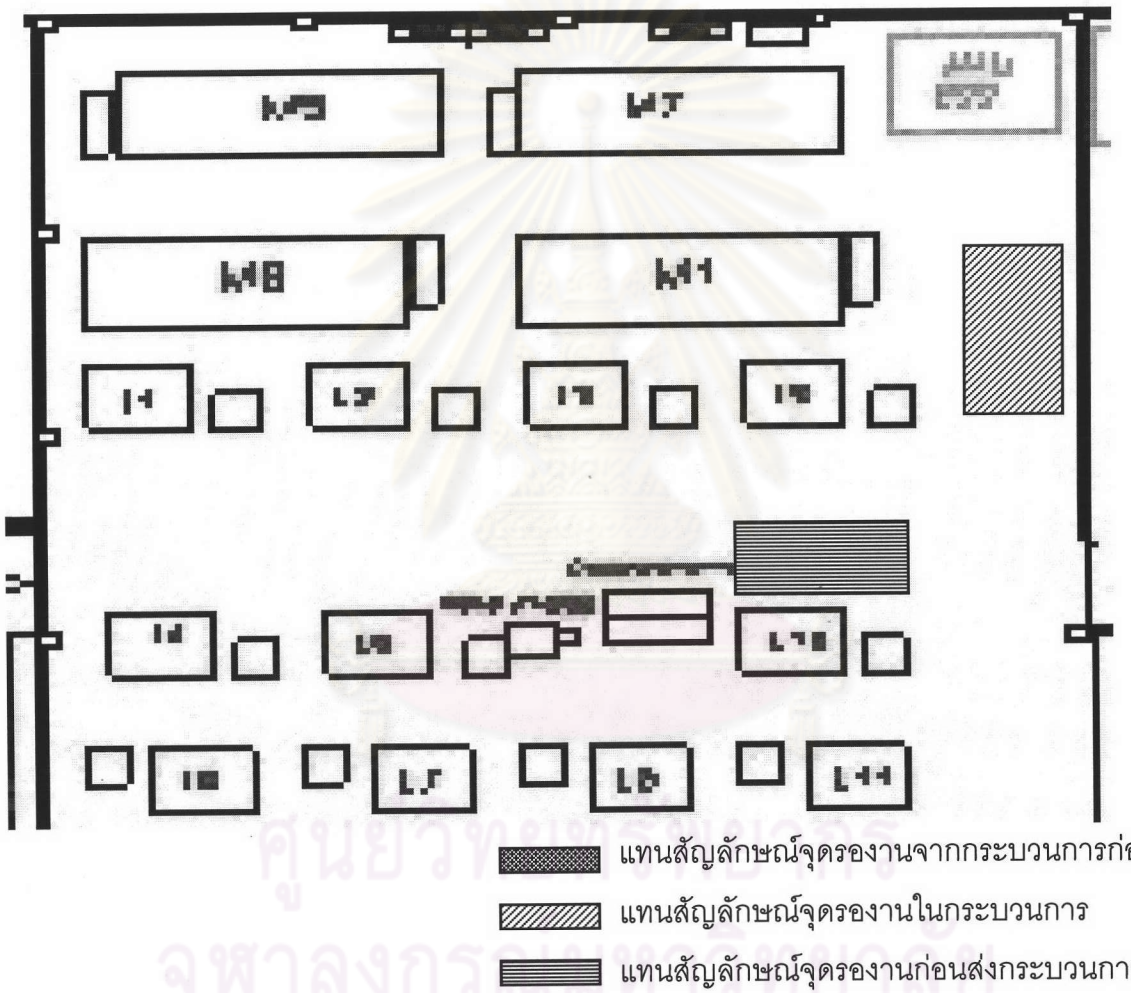
รูปที่ 4.6 แผนผังแสดงจุดรองงานในกระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่น

แทนสัญลักษณ์จุดรองงานจากกระบวนการก่อนหน้า

แทนสัญลักษณ์จุดรองงานในกระบวนการ

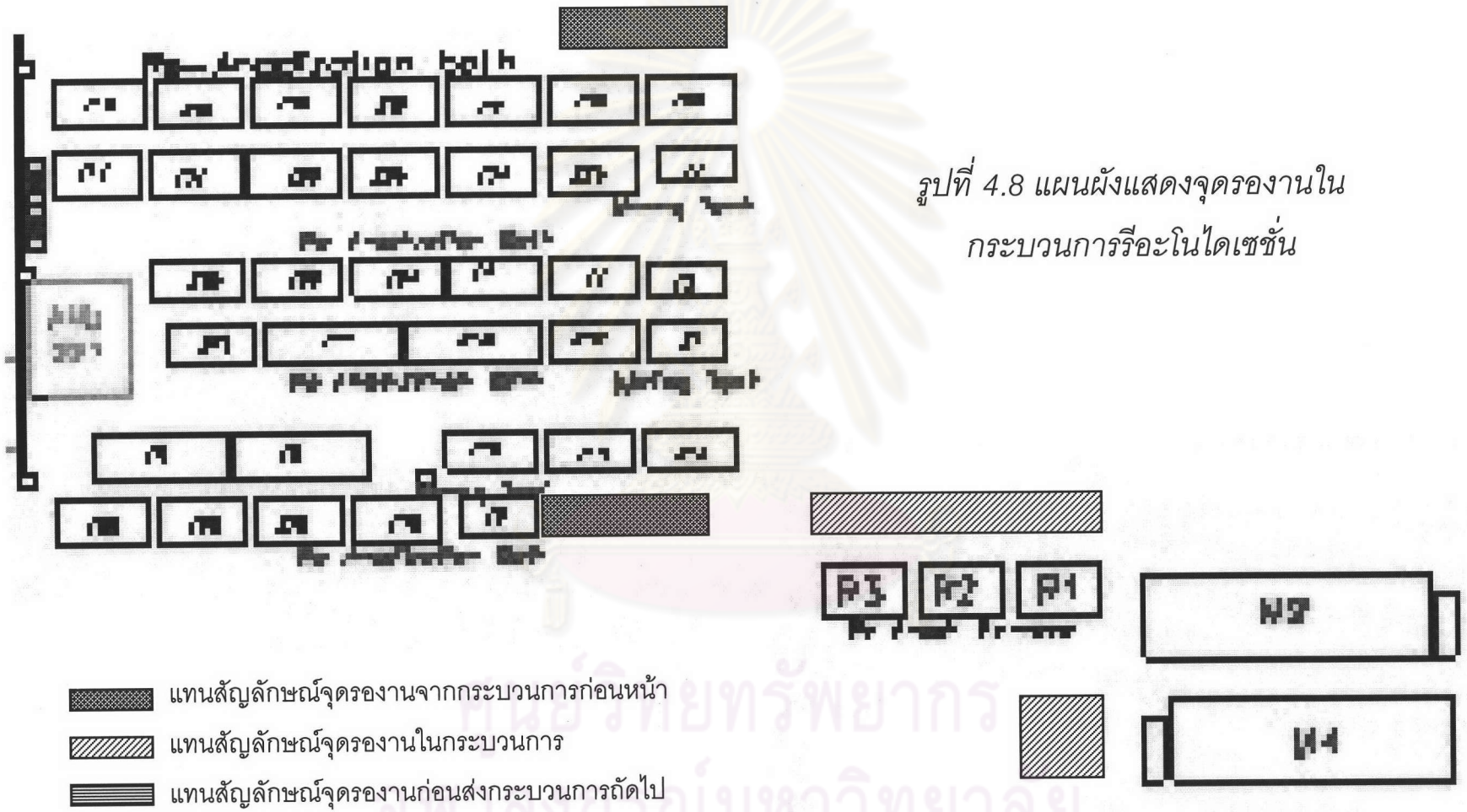
แทนสัญลักษณ์จุดรองงานก่อนส่งกระบวนการถัดไป

49



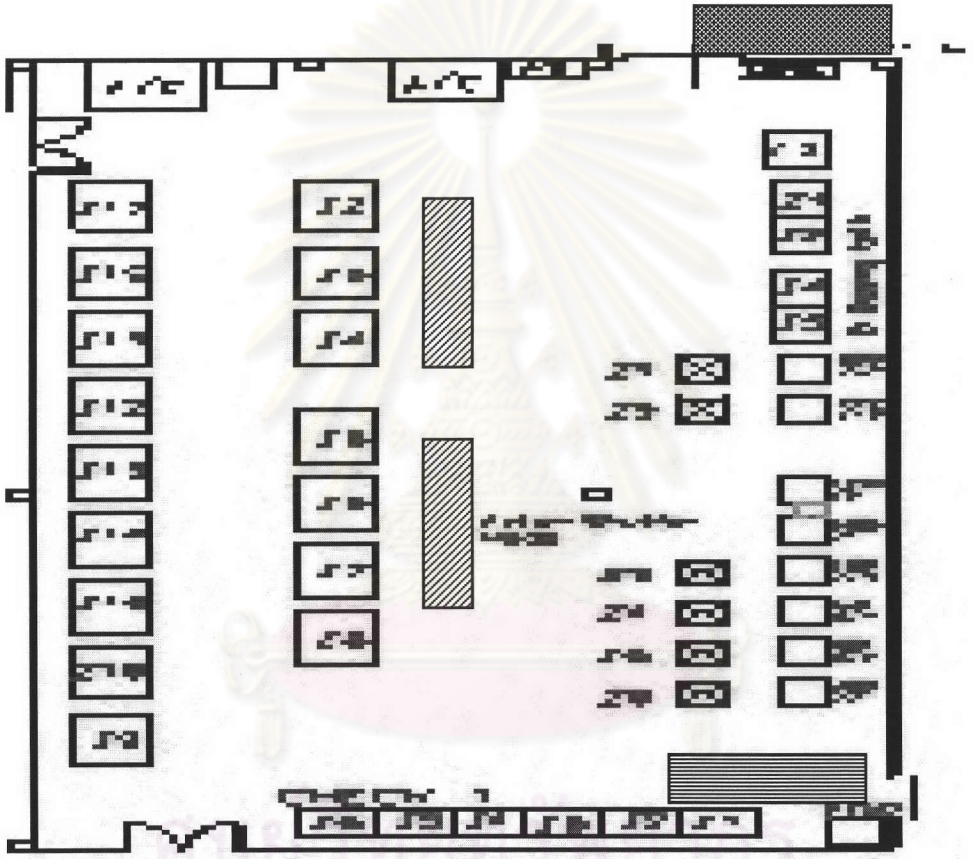
รูปที่ 4.7 แผนผังแสดงจุดรองานในกระบวนการกำจัดแมงกานีสไดออกไซด์ส่วนเกิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 แผนผังแสดงจุดรองานในกระบวนการรีอะโนไดเซชั่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.9 แผนผังแสดงจุดรองานในกระบวนการกราไฟต์ และ ซิลเวอร์ ฟอร์มเมชั่น

ตารางที่ 4.4 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์ของ "จุดรองงานประเภทต่าง ๆ "

ประเภทของจุดรองงาน	จุดประสงค์	วิธีการปัจจุบัน (กิจกรรม)	ECRS	วิธีการใหม่ (กิจกรรม)
1.จุดรองงานจากกระบวนการก่อนหน้า	- เพื่อให้สามารถทำงานได้พร้อมกันในขั้นตอนย่อยต่อไป - เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด	-รองงานจากกระบวนการก่อนหน้า - จัดงานที่มีขั้นตอนถัดไปที่เหมือนกัน และจัดงานให้ได้ 6 – 8 ล๊อต ต่อ 1 คันรถ	-	
2. จุดรองงานภายในระบวนการ	- เพื่อให้สามารถทำงานได้พร้อมกันในขั้นตอนย่อยต่อไป - เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด	- จัดงานที่มีชุดขั้นตอนถัดไป (2-3 ขั้นตอน) ที่เหมือนกัน และจัดงานให้ได้ 6 หรือ 8 ล๊อต ต่อ 1 คันรถ	ควบรวม (Combine) : เนื่องจากที่ "จุดรองงานจากกระบวนการก่อนหน้า" สามารถจัดงานที่มีชุดการทำงานในขั้นตอนถัดไปได้	- กำหนดให้ที่จุดรองงานจากกระบวนการก่อนหน้ามีการจัดงานที่มีชุดขั้นตอนการทำงานภายในกระบวนการที่เหมือนกันไว้ด้วยกัน
3.จุดรองงานก่อนส่งงานให้กระบวนการถัดไป	- เพื่อความสะดวกในการทำงาน - เพื่อให้กระบวนการถัดไปได้ประสิทธิภาพสูง	- รองงานให้ได้ 1-2 คันรถ เพื่อนำงานไปบันทึกข้อมูลในคอมพิวเตอร์พร้อม ๆ กัน	ตัดออก (Eliminate) : เนื่งจากวัตถุประสงค์ซ้ำซ้อนกับ "จุดรองงานจากกระบวนการก่อนหน้า"	- ลดจุดรองงานให้เหลือเพียง "จุดรองงานจากกระบวนการก่อนหน้า" ณ ตำแหน่งทางเข้ากระบวนการ - ตีกรอบบอกขอบเขตการรอ และป้ายแสดงสถานะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลังพิจารณาจุดประสงค์และกิจกรรม ณ จุดรองานประเภทต่าง ๆ แล้วใช้หลักการของ ECRS ในการลดจุดรองาน ดังตารางที่ 4.4 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์ของ “จุดรองานประเภทต่าง ๆ ” แล้วกำหนดเป็นวิธีการใหม่ได้ดังนี้

1. ลดจุดรองานให้เหลือเพียง “จุดรองานจากกระบวนการก่อนหน้า” ณ ตำแหน่งทางเข้ากระบวนการ
2. กำหนดให้ที่ “จุดรองานจากกระบวนการก่อนหน้า”นี้มีการจัดงานที่มีชุดขั้นตอนการทำงานภายในกระบวนการที่เหมือนกันไว้ด้วยกัน
3. ตีกรอบบอกขอบเขตการรอ และป้ายแสดงสถานะการรอ หรือชุดขั้นตอนย่อยถัดไปที่งานกำลังรอ

จากวิธีการใหม่ที่ได้ จึงนำไปกำหนดเป็นแผนปฏิบัติการดังตารางที่ 4.32 แสดงแผนปฏิบัติการของจุดรอมีหลายประเภท,หลายจุด, ไม่ชัดเจน และไม่มีสิ่งชี้บ่ง

หมายเหตุ : การลดจุดรองานในสายการผลิตย่อยเคมี จะยกเว้นจุดรองานจากกระบวนการก่อนหน้าที่กระบวนการผลิตกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น ซึ่งไม่สามารถลดได้ เนื่องจากกระบวนการถัดไปในสายการผลิตการประกอบ ได้ลดจุดรองานจากกระบวนการก่อนหน้าไว้ก่อนแล้ว

4.1.3 งานแต่ละรุ่นมีขั้นตอนการทำงานที่ต่างกัน

แนวทางการแก้ไขคือการลดวิธีการทำงานและจัดกลุ่มงาน การวิเคราะห์ลดจำนวนขั้นตอนที่ต่างกันจะแบ่งเป็นกระบวนการย่อย โดยเลือกกระบวนการย่อย 2 กระบวนการคือ กระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น และกระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่นมาศึกษาปรับปรุงจำนวนขั้นตอนการทำงาน

ทั้งนี้เนื่องจาก 2 กระบวนการนี้มีขั้นตอนย่อยที่มีความหลากหลายมาก โดยที่กระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่นมีขั้นตอนที่ต่างกัน 12 ชุด และที่กระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่นมีตารางขั้นตอนการทำงานที่ต่างกันมากกว่า 50 ตาราง ในขณะที่กระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่นมีขั้นตอนที่แตกต่างกันเพียง 3 ชุด เท่านั้น

1) กระบวนการไดอิเล็กตริก ฟอร์มเมชั่น (Dielectric Formation)

ที่กระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่นมีขั้นตอนการทำงานที่แตกต่างกันดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนชุดการทำงานที่กระบวนการไดอิเล็กตริก ฟอร์มเมชั่น

ขั้นตอนการทำงาน	ชุดการทำงาน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1st A-Anodization		/		/				/		/		
1st Anodization	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ล้าง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
อบ			/	/		/			/	/		/
2nd Anodization			/	/		/			/	/		/
ล้าง			/	/		/			/	/		/
2nd A-Anodization					/	/					/	/
ล้าง					/	/					/	/
จุ่มกรด							/	/	/	/	/	/
ล้าง							/	/	/	/	/	/

การลดการทำงานที่แตกต่างกัน เพื่อความสะดวกในการควบคุมการไหลของงาน ดังนั้นจึงพิจารณาวัตถุประสงค์ของแต่ละขั้นตอนการทำงาน ดังตารางที่ 4.7 แสดงจุดประสงค์ของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น แล้วทำ ECRS เพื่อปรับปรุงการทำงาน พบว่าจากการทำ ECRS สามารถลดการทำงานลงจาก 12 ชุด เหลือ 6 ชุด ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนชุดการทำงานที่กระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่นหลังปรับปรุง

ขั้นตอนการทำงาน	ชุดการทำงาน					
	1	2	3	4	5	6
1st A – Anodization		/		/		
1st Anodization	/	/	/	/	/	/
อบ			/	/		/
2nd Anodization			/	/		/
ล้าง					/	/
2nd A-Anodization					/	/
ล้าง	/	/	/	/	/	/
จุ่มกรด	/	/	/	/	/	/
อบ	/	/	/	/	/	/

ตารางที่ 4.7 แสดงจุดประสงค์และการปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน โดยเทคนิค ECRS ในกระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	จุดประสงค์	ECRS
1	1st A-Anodization	สร้างชั้นไดอิเล็กตริกภายนอก	ตัดออก (E) สำหรับงานบางรุ่น ที่ไม่กระทบต่อคุณภาพงาน
2	1st Anodization	สร้างชั้นไดอิเล็กตริก	คงไว้ เนื่องจากเป็นขั้นตอนหลักในการทำงาน
3	Cleaning	ล้างสารละลาย เพื่อป้องกันการปนเปื้อนในขั้นตอนต่อไป	ตัดออก (E) เนื่องจากขั้นตอนที่ 2 และ 5 ใช้สารละลายชนิดเดียวกัน
4	Anneal	สร้างความสมบูรณ์ให้ชั้นไดอิเล็กตริก	คงไว้ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่กระทบต่อคุณภาพของงาน
5	2nd Anodization	สร้างชั้นไดอิเล็กตริกขั้นสุดท้าย	คงไว้ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่กระทบต่อคุณภาพของงาน
6	Cleaning	ล้างสารละลาย เพื่อป้องกันการปนเปื้อนในขั้นตอนต่อไป	คงไว้ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่กระทบต่อคุณภาพของงาน
7	2nd A-Anodization	สร้างชั้นไดอิเล็กตริกภายนอก	คงไว้ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่กระทบต่อคุณภาพของงาน
8	Cleaning	ล้างสารละลาย เพื่อป้องกันการปนเปื้อนในขั้นตอนต่อไป	คงไว้ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่กระทบต่อคุณภาพของงาน
9	Acid dipping	ลดสารปนเปื้อนที่ผิวของเม็ดงาน	ทำสำหรับงานทั้งหมด (S) เพราะเป็นขั้นตอนในการปรับปรุงคุณภาพของงาน
10	Cleaning	ล้างสารละลาย เพื่อป้องกันการปนเปื้อนในขั้นตอนต่อไป	เปลี่ยนเป็นอบงาน ซึ่งเป็นการตัดส่วนของการล้างงานออก** (E) เนื่องจากกระบวนการถัดไปมีการใช้กรดประเภทเดียวกัน

หมายเหตุ : ** เครื่องล้างงานจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นอ่างน้ำร้อนและส่วนอบแห้ง ดังนั้นการเปลี่ยนการล้างเป็นการอบนอกจากจะเป็นการตัดขั้นตอนการทำงานแล้ว ยังช่วยลดเวลาในส่วนการล้างลงได้

หลังการพิจารณาจุดประสงค์ วิธีการ และผลที่จะได้รับ ดังตารางที่ 4.7 แสดงจุดประสงค์และการปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน โดยเทคนิค ECRSในกระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่นจึงมีการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงานดังนี้

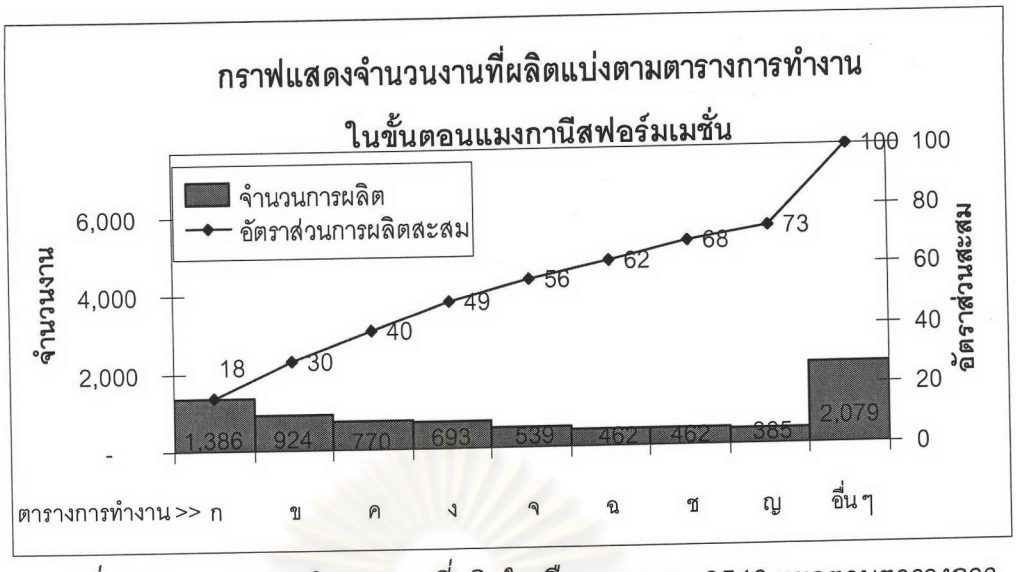
1. ขั้นตอนที่ 1 ตัดออก (Eliminate) สำหรับงานบางรุ่น หลังจากพิจารณาคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้าของงาน

   หมายเหตุ : งานขั้นตอนที่ 1 สามารถเปลี่ยนเป็นขั้นตอนที่ 7 ได้ แต่การล้างจะเพิ่มขึ้น 1 ครั้ง ซึ่งจะทำให้เวลาในการทำงานเพิ่มขึ้น ในทางกลับกันถ้าพิจารณาเปลี่ยนขั้นตอนที่ 7 เป็นขั้นตอนที่ 1 จะไม่สามารถเปลี่ยนได้ เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องจักรบางประการ ดังนั้นจึงพิจารณาตัดขั้นตอนที่ 1 ของงานบางรุ่นออก
2. ขั้นตอนที่ 3 ตัดออก (Eliminate) เนื่องจากขั้นตอนที่ 2 และ 5 ใช้สารละลายชนิดเดียวกัน
3. ขั้นตอนที่ 9 ให้ทุกๆ งานต้องทำขั้นตอนที่ 9 (Simplify) เนื่องจากขั้นตอนที่ 9 เป็นขั้นตอนในการปรับปรุงคุณภาพของงานจึงกำหนดให้ทำ แม้เวลาในการทำงานจะเพิ่มขึ้น
4. ขั้นตอนที่ 10 เปลี่ยนเป็นอบงาน ซึ่งเป็นการตัดส่วนของการล้างงานออก (Eliminate) เนื่องจากกระบวนการถัดไปมีการใช้กรดประเภทเดียวกัน

2) กระบวนการแมงกานีส ฟอร์มเมชั่น (Manganese Formation)

เมื่อพิจารณาขั้นตอนการทำงานที่กระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่นในปัจจุบันพบว่า :

1. งาน 70 เปอร์เซ็นของงานที่ผลิตอยู่จะมีขั้นตอนการทำงานเพียง 8 ตารางการงาน ที่เหลืออีก 30 เปอร์เซ็นจะมีขั้นตอนการทำงาน มากกว่า 40 ตารางการทำงาน ดังรูปที่ 4.10 กราฟแสดงจำนวนงานที่ผลิตในเดือนเมษายน 2546 แยกตามตารางการทำงานในกระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่น



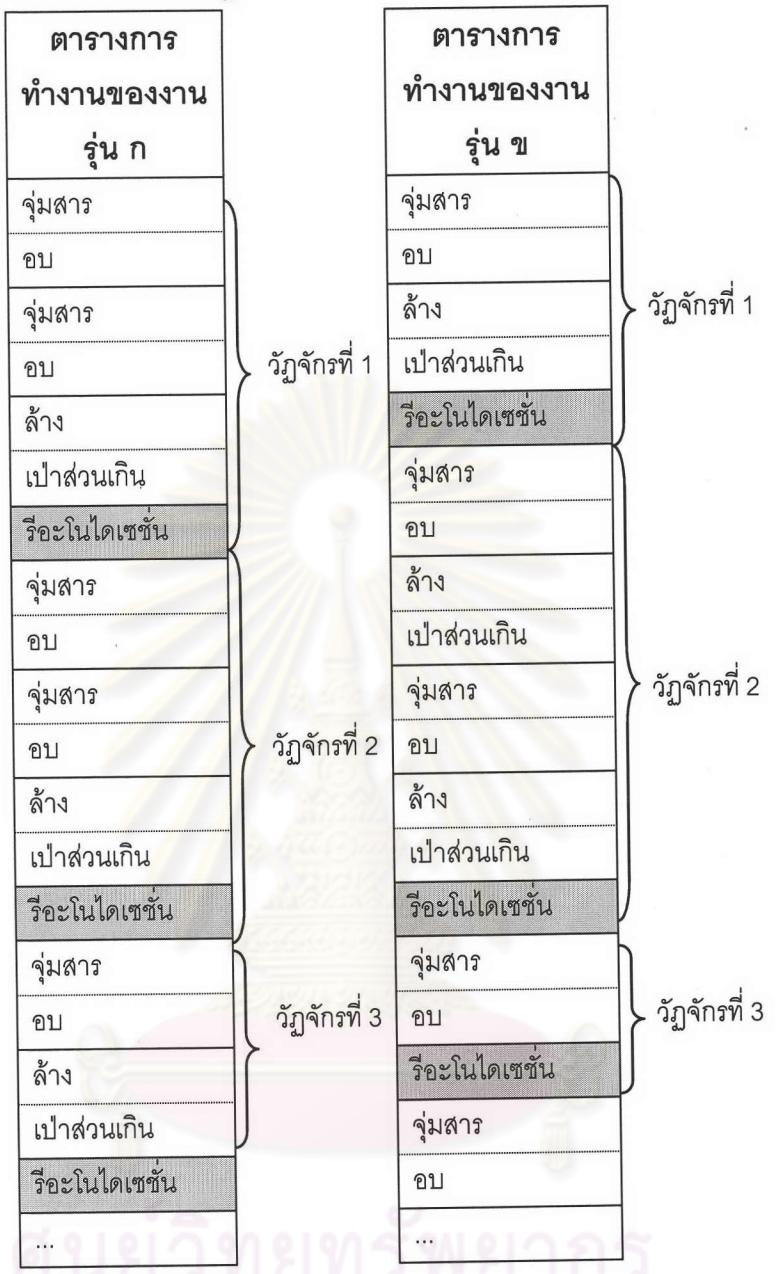
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงจำนวนงานที่ผลิตในเดือนเมษายน 2546 แยกตามตารางการทำงานในกระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่น

หมายเหตุ : ข้อมูลในรูปที่ 4.10 เป็นข้อมูลจากการบันทึกการผลิต ทางอิเล็กทรอนิกส์ในเดือนเมษายน 2546 และมาตรฐานตารางแมงกานีสฟอร์มเมชั่นของงานแต่ละรุ่น แล้วนำข้อมูลจำนวนงานที่ผลิตในเดือนเมษายนแยกตามตารางการทำงาน

2. ขั้นตอนการทำงานย่อยจะมีเงื่อนไขการทำงานคือ
   - หลังจุ่มสารละลายแมงกานีสไนเตรตต้องนำงานไปอบ เพื่อเปลี่ยนให้เป็นแมงกานีส(4) ออกไซด์
   - การล้างงานต้องทำก่อนนำงานไปทำขั้นตอนย่อยการเป่าผงแมงกานีส (4) ออกไซด์ส่วนเกิน
   - การเป่าผงแมงกานีส (4)ออกไซด์ส่วนเกินจะทำหลังขั้นตอนการทำแมงกานีสฟอร์มเมชั่นเสมอ
   - หลังทำรีอะโนไดเซชั่นต้องนำงานไปอบทุกครั้งเพื่อทำให้งานแห้งก่อนนำงานไปขั้นตอนถัดไป

3. มีขั้นตอนการทำงานเป็นวัฏจักรโดยมีจุดสิ้นสุดรอบวัฏจักรที่ขั้นตอนรีอะโนไดเซชั่นและมีการทำซ้ำ ๆ กัน ซ้ำวัฏจักรกันบ้าง ไม่ซ้ำวัฏจักรกันบ้าง ดังตารางที่ 4.8 แสดงตัวอย่างแสดงวัฏจักรย่อยของขั้นตอนในตารางการทำแมงกานีสฟอร์มเมชั่น

ตารางที่ 4.8 แสดงตัวอย่างแสดงวัฏจักรย่อยของขั้นตอนในตารางการทำแมงกานีสฟอร์มเมชั่น



4. ใน 1 วัฏจักรอาจมีการทำแมงกานีสฟอร์มเมชั่นได้ 1 – 4 ขั้นตอน และ ขั้นตอนการล้างและเป่าแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกินได้ 1-4 ขั้นตอน เช่นเดียวกัน
5. ทุก ๆ ครั้งที่จบขั้นตอนการอบแมงกานีส(4)ออกไซด์ หรือรีอะโนไดเซชั่น มักต้องนำงานมาจัด เพื่อเลือกงานที่มีขั้นตอนถัดไปที่เหมือนกันไว้ด้วยกัน

จากสภาพงานปัจจุบันพิจารณาแล้วว่าไม่สามารถลดจำนวนตารางการทำงานลงได้ เนื่องจากเงื่อนไขทางด้านคุณภาพของงาน จึงพิจารณางานแต่ละวัฏจักรย่อย ๆ

วัฏจักรการทำงานสามารถมีขั้นตอนการทำแมงกานีสฟอร์มเมชั่น และ ขั้นตอนการล้างแล้วเป่าแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกินได้ 1-4 ขั้นตอน ดังนั้นจำนวนชุดวัฏจักรย่อยจะมีจำนวนเท่ากับ 30 ชุด ดังตารางที่ 4.9 แสดงวัฏจักรการทำงานในกระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่น วิธีคำนวณชุดวัฏจักรการทำงานทั้งหมดดังนี้ :

กำหนดให้ 1. ขั้นตอนการทำแมงกานีสฟอร์มเมชั่น มีงานย่อย 2 งานคือ

- การจุ่มสารแมงกานีสไนเตรต
- การอบเพื่อเปลี่ยนสารเป็นแมงกานีส(4)ออกไซด์

2. ขั้นตอนการกำจัดแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกิน มีงานย่อย 2 งานคือ

- ขั้นตอนการล้างงาน
- ขั้นตอนการเป่าแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกิน

วิธีคำนวณ : แยกเป็นจำนวนชุดวัฏจักรที่มีขั้นตอนการทำแมงกานีสฟอร์ชั่น 1 2 3 และ 4 ครั้ง

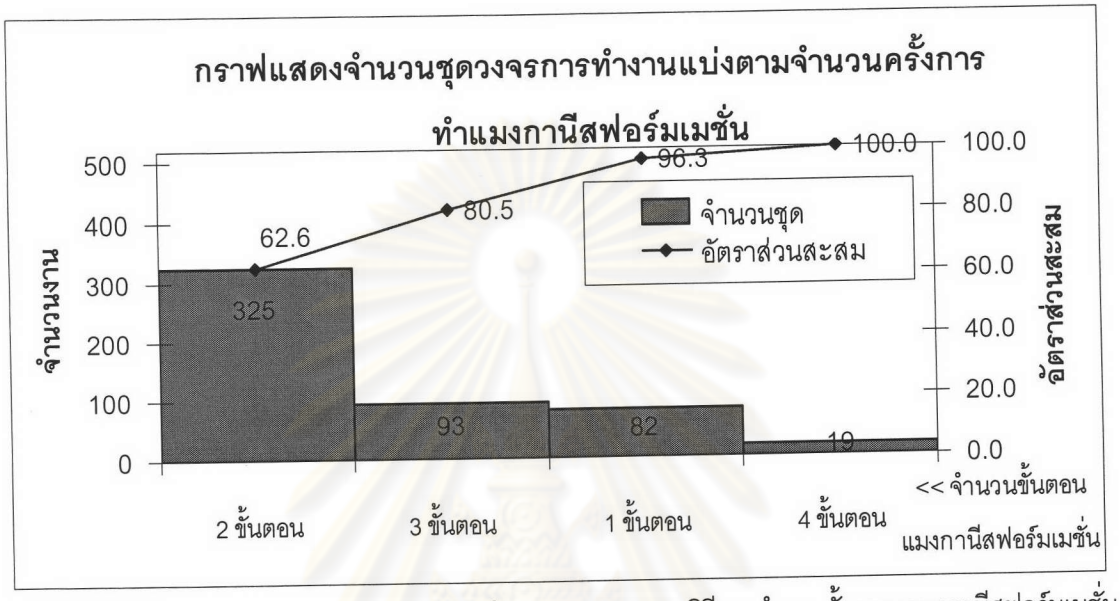
- ชุดวัฏจักรการทำงานที่มีขั้นตอนการทำแมงกานีสฟอร์มเมชั่น 1 ครั้ง มีจำนวน 2 ชุด (แมงกานีสฟอร์มเมชั่น และ กำจัดแมงกานีส(4)ออกไซด์)
- ชุดวัฏจักรการทำงานที่มีขั้นตอนการทำแมงกานีสฟอร์มเมชั่น 2 ครั้ง มีจำนวน 2x2 ชุด
- ชุดวัฏจักรการทำงานที่มีขั้นตอนการทำแมงกานีสฟอร์มเมชั่น 3 ครั้ง มีจำนวน 2x2x2 ชุด
- ชุดวัฏจักรการทำงานที่มีขั้นตอนการทำแมงกานีสฟอร์มเมชั่น 4 ครั้ง มีจำนวน 2x2x2x2 ชุด

∴ ดังนั้นชุดวัฏจักรการทำงานทั้งหมดเท่ากับ 2 + (2x2) + (2x2x2) + (2x2x2x2) = 30 ชุด

ตารางที่ 4.9 แสดงวัฏจักรการทำงานในกระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่น

ขั้นตอนการทำงาน	ชุดการทำงานที่						
	1	2	3	...	28	29	30
ขั้นตอนแมงกานีสฟอร์มเมชั่น (1)	/	/	/		/	/	/
ขั้นตอนการกำจัดแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกิน (1)		/			/		/
ขั้นตอนแมงกานีสฟอร์มเมชั่น (2)			/		/	/	/
ขั้นตอนการกำจัดแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกิน (2)						/	/
ขั้นตอนแมงกานีสฟอร์มเมชั่น (3)					/	/	/
ขั้นตอนการกำจัดแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกิน (3)					/	/	/
ขั้นตอนแมงกานีสฟอร์มเมชั่น (4)					/	/	/
ขั้นตอนการกำจัดแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกิน (4)					/	/	/
ขั้นตอนการทำรีอะโนไดเซชั่น	/	/	/	/	/	/	/

การลดชุดวัฏจักรการทำงานทำได้โดยตรวจสอบชุดการทำงานปัจจุบัน พบว่าในวัฏจักรที่มีขั้นตอนการทำแมงกานีสฟอร์มเมชั่น 2 ขั้นตอน มีอัตราส่วนมากที่สุด คือ 63 เปอร์เซ็น รองลงมาคือวัฏจักรที่มีขั้นตอนการทำแมงกานีสฟอร์มเมชั่น 3 ขั้นตอน มีอัตราส่วน 18 เปอร์เซ็น ดังรูปที่ 4.11 กราฟแสดงจำนวนวัฏจักรแบ่งตามจำนวนครั้งการทำแมงกานีสฟอร์มเมชั่น



ข้อมูลจากมาตรฐานวิธีการทำงานขั้นตอนแมงกานีสฟอร์มเมชั่น

รูปที่ 4.11 กราฟแสดงจำนวนวัฏจักรแบ่งตามจำนวนครั้งการทำแมงกานีสฟอร์มเมชั่น

ปรับปรุงโดย :

จัดลำดับ (Rearrange) วัฏจักรการทำงานใหม่ โดยยังคงจำนวนขั้นตอนในการจุ่มสารละลายแมงกานีสไนเตรตในแต่ละตารางการทำงานให้มีจำนวนเท่าเดิม เพื่อรักษาคุณภาพของงาน การจัดลำดับวัฏจักรการทำงาน ทำได้โดย

1. กำหนดให้วัฏจักรการทำงานหนึ่งต้องมีขั้นตอนแมงกานีสฟอร์มเมชั่น 2-3 ขั้นตอน เนื่องจากวัฏจักรการทำงานที่มีขั้นตอนแมงกานีสฟอร์มเมชั่น 2-3 ขั้นตอน มีอัตราส่วนถึง 80% ดังแสดงในรูปที่ 4.11
2. การทำขั้นตอนกำจัดผงแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกิน จะให้ลำดับการทำที่ขั้นตอนหลังก่อน (ก่อนทำรีอะโนไดเซชั่น) เนื่องจากการกำจัดผงแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกิน มักต้องทำรีอะโนไดเซชั่นเพื่อซ่อมแซมงานหลังการได้รับแรงลมกระแทก

หลังจัดลำดับ (Rearrange) ขั้นตอนการทำงาน โดยให้วัฏจักรการทำงานหนึ่งต้องมีขั้นตอนแมงกานีสฟอร์มเมชั่น 2-3 ขั้นตอน และให้ลำดับการทำขั้นตอนกำจัดผงแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกิน ที่ขั้นตอนหลังก่อน สามารถลดจำนวนชุดวัฏจักรลงเหลือ 7 ชุด ดังตารางที่ 4.10 แสดงวัฏจักรการทำงานในกระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่นหลังปรับปรุง

ตารางที่ 4.10 แสดงวัฏจักรการทำงานในกระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่นหลังปรับปรุง

ขั้นตอนการทำงาน	ชุดการทำงานที่						
	1	2	3	4	5	6	7
ขั้นตอนแมงกานีสฟอร์มเมชั่น (1)	/	/	/	/	/	/	/
ขั้นตอนการกำจัดแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกิน (1)			/				/
ขั้นตอนแมงกานีสฟอร์มเมชั่น (2)	/	/	/	/	/	/	/
ขั้นตอนการกำจัดแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกิน (2)		/	/			/	/
ขั้นตอนแมงกานีสฟอร์มเมชั่น (3)				/	/	/	/
ขั้นตอนการกำจัดแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกิน (3)					/	/	/
ขั้นตอนการทำรีอะโนไดเซชั่น	/	/	/	/	/	/	/

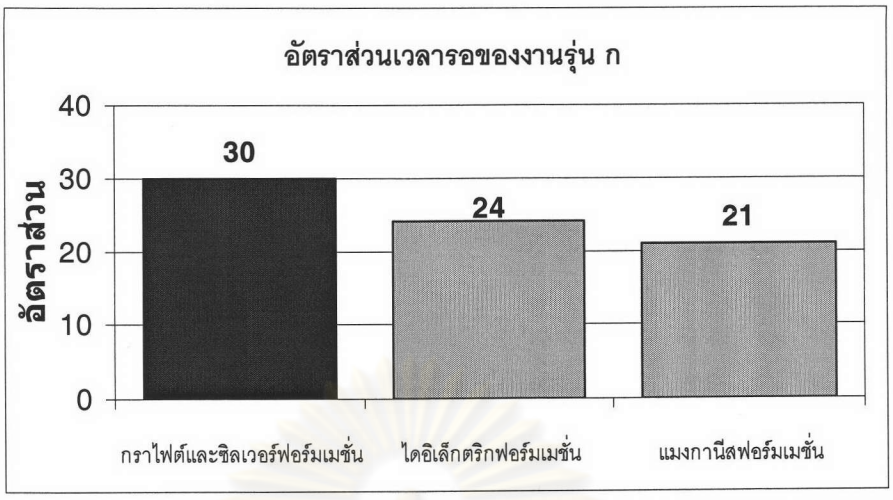
โดยชุดวัฏจักรการทำงานทั้ง 7 ชุดมีขั้นตอนการจุ่มสารแมงการนีสไนเตรต 2 และ 3 ขั้นตอน และมีขั้นตอนกำจัดผงแมงกานีส(4)ออกไซด์ส่วนเกิน ตั้งแต่ 0 ถึง 2 หรือ 3 ขั้นตอนตามขั้นตอนการจุ่มสาร ดังนั้นชุดวัฏจักรการทำงานทั้ง 7 จึงมีลักษณะเฉพาะของแต่ละชุดชัดเจน

จากการลด (Eliminate) ทำให้ง่าย (Simplify) และจัดลำดับ (Rearrange) ขั้นตอนการทำงานที่ได้ในข้อ 4.1.3 ทำให้สามารถลดการรอซึ่งเกิดจากจัดงานที่มีขั้นการทำงานเหมือนการลงได้ จากนั้นจึงได้นำไปทำแผนปฏิบัติการ ดังตารางที่ 4.33 แสดงแผนปฏิบัติการของงานแต่ละรุ่นมีขั้นตอนการทำงานที่ต่างกัน

4.1.4 **รอบเวลาทำงาน** (Cycle time) **ของพนักงานและเครื่องจักรไม่สัมพันธ์กัน**

ในหัวข้อนี้จะทำการจัดสมดุลย์รอบเวลาทำงานของพนักงานและเครื่องจักร โดยศึกษารอบเวลาทำงาน และการทำงานของพนักงานและเครื่องจักร จากนั้นจึงจัดสมดุลย์ระหว่างรอบเวลาทำงานของพนักงานกับเครื่องจักร เพื่อลดเวลาที่งานรอพนักงานหรือเครื่องจักร

จากการศึกษาเวลาการทำงานในบทที่ 1 พบว่าแต่ละกระบวนการย่อยที่มีสัดส่วนของเวลารอ โดยเรียงจากมากไปหาน้อย ดังรูปที่ 4.12 กราฟแสดงอัตราส่วนเวลารอแต่ละกระบวนการย่อยโดยเรียงจากมากไปหาน้อย และ แสดงในตารางที่ 4.11 แสดงอัตราส่วนเวลารอต่อ 1 รอบการทำงานของขั้นตอนย่อย



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงอัตราส่วนเวลารอแต่ละกระบวนการย่อยโดยเรียงจากมากไปหาน้อย

ตารางที่ 4.11 แสดงอัตราส่วนเวลารอต่อ 1 รอบการทำงานของขั้นตอนย่อย

เวลารอ	อัตราส่วน
เวลารอที่กระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น	30
เวลารอที่กระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น	24
เวลารอที่กระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่น	21

(จากข้อมูลตารางที่ 1.1 บทที่ 1)

พบว่าที่กระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่นมีอัตราส่วนเวลารอสูงสุด จึงนำกระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่นมาทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางปรับปรุง แต่ในที่นี้ไม่นำเวลารอสูงสุดที่ขั้นตอนย่อย ๆ ในกระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่นมาพิจารณา เนื่องจากขั้นตอนย่อยเป็นขั้นตอนการทำงานที่ต่อเนื่องกัน ดังนั้นจะเลือกแก้ไขที่จุดใดจุดหนึ่งไม่ได้

เนื่องจากที่กระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่นนั้น การทำงานส่วนใหญ่ขึ้นกับเวลาการทำงานของเครื่องจักร การวิเคราะห์เวลาการทำงานจึงแบ่งวิเคราะห์เป็นขั้นตอนจุ่มสารและอบงาน และออกแบบวิธีการวิเคราะห์และปรับปรุงการทำงาน ดังนี้

1. การจัดสมดุลย์จำนวนเครื่องจักร และการกำหนดรอบเวลา
2. การปรับปรุงการทำงานของพนักงาน

การจัดสมดุลย์จำนวนเครื่องจักร และการกำหนดรอบเวลา และการปรับปรุงการทำงานของพนักงาน ใช้หลักการของการแก้ไขปัญหาแบบคิวซี ซึ่งมีขั้นตอนการทำงาน 8 ขั้นตอนดังนี้

(1) ระบุปัญหา : รอบเวลาการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรที่กระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอ์มเมชั่นไม่สัมพันธ์กัน

(2) ทำความเข้าใจปัญหา : ปัญหาจำนวนเครื่องจักรและเวลาในการทำงานของแต่ละเครื่องจักรไม่สมดุลย์ โดยสามารถแบ่งลักษณะขั้นตอนการทำงานเป็น 2 ประเภท คือ ขั้นตอนจุ่มสาร และอบงาน

(3) กำหนดเป้าหมาย : จัดสมดุลย์จำนวนเครื่องจักรที่กระบวนการกราไฟต์ และซิลเวอร์ฟอ์มเมชั่น กำหนดรอบเวลาการทำงาน และปรับปรุงการทำงานของพนักงาน

(4) วิเคราะห์และศึกษาเวลาการทำงาน ณ ขั้นตอนจุ่มสาร และอบงานชนิดต่าง ๆ

(i) การศึกษาวิธีการทำงาน และเวลาการทำงาน

(ii) จัดสมดุลย์จำนวนเครื่องจักรในขั้นตอน (จุ่มสารและอบงาน) และกำหนดรอบเวลาการทำงาน

(iii) ปรับปรุงการทำงานของพนักงาน

(5) พิจารณามาตรฐาน : จัดสมดุลย์จำนวนเครื่องจักร กำหนดรอบเวลาการทำงาน และปรับปรุงการทำงานของพนักงาน

(6) ประเมิณผล : ประเมิณรอบเวลาการทำงานที่สามารถปรับปรุงได้ และจำนวนพนักงานที่ลดลง

(7) วางมาตรฐานการปฏิบัติงาน

(8) สรุปผล

4.1.4.1 การจัดสมดุลย์จำนวนเครื่องจักร และการกำหนดรอบเวลา

มี 2 ขั้นตอนย่อยดังนี้

(1.1) ศึกษาวิธีการและเวลาในการทำงาน

(1.2) จัดสมดุลย์การผลิต และกำหนดรอบเวลาทำงาน

(1.1) <u>ศึกษาวิธีการและเวลาในการทำงาน</u> : มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

(i) การศึกษาวิธีการทำงาน และเวลาการทำงาน

- เลือกงาน

เลือกวิเคราะห์ปรับปรุงรอบเวลาทำงานของพนักงาน ที่กระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น

- กำหนดขอบเขตที่แน่นอน และแบ่งแยกย่อยขั้นตอนการทำงาน

แบ่งการศึกษาเป็น 3 ขั้นตอนย่อย คือ ขั้นตอนการจุ่มและอบกราไฟต์ , ขั้นตอนการจุ่มและอบกราไฟต์เข้มข้น และ ขั้นตอนการจุ่มและอบกซิลเวอร์เข้มข้น โดยกำหนดจุดเริ่มต้น และ สิ้นสุด ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุดเริ่มต้น : ตรวจสอบขั้นตอนการทำงานของงานกับใบบันทึกการทำงาน

จุดสิ้นสุด : นำงานไปจุดขั้นตอนต่อไป

วิธีการทำงาน ณ กระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น ดังแสดงในตารางที่ 4.12 แสดงขั้นตอนการจุ่มและอบสารกราไฟต์,กราไฟต์เข้มข้น และ ซิลเวอร์เข้มข้น (ต่อ 1 คันรถ)

- วัดและบันทึกเวลา รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

การจับเวลาและการสรุปข้อมูลเป็นจำนวนเต็มมีหน่วยเป็นวินาที

- กำหนดจำนวนครั้งในการจับเวลา

จำนวนครั้งในการจับเวลาใช้ตารางสำเร็จรูป (ตารางที่ 2.1) ที่ความเชื่อมั่น 95%

- ประเมินอัตราการทำงาน

โดยใช้การคูณด้วยค่าองค์ประกอบประเมิณ (Rating factor) ใช้ค่าประเมิณในระบบ Westinghourse (ดูภาคผนวก ก)

- กำหนดเวลาเผื่อ

เวลาเผื่อคิดที่ 5% เพราะสภาพแวดล้อมในการทำงานมีกลิ่นค่อนข้างแรง เนื่องจากมีการใช้ตัวทำละลายที่มีกลิ่นแรง ในขั้นตอนการจุ่มสาร

- คำนวณเวลามาตรฐานการทำงาน

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + (เวลาปกติ x %เวลาเผื่อ)

(ii) จัดสมดุลย์จำนวนเครื่องจักรในขั้นตอน (จุ่มสารและอบงาน) และกำหนดรอบเวลาการทำงาน

โดยพิจารณาขั้นตอนที่มีเวลาการทำงานสูงสุด แล้วคำนวณหารอบเวลาต่ำที่สุดที่เป็นไปได้ของขั้นตอนทั้งหมด จากนั้นจึงจัดจำนวนเครื่องจักรให้ขั้นตอนที่มีเวลาการทำงานสูงสุดก่อน แล้วจัดเครื่องจักรให้ขั้นตอนที่มีเวลาการทำงานมากถัดลงมา หลังจากจัดจำนวนเครื่องจักรครบทุกขั้นตอนแล้ว หารเวลาการทำงานที่ต่ำที่สุด กำหนดเป็นรอบเวลาการทำงาน

หมายเหตุ : 1) การแบ่งกิจกรรมย่อยจะไม่รวมเวลารอเครื่องจักร หรือเวลารอพนักงาน เนื่องจากข้อมูลที่ได้ ต้องนำมาจัดรอบการผลิต เพื่อลดเวลารอดังกล่าว

2) ตู้อบในขั้นตอนกราไฟต์, กราไฟต์เข้มข้น, ซิลเวอร์เข้มข้น สามารถปรับเปลี่ยนเพื่อการอบสารใดก็ได้ แต่ต้องเสียเวลาในการปรับตั้งและต่อระบบบำบัด

3) ทั้งนี้การจัดรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักร ต้องแน่ใจก่อนว่า มีจำนวนเครื่องเครื่องจักรเพียงพอกับจำนวนงานที่ต้องการผลิต

ออกแบบการแบ่งกิจกรรมย่อยในการศึกษาการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรแต่ละขั้นตอนในกระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น ได้ดังตารางที่ 4.12 นี้

ตารางที่ 4.12 แสดงขั้นตอนการจุ่มและอบสารกราไฟต์,กราไฟต์เข้มข้น และ ซิลเวอร์เข้มข้น (ต่อ 1 คันรถ)

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. ตรวจสอบใบบันทึกงานให้ตรงกับงาน ตรวจสอบขั้นตอนก และ ลงข้อมูลในในบันทึกการทำงาน					
2. นำงานลงอ่างจุ่มสาร					
3. นำงานไปตู้อบ (จบขั้นตอนจุ่มสาร)					
4. ลงบันทึกในใบบันทึกการทำงาน					
5. อบงาน (เครื่องจักรทำงาน)					
6. นำงานออกจากตู้อบ มายังจุดต่อไป (จบขั้นตอนการอบสาร)					

หมายเหตุ : การศึกษาเวลาในหัวข้อ 4.1.4 ใช้ตารางการศึกษาการทำงานภาคผนวก ก

4.1.4.2 การวิเคราะห์ปรับปรุงการทำงานของพนักงาน

พิจารณาเวลาการทำงานของพนักงาน เทียบกับรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักร แล้วหาจำนวนพนักงานที่น้อยที่สุดที่สามารถทำงานในรอบเวลาที่กำหนดได้

จากการวิเคราะห์และกำหนดวิธีการศึกษาการปรับปรุงรอบเวลาการทำงาน ของพนักงานและเครื่องจักรที่ได้ในขัวข้อ 4.1.4 จึงได้นำไปทำแผนปฏิบัติการ ดังตารางที่ 4.33 แสดงแผนปฏิบัติการของเวลาทำงาน (Cycle time) ของพนักงานและเครื่องจักรไม่สัมพันธ์กัน

4.1.5 ไม่มีมาตรฐานเวลาการทำงาน

ในหัวข้อนี้จะออกแบบการศึกษาการทำงานและเวลาในการทำงาน (Method and Time Study) ของแต่ละขั้นตอนการผลิต เพื่อกำหนดเป็นมาตรฐานเวลาการทำงาน โดยแบ่งการศึกษาออกตามกระบวนผลิตย่อยในสายการผลิตเคมีเป็น 3 กระบวนการ คือ

4.1.5.1 กระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น (Dielectric Formation Process)

4.1.5.2 กระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่น (Manganese Formation Process)

4.1.5.3 กระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น (Graphite and Silver Formation Process)

แต่ละกระบวนการย่อยก็แบ่งเป็นขั้นตอนผลิตย่อย ๆ เนื่องจากงานแต่ละรุ่นมีจำนวนขั้นตอนการทำงานในแต่ละกระบวนการย่อยต่างกัน การเก็บข้อมูลเวลาทำงานจะใช้วิธีการศึกษาเวลา โดยหัวหน้าพนักงานเป็นผู้เก็บและสรุปข้อมูล การศึกษาวิธีการแบะเวลาการทำงานมีขั้นตอนดังนี้

(1) เลือกงาน

ในงานวิจัยนี้จะทำการหาเวลามาตรฐานการทำงานในสายการผลิตย่อยเคมี ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการหลัก 3 กระบวนการ

(2) กำหนดขอบเขตที่แน่นอน และแบ่งแยกย่อยขั้นตอนการทำงาน

(3) วัดและบันทึกเวลา รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

การจับเวลาและการสรุปข้อมูลเป็นจำนวนเต็มมีหน่วยเป็นวินาที

(4) กำหนดจำนวนครั้งในการจับเวลา

จำนวนครั้งในการจับเวลาใช้ตารางสำเร็จรูป (ตารางที่ 2.1) ที่ความเชื่อมั่น 95%

(5) ประเมินอัตราการทำงาน

โดยใช้การคูณด้วยค่าองค์ประกอบประเมิณ (Rating factor) ใช้ค่าประเมิณในระบบ Westinghourse (ดูภาคผนวก ก)

(6) กำหนดเวลาเผื่อ

เวลาในการเผื่อในการทำงานคิดที่ 5% เพราะขแต่ละกระบวนการมีสภาพแวดล้อมในการทำงาน และลักษณะการทำงานที่ไม่ดี

- กระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น : สภาพแวดล้อมมีความร้อนและความชื้นสูง
- กระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่น : มีความถี่การยกงานสูง ซึ่งงานหนัก 2-5 กก.

กระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น : มีกลิ่นตัวทำละลายค่อนข้างรุนแรง

(7) จัดทำมาตรฐานเวลาทำงาน

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + (เวลาปกติ x %เวลาเผื่อ)

4.1.5.1 <u>การกำหนดขอบเขตและแบ่งย่อยกิจกรรมในกระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น (Dielectric Formation Process)</u>

ขอบเขตของกระบวนการ : ศึกษาเวลาการทำงานต่อ 1 ล็อต

เริ่มต้น : งานเข้ามารอ ณ จุดรองานไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น

สิ้นสุด : งานถูกส่งไปรอ ณ จุดรองานกระบวนการถัดไป (แมงกานีสฟอร์มเมชั่น)

ในกระบวนการย่อยไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น สามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็นขั้นตอนย่อยได้ดังนี้

(1) ขั้นตอนการทำ A-Anodization

(2) ขั้นตอนการนำงานลงอ่างไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น

(3) ขั้นตอนการทำไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น

(4) ขั้นตอนการนำงานออกจากอ่างไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น

(5) ขั้นตอนการอบงาน

(6) ขั้นตอนการล้างงาน

(7) ขั้นตอนการจุ่มกรด

(8) ขั้นตอนการอบงานหลังจุ่มกรด

(9) ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลการทำงานลงในคอมพิวเตอร์ และส่งงานไปขั้นตอนต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ออกแบบการแบ่งกิจกรรมย่อยในการศึกษาการทำงานของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่นได้ ดังนี้</u>

(1) ตารางที่ 4.13 แสดงขั้นตอนการทำ A-Anodization

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. งานรอทำ A-Anodization					
2. เข็นรถบรรจุงานไปที่อ่าง A-Anodization					
3. ตรวจสอบใบบันทึกขั้นตอนการทำงานให้ตรงกับงาน					
4. นำงานลงอ่าง					
5. ตรวจสอบระดับจุ่มสารละลาย					
6. ตั้งตัวกระจายกระแสไฟฟ้าให้กับงาน และหนีบสายไฟฟ้าขั้วบวกเข้ากับตัวกระจายไฟฟ้า					
7. ตั้งค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า และความเร็วของการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ไฟฟ้าตามข้อกำหนดของงาน และกดสวิทช์ทำงาน					
8. เวลาทำงาน A-Anodizaiton (เฉลี่ย 3.55 นาที)					
9.บันทึกเวลานำงานออก และค่ากระแสคงเหลือในใบบันทึกการทำงาน					
10. ปลดสายไฟฟ้าขั้วบวกออก และตัวกระจายไฟฟ้าออก					
11. นำงานขึ้นวางบนรถบรรจุงาน และตรวจสอบสีของงานตามมาตรฐาน					
12. เข็นรถบรรจุงานไปที่อ่างไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(2) ตารางที่ 4.14 แสดงขั้นตอนการนำงานลงอ่างไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. งานรอทำไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น					
2. เข็นรถบรรจุงานไปที่อ่างไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น					
3. ตรวจสอบใบบันทึกขั้นตอนการทำงานให้ตรงกับงาน - และตรวจสอบค่าอุณหภูมิและความเข้มข้นของสารละลายในอ่างให้ตรงกับข้อกำหนดของงาน					
4. นำงานลงอ่าง					
5. ตรวจสอบระดับจุ่มสารละลาย					
6. ตั้งตัวกระจายกระแสไฟฟ้าให้กับงาน และหนีบสายไฟฟ้าขั้วบวกเข้ากับตัวกระจายไฟฟ้า					
7. ตั้งค่ากระแส, ความต่างศักย์ไฟฟ้า และเวลาการทำไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่นตามข้อกำหนดของงาน					
8. ตรวจสอบค่าที่ตั้งในข้อ 8 อีกครั้ง และ สับสะพานไฟขึ้นเพื่อจ่ายไฟฟ้า					
9. ตรวจสอบค่าที่ตั้งและลงข้อมูลในใบบันทึกการทำงาน และ หนีบใบบันทึกการทำงานไว้					

(3) ขั้นตอนการทำไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น

ขั้นตอนนี้ไม่มีพนักงานในการทำงาน มีเฉพาะเครื่องจักร และเวลาในการทำไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่นนี้ ขึ้นกับรุ่นของงาน

(4) ตารางที่ 4.15 แสดงขั้นตอนการนำงานออกจากอ่างไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. สับสะพานไฟลง เพื่อตัดไฟฟ้า					
2. ตรวจสอบใบบันทึกงานให้ตรงกับงาน บันทึกเวลานำงานออก และค่ากระแสคงเหลือในใบบันทึกการทำงาน					
3. ปลดสายไฟฟ้าขั้วบวกออก และตัวกระจายไฟฟ้าออก					
4. นำงานขึ้นวางบนรถบรรจุงาน และตรวจสอบสีของงานตามมาตรฐาน					
5. นำงานไปยังเครื่องล้างงาน					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(5) ตารางที่ 4.16 แสดงขั้นตอนการอบงาน

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. งานรอเข้าตู้อบ					
2. ตรวจสอบขั้นตอนในใบบันทึกงาน และ นำงานเข้าตู้อบ					
3. บันทึกข้อมูลการทำงานในใบบันทึกการทำงาน					
4. อบงาน (เครื่องจักรทำงาน)					
5. นำงานออกจากตู้อบ					
6. นำงานไปยังอ่างไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น					

(6) ตารางที่ 4.17 แสดงขั้นตอนการล้างงาน

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. งานรอเข้าเครื่องล้างงาน					
2. ตรวจสอบขั้นตอนในใบบันทึกงาน และ นำงานเข้าเครื่องล้างงาน					
3. บันทึกข้อมูลการทำงานในใบบันทึกการทำงาน					
4. ล้างงาน (เครื่องจักรทำงาน)					
5. นำงานออกจากเครื่องล้าง					
6. นำงานไปยังอ่างจุ่มกรด					

(7) ตารางที่ 4.18 แสดงขั้นตอนการจุ่มกรด

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. ตรวจสอบขั้นตอนในใบบันทึกงาน บันทึกข้อมูลการทำงานในใบบันทึกการทำงาน					
2. นำงานลงอ่างจุ่มกรด					
3. งานจุ่มกรด (เครื่องจักรทำงาน)					
4. นำงานขึ้น					
5. ส่งขั้นตอนล้างงาน					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(8) ตารางที่ 4.19 แสดงขั้นตอนการอบงานหลังจุ่มกรด

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. งานรอเข้าตู้อบ					
2. ตรวจสอบขั้นตอนในใบบันทึกงาน และ นำงานเข้าตู้อบ					
3. บันทึกข้อมูลการทำงานในใบบันทึกการทำงาน					
4. อบงาน (เครื่องจักรทำงาน)					
5. นำงานออกจากตู้อบ					
6. นำงานไปยังกระบวนการถัดไป					

(9) ตารางที่ 4.20 แสดงขั้นตอนการบันทึกข้อมูลการทำงานลงในคอมพิวเตอร์ และส่งงานไปขั้นตอนต่อไป

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. ตรวจสอบใบบันทึกงานให้ตรงกับงาน					
2. รวมจำนวนงานเสียในกระบวนการ และลงจำนวนงานดีที่ออกจากการบวนการ ในใบบันทึกการทำงาน					
3. บันทึกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์					
4. นำงานไปยังกระบวนการถัดไป(แมงกานีสฟอร์มเมชั่น)					

4.1.5.2 <u>การกำหนดขอบเขตและแบ่งย่อยกิจกรรมในกระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่น (Manganese Formation Process)</u>

ขอบเขตของกระบวนการ : ศึกษาการทำงานต่อ 1 ล็อต

เริ่มต้น : งานเข้ามารอ ณ จุดรองานแมงกานีสฟอร์มเมชั่น

สิ้นสุด : งานถูกส่งไปรอ ณ จุดรองานกระบวนการถัดไป

(กราไฟต์ และ ซิลเวอร์ ฟอร์มเมชั่น)

ในกระบวนการย่อยแมงกานีสฟอร์มเมชั่น สามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็นขั้นตอนย่อยได้ดังนี้

(1) ขั้นตอนการทำแมงกานีสไดออกไซด์

(จุ่มสารละลายแมงกานีสไนเตรต และอบ)

(2) ขั้นตอนการล้างงาน

(3) ขั้นตอนการเป่าผงแมงกานีสไดออกไซด์ส่วนเกิน

(4) ขั้นตอนการทำรีอะโนไดเซชั่น

(5) ขั้นตอนการตรวจสอบงานหลังจบกระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่น

<u>ออกแบบการแบ่งกิจกรรมย่อยในการศึกษาการทำงานของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่น ได้ ดังนี้</u>

(1) ตารางที่ 4.21 แสดงขั้นตอนการทำแมงกานีสไดออกไซด์

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. งานรอจุ่มสารแมงกานีสไนเตรต					
2. ตรวจสอบใบบันทึกงานให้ตรงกับงาน และตรวจสอบขั้นตอนในใบบันทึกงาน					
3. นำงานลงอ่างแมงกานีสไนเตรต และ บันทึกข้อมูลในใบบันทึกงาน					
4. งานจุ่มสารละลาย (เครื่องจักรทำงาน)					
5. ตรวจสอบระดับจุ่มสาร					
6. นำงานขึ้นจากอ่าง ใส่รถขนงาน					
7. นำงานไปยังตู้อบงาน					
8. งานรอเข้าตู้อบ					
9. ตรวจสอบขั้นตอนในใบบันทึกงาน แล้ว นำงานเข้าตู้อบงาน					
10. อบงาน (เครื่องจักรทำงาน)					
11. นำงานออกจากตู้อบงาน และ ตรวจสอบใบบันทึกงานให้ตรงกับงาน					
12. นำงานไปยังขั้นตอนต่อไป					

(2) ตารางที่ 4.22 แสดงขั้นตอนการล้างงาน

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. งานรอเข้าเครื่องล้างงาน					
2. ตรวจสอบขั้นตอนในใบบันทึกงาน และ นำงานเข้าเครื่องล้างงาน					
3. บันทึกข้อมูลการทำงานในใบบันทึกการทำงาน					
4. ล้างงาน (เครื่องจักรทำงาน)					
5. นำงานออกจากเครื่องล้าง					
6. นำงานไปยังขั้นตอนการเป่าผงแมงกานีสไดออกไซด์					

(3) ตารางที่ 4.23 แสดงขั้นตอนการเป่าผงแมงกานีสไดออกไซด์ส่วนเกิน

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. ตรวจสอบใบบันทึกงานให้ตรงกับงาน และตรวจสอบขั้นตอนในใบบันทึกงาน					
2. นำงานเข้าเครื่องเป่า					
3. บันทึกข้อมูลการทำงานในใบบันทึกการทำงาน					
4. เครื่องเป่าทำงาน (เครื่องจักรทำงาน)					
5. นำงานออกจากเครื่องเป่า					
6. นำงานไปยังขั้นตอนรีอะโนไดเซชั่น					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(4) ตารางที่ 4.24 แสดงขั้นตอนการทำรีอะโนไดเซชั่น

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. งานรอทำรีอะโนไดเซชั่น					
2. ตรวจสอบใบบันทึกงานให้ตรงกับงาน และตรวจสอบขั้นตอนในใบบันทึกงาน					
3. นำงานลงอ่าง					
4. ตั้งตัวกระจายกระแสไฟฟ้าให้กับงาน และ หนีบสายไฟฟ้าขั้วบวกเข้ากับตัวกระจายไฟฟ้า					
5. ตั้งค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า และเวลาการทำรีอะโนไดเซชั่น แล้วกดสวิสต์เพื่อจ่ายไฟฟ้า					
6. ลงข้อมูลในใบบันทึกการทำงาน					
7. ตรวจสอบระดับจุ่มสารละลาย					
8. เครื่องจักรทำงาน (เครื่องจักรทำงาน)					
9. ลงข้อมูลกระแสคงเหลือในใบบันทึกการทำงาน					
10. ปลดสายไฟฟ้าขั้วบวกออกจากตัวกระจายไฟฟ้า					
11. นำงานขึ้นวางบนรถบรรจุงาน และนำไปรออบ					
12. งานรออบ					
13. ตรวจสอบขั้นตอนในใบบันทึกงาน และ นำงานเข้าตู้อบ					
14. บันทึกข้อมูลการทำงานในใบบันทึกการทำงาน					
15. อบงาน (เครื่องจักรทำงาน)					
16. นำงานออกจากตู้อบ แล้วนำไปแมงกานีสฟอร์มเมชั่น					

(5) ตารางที่ 4.25 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบงานหลังจบกระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่น

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. ตรวจสอบใบบันทึกงานให้ตรงกับงาน และตรวจสอบขั้นตอนในใบบันทึกงาน					
2. ตรวจสอบลักษณะภายนอกของงาน					
3. รวมจำนวนงานเสียในกระบวนการ และลงจำนวนงานดีที่ออกจากการบวนการ ในใบบันทึกการทำงาน					
4. บันทึกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์					
5. นำงานไปยังกระบวนการถัดไป(กราไฟต์ และ ซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น)					

4.1.5.3 <u>การกำหนดขอบเขตและแบ่งย่อยกิจกรรมในกระบวนการ กราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น (Graphite and Silver Formation Process)</u>

ขอบเขตของกระบวนการ : ศึกษาการทำงานต่อ 1 ล็อต

เริ่มต้น : งานเข้ามารอ ณ จุดรองานกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น

สิ้นสุด : งานถูกส่งไปรอ ณ จุดรองานกระบวนการถัดไป

ในกระบวนการย่อยกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น สามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็นขั้นตอนย่อยได้ดังนี้

(1) ขั้นตอนการสร้างชั้นกราไฟต์

(2) ขั้นตอนการสร้างชั้นกราไฟต์เข้มข้น

(3) ขั้นตอนการสร้างชั้นซิลเวอร์เข้มข้น

(4) ขั้นตอนนำงานลงกล่องและส่งงานไปยังสายการผลิตประกอบ

<u>ออกแบบการแบ่งกิจกรรมย่อยในการศึกษาการทำงานของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น ได้ ดังนี้</u>

(1) ตารางที่ 4.26 แสดงขั้นตอนการสร้างชั้นกราไฟต์

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. งานรอจุ่มสารกราไฟต์					
2. ตรวจสอบใบบันทึกงานให้ตรงกับงาน และตรวจสอบขั้นตอนในใบบันทึกงาน					
3. ลงข้อมูลในในบันทึกการทำงาน					
4. นำงานลงอ่างจุ่มสารกราไฟต์					
5. นำงานไปตู้อบ					
6. ลงบันทึกในใบบันทึกการทำงาน					
7. งานรอตู้อบ					
8. อบงาน (เครื่องจักรทำงาน)					
9. นำงานออกจากตู้อบ มายังอ่างจุ่มสารกราไฟต์เข้มข้น					

(2) ตารางที่ 4.27 แสดงขั้นตอนการสร้างชั้นกราไฟต์เข้มข้น

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. งานรอจุ่มสารกราไฟต์เข้มข้น					
2. ตรวจสอบใบบันทึกงานให้ตรงกับงาน และตรวจสอบขั้นตอนในใบบันทึกงาน และลงข้อมูลในในบันทึกการทำงาน					
3. นำงานลงอ่างจุ่มสารกราไฟต์เข้มข้น					
4. นำงานไปตู้อบ					
5. ลงบันทึกในใบบันทึกการทำงาน					
6. งานรอตู้อบ					
7. อบงาน (เครื่องจักรทำงาน)					
8. นำงานออกจากตู้อบ มายังอ่างจุ่มสารซิลเวอร์เข้มข้น					

(3) ตารางที่ 4.28 แสดงขั้นตอนการสร้างชั้นซิลเวอร์เข้มข้น

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. งานรอจุ่มซิลเวอร์เข้มข้น					
2. ตรวจสอบใบบันทึกงานให้ตรงกับงาน และตรวจสอบขั้นตอนในใบบันทึกงาน และลงข้อมูลในในบันทึกการทำงาน					
3. นำงานลงอ่างจุ่มสารซิลเวอร์เข้มข้น					
4. นำงานไปตู้อบ					
5. ลงบันทึกในใบบันทึกการทำงาน					
6. งานรอตู้อบ					
7. อบงาน (เครื่องจักรทำงาน)					
8. นำงานออกจากตู้อบ มายังจุดตรวจสอบงาน					

(4) ตารางที่ 4.29 แสดงขั้นตอนนำงานลงกล่องและส่งงานไปยังสายการผลิตประกอบ

กิจกรรม	สัญลักษณ์การทำงาน				
	O	⇨	D	□	▽
1. งานรอลงกล่อง					
2. นำงานลงกล่อง เพื่อสะดวกในการส่งสายการผลิตประกอบ และตรวจสอบลักษณะภายนอกของงาน					
3. รวมจำนวนงานเสียในกระบวนการ และลงจำนวนงานดีที่ออกจากการบวนการ ในใบบันทึกการทำงาน					
4. บันทึกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์					
5. นำงานไปยังสายการผลิตประกอบ (Assembly Line)					

หลังจากออกแบบการเก็บข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์งานแต่ละขั้นตอนแล้วจึงจัดทำแผนปฏิบัติการ ดังตารางที่ 4.34 แสดงแผนปฏิบัติการของไม่มีมาตรฐานเวลาการทำงาน

4.2 แนวทางในการแก้ไขปัญหาเวลาไร้ประสิทธิภาพและแผนปฏิบัติการ

หลังจากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเวลารอในกระบวนการผลิตในหัวข้อ 4.1 แล้วจึงนำสาเหตุย่อยของปัญหาที่ได้มาจัดทำแนวทางในการแก้ไขปัญหาเวลาไร้ประสิทธิภาพและแผนปฏิบัติการ โดยแผนปฏิบัติการจะแบ่งเป็นแผนปฏิบัติการรวมและแผนปฏิบัติการย่อยแต่ละหัวข้อสาเหตุของปัญหา

สาเหตุที่ต้องทำแผนปฏิบัติการรวมเนื่องจากแต่ละหัวข้อปัญหามีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน การแก้สาเหตุของปัญหาหนึ่งจะกระทบหรือเป็นผลลัพธ์ของอีกสาเหตุของปัญหาหนึ่งได้ เช่น การลดประเภทจุดรองาน ลดจุดรองาน และการบ่งชี้สถานะภาพงาน ,การปรับปรุงลดขั้นตอนการทำงานที่ต่างกันของงานแต่ละรุ่น และ การปรุบปรุงรอบเวลาการทำงานจะกระทบถึงเวลารอที่เปลี่ยนแปลงไป จึงควรทำให้เสร็จก่อนการหามาตรฐานเวลาการทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.30 – 4.35 ซึ่งได้แก่ ตารางที่ 4.30 แสดงแผนปฏิบัติการรวมของกา รลดเวลารอในสายการผลิตย่อยเคมี ตารางที่ 4.31 แสดงแผนปฏิบัติการของระบบอัตโนมัติในการจัดปรับความเข้มข้นของสารเคมีไม่ดี ตารางที่ 4.32 แสดงแผนปฏิบัติการของจุดรอมีหลายประเภท,หลายจุด, ไม่ชัดเจนและไม่มีสิ่งชี้บ่ง ตารางที่ 4.33 แสดงแผนปฏิบัติการของงานแต่ละรุ่นมีขั้นตอนการทำงานที่ต่างกัน ตารางที่ 4.34 แสดงแผนปฏิบัติการของรอบเวลาทำงาน(Cycle time)ของพนักงานและเครื่องจักรไม่สัมพันธ์กัน ตารางที่ 4.35 แสดงแผนปฏิบัติการของการไม่มีมาตรฐานเวลาการทำงาน

ตารางที่ 4.30 แสดงแผนปฏิบัติการรวมของกา รลดเวลารอในสายการผลิตย่อยเคมี

หัวข้อ	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	ผู้รับผิดชอบ
1) ระบบอัตโนมัติในการจัดปรับความเข้มข้นของสารเคมีไม่ดี			เก็บข้อมูล และทดลองหาวิธีจัดตั้งระบบ	ปรับปรุงระบบและจัดทำมาตรฐาน		ผู้วิจัย วิศวกรผลิต วิศวกรเครื่องจักร
2) จุดรอมีหลายประเภท,หลายจุด, ไม่ชัดเจน และไม่มีสิ่งชี้บ่ง	เก็บข้อมูล และศึกษาจุดรอ	กำหนดพื้นที่การรอจัดทำมาตรฐาน				ผู้วิจัย วิศวกรผลิต หัวหน้าพนักงาน
3) งานแต่ละรุ่นมีขั้นตอนการทำงานที่ต่างกัน	เก็บข้อมูล และวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไข	ปรับปรุงระบบและจัดทำมาตรฐาน				ผู้วิจัยผลิต
4) รอบเวลาทำงาน (Cycle time) ของพนักงาน,เครื่องจักร ไม่สัมพันธ์กัน	เตรียมการ	เก็บข้อมูล และปรับปรุงวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไข	เก็บผล	จัดทำมาตรฐาน		ผู้วิจัย วิศวกรผลิต
5) ไม่มีมาตรฐานเวลาการทำงาน			ออกแบบวิธีการ	เก็บข้อมูล	สรุปและจัดทำมาตรฐาน	ผู้วิจัย วิศวกรผลิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนปฏิบัติการย่อยของแต่ละสาเหตุของปัญหาเวลารอในกระบวนการ

(1) ตารางที่ 4.31 แสดงแผนปฏิบัติการของระบบอัตโนมัติในการจัดปรับความเข้มข้นของสารเคมีไม่ดี

ขั้นตอนการทำงาน	แผนงาน												ผู้รับผิดชอบ
	พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาระบบอัตโนมัติในการจัดปรับความเข้มข้นของสารเคมีไม่ดี					วิเคราะห์สาเหตุ								ผู้วิจัย วิศวกรผลิต วิศวกรเครื่องจักร
2. ทำตัวคลุมป้องกันปั๊มแอลกอฮอล์					เตรียมอุปกรณ์	ติดตั้ง							ช่าง
3. หาจุดที่เหมาะสมในการตั้งระดับ sensor และปริมาณจ่ายแอลกอฮอล์ 3.1 ศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายเมงกานีสไนเตรตต่อหน่วยเวลา					ทดลองหาความสัมพันธ์								วิศวกรผลิต
3.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแอลกอฮอล์ต่อค่าความเข้มข้น						ทดลองหาความสัมพันธ์							
3.3 กำหนดเป็นมาตรฐานการจัดปรับชุดควบคุมความเข้มข้นสารละลายอัตโนมัติ							ทดลองจัดปรับ						
4. ศึกษาความสัมพันธ์ปริมาณการใช้แอลกอฮอล์ต่อหน่วยเวลา จัดทำเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงาน เวลาในการเติมแอลกอฮอล์ในถังเก็บ					ศึกษาความสัมพันธ์								วิศวกรผลิต
5. ติดตามผลหลังแก้ไข								ติดตามผล					ผู้วิจัย
6. กำหนดมาตรฐานการปรับตั้งระบบอัตโนมัติและวิธีตรวจสอบ								กำหนดเป็นมาตรฐานการตรวจสอบ					วิศวกรผลิต

(2) ตารางที่ 4.32 แสดงแผนปฏิบัติการของจุดรอมีหลายประเภท หลายจุด ไม่ชัดเจน และไม่มีสิ่งชี้บ่ง

ขั้นตอนการทำงาน	แผนงาน												ผู้รับผิดชอบ
	เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1. เก็บข้อมูล, ศึกษาจุดประสงค์และกิจกรรมของแต่ละจุดรองาน	เก็บข้อมูลและศึกษา												ผู้วิจัย
2. ลดจุดรองาน ณ ขั้นตอนต่างๆ เหลือเพียงจุดรองานจากกระบวนการก่อนหน้า													หัวหน้างานของแต่ละกระบวนการผลิต
3. กำหนดจุดรองานในตำแหน่งทางเข้าของกระบวนการ โดยใช้เทปพลาสติกสีขาวตีกรอบพื้นที่ในการรอ			จัดทำ										
4. มีป้ายบ่งบอกสถานะภาพการรอชัดเจน ติดบนพื้นนอกกรอบสีขาวพื้นที่การรอ			จัดทำ										
5. ทำความเข้าใจถึงกิจกรรมในแต่ละจุดรองานกับพนักงานผู้เกี่ยวข้อง และหัวหน้างาน			ประชุมชี้แจงกับหัวหน้างานและพนักงานแต่ละกะ										ผู้วิจัย วิศวกรผลิต
6. ตรวจสอบผลการปรับปรุง					ติดตาม								ผู้วิจัย
7. กำหนดให้วิธีการทำงาน และกิจกรรม ณ จุดรองาน					จัดทำมาตรฐานการทำงาน								วิศวกรผลิต

หมายเหตุ : ยกเว้นกระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น จะมีจุดรองาน 2 จุด คือจุดรองานจากกระบวนการก่อนหน้า และจุดรองานก่อนส่งกระบวนการถัดไป

(3) *ตารางที่ 4.33 แสดงแผนปฏิบัติการของงานแต่ละรุ่นมีขั้นตอนการทำงานที่ต่างกัน*

ขั้นตอนการทำงาน	แผนงาน												ผู้รับผิดชอบ
	เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1. เก็บข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของกระบวนการและศึกษาขั้นตอนการทำงาน	สำรวจสภาพปัจจุบัน												ผู้วิจัย
2. วิเคราะห์จุดประสงค์และขั้นตอนการทำงานของแต่ละกระบวนการ เพื่อหาแนวทางปรับปรุง			วิเคราะห์ขั้นตอนการทำงาน										
3. ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานจากผลการวิเคราะห์					ปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน								วิศวกรผลิต
4. สรุปผลการปรับปรุง					สรุปผล								วิศวกรผลิต
5. ตรวจสอบผลการปรับปรุง						ติดตามผล							ผู้วิจัย
6. กำหนดเป็นมาตรฐานการทำงาน							กำหนดเป็นมาตรฐาน						วิศวกรผลิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(4) ตารางที่ 4.34 แสดงแผนปฏิบัติการของรอบเวลาทำงาน(Cycle time) ของพนักงานและเครื่องจักรไม่สัมพันธ์กัน

ขั้นตอนการทำงาน	แผนงาน												ผู้รับผิดชอบ
	เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1. เลือกจุดที่ทำการศึกษา โดยดูจากเวลารอของพนักงานและเครื่องจักรที่สูงสุด จากการศึกษาหาเวลามาตรฐานการทำงาน (ในบทที่ 3)	ตรวจสอบข้อมูลและสภาพปัจจุบัน												ผู้วิจัย
2. ออกแบบแบบฟอร์มในการศึกษารอบการทำงาน		ออกแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล											ผู้วิจัย
3. ออกแบบขั้นตอนย่อยในการเก็บข้อมูลการทำงาน			แบ่งงานย่อย										ผู้วิจัย วิศวกรผลิต
4. เก็บข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานและเครื่องจักร					เก็บบันทึกข้อมูล								วิศวกรผลิต
5. สรุปผลเวลาการทำงานก่อนปรับปรุง						สรุปผล							วิศวกรผลิต
6. ปรับปรุงรอบเวลาการทำงานและวิธีการทำงาน							กำหนดวิธีปรับปรุงงาน						ผู้วิจัย วิศวกรผลิต
7. ทำความเข้าใจวิธีการทำงานใหม่กับพนักงาน							อธิบายขั้นตอนการทำงานแก่พนักงานและหัวหน้างาน						วิศวกรผลิต
8. เก็บผลและสรุปผลหลังปรับปรุง									เก็บผล				วิศวกรผลิต
9. กำหนดเป็นมาตรฐานการทำงาน											กำหนดเป็นมาตรฐาน		วิศวกรผลิต

(5) *ตารางที่ 4.35 แสดงแผนปฏิบัติการของการไม่มีมาตรฐานเวลาการทำงาน*

ขั้นตอนการทำงาน	แผนงาน												ผู้รับผิดชอบ
	พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1.ออกแบบแบบฟอร์มและขั้นตอนการเก็บข้อมูล	ออกแบบการศึกษาการทำงาน												ผู้วิจัย
2. ออกแบบขั้นตอนย่อยในการเก็บข้อมูล			ออกแบบการศึกษาการทำงาน										ผู้วิจัย วิศวกรผลิต
3. จัดทำมาตรฐานเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอน 3.1 ศึกษาการทำงานและเวลาในการทำงานโดยเก็บข้อมูลเวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอน - กระบวนการไดอิเล็กตริกฟอร์มเมชั่น - กระบวนการแมงกานีสฟอร์มเมชั่น - กระบวนการกราไฟต์และซิลเวอร์ฟอร์มเมชั่น					เก็บข้อมูล								วิศวกรผลิต
						เก็บข้อมูล							
						เก็บข้อมูล							
3.2 สรุปเวลาการทำงาน (เวลาที่เลือก x Rating factor) + เวลาเผื่อ							หามาตรฐานเวลา						ผู้วิจัย วิศวกร
3.3 กำหนดเป็นมาตรฐานเวลาการทำงาน											กำหนดเป็นมาตรฐาน		ผู้วิจัย วิศวกร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย