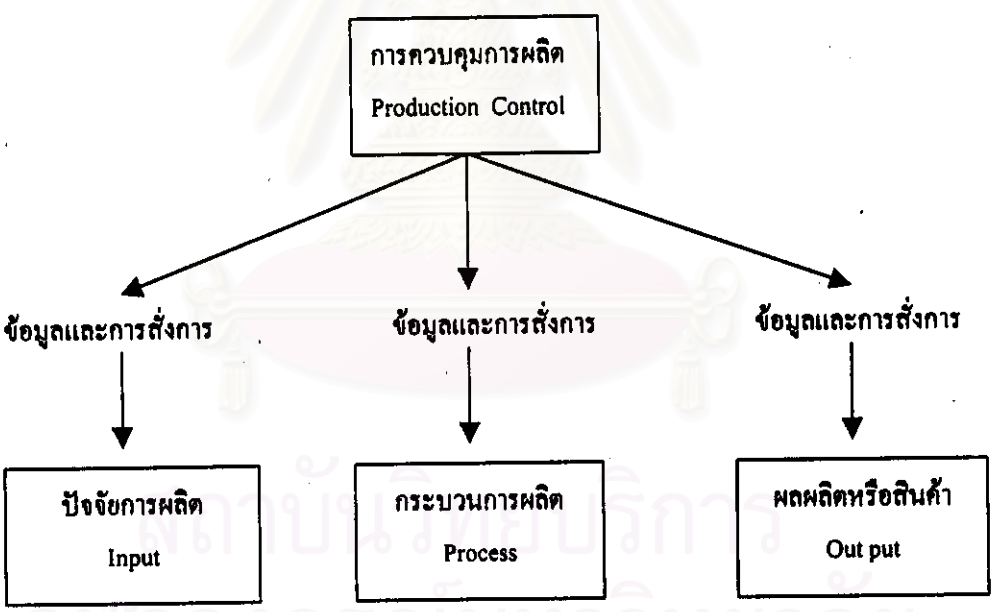
บทที่6

การควบคุมการผลิต

การควบคุมการผลิต คือกระบวนการในการวัดความก้าวหน้าของงาน โดยเปรียบเทียบกับแผนงานที่กำหนด โดยมีจุดประสงค์ เพื่อให้มั่นใจว่าการปฏิบัติงานได้ดำเนินการไปยังเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งเป้าหมายที่ต้องการคือ การควบคุมต้นทุนต่างๆของกระบวนการผลิตสิ่งสาธารณูปการให้มีค่าต่ำที่สุด

หลักการควบคุมการผลิต

เมื่อได้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงระบบเสร็จแล้ว ในขั้นตอนที่จะให้พนักงานปฏิบัติตามแผนให้ได้ผลงานตามที่ได้วางแผนไว้ จะต้องมีการควบคุมการผลิตให้สามารถถูกดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้องตามเป้าหมาย โดยเริ่มตั้งแต่ปัจจัยป้อนเข้ากระบวนการผลิต จนสำเร็จออกมาเป็นผลผลิตดังได้แสดงไว้ในรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 แสดงแผนภูมิการควบคุมการผลิต

งานควบคุมการผลิตจะประกอบด้วย

1.การจัดตั้งมาตรฐานที่คาดว่าจะทำได้ หรือ ที่ต้องการ

2.การวัดผลงานที่ทำได้จริง

3.การเปรียบเทียบผลที่ทำได้กับมาตรฐานที่ตั้งไว้

4.การดำเนินการแก้ไข

ความสำคัญของการควบคุมการผลิต

เป้าหมายสำคัญของการควบคุมการผลิตคือ การกำกับดูแล ให้การดำเนินการผลิตสินค้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อเนื่อง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมา มีจุดเสียน้อยที่สุดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด ราคาต่ำที่สุด และทันต่อความต้องการของผู้บริโภค โดยความสำคัญของการควบคุมการผลิตมีอยู่ 8 ประการ ดังนี้

1.การควบคุมจะมีไว้เพื่อบังคับให้ผลผลิตได้มาตรฐาน โดยคำนึงถึงการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและหาทางลดต้นทุนให้ต่ำลง ดังนั้น กิจกรรมที่ใช้ในการควบคุมการผลิตนี้จะเกี่ยวกับการศึกษาเวลาทำอย่างไรจึงจะใช้เวลาน้อยที่สุด การเคลื่อนไหว การตรวจสอบ ทำอย่างไรจึงจะผิดพลาดน้อยที่สุด

2.การควบคุมมีไว้เพื่อป้องกันรักษาทรัพย์สินของบริษัทโดยคำนึงถึงการป้องกันไม่ให้ทรัพย์สินของบริษัทสูญหายไป หรือนำไปใช้ผิดวัตถุประสงค์ ด้วยเหตุนี้ จึงต้องมีการแบ่งแยกหน้าที่รับผิดชอบ ควบคุมทรัพย์สิน จัดระบบการเก็บข้อมูล เป็นต้น

3.การควบคุมจะมีไว้เพื่อบังคับให้คุณภาพของสินค้าหรือ การบริการได้มาตรฐานบริษัทจะต้องทำการควบคุมในคุณภาพของสิ่งที่ผลิตออกมาซึ่งอาจทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่นการตรวจสอบคุณลักษณะการใช้สถิติเพื่อการควบคุมคุณภาพ เป็นต้น

4.การควบคุมจะมีไว้เพื่อ กำหนดขอบเขตของผู้ปฏิบัติงานต่างๆ โดยไม่ต้องขออนุมัติจากผู้บริหารชั้นสูงอีกครั้ง เพราะมีคู่มือการปฏิบัติงานพร้อมทั้งนโยบาย และการตรวจสอบภายใน ซึ่งผู้ใต้บังคับบัญชาจะสามารถปฏิบัติได้ตามปกติ

5.การควบคุมจะมีไว้เพื่อใช้วัดงานต่างๆ ที่กำลังปฏิบัติอยู่ ซึ่งการควบคุมแบบได้แก่ รายงานพิเศษ ตัวเลขแสดงผลผลิตต่อชั่วโมงการเปรียบเทียบต้นทุนเหล่านี้ล้วนแต่เป็นเครื่องมือตรวจสอบผลงานที่กำลังปฏิบัติอยู่นั้น ว่าเป็นไปตามเงื่อนไขหรือไม่

6.การควบคุมจะมีไว้เพื่อใช้ประกอบในการวางแผน และกำหนดแผนการปฏิบัติงานต่างๆ การควบคุมชนิดนี้จะประกอบไปด้วยการคาดการณ์ยอดขายหรือการคาดการณ์ผลผลิต งบประมาณ เป็นต้นซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ ได้วางมาตรการ ควบคุมก่อนเริ่มต้นการทำงานแล้ว

7.การควบคุมจะมีไว้เพื่อช่วยให้ผู้บริหารชั้นสูงสามารถจัดความสมดุลย์ในระหว่างแผนงานกลุ่มต่างๆ ปัจจัยต่างๆ เช่น งบประมาณส่วนรวม แนวนโยบายต่างๆ และคู่มือการปฏิบัติงานของผู้บริหารเพื่อใช้เงินทุนให้เกิดผลกำไรสูงสุด

8.การควบคุมจะกำหนดขึ้น เพื่อกระตุ้นเตือนหรือจูงใจบุคคลในองค์การหรือโรงงานวิธีนี้จะเป็นเครื่องมือวัดอย่างหนึ่ง ในการปฏิบัติงาน ของคนงานดีหรือต่ำกว่ามาตรฐานเพียงใดผู้ปฏิบัติงานได้ผลดีย่อมได้ผลตอบแทน ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ทุกคนยึดปฏิบัติได้

ขั้นตอนและวิธีการควบคุมการผลิต

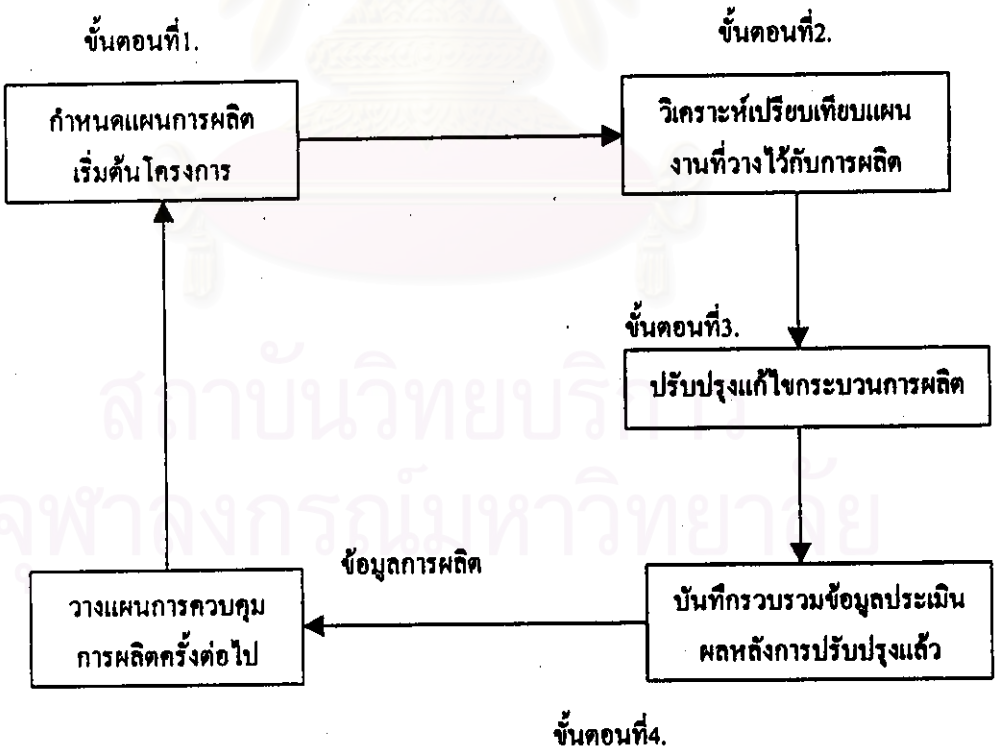
กระบวนการควบคุมการผลิต จะเกี่ยวข้องกับขั้นตอนและวิธีการผลิต เพื่อให้กิจกรรมการผลิตดำเนินไปด้วยดี จึงมีขั้นตอนและวิธีการผลิต ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1.บันทึกรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตกำหนดแผนการผลิต อาจจะเสนอเป็นแผนภูมิเกณฑ์ (Gantt Chart) การกำหนดแผนการผลิต จะต้องกำหนดขึ้นให้เห็นชัดเจนโดยภาพรวมทั่วไป

2.วิเคราะห์เปรียบเทียบการผลิตกับแผนงานที่วางไว้ว่าเป็นอย่างไร ได้จำนวนผลผลิตมากน้อยเท่าไร

3.ผลจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่2. ผู้บริหารที่ทำหน้าที่ควบคุมการผลิตสามารถหาแนวทางแก้ไข ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตให้ผลผลิตออกมาเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้

4.เมื่อเสร็จสิ้นการผลิตแต่ละครั้ง จะมีการรวบรวมข้อมูลเอาไว้แล้วเปรียบเทียบการผลิตครั้งก่อนว่ากระบวนการผลิตครั้งนี้เป็นอย่างไร ถือว่าเป็นการประเมินผลกระบวนการผลิตไปด้วย เพื่อให้เกิดผลดีกับกระบวนการผลิตครั้งต่อไป และผลประโยชน์โดยตรงกับทางบริษัท



รูปที่6.2 แสดงขั้นตอนและวิธีการควบคุมการผลิต

วิธีการควบคุมการผลิต

วิธีการควบคุมการผลิตสามารถแบ่งออกเป็น 5 ลักษณะได้ดังนี้

1.การควบคุมสายการผลิต(Flow Control) เป็นการควบคุมอัตราการทำงานตามสายงานของแต่ละจุด(Station) เช่น จุดป้อนวัตถุดิบ จุดตรวจสอบคุณภาพ และจำนวนปริมาณสินค้า เป็นต้น ลักษณะการควบคุมแบบนี้ เหมาะกับการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous System) ซึ่งมีการกำหนดสายงานการผลิต (Production Line) ไว้แน่นอน

2.การควบคุมตามคำสั่งซื้อ(Order Control) การควบคุมแบบนี้มักจะเป็นงานรับเหมา (Job lot) เป็นงานประเภทไม่ต่อเนื่อง การควบคุมการผลิตลักษณะนี้ จะแยกงานแต่ละงานออกจากกันอย่างอิสระ และการควบคุมเป็นครั้งๆไป ตามที่มีการสั่งซื้อ

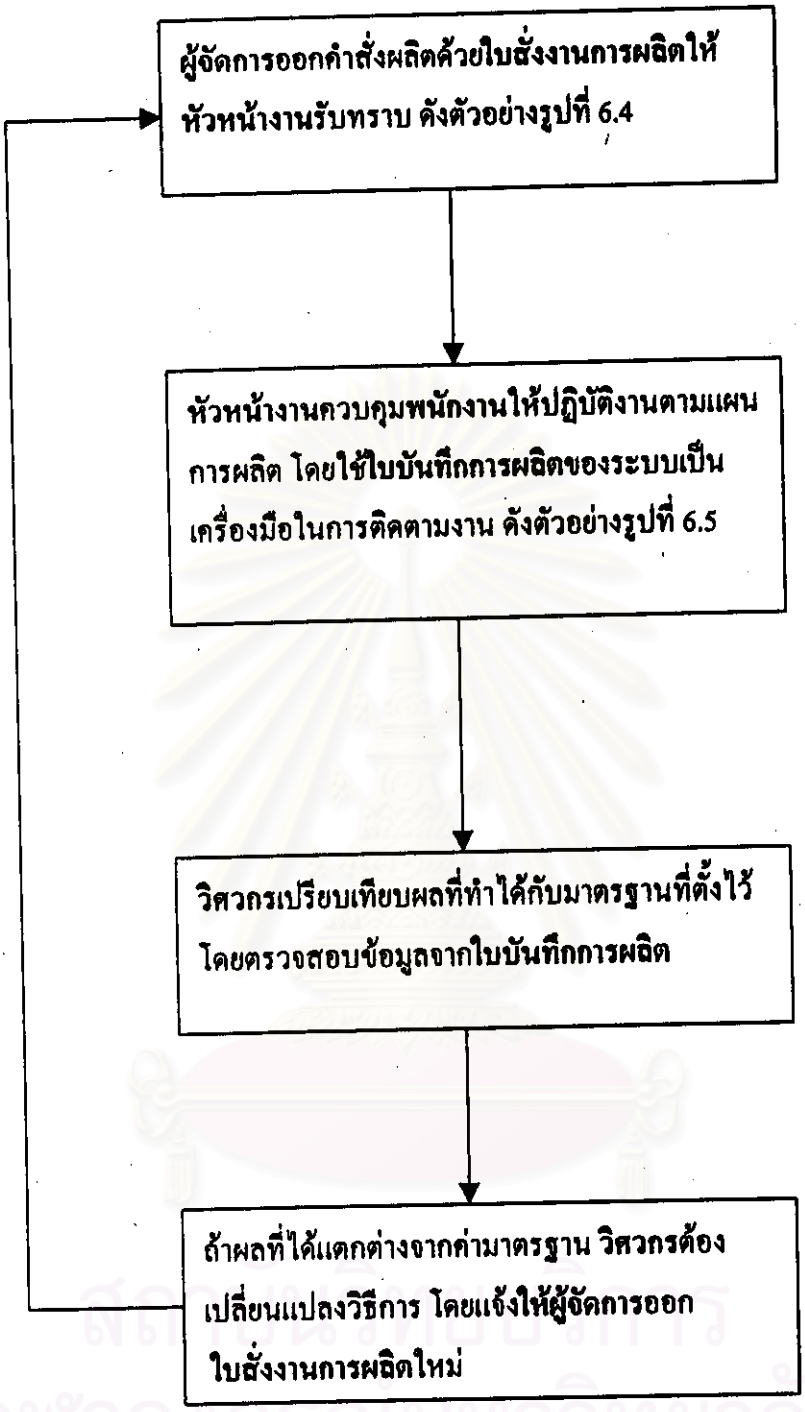
3.การควบคุมเฉพาะอย่าง(Block Control) วิธีการควบคุมแบบนี้จะพบมากในงานอุตสาหกรรมที่ผลิตงานเฉพาะอย่างที่เป็นชิ้น ๆ และนำมาระกอบเข้าด้วยกันภายหลังวางแผนการผลิตจะจัดเป็นกลุ่มงาน

4.การควบคุมกระบวนการ(Process Control) การควบคุมการผลิตแบบนี้จะใช้กรรมวิธีการผลิตแบบเครื่องจักรอัตโนมัติ เช่น การกลั่นน้ำมัน การผลิตยา การผลิตสารเคมีเป็นต้น การควบคุมการผลิตส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะการใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ ในปัจจุบันการควบคุมกระบวนการผลิตมีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยด้วย

5.การควบคุมโครงการ(Project Control) การควบคุมชนิดนี้จะอยู่ในลักษณะงานโครงการขนาดใหญ่ที่มีค่าใช้จ่ายสูง ระยะเวลานาน การปฏิบัติงานไปตามแผนอาจจะมีอุปสรรค์ ดังนั้น การควบคุมโครงการจะต้องควบคุมอย่างใกล้ชิด และจะต้องวิเคราะห์ข่ายงานในรูปของ Gantt Chart หรือ Bar Chart

การควบคุมการผลิตของโรงงานตัวอย่าง

การควบคุมการผลิตของโรงงานตัวอย่าง มีขั้นตอนการดำเนินการทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 6.3



รูปที่ 6.3 แสดงขั้นตอนการควบคุมการผลิตของโรงงานตัวอย่าง

1.การออกคำสั่งผลิตหรือการสั่งงาน เป็นขั้นตอนเริ่มต้นที่กำหนดกิจกรรมการปฏิบัติงานต่างๆ ของพนักงานโดยผู้จัดการ จะมีหน้าที่รับผิดชอบในการปล่อยใบสั่งงานการผลิต ซึ่งระบุรายละเอียดของจุดประสงค์ในการดำเนินการ วิธีการดำเนินการ วันเวลาที่เริ่มดำเนินการ วันสิ้นสุดการดำเนินการ และข้อแนะนำอื่นๆ ตามรูปที่ 6.4

2.การติดตามงาน เป็นขั้นตอนของการควบคุมการผลิตที่จะต้องกระทำหลังจากการออกใบสั่งงานการผลิต การติดตามงานเป็นหน้าที่ของพนักงานทุกคน ซึ่งจะต้องติดตามดูความก้าวหน้าของงานอย่างใกล้ชิด เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปตามแผนการผลิต ถ้าในกรณีที่มีเหตุขัดข้องเกิดขึ้น จะต้องวางมาตรการแก้ไขทันที โดยในการติดตามงานของหน่วยผลิตสาธารณูปการ จะใช้วิธีการประชุมประจำวันทุกวัน ณ เวลา 8:30 น. เครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมได้แก่ สมุดรายงานของหัวหน้างาน ตารางหรือกราฟแสดงการดำเนินการและใบบันทึกการตรวจสอบสภาพการทำงานของระบบจะแสดงได้ดังรูปที่6.5

3.การเปรียบเทียบผลที่ทำได้กับมาตรฐานที่ตั้งไว้ เป็นขั้นตอนที่อาศัยพื้นฐานข้อมูลจากการควบคุมที่ผ่านมาเพื่อใช้วิเคราะห์ผลที่ทำได้จริงกับมาตรฐานที่ตั้งไว้ และใช้เป็นข้อมูลในการปรับเปลี่ยนแก้ไขวิธีการ เพื่อให้ได้ผลตามเป้าหมายที่วางไว้ โดยในทางปฏิบัติจะเป็นหน้าที่ของวิศวกรเป็นผู้ตรวจสอบข้อมูลการผลิตจากใบบันทึกการผลิตของหน่วยผลิตสาธารณูปการทั้งหมด และจัดทำเป็นระบบควบคุมเชิงสถิติ

4.การดำเนินการแก้ไข เป็นขั้นตอนการดำเนินการหลังจากเปรียบเทียบผลที่ได้กับมาตรฐานที่ตั้งไว้ ถ้าผลที่ทำได้แตกต่างจากเป้าหมายที่วางไว้มาก จะต้องทำการเปลี่ยนแปลงวิธีการหรือปรับเปลี่ยนมาตรฐานการผลิต เพื่อให้ได้ผลตามเป้าหมาย โดยผู้จัดการจะเป็นผู้ออกใบสั่งงานการผลิตใหม่

นอกจากการควบคุมด้วยระบบเอกสารแล้ว ในการควบคุมได้ใช้เทคนิคการควบคุมเชิงสถิติในการตรวจสอบการปฏิบัติงาน และการทำงานของระบบ ต่างๆ เช่น การใช้การควบคุมเชิงสถิติในการควบคุมการใช้สารเคมีในระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์และระบบบำบัดน้ำเสีย การใช้การควบคุมเชิงสถิติในการควบคุมการปรับประสิทธิภาพของระบบผลิตไอน้ำ

การควบคุมกระบวนการผลิตเชิงสถิติ(Statistical Process Control) ภายในหน่วยผลิตสาธารณูปการจะใช้ในการตรวจสอบการปฏิบัติงานและการทำงานของระบบต่างๆ เช่น ใช้การควบคุมเชิงสถิติ ในการควบคุมการใช้สารเคมีในระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์และระบบบำบัดน้ำเสีย ใช้การควบคุมเชิงสถิติในการควบคุมการปรับประสิทธิภาพการเผาไหม้ของระบบผลิตไอน้ำเป็นต้น โดยการควบคุมกระบวนการผลิตเชิงสถิติจะช่วยเตือนให้ ผู้ควบคุมรับทราบถึงสภาวะการผลิตผิดปกติทันทีที่เกิดความผันแปรจากสาเหตุผิดปกติ เป็นผลให้สามารถลดปริมาณความผันแปรที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตต่างๆ ให้อยู่ในปริมาณที่ยอมรับได้ตลอดเวลา

NO. 19/41

ใบสั่งงานการผลิต

TO : หัวหน้างานกระบวนการผลิตสาธารณูปการ วันที่ ....11../..09..../...2541..

ผู้จัดเตรียม (วิศวกรกระบวนการผลิตสาธารณูปการ) ธเนศร์

ผู้ตรวจสอบ (ผจก.ส่วนจัดการผลิตสาธารณูปการ) สมชาย PLANT Demin

เรื่อง : การเก็บน้ำ DEMIN ส่งQA ตรวจสอบค่า SILICA

1. จุดประสงค์ในการดำเนินการ :

เพื่อหาข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างค่า Silica ที่ถัง Anion กับถังMix Bed

2. รายละเอียดในการดำเนินการ :

1 ให้หัวหน้างานเก็บน้ำที่ออกจากถังAnion 1 ขวด และน้ำ ที่ออกจาก ถัง Mix Bed ที่ Demin3 ทุกครั้งก่อน มีการดำเนินการRegeneration

2 นำน้ำที่เก็บ ส่งไปยังแผนกQA เพื่อวิเคราะห์ หาค่าSilica

เวลาที่เริ่มดำเนินการ 11 / 09 /2541 เวลาที่สิ้นสุดดำเนินการ -

4. อื่น ๆ : -

หมายเหตุ : -

รูปที่6.4 แสดงใบสั่งงานการผลิต

ใบบันทึกการทำงานของหม้อไอน้ำ

หม้อน้ำดินเป็นหลัก ชุดที่ ...2.....

วันที่ 16/09/2541

เวลา	ความดันไอน้ำ			อุณหภูมิ			ระดับน้ำ		มิเตอร์		ชั่วโมง	ชั่วโมงล้าง
	หม้อไอน้ำ	ท่อพักไอน้ำส่งPVC3	หัวฉีดน้ำมัน	ปล่องไอเสีย	น้ำในถังน้ำป้อน	น้ำมันเชื้อหัวฉีด	หม้อไอน้ำ	ถังน้ำป้อน	น้ำป้อน	น้ำมันเตา	หม้อไอน้ำ	หัวฉีดน้ำมัน
	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	°C	°C	°C	นิ้ว	%	m³	ลิตร	ชั่วโมง	ชั่วโมง
07:00	12.0	6.0	2.1	230	69	85	5	55	1365	121367	34	78
10:00	11.5	6.0	2.0	220	72	85	4	65	1385	122865	37	81
13:00	12.5	6.0	2.2	225	70	85	5	70	1405	124427	40	84
16:00	12.0	6.0	2.1	220	71	85	4	70	1422	125879	43	87
19:00	11.0	6.0	1.8	235	68	85	5	65	1440	127259	46	90
22:00	12.0	6.0	2.1	230	72	85	5	70	1457	128706	49	93
01:00	10.5	6.0	1.7	225	70	85	4	55	1476	130205	51	95
04:00	11.5	6.0	1.8	230	68	85	5	65	1497	131591	54	98
07:00	12.5	6.0	2.2	230	69	85	5	70	1517	132942	57	101
รวม									52	11575	23	-

หม้อน้ำดินเสริม ชุดที่ ...1.....

เวลา	ความดันไอน้ำ			อุณหภูมิ			ระดับน้ำ		มิเตอร์		ชั่วโมง	ชั่วโมงล้าง
	หม้อไอน้ำ	ท่อพักไอน้ำส่งPVC4	หัวฉีดน้ำมัน	ปล่องไอเสีย	น้ำในถังน้ำป้อน	น้ำมันเชื้อหัวฉีด	หม้อไอน้ำ	ถังน้ำป้อน	น้ำป้อน	น้ำมันเตา	หม้อไอน้ำ	หัวฉีดน้ำมัน
	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	°C	°C	°C	นิ้ว	%	m³	ลิตร	ชั่วโมง	ชั่วโมง
07:00	12.0	6.0	2.5	210	69	85	5	55	3301	360115	87	30
10:00	11.5	6.0	2.4	220	72	85	4	65	3305	360555	88	31
13:00	12.5	6.0	2.6	230	70	85	5	70	3310	360980	88	31
16:00	12.0	6.0	2.5	225	71	85	4	70	3314	361406	89	32
19:00	11.0	6.0	2.3	210	68	85	5	65	3317	361869	89	32
22:00	12.0	6.0	2.5	220	72	85	5	70	3321	362318	90	33
01:00	10.5	6.0	2.1	215	70	85	4	55	3326	362819	91	34
04:00	11.5	6.0	2.3	230	68	85	5	65	3330	363261	92	35
07:00	12.5	6.0	2.7	235	69	85	5	70	3335	363635	92	35
รวม									34	3520	5	-

หม้อไอน้ำชุดดินเป็นหลัก ชุดที่ 2
ทำความสะอาดท่อไฟครั้งสุดท้ายเมื่อ 1 มิ.ย. 2541
การล้างหัวฉีดน้ำมันที่ 100- 120ชั่วโมง = ล้าง / ไม่ล้าง

pH = 10.9
Conductivity = 960

หม้อไอน้ำชุดดินเสริม ชุดที่ 1
ทำความสะอาดท่อไฟครั้งสุดท้ายเมื่อ 1 ก.ย. 2541
การล้างหัวฉีดน้ำมันที่ 80- 100ชั่วโมง = ล้าง / ไม่ล้าง

pH = 10.6
Conductivity = 980

หมายเหตุ:

	กะ	เช้า	บ่าย	ดึก
	พนักงาน	อนุชา	สราวุธ	วัชระ
	หัวหน้างาน	ปรีชา	จำนง	วิชัย

รูปที่6.5 แสดงตัวอย่างใบตรวจสอบการทำงานของระบบผลิตไอน้ำ

เทคนิคการควบคุมกระบวนการผลิตเชิงสถิติ (statistical process control)

หลักการควบคุมกระบวนการผลิตเชิงสถิติ มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่1. หาสมรรถนะของกระบวนการ (Process Capability,Cp)

สมรรถนะของกระบวนการผลิต คือตัววัดประสิทธิภาพของกระบวนการกับข้อกำหนดทางเทคนิคของการผลิต เพื่อใช้แสดงว่ากระบวนการผลิตนั้นมีสมรรถนะเพียงพอในการปฏิบัติหรือไม่ การหาสมรรถนะของกระบวนการจะกระทำได้โดย นำข้อมูลจากการผลิตของกระบวนการผลิตระบบหนึ่ง นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย($\bar{x}$)และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) จากนั้นนำค่าทั้ง 2 ค่าไปเทียบกับค่าขอบเขตข้อจำกัดทางเทคนิค(Specification Limits) ถ้าค่าของผลจากการผลิต จากกระบวนการผลิตนั้นเป็นการแจกแจงปกติ และอยู่ในระหว่าง 6S โดยที่ค่า 6S นั้นอยู่ในระหว่างค่าขอบเขตข้อจำกัดทางเทคนิคแล้ว แสดงว่ากระบวนการผลิตนั้นมีสมรรถนะเพียงพอในทางปฏิบัติ

- ค่าดัชนีสมรรถนะของกระบวนการ Cp สำหรับค่ากำหนดทางเทคนิคของกระบวนการ 2 ด้าน หาได้ด้วย

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6S}$$

เมื่อ USL และ LSL แสดงถึงขอบเขต ข้อจำกัดทางเทคนิคบนและล่างตามลำดับ

- ค่าดัชนีสมรรถนะของกระบวนการ Cp สำหรับค่ากำหนดทางเทคนิคของกระบวนการ เพียงด้านเดียว หาได้ด้วย

$$Cp = \frac{\bar{x} - LSL}{3S}$$; สำหรับกระบวนการที่มีเพียงLSL

หรือ

$$Cp = \frac{USL - \bar{x}}{3S}$$; สำหรับกระบวนการที่มีเพียงUSL

ค่า Cp ของกระบวนการผลิตที่แนะนำมีดังนี้

	สมรรถนะของกระบวนการ
1. Cp มากกว่าหรือเท่ากับ 1.33	กระบวนการนั้นใช้ได้ดี
2. Cp น้อยกว่า 1.33 แต่ยัง มากกว่าหรือเท่ากับ 1.00	กระบวนการนั้นจัดว่าใช้ได้
3. Cp น้อยกว่า 1.00	กระบวนการนั้นใช้ไม่ได้

ขั้นตอนที่2. สร้างแผนภูมิควบคุม(Control Chart)

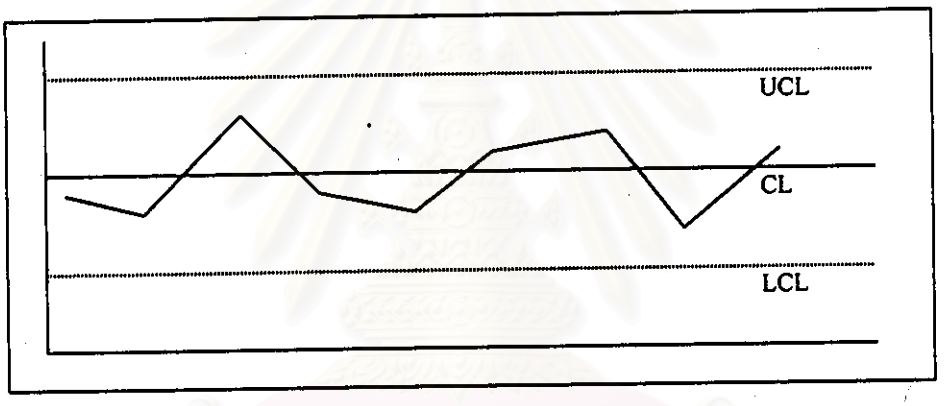
แผนภูมิควบคุม(Control Chart) คือ แผนภูมิ หรือแผ่นกราฟที่เขียนขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลจากข้อกำหนดทางเทคนิค(Specification) ที่ระบุคุณสมบัติทางคุณภาพของข้อใดข้อหนึ่งของผลผลิตและต้องการจะควบคุม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการติดตามผลการผลิตจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง โดยตรวจวัดค่าควบคุมต่างๆแล้วเขียนบันทึกลงในแผนภูมินั้นๆ

แผนควบคุมประกอบด้วย

1.เส้นพิกัดควบคุมบน (Upper control Limit), UCL

2.เส้นพิกัดควบคุมล่าง (Lower control Limit), LCL

3.เส้นกลาง (Centerline), CL



รูปที่6.6 แสดงแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมมีหลายชนิด แต่ที่พบอยู่เสมอและมีหลักการเดียวกันคือ แผนภูมิควบคุมชนิด 3 ซิกม่า (3 – Sigma Control Chart) กล่าวคือ เป็นแผนภูมิควบคุมที่มีระยะห่างของเส้นขอบเขตควบคุมค่าสูง (Upper Control Limit) ห่างจากเส้นค่ากลาง(Centerline) อยู่เท่ากับ 3 หน่วยซิกม่า หรือ 3S เมื่อ S คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลจากกระบวนการผลิต ซึ่งเกิดจากสาเหตุที่เป็นปกติวิสัยในกระบวนการผลิตนั้น และหากมีเส้นขอบเขตควบคุมค่าต่ำ(Lower Control Limit) ก็จะห่างหรือต่ำจากเส้นกลางอยู่ -3S เช่นกัน

ชนิดของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

1.แผนภูมิเชิงผันแปร (Variable Control Chart) เป็นแผนภูมิควบคุมชนิดข้อมูลมีค่าต่อเนื่อง

2.แผนภูมิเชิงคุณภาพ (Attribute Control Chart) เป็นแผนภูมิควบคุมชนิดข้อมูลมีค่าแจงนับ

ในการควบคุมการผลิตเชิงสถิติของหน่วยผลิตสาธารณูปการจะใช้แผนภูมิควบคุมเชิงผันแปร ผู้

วิจัยจึงขออธิบายเฉพาะแผนภูมิเชิงผันแปรที่ใช้งานจริง โดยแผนภูมิเชิงผันแปรมีหลายลักษณะแต่ลักษณะที่ใช้ควบคุมการผลิตในหน่วยผลิตสาธาณูปการ จะเป็นแบบ X Chart ซึ่งเป็นแผนภูมิควบคุมที่ใช้ตัวเลขค่าวัด (x) โดดๆ แต่ละตัวมาพล็อตลงในแผนภูมิ โดยไม่หาค่าเฉลี่ยของค่าวัดจากกรุ๊ปย่อยก่อน และอาศัยพิสัยเคลื่อนที่(Moving Range) ซึ่งวัดเทียบกันระหว่างค่าวัดที่อยู่ต่อเนื่องกัน เป็นหลักในการคำนวณหาค่าขอบเขตควบคุม โดยมีสูตรในการคำนวณหาค่าที่ต้องใช้ในการสร้างแผนภูมิควบคุมดังนี้

$$UCL = \bar{\bar{x}} + 3\bar{R}_M / d2$$

$$CL = \bar{\bar{x}}$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - 3\bar{R}_M / d2$$

ค่า $R_{Mj} = |x_j - x_{j-1}|$ เมื่อ $j = 2,\ldots m$

ค่า d2 แสดงค่าไว้ในภาคผนวก ฉ.

ขั้นตอนการสร้างงาน Control Chart เพื่อควบคุมการผลิต

1.การรวบรวม - รวบรวมข้อมูลและวาดลงบน Chart

2.ควบคุม - คำนวณขอบเขตของเส้นควบคุมจากข้อมูลกระบวนการ

3.วิเคราะห์และปรับปรุง - ลดความผันแปรของคุณภาพจากสาเหตุธรรมชาติ

ดำเนินการทั้ง 3 ข้อนี้ซ้ำๆ จนกระทั่งกระบวนการผลิตสามารถปรับปรุงและควบคุมได้ตามเป้าหมาย

วิธีอ่านแผนภูมิควบคุม

การอ่านหรือตีความหมายจากภาพภาพที่รากำบนแผนภูมิ จะช่วยให้เห็นอาการผิดปกติต่างๆในกระบวนการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เมื่อเกิดสิ่งผิดกติในกระบวนการผลิต ซึ่งเมื่อตรวจพบแล้วจะช่วยให้สามารถแก้ไขสาเหตุของความผันแปร ในกระบวนการผลิตนั้น เพื่อปรับสภาวะการผลิตให้กลับสู่สภาวะควบคุมได้ต่อไป

ลักษณะของสภาวะที่อยู่ในควบคุม(In Control)

1.จุดอยู่ภายในพิกัดควบคุม(UCL และ LCL)
2.จุดกระจายแบบสุ่ม(Random pattern) ไม่มีอาการแนวโน้ม และไม่มีอาการวัฏจักร
3.จุดกระจายอยู่ภายใต้การแจกแจงกติ (Normal Distribution)

ลักษณะของสภาวะที่อยู่นอกควบคุม(OUT of Control)

1.จุดอยู่ภายนอกพิกัดควบคุม(UCL และ LCL)
2.การเกิดการ(RUN) โดย มีจุดปรากฏติดต่อกันบนซีกใดซีกหนึ่งของเส้นค่ากลาง โดยมีความยาวของจำนวนจุดในชุดนั้น ตั้งแต่ 7 จุดขึ้นไป
3.การเกิดแนวโน้ม(Trent) โดยมีจุดต่อเนื่องกันไป ในทิศทางเดียวกันอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการสลับฟันปลาเลย
4.การเกิดการเข้าใกล้เส้นขอบเขตควบคุม โดยมีจำนวนจุด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกัน อยู่นอกช่วง $\pm$ 2 ซิกม่า
5.การเกิดการเข้าใกล้เส้นค่ากลาง โดยพบว่าเส้นกราฟทั้งหมดตกอยู่ในระหว่างเส้น 1.5 ซิกม่า นับจากเส้นค่ากลางขึ้นไปและลงมา
6.การเกิดวัฏจักร(Periodicity) โดยพบว่าค่าในกราฟจะเปลี่ยนแปลงขึ้นๆ ลงๆ มีลักษณะเป็นวงจร วงรอบ หรือ วัฏจักร ที่เกือบจะทำนายลักษณะเส้นกราฟในช่วงต่อๆไปได้

ขั้นตอนที่3.ใช้แผนภูมิควบคุมตรวจจับข้อมูลปัจจุบัน

ขั้นตอนที่4.หาสาเหตุของข้อมูลที่ออกนอกช่วงค่าควบคุม และปรับปรุงแก้ไข

ขั้นตอนที่5. ปรับปรุงค่าควบคุมในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การควบคุมการผลิตภายในหน่วยผลิตสาธารณูปการ

การควบคุมกระบวนการผลิตเชิงสถิติภายในหน่วยงานผลิตสาธารณูปการของโรงงานตัวอย่าง แบ่งแยกตามหัวข้อการลดต้นทุนมีวิธีการควบคุมดังนี้

1.การควบคุมเพื่อลดค่าน้ำมันเตา

1.1 การควบคุมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ โดยปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้

วิธีการควบคุมที่อัตราส่วนปริมาณการใช้น้ำมันเตาต่อการผลิตไอน้ำ 1 ตัน(ลิตร/ตัน) ต่อวันของหม้อไอน้ำชุดที่เดินเป็นหลัก ด้วยแผนภูมิการควบคุมเชิงสถิติดังรูปที่ 6.7 โดยการใช้ข้อมูลอัตราส่วนน้ำมันเตาต่อไอน้ำ ในสภาวะที่มีการผลิตตามปกติในอดีต นำมาหาค่าเส้นควบคุมบน เส้นควบคุมล่างและเส้นกลาง เพื่อใช้ในการควบคุมการผลิตไอน้ำ โดยถ้าเมื่อใดที่ตรวจพบค่าอัตราส่วนน้ำมันเตาต่อไอน้ำออกนอกเส้นควบคุม จะต้องทำการแก้ไขในทันที

วิธีการแก้ไข มีวิธีการดังต่อไปนี้

1.ปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้โดยการวัดปริมาณ % ออกซิเจน และปรับอัตราส่วนน้ำมันต่ออากาศให้อยู่ในค่าควบคุม
2.ตรวจสอบมาตรวัดน้ำป้อนและมาตรวัดน้ำมันเข้าหม้อไอน้ำหมุนผิดปกติหรือไม่
3.สภาพภาระการใช้ไอน้ำของหน่วยผลิตพีวีซี ต่ำผิดปกติหรือไม่
4.ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำผิดปกติหรือไม่

จากข้อมูลการผลิตไอน้ำประจำเดือน พฤศจิกายน 2541 ดังแสดงในตารางที่ 6.1 นำข้อมูลการใช้น้ำมันเตาต่อตันไอน้ำ นำมาหาค่าควบคุมตามวิธีการดังนี้

ค่ามาตรฐาน

$\bar{x}$ = 2,169.5 / 30 = 72.32 ลิตรน้ำมันเตา / ตันไอน้ำ

$\bar{R}_M$ = 30.4 / 29 = 1.05 ลิตรน้ำมันเตา / ตันไอน้ำ

UCL = 72.32 + 3 x (1.05 / 1.128) = 75.1 ลิตรน้ำมันเตา / ตันไอน้ำ

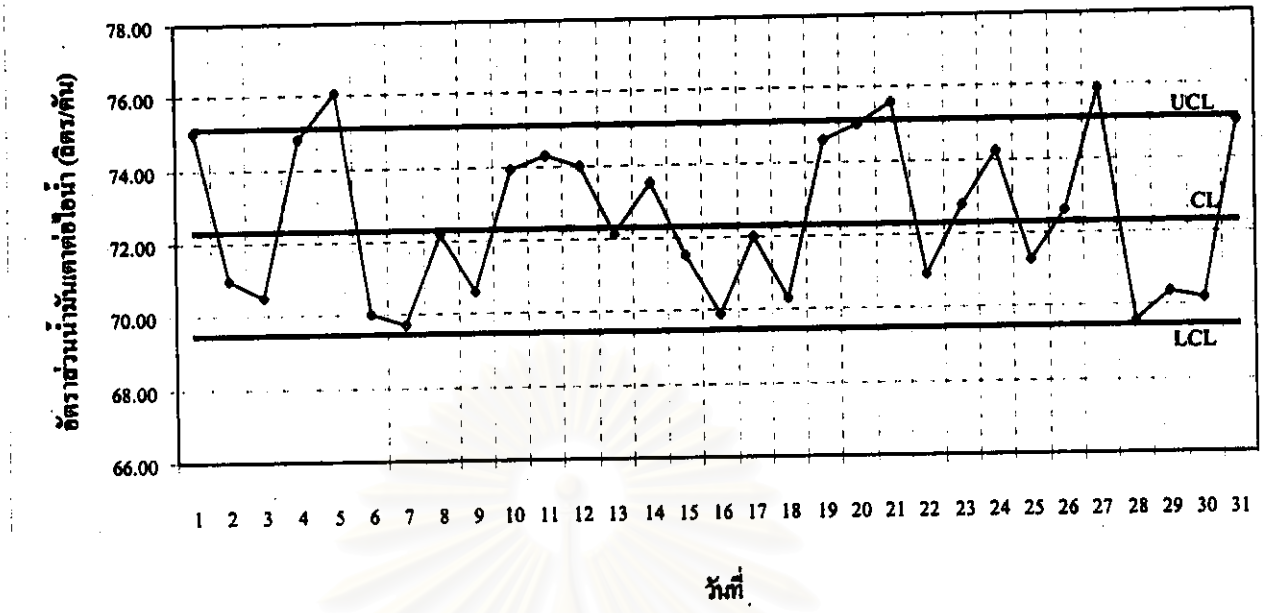
LCL = 72.32 - 3 x (1.05 / 1.128) = 69.5 ลิตรน้ำมันเตา / ตันไอน้ำ

ใช้ค่าควบคุมมาตรฐานที่ได้ นำมาใช้เป็นค่าควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้ ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2541 เป็นต้นไป

ตารางที่ 6.1 ข้อมูล ลิตรน้ำมันเตา ต่อตันไอน้ำ ของหม้อไอน้ำชุดที่2 ประจำเดือนพฤศจิกายน 2541

วันที่	ลิตรน้ำมันเตา / ตันไอน้ำ x	พิสัยเคลื่อนที่ (n = 2) R_M
1	72.8	-
2	73.2	0.4
3	73.8	0.6
4	72.6	1.2
5	74.2	1.6
6	73.1	1.1
7	72.4	0.7
8	71.8	0.6
9	72.3	0.5
10	73.4	1.1
11	71.5	1.9
12	71.2	0.3
13	72.4	1.2
14	72.8	0.4
15	73.0	0.2
16	73.6	0.6
17	71.2	2.4
18	70.3	0.9
19	70.9	0.6
20	72.5	1.6
21	72	0.5
22	73.6	1.6
23	74.2	0.6
24	70.5	3.7
25	71.4	0.9
26	72.3	0.9
27	72.8	0.5
28	70.4	2.4
29	71.5	1.1
30	71.8	0.3
รวม	2,169.5	30.4

แผนภูมิควบคุมการผลิตไอน้ำเชิงสถิติของหม้อไอน้ำชุดที่ 2 เดือน ธันวาคม 2541



UCL = 75.10 : CL = 72.30 : LCL = 69.50

วันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
น้ำมันต่อไอน้ำ (ลิตร/ตัน)	75.0	71.0	70.5	74.8	76.1	70.0	69.7	72.2	70.6	73.9	74.3	74.0	72.1	73.5	71.5	69.9	72.0	70.3	74.6	75.0	75.6	70.9	72.8	74.2	71.3	72.6	75.9	69.6	70.4	70.2	75.0

หมายเหตุ : ให้ลงสาเหตุและวิธีการแก้ไขทุกครั้งที่ค่าอัตราส่วนน้ำ มันต่อไอน้ำออกนอกเส้นควบคุม

วันที่	สาเหตุและการแก้ไข
5	ค่าสูงเนื่องจาก % O2 สูง แก้ไขโดยการปรับอัตราส่วนน้ำมันต่ออากาศ
21	ค่าสูงเนื่องจาก % O2 สูง แก้ไขโดยการปรับอัตราส่วนน้ำมันต่ออากาศ
27	ค่าสูงเนื่องจาก หน่วยผลิตพีวีซี3 หยุดผลิต ประมาณ1 ชั่วโมงทำให้ใช้ไอน้ำลดลง หม้อไอน้ำดัดดับบ่อย

ผู้บันทึก(หัวหน้างาน) วิชัย ผู้ตรวจสอบ(วิศวกร) ชเนศร์

รูปที่6.7 แสดงตัวอย่างการควบคุมการผลิตไอน้ำเชิงสถิติของโรงงานตัวอย่าง

ค่ามาตรฐาน : อัตราส่วนลิตรน้ำมันเตาต่อตันไอน้ำ อยู่ในช่วง 69.5 – 75.1 ลิตร/ตัน

(ที่มาจากข้อมูลหลังดำเนินการปรับปรุงเดือนพฤศจิกายน 2541)

วิธีการควบคุม : กราฟควบคุมอัตราส่วนลิตรน้ำมันเตาต่อตันไอน้ำ ดังรูปที่6.7

ผลจากการควบคุม ทำให้สามารถควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้ให้อยู่ในช่วงควบคุมได้ โดยมีค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำมันเตาต่อตันไอน้ำที่ผลิตได้ ประจำเดือน ธันวาคม 2541 เท่ากับ 72.7 ลิตร/ตัน และผลที่ได้รับหลังจากใช้ระบบควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้ในเดือนมกราคม2542 – มีนาคม 2542 พบว่าสามารถควบคุมค่าเฉลี่ย น้ำมันเตาต่อตันไอน้ำของแต่ละเดือนให้มีค่าค่อนข้างคงที่สม่ำเสมอได้ ดังแสดงในตารางที่ 6.2

ตารางที่6.2 แสดงค่าการใช้ปริมาณน้ำมันเตาในการผลิตไอน้ำ 1 ตัน ช่วงหลังควบคุม

เดือน	ลิตรน้ำมันเตาต่อตันไอน้ำ
พฤศจิกายน 2541	72.3
ธันวาคม 2541	72.7
มกราคม 2542	71.8
กุมภาพันธ์ 2542	73.0
มีนาคม 2542	72.5

1.2 การควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่หม้อไอน้ำแบบอัตโนมัติ

การควบคุมปริมาณระบายน้ำร้อนในหม้อไอน้ำทิ้งหลังติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการระบายน้ำร้อนทิ้งอัตโนมัติ ใช้การควบคุมค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในหม้อไอน้ำให้มีค่าไม่เกิน 1,000 us/cm ในแต่ละวัน โดยเมื่อใดที่ตรวจพบค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในหม้อไอน้ำมีค่าเกินค่าควบคุม จะต้องทำการแก้ไขทันที โดยการสอบเทียบอุปกรณ์วัดค่าการนำไฟฟ้าให้วัดค่าได้ถูกต้อง และการตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ระบายน้ำทิ้งอัตโนมัติว่าทำงานผิดปกติหรือไม่

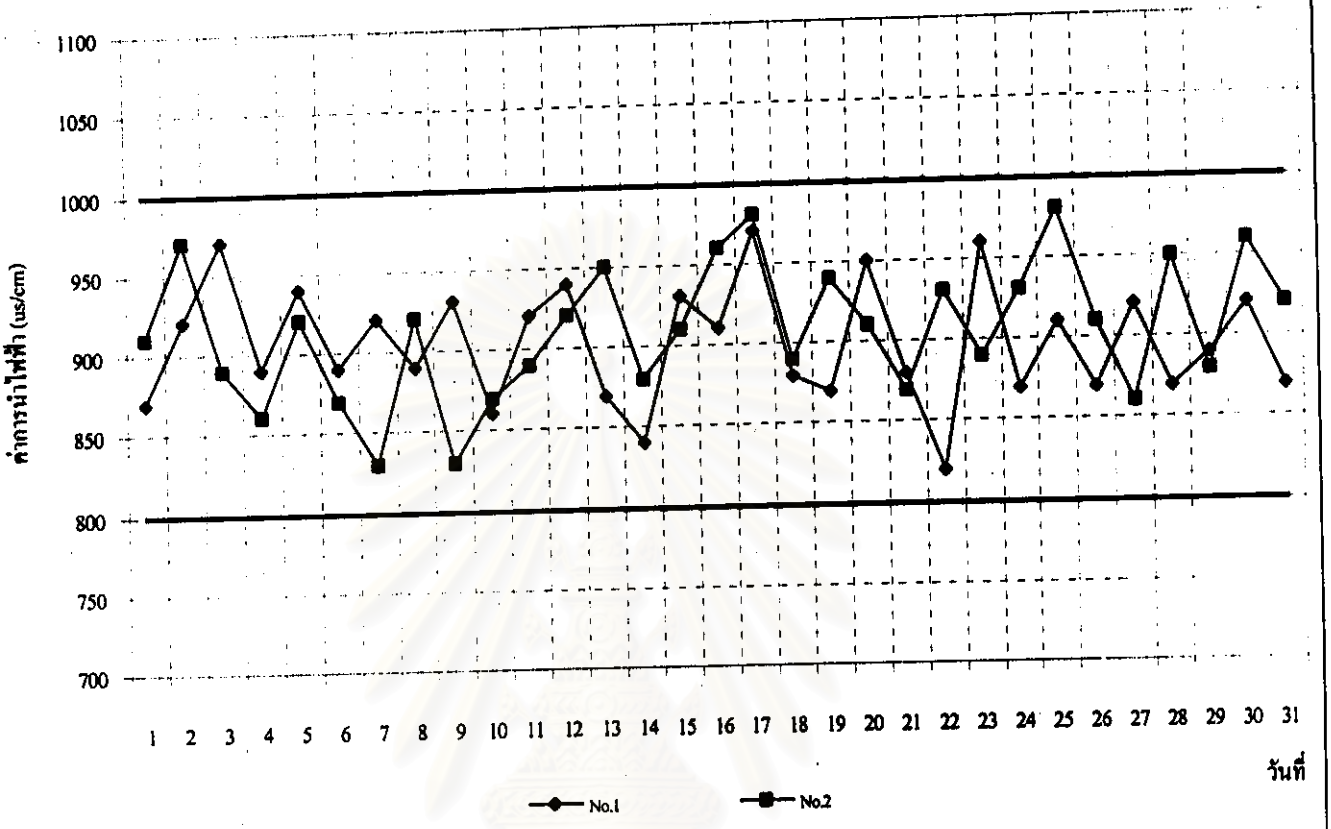
ค่าควบคุมมาตรฐาน : ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในหม้อไอน้ำ 800 - 1,000 us/cm

(ที่มาของค่าควบคุม จากข้อมูลหลังปรับปรุงในเดือน ก.ย 2541 – พ.ย 2541)

วิธีการควบคุม : กราฟบันทึกค่าการนำไฟฟ้าของหม้อไอน้ำต่อวัน รูปที่ 6.8

ผลหลังการควบคุมค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในหม้อไอน้ำด้วยกราฟบันทึกค่าการนำไฟฟ้า พบว่าสามารถควบคุมให้ค่าการนำไฟฟ้าภายในหม้อไอน้ำมีค่าอยู่ในช่วงควบคุมได้อย่างสม่ำเสมอ ดังแสดงข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของหม้อไอน้ำ ในเดือน มกราคม 2542 – มีนาคม 2542 ตามข้อมูลในตารางที่ 6.3

กราฟบันทึกค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในหม้อไอน้ำ ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เดือน : ธันวาคม 2541



ตารางบันทึกค่าการนำไฟฟ้าของน้ำร้อนในหม้อไอน้ำ

วันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
No. 1	870	920	970	890	940	890	920	890	930	860	920	940	870	840	930	910	970	880	870	950	880	820	960	870	910	870	920	870	890	920	870
No. 2	910	970	890	860	920	870	830	920	830	870	890	920	950	880	910	960	980	890	940	910	870	930	890	930	980	910	860	950	880	960	920

ผู้บันทึก(หัวหน้างานกะเช้า)

ผู้ตรวจสอบ(วิศวกร) ชเนศร์

รูปที่6.8 แสดงกราฟบันทึกค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในหม้อไอน้ำประจำวัน

ตารางที่6.3 แสดงข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือนของน้ำในหม้อไอน้ำหลังใช้กราฟควบคุม

หม้อไอน้ำ / เดือน	ธ.ค 2541	ม.ค 2542	ก.พ 2542	มี.ค 2542
ชุดที่1	901 us/cm	896 us/cm	907 us/cm	902
ชุดที่2	909 us/cm	-	-	891
ชุดที่3	-	912 us/cm	903 us/cm	-

1.3 การควบคุมการนำคอนเดนเสตกลับ

การควบคุมเพื่อให้ปริมาณการส่งคอนเดนเสตกลับ หลังจากทำการปรับปรุงให้มีการส่งคอนเดนเสตกลับให้มากที่สุดอยู่ตลอดเวลา ทำได้โดยการใช้ตารางควบคุมค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่ถังน้ำป้อน และเปอร์เซ็นต์คอนเดนเสตส่งกลับต่อวัน

ค่ามาตรฐาน : อุณหภูมิเฉลี่ยน้ำที่ถังน้ำป้อน 68°C – 74 °C

% คอนเดนเสตส่งกลับ 65% - 70%

(ที่มาของช่วงควบคุมมาจากค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดหลังปรับปรุงในช่วงเดือนกันยายน2541)

วิธีการควบคุม : ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและ % คอนเดนเสตต่อวัน รูปที่6.9

ตารางบันทึกค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำถังน้ำป้อนและค่า %คอนเดนเสตส่งกลับ

เดือน ตุลาคม 2541

วันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
อุณหภูมิน้ำถังน้ำป้อน °C	68	70	70	69	71	73	69	70	74	73	71	68	71	74	72	73	70	69	72	69	70	73	68	71	71	74	70	71	72	73	69
%คอนเดนเสตส่งกลับ	65	66	67	66	69	70	67	67	70	69	67	66	67	69	68	67	66	65	68	67	67	69	65	98	67	68	66	66	68	68	66

ค่าควบคุมอุณหภูมิน้ำถังน้ำป้อน = 68 °C - 74 °C : ค่าควบคุม % คอนเดนเสตส่งกลับ = 65% - 70%

หมายเหตุ : _____

_____

_____

ผู้บันทึก(หัวหน้างานกะเช้า) ผู้ตรวจสอบ(วิศวกร) ธนชร์

รูปที่ 6.9 ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของถังน้ำป้อนต่อวันและค่า% คอนเดนเสตส่งกลับต่อวัน

ผลที่ได้หลังการควบคุมพบว่าสามารถควบคุมให้อุณหภูมิที่ถังน้ำป้อนสูงอยู่ในช่วงควบคุมได้ทุกวัน และสามารถควบคุมให้มีการนำคอนเดนเสตกลับในปริมาณที่มากที่สุดได้อย่างสม่ำเสมอ ดังแสดงข้อมูลค่าอุณหภูมิของน้ำถังน้ำป้อนเฉลี่ยต่อเดือน และปริมาณ % คอนเดนเสตส่งกลับต่อเดือน ในตารางที่6.4

ตารางที่6.4 แสดง %คอนเดนเสตส่งกลับและอุณหภูมิน้ำป้อนเฉลี่ยต่อเดือนหลังควบคุม

เดือน	% คอนเดนเสตส่งกลับ	อุณหภูมิน้ำในถังน้ำป้อน (°C)
ช่วงควบคุม	65 – 70	68 – 74
กันยายน 2541	69.3	71
ตุลาคม2541	68.2	70
พฤศจิกายน 2541	69.1	72
ธันวาคม 2541	66.9	68
มกราคม 2542	69.2	70
กุมภาพันธ์ 2542	68.5	69
มีนาคม 2542	69.8	73

1.4 การควบคุมการปรับลดความดันในการผลิตไอน้ำให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ค่ามาตรฐาน : ค่าความดันที่ท่อพักไอน้ำ 10.0 - 12.5 kg/cm^2

(ที่มา จากค่าที่ทำได้จริงหลังปรับปรุง)

วิธีการควบคุม : ตารางบันทึกค่าความดันไอน้ำ ดังรูปที่ 6.10

ตารางบันทึกค่าความดันไอน้ำท่อพักไอน้ำ เดือน ตุลาคม

วันที่ / เวลา	7:00	10:00	13:00	16:00	19:00	22:00	1:00	4:00	ผู้บันทึก
ช่วงควบคุม	10.0 - 12.5 kg/cm^2								(หัวหน้างาน)
1	10.5	11.0	10.0	12.0	10.5	12.5	10.0	11.5	ปรีชา
2	11.0	12.0	10.5	12.5	11.0	10.5	10.0	10.5	จำนง
3	12.0	11.0	10.0	11.0	11.5	11.5	11.0	12.5	มงคล
4	12.0	10.0	12.5	11.0	10.5	11.0	10.0	11.0	วิชัย
5	10.0	12.5	10.0	11.0	11.5	12.5	11.0	11.0	จำนง
6	12.0	11.0	10.0	11.5	12.5	11.5	11.0	12.5	ปรีชา
7	10.5	11.0	10.5	12.0	10.5	11.5	10.5	11.5	มงคล
27	11.5	10.0	12.5	12.0	10.5	10.0	11.5	10.5	จำนง
28	10.0	12.0	11.5	11.5	12.5	11.5	11.0	11.5	วิชัย
29	11.0	12.5	10.5	11.0	11.5	12.5	12.0	11.0	ปรีชา
30	11.5	12.0	10.5	11.0	11.5	10.5	11.0	11.0	จำนง
31	12.0	10.0	11.5	11.0	11.5	11.0	10.0	11.0	วิชัย

ผู้ตรวจสอบ(วิศวกร) ชเนศร์

รูปที่ 6.10 แสดงตารางบันทึกค่าความดันไอน้ำที่ท่อพักไอน้ำ

ผลที่ได้รับจากการควบคุมการปรับลดความดันในการผลิตไอน้ำ ด้วยตารางบันทึกค่าความดันไอน้ำที่ท่อพักไอน้ำ พบว่าสามารถควบคุมให้ค่าความดันไอน้ำที่ผลิตได้จากหม้อไอน้ำ อยู่ในช่วงควบคุม 10.00 kg/cm^2 - 12.5 kg/cm^2 ได้ตลอดเวลา ตามข้อมูลในตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 แสดงค่าความดันไอน้ำที่ท่อพักไอน้ำประจำเดือนต่างๆ หลังควบคุม

เดือน	ช่วงค่าความดันที่ท่อพักไอน้ำ (kg/cm^2)	ค่าเฉลี่ยความดันที่ท่อพักไอน้ำ (kg/cm^2)
ตุลาคม2541	10.0 – 12.5	11.2
พฤศจิกายน2541	10.0 – 12.5	10.9
ธันวาคม 2541	10.0 – 12.5	10.5
มกราคม 2542	10.0 – 12.5	11.0
กุมภาพันธ์ 2542	10.0 – 12.5	11.3
มีนาคม 2542	10.0 – 12.5	10.6

1.5 การควบคุมการทำความสะอาดท่อไฟ และหัวฉีดน้ำมันที่หม้อไอน้ำ

ค่ามาตรฐาน : ระยะเวลาทำความสะอาดท่อไฟ เท่ากับ 4 เดือน
ระยะเวลาทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมันเท่ากับ100 –120 ชั่วโมง(ชุดเดินเป็นหลัก)
ระยะเวลาทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมันเท่ากับ100 –120 ชั่วโมง(ชุดเดินเสริม)
(ที่มาจากข้อมูลหลังปรับปรุงและปฏิบัติได้จริง)

วิธีการควบคุม : ตารางบันทึกการทำความสะอาดท่อไฟ และตารางบันทึกการทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมัน ตารางที่ 6.5 และ6.6

ตารางที่ 6.5 แสดงตารางบันทึกการทำงานของหม้อไอน้ำและวันที่ทำความสะอาดท่อไฟ

หม้อไอน้ำ / เดือน	ก.ค. 2541	ส.ค. 2541	ก.ย. 2541	ต.ค. 2541	พ.ย. 2541	ธ.ค. 2541	ม.ค. 2542	ก.พ. 2542	มี.ค. 2542	เม.ย. 2542	พ.ค. 2542	มิ.ย. 2542
ชุดที่ 1. (เดินเสริม)	10/07/42	-	-	-	12/11/41	-	-	-	-			
เดิน / ไม่เดิน	เดิน	เดิน	เดิน	เดิน	เดิน	เดิน	เดิน	เดิน	เดิน			
ชุดที่ 2.(เดินเป็นหลัก)	1/07/42	-	-	-	-	31/12/41	-	-	-			
เดิน / ไม่เดิน	เดิน	เดิน	ไม่เดิน	ไม่เดิน	เดิน	เดิน	ไม่เดิน	ไม่เดิน	เดิน			
ชุดที่ 3. (เดินเป็นหลัก)	1/07/42	-	-	-	-	-	-	1/02/42	-			
เดิน / ไม่เดิน	เดิน	ไม่เดิน	เดิน	เดิน	จ่ไม่เดิน	ไม่เดิน	เดิน	เดิน	ไม่เดิน			
ผู้บันทึก(หัวหน้างาน)	วิชัย	จำนง	ปรีชา	มงคล	วิชัย	จำนง	ปรีชา	มงคล	วิชัย			

หมายเหตุ : 1. ระยะเวลาการทำความสะอาดท่อไฟเท่ากับ 4 เดือน 2. สลับการเดินหม้อไอน้ำของชุดที่เดินเป็นหลักทุกๆ 2 เดือน

ตารางที่ 6.6 แสดงตารางบันทึกชั่วโมงการทำงานของหม้อไอน้ำและการทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมัน

ตารางบันทึกชั่วโมงการทำงานของหม้อไอน้ำและการทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมัน																														
เดือน ธันวาคม 2541																														
วันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ชุดที่1 (ชม.)	26	32	36	43	48	52	57	61	65	72	78	81	87	2	4	9	13	18	22	26	31	37	40	45	49	52	57	61	67	70	75
การล้างหัวฉีด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ล้าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ชุดที่2 (ชม.)	103	12	35	57	80	102	9	22	44	67	89	111	15	37	60	83	105	17	39	60	83	105	19	40	62	85	107	13	36	59	80
การล้างหัวฉีด	ล้าง	-	-	-	-	ล้าง	-	-	-	-	-	ล้าง	-	-	-	-	ล้าง	-	-	-	-	ล้าง-	-	-	-	-	ล้าง	-	-	-	-
ชุดที่3 (ชม.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
การล้างหัวฉีด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผู้บันทึก(หัวหน้างานกะเช้า)																	ผู้ตรวจสอบ(วิศวกร) ชนสร์												

ผลการดำเนินการหลังควบคุมการทำความสะอาดท่อไฟและการทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมันด้วยตารางบันทึก พบว่าสามารถควบคุมให้การปฏิบัติการทำความสะอาดได้อย่างสม่ำเสมอ

2. การควบคุมเพื่อลดค่าไฟฟ้า

2.1 การควบคุมการลดการรั่วของอากาศอัด

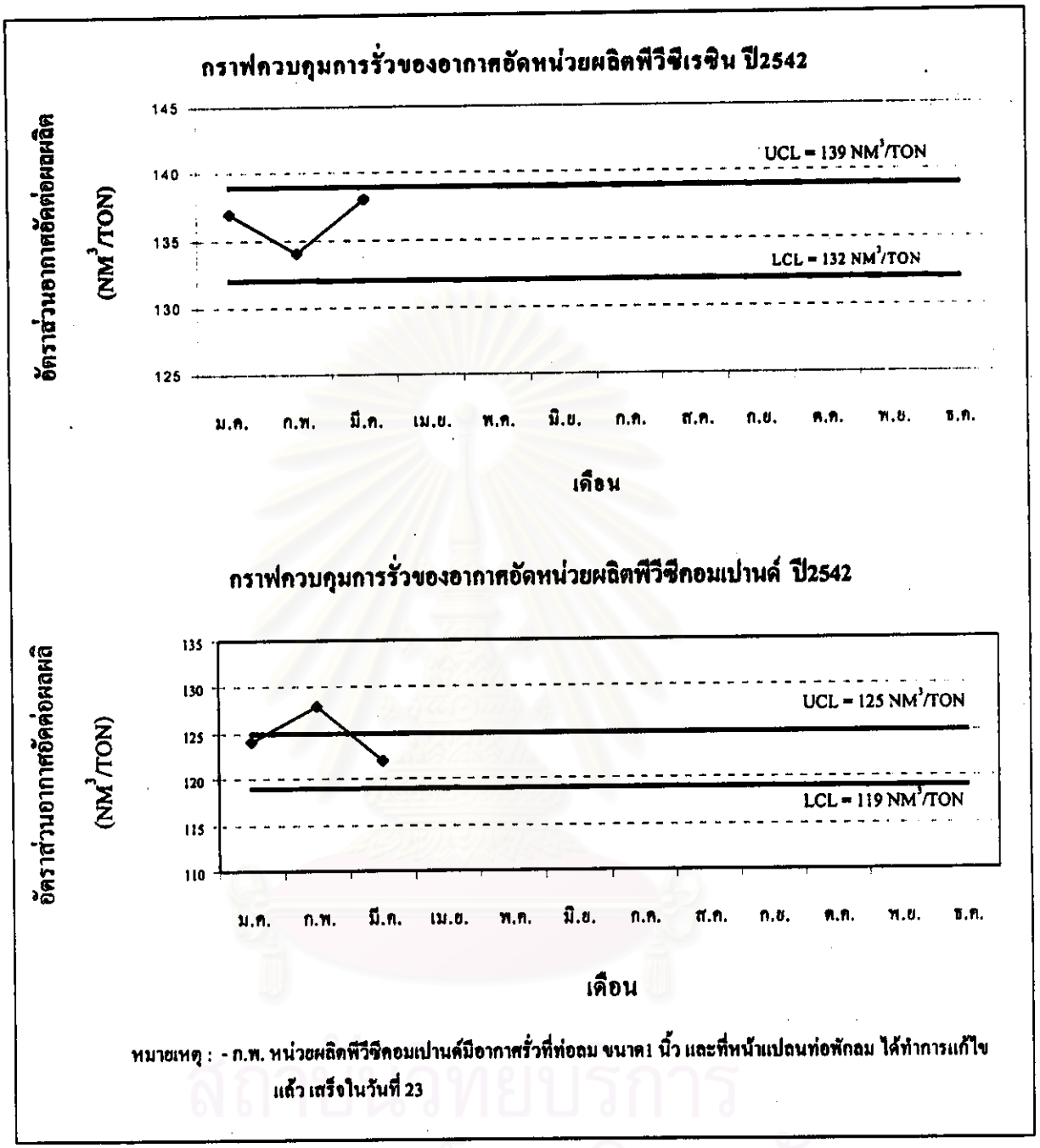
ค่ามาตรฐาน : อัตราส่วนปริมาณอากาศอัดต่อผลผลิตพีวีซีเรซินอยู่ในช่วง 132 – 139 NM^3/TON

อัตราส่วนปริมาณอากาศอัดต่อผลผลิตพีวีซีคอมเปานด์อยู่ในช่วง 119 – 125 NM^3/TON

(ที่มา จากข้อมูลหลังดำเนินการแก้ไขการรั่วของอากาศอัดที่หน่วยงานต่างๆ)

วิธีการควบคุม : กราฟควบคุมอัตราส่วนปริมาณอากาศอัดต่อผลผลิต ดังรูปที่ 6.11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่6.11 แสดงกราฟควบคุมอากาศอัดรั่ว

ผลที่ได้รับจากการใช้กราฟควบคุมการรั่วของอากาศอัด โดยเมื่อใดที่ค่าอัตราส่วนปริมาณอากาศอัดต่อผลผลิตออกนอกเส้นควบคุม จะต้องทำการแก้ไขจุดที่มีอากาศอัดลมรั่วทันที ที่สามารถดำเนินการได้ ซึ่งทำให้สามารถควบคุมปริมาณอากาศอัดต่อผลผลิตให้อยู่ในช่วงควบคุมได้ตลอดเวลาและสม่ำเสมอได้

2.2 การควบคุมเพื่อลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มน้ำและพัดลมที่ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น

ค่ามาตรฐาน : ค่าความดันของน้ำหล่อเย็นอยู่ในช่วง 4.0 kg/cm^2 – 5.5 kg/cm^2

: ค่าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นอยู่ในช่วง 26 °C – 31 °C

(ที่มา จากข้อมูลหลังดำเนินการปรับปรุงระบบ)

วิธีการควบคุม : ตารางบันทึกค่าความดันและอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น ดังตารางที่6.7

ตารางที่ 6.7 ตารางบันทึกค่าความดันและอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น

ตารางบันทึกค่าความดันและอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น วันที่ 21 ตุลาคม2541				
เวลา	ดูลลิ่งเทาเวอร์ชุดที่2		ดูลลิ่งเทาเวอร์ชุดที่3	
	ความดันของน้ำหล่อเย็น kg/cm^2	อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น °C	ความดันของน้ำหล่อเย็น kg/cm^2	อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น °C
ช่วงควบคุม	4.0 – 5.5	26 – 31	4.0 – 5.5	26 – 31
07:00	4.6	29	5.3	29
10:00	5.0	28	5.5	28
13:00	5.3	28	4.2	31
16:00	4.2	30	5.1	29
19:00	4.8	29	5.0	28
22:00	5.2	27	4.1	31
01:00	4.0	31	4.8	30
04:00	5.4	28	4.3	29
ผู้บันทึก (หัวหน้างาน) จำนง			ผู้ตรวจสอบ(วิศวกร) ชเนศร์	

ผลจากการปรับปรุงให้ปั๊มน้ำหล่อเย็นและพัดลมมีจำนวนชุดที่ทำงานสอดคล้องกับค่าควบคุม และใช้ระบบตารางบันทึกค่าความดันของน้ำหล่อเย็น และอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นเป็นตัวควบคุมและติดตามสภาวะการทำงานหลังปรับปรุง ให้มีค่าความดันและอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นอยู่ในช่วงควบคุมตลอดเวลาได้ ตามข้อมูลในตารางที่ 6.8

ตารางที่ 6.8 แสดงข้อมูล ต่ำสุด – สูงสุดของความดันและอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นประจำเดือนหลังควบคุม

เดือน	คูลลิ่งเทาเวอร์ชุดที่2		คูลลิ่งเทาเวอร์ชุดที่3	
	ความดันของน้ำหล่อเย็น kg/cm^2	อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น °C	ความดันของน้ำหล่อเย็น kg/cm^2	อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น °C
ช่วงควบคุม	**4.0 - 5.5**	**26 - 31**	**4.0 - 5.5**	**26 - 31**
ส.ค. 2541	4.0 - 5.5	27 - 31	4.0 - 5.5	26 - 31
ก.ย. 2541	4.0 - 5.5	26 - 31	4.0 - 5.5	26 - 31
ต.ค. 2541	4.0 - 5.5	27 - 31	4.0 - 5.5	27 - 31
พ.ย. 2541	4.0 - 5.5	26 - 31	4.0 - 5.5	27 - 31
ธ.ค. 2541*	3.8 - 5.5	27 - 32	4.0 - 5.5	27 - 31
ม.ค. 2541	4.0 - 5.5	26 - 31	4.0 - 5.5	26 - 31
ก.พ. 2541	4.0 - 5.5	26 - 31	4.0 - 5.5	26 - 31
มี.ค. 2541	4.0 - 5.5	27 - 31	4.0 - 5.5	26 - 31

หมายเหตุ : เดือนธันวาคม 2541 ค่าความดันและอุณหภูมิต่ำกว่าค่าควบคุมเนื่องจากมีปัญหาไฟฟ้าขัดข้องภายในโรงงาน

2.3 การควบคุมการลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มน้ำและเครื่องเป่าลมที่ระบบบำบัดน้ำเสีย

ค่ามาตรฐาน : อุณหภูมิของน้ำในบ่อปรับสภาพอยู่ในช่วง 26°C – 40°C

: ชั่วโมงการทำงานของเครื่องเป่าลมอยู่ในช่วง 11 -13 ชั่วโมงต่อวัน

และชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำขึ้นหออยู่ในช่วง 12 - 20 ชั่วโมงต่อวัน

(ที่มาจากข้อมูลหลังติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องเป่าลม)

วิธีการควบคุม : ตารางบันทึกอุณหภูมิของน้ำในบ่อปรับสภาพและบันทึกชั่วโมงการทำงานของเครื่องเป่าลมและปั๊มส่งน้ำขึ้นหอ ตารางที่ 6.9

ผลจากการใช้ตารางติดตามและตรวจสอบชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำขึ้นหอและชั่วโมงการทำงานของเครื่องเป่าลมที่บ่อปรับสภาพ ตามข้อมูลที่บันทึกในตารางที่6.9 พบว่าสามารถควบคุมการทำงานของปั๊มส่งน้ำขึ้นหอและเครื่องเป่าลมให้อยู่ในค่าควบคุมได้ โดยมีค่าอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากบ่อปรับสภาพไม่เกินช่วงควบคุมได้อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ตามข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 6.10

ตารางที่6.9 ตารางบันทึกการทำงานของเครื่องเป่าลมและปั๊มส่งน้ำขึ้นหอที่บ่อปรับสภาพ

ตารางบันทึกการทำงานของเครื่องเป่าลมและปั๊มส่งน้ำขึ้นหอที่บ่อปรับสภาพ		วันที่ 9 สิงหาคม 2541	
เวลา	อุณหภูมิของน้ำในบ่อปรับสภาพ °C	ชั่วโมงการทำงานปั๊มส่งน้ำขึ้นหอ ชั่วโมง	ชั่วโมงการทำงานเครื่องเป่าลม ชั่วโมง
ช่วงควบคุม	26 - 40	12 – 20	11 - 13
07:00	32	2435	6512
10:00	35	2437	6514
13:00	39	2439	6515
16:00	33	2440	6517
19:00	28	2442	2518
22:00	30	2444	2520
01:00	27	2445	2521
04:00	29	2446	2523
07:00	37	2448	2524
	ชั่วโมงการทำงานต่อวัน (ช.ม.)	13	12
หมายเหตุ			ผู้บันทึก(หัวหน้างาน) จำนง ผู้ตรวจสอบ(วิศวกร) ชนศร์

ตารางที่6.10 แสดงชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำขึ้นหอและเครื่องเป่าอากาศหลังควบคุม

เดือน	อุณหภูมิน้ำเสียก่อนออกจากบ่อปรับสภาพ		ชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำขึ้นหอ	ชั่วโมงการทำงานของเครื่องเป่าลม
	ช่วงอุณหภูมิ °C	ค่าเฉลี่ย °C	ชั่วโมง / เดือน	ชั่วโมง / เดือน
สิงหาคม 2541	29 - 38	35.2	431	370
กันยายน 2541	30 - 39	32.6	405	362
ตุลาคม 2541	28 - 42 *	38.5	622	372
พฤศจิกายน 2541	27 - 39	33.3	413	360
ธันวาคม 2541	26 - 36	29.8	405	373
มกราคม 2542	26 - 37	30.7	411	374
กุมภาพันธ์ 2542	29 - 38	36.5	364	339
มีนาคม 2542	30 - 39	35.0	423	369

หมายเหตุ : เดือนตุลาคม 2541 เดินปั๊มส่งน้ำขึ้นหอตลอดเวลาในช่วงที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิในบ่อปรับสภาพขัดข้อง

3. การควบคุมเพื่อลดค่าสารเคมี

3.1 การควบคุมการลดการใช้สารเคมีที่ระบบปรับ pH

ค่ามาตรฐาน : ปริมาณการใช้กรดไฮโดรครอริก 35% อยู่ในช่วง 100 – 125 ก.ก. / 1 ครั้งการล้างฟื้นประสิทธิภาพเรซิน

: ปริมาณการใช้ด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ อยู่ในช่วง 0 – 5 ก.ก. / 1 ครั้งการล้างฟื้นประสิทธิภาพเรซิน

(ที่มาจากข้อมูลการใช้กรดและด่างในการปรับค่าpHน้ำทิ้งหลังปรับปรุง)

วิธีการควบคุม : ตารางบันทึกปริมาณการใช้กรดและด่างเพื่อปรับค่าpHน้ำทิ้งของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ แสดงดังตารางที่ 6.11

ตารางที่ 6.11 แสดงตารางควบคุมการใช้กรดและด่างในการปรับค่าpH ของน้ำทิ้ง

ตารางควบคุมการใช้สารเคมีปรับค่าpHน้ำทิ้งของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์				
วันที่	กรดไฮโดรครอริก 35 % กิโลกรัม	ด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 % กิโลกรัม	หมายเหตุ	ผู้บันทึก (หัวหน้างาน)
ค่าควบคุม	100 – 125	0 – 5	-	-
3 ก.ย.2541	112	2	-	ปรีชา
4 ก.ย. 2541	120	4	-	จำนง
6 ก.ย. 2541	109	3	-	มงคล
7 ก.ย.2541	118	0	-	วิชัย
8 ก.ย.2541	106	2	-	มงคล
10 ก.ย.2541	123	2	-	ปรีชา
11 ก.ย. 2541	115	3	-	วิชัย
ผู้ตรวจสอบ(วิศวกร) ชเนศร์				

ผลการควบคุมพบว่าสามารถควบคุมให้ปริมาณการใช้กรดไฮโดรครอริก 35% และปริมาณการใช้ด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50% อยู่ในช่วงควบคุมได้อย่างสม่ำเสมอและทำให้สามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีเพื่อปรับค่าpHของน้ำทิ้งหลังปรับปรุงได้ตามค่ามาตรฐาน ดังแสดงข้อมูลการใช้กรดและด่างต่อเดือนในตารางที่ 6.12

ตารางที่ 6.12 แสดงข้อมูลการใช้สารเคมีต่อเดือนในการปรับค่าpHของน้ำทิ้งของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์หลังควบคุม

เดือน	กรดไฮโดรคลอริก 35 % กิโลกรัม	ด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 % กิโลกรัม	หมายเหตุ
กันยายน 2541	3550	114	-
ตุลาคม 2541	3568	123	-
พฤศจิกายน 2541	3458	136	-
ธันวาคม 2541	3651	127	-
มกราคม 2542 *	4103	286	ปั๊มกรดเกลือเสีย 7 วันทำให้ต้องปรับค่าpH น้ำทิ้งด้วยวิธีManual
กุมภาพันธ์ 2542	3412	132	-
มีนาคม 2542	3736	109	-

3.2 การควบคุมการปล่อยน้ำด่างเข้มข้นเพื่อลดการใช้กรดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย

ค่ามาตรฐาน : ปริมาณการใช้กรดซัลฟูริก 50 % ต่อวัน อยู่ในช่วง 250 – 400 กก. ต่อ วัน

(ที่มา จากข้อมูลปริมาณการใช้กรดซัลฟูริก 50 % หลังปรับปรุง)

วิธีการควบคุม : ตารางบันทึกการปล่อยน้ำด่างทิ้งและปริมาณการใช้กรดต่อวัน ดังตารางที่6.13

ตารางที่6.13 แสดงตารางควบคุมการปล่อยน้ำด่างเข้มข้นทิ้งและบันทึกปริมาณการใช้กรดต่อวัน

ตารางบันทึกการปล่อยน้ำด่างเข้มข้นทิ้ง			วันที่ 14 เมษายน 2541	
เวลา	การเปิดระบายน้ำด่างเข้มข้นทิ้ง (เปิด / ไม่เปิด)	ระดับน้ำด่างเข้มข้นคงเหลือในถังพักหลังเปิดระบาย (ลิตร)	ปริมาณกรดซัลฟูริก 50% คงเหลือในถังพักกรด (กิโลกรัม)	ผู้บันทึก (หัวหน้างาน)
08:00	เปิด	80	4850	ปรีชา
10:00	เปิด	60	4800	
12:00	เปิด	40	4720	
14:00	เปิด	20	4640	จำนง
16:00	เปิด	0	4560	
08:00	-	-	4470	มงคล
ปริมาณการใช้กรดซัลฟูริก 50 % ต่อวัน (กก.)			380	
หมายเหตุ: _____			ผู้ตรวจสอบ(วิศวกร) ชนศร์	

ผลการควบคุมการปล่อยทิ้งน้ำด่างเข้มข้นด้วยตารางควบคุม ทำให้สามารถควบคุมปริมาณการใช้กรดซัลฟูริก 50% ต่อวันได้ ตามค่าในช่วงควบคุมมาตรฐาน ซึ่งทำให้สามารถลดการใช้ปริมาณกรดต่อ

เดือนลงได้และทำให้ปริมาณการใช้กรดซัลฟูริก50% ต่อเดือนมีปริมาณการใช้ค่อนข้างสม่ำเสมอ ตามข้อมูลการใช้กรดซัลฟูริก50% ในตารางที่ 6.14

ตารางที่ 6.14 แสดงปริมาณการใช้กรดซัลฟูริกต่อเดือนหลังควบคุม

เดือน	ปริมาณการใช้กรดซัลฟูริก 50 % (กิโลกรัม)	เดือน	ปริมาณการใช้กรดซัลฟูริก 50 % (กิโลกรัม)
เมษายน 2541	11,550	ตุลาคม 2541	11,930
พฤษภาคม 2541	11,630	พฤศจิกายน 2541	11,550
มิถุนายน 2541	11,200	ธันวาคม 2541	11,910
กรกฎาคม 2541	11,470	มกราคม 2542	12,140
สิงหาคม 2541	11,780	กุมภาพันธ์ 2542	10,680
กันยายน 2541	12,910 *	มีนาคม 2542	11,490

หมายเหตุ : เดือนกันยายน 2541 หน่วยผลิตพีวีซีเรซินมีปัญหาในการผลิตทำให้มีการระบายน้ำด่างเข้าระบบมากผิดปกติ

4. การควบคุมเพื่อลดค่าซ่อมบำรุง

4.1 การควบคุมการลดจำนวนใบสั่งซ่อม

ผลจากการนำระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันมาใช้กับเครื่องจักรภายในหน่วยงานผลิตสาธารณูปการ ควบคู่กับการให้หัวหน้างานและพนักงานดำเนินการซ่อมเองสำหรับงานซ่อมที่สามารถดำเนินการได้ ทำให้สามารถลดจำนวนการออกใบสั่งซ่อมเฉลี่ยต่อเดือนลงได้ ตามข้อมูลตารางที่6.15 ซึ่งแสดงข้อมูลจำนวนใบสั่งซ่อมหลังปรับปรุง

จากข้อมูลจำนวนใบสั่งซ่อมตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2541 ตามข้อมูลตารางที่6.15 นำข้อมูลมาหาค่าควบคุมตามวิธีการดังนี้

ค่ามาตรฐาน

$\bar{x} = 115 / 8 = 14.37$ ใบงาน

$\bar{R}_M = 11 / 7 = 1.57$ ใบงาน

$UCL = 14.37 + 3 \times (1.57 / 1.128) = 18.5$ ใบงาน (19 ใบงาน)

$LCL = 14.37 - 3 \times (1.57 / 1.128) = 10.2$ ใบงาน (10 ใบงาน)

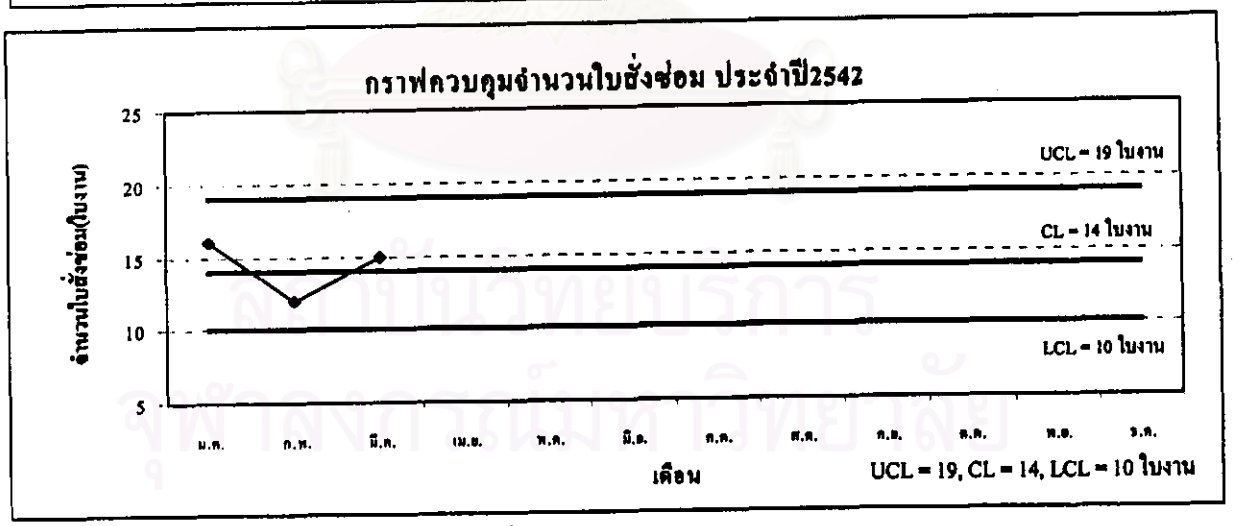
ตารางที่ 6.15 แสดงข้อมูลจำนวนใบสั่งซ่อมต่อเดือนหลังปรับปรุง

เดือน	จำนวนใบสั่งซ่อม x	พิสัยเคลื่อนที่(n = 2) R_M
พ.ค. 2541	18	-
มิ.ย. 2541	15	3
ก.ค. 2541	15	0
ส.ค. 2541	14	1
ก.ย. 2541	13	1
ต.ค. 2541	11	2
พ.ย. 2541	14	3
ธ.ค. 2541	15	1
รวม	115	11

ค่ามาตรฐาน : จำนวนใบสั่งซ่อมอยู่ในช่วง 10 – 19 ใบงาน

วิธีการควบคุม : กราฟควบคุมจำนวนใบสั่งซ่อม ตามรูปที่ 6.12

ตารางบันทึกจำนวนใบสั่งซ่อมประจำปี 2542												
เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
จำนวนใบสั่งซ่อม(ใบงาน)	16	12	15									



รูปที่6.12 แสดงกราฟควบคุมปริมาณงานสั่งซ่อมต่อเดือนหลังควบคุม

ผลการลดจำนวนใบสั่งซ่อมโดยใช้กราฟควบคุม เพื่อติดตามการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันและการดำเนินการซ่อมภายในหน่วยงานเอง สามารถทำให้ปริมาณงานสั่งซ่อมลดลงอยู่ในช่วงควบคุมได้ตามรูปที่6.12