

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเดินเครื่องโรงไฟฟ้าโดยปกติจะมีความร้อนเข้าและออกระบบในปริมาณที่สูงมาก การควบคุมการสูญเสียความร้อนจึงจำเป็นต้องติดตามดูแลอย่างใกล้ชิด จากรายงานประจำเดือนของกองการผลิต 2 โรงไฟฟ้าแม่เมาะ พบว่าโรงไฟฟ้าไม่สามารถเดินเครื่องได้ตามที่กำหนดเป้าหมายไว้ อยู่เสมอๆ ทำให้โรงไฟฟ้าแม่เมาะ เครื่องที่ 8-13 รวม 6 เครื่อง เกิดการสูญเสียความร้อนเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่นในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2542 เกิดการสูญเสียความร้อนของโรงไฟฟ้าคิดเป็นเงินประมาณ 7,517,278 บาท (เจ็ดล้านห้าแสนหนึ่งหมื่นเจ็ดพันสองร้อยเจ็ดสิบแปดบาท) หรือประมาณ 90 ล้านบาทต่อปี ซึ่งหากจำแนกตัวอย่างการสูญเสียของหม้อไอน้ำ เครื่องที่ 13 มีรายละเอียดดังแสดงในตาราง 1.1

การสูญเสียแบบนี้เกิดขึ้นเพราะผู้ควบคุมการเดินเครื่องบางส่วนขาดความรู้ หรือทักษะในการเดินเครื่องให้เหมาะสม และในขณะเดียวกันโรงไฟฟ้าเกือบทุกโรงก็มีระบบเก็บข้อมูลอัตโนมัติอยู่แล้ว ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้วิเคราะห์หาสาเหตุของการสูญเสีย เพื่อหาวิธีการ ดำเนินการแก้ไขต่อไปได้อย่างถูกต้อง

อนึ่งผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในระดับผู้เชี่ยวชาญ ในหน่วยงานนับวันจะหายาก และมีเหลือน้อยลง อาจมาจากการเปลี่ยนตำแหน่ง หรือออกงาน การสูญเสียบุคลากรที่มีความรู้ ความชำนาญ จะทำให้เกิดปัญหาต่อหน่วยงานได้ ดังนั้นการจัดเก็บองค์ความรู้ไว้ในคอมพิวเตอร์จึงเป็นทางออกที่ควรเร่งดำเนินการ ก่อนที่จะเกิดปัญหาต่อหน่วยงานไปมากกว่านี้

การควบคุมการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าจะต้องใช้องค์ความรู้ ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีและประสบการณ์ที่สั่งสมมานาน ปัญหาที่จะวิเคราะห์มักจะเป็นปัญหาที่ซับซ้อน มีข้อมูลที่ไม่แน่นอน กำกวม และไร้โครงสร้างซึ่งหมายถึงไม่อาจแก้ไขด้วยสูตรสำเร็จ การจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในลักษณะโปรแกรมทั่วไป (Procedural program) ไม่สามารถรองรับความรู้และงานในลักษณะนี้ได้ ดังนั้นจึงควรจัดทำเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert system)

การนำระบบผู้เชี่ยวชาญมาช่วยวิเคราะห์ปัญหา ช่วยงานการเดินเครื่องหม้อไอน้ำโรงไฟฟ้า จึงเป็นความจำเป็นที่ต้องเร่งรีบจัดทำ

หลักการ

จัดทำระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ สำหรับโรงไฟฟ้าแม่เมาะ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่บันทึกไว้โดยเครื่องบันทึกข้อมูลของโรงไฟฟ้า และให้คำแนะนำที่เหมาะสมให้แก่ผู้เดินเครื่อง ผู้ที่บำรุงรักษาและผู้เกี่ยวข้อง

ตาราง 1.1 การสูญเสียความร้อนของหม้อไอน้ำ เครื่องที่ 13 ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2542

รายการ		เป้าหมาย	วัดจริง	ความร้อน แตกต่าง (kJ/kWh)	ประสิทธิภาพโรง ผลิตกำลัง แตกต่าง (%)	แตกต่างคิด เป็นเงิน (บาท)
อุณหภูมิไอน้ำหลัก	°C	538	536.45	-6.73	-0.0192	-54,716.21
ความดันไอน้ำหลัก	bar	161	160.17	-9.4	-0.0268	-76,369.92
อุณหภูมิไอน้ำออกจาก เครื่องให้ความร้อนซ้ำ	°C	529.76	516.9	-35.45	-0.101	-288,098.95
ปริมาณน้ำลดอุณหภูมิ เครื่องให้ความร้อนซ้ำ	kg/s	0	0.02	-1.13	-0.0032	-9,158.70
อุณหภูมิน้ำเลี้ยง	°C	243.01	237.34	-22.45	-0.0639	-182,462.79
อุณหภูมิแก๊สไอเสีย	°C	151.09	153.8	-16.58	-0.0472	-134,713.03
ปริมาณออกซิเจนส่วนเกิน	%	3.55	3.58	0	0	0
ปริมาณคาร์บอนที่ไม่เผาไหม้	%	0.25	0.59	-47.01	-0.1339	-382,053.79
ความร้อนที่ใส่ให้กับน้ำเลี้ยง เพื่อชดเชยความร้อนที่ สูญเสียไป (Make up heat)	GJ	15,425.78	19,915.36	-28.47	-0.0811	-231,412.26
รวม				-167.22	-0.4763	-1,358,985.65

หมายเหตุ

ราคาก๊าซหุงต้ม = 543 Baht/t

ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพสุทธิของโรงผลิตกำลัง = 31.69 %

ค่าเฉลี่ยภาระของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า = 269.01 MW

เครื่องหมายลบในช่องที่แสดงผลความแตกต่าง หมายถึงการสูญเสีย

ที่มา ชูเกียรติ ศรีอำไพ (2542)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อวิเคราะห์การสูญเสียในการเดินเครื่องหม้อไอน้ำถ่านหินลิกไนต์ ช่วยในการตัดสินใจและหามาตรการการปฏิบัติการเดินเครื่องที่เหมาะสม รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องด้วยการใช้งานจริง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์การสูญเสียความร้อน สำหรับการเดินเครื่องหม้อไอน้ำโรงไฟฟ้าถ่านหินลิกไนต์แม่เมาะ

1.3.2 ทำการออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยแทนความรู้ในฐานความรู้ในรูปของกฎ (Rule-based representation) เพื่อช่วยในการวินิจฉัยปัญหาการควบคุมการเดินเครื่องหม้อไอน้ำโรงไฟฟ้า โดยมีโครงสร้างประกอบด้วย ฐานความรู้ ส่วนอนุมาน ส่วนให้คำอธิบาย ส่วนเชื่อมโยงกับผู้ใช้ และหน่วยความจำใช้งาน เป็นระบบที่ทำงานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ขนาด 32 บิตขึ้นไป และใช้งานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 98 (MS Windows 98) ขึ้นไป

1.3.3 ใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ วิซวลซีพลัสพลัส (Microsoft visual C++) เขียนโปรแกรมเปลือกกระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert system shell) โดยมีกลไกการอนุมานเป็นห่วงโซ่แบบไปหน้า (Forward chaining inference engine)

1.3.4 ภาษาที่ใช้ในการโต้ตอบระหว่างระบบผู้เชี่ยวชาญกับผู้ใช้ และความรู้ที่จัดเก็บไว้ในฐานความรู้เป็นภาษาอังกฤษ

1.3.5 นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จัดทำขึ้น ทดลองใช้งานจริงกับโรงไฟฟ้าที่มีระบบบันทึกข้อมูลโรงไฟฟ้าที่เหมือนกัน ในช่วงที่ผลิตกำลังไฟฟ้า 150-300 MW โดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหินลิกไนต์ที่มีค่าความร้อนและองค์ประกอบของถ่านปกติ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.4.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญที่จัดทำขึ้น สามารถวิเคราะห์การสูญเสียความร้อน ในการเดินเครื่องหม้อไอน้ำที่ใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง และหามาตรการปฏิบัติที่เหมาะสม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการลดการสูญเสียความร้อน

1.4.2 ระบบผู้เชี่ยวชาญที่จัดทำขึ้นจะสามารถช่วยในการตัดสินใจเพื่อลดความผิดพลาดในการเดินเครื่องหม้อไอน้ำที่ใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง

1.4.3 ระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้น ใช้เป็นต้นแบบสำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการเดินเครื่องหม้อไอน้ำของโรงไฟฟ้าอื่นๆ รวมทั้ง เผยแพร่โปรแกรมให้กับผู้ใช้หม้อไอน้ำที่ต้องการจะวิเคราะห์ และลดการสูญเสียของหม้อไอน้ำ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ เครื่องอื่นๆ ด้วย

1.4.4 เป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิต ลดการใช้เชื้อเพลิง ส่งผลให้ลดปัญหาหมอกควัน

1.5 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

มีการศึกษาแบ่งออกเป็นหลายแนวทาง ส่วนใหญ่จะศึกษาไปทางด้านการวิเคราะห์พลังงาน บางส่วนศึกษาเปลี่ยนกระบวนการผู้เชี่ยวชาญ ในปัจจุบันมีผู้ศึกษา และพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยส่วนใหญ่จะใช้เปลี่ยนกระบวนการผู้เชี่ยวชาญสำเร็จรูป นำมาบรรจุองค์ความรู้ลงในฐานความรู้ แล้วทดลองใช้งาน การใช้เปลี่ยนกระบวนการผู้เชี่ยวชาญสำเร็จรูป ผู้ใช้ไม่รู้รหัสต้นฉบับ (Source code) ทำให้มีข้อจำกัดในการพัฒนาโปรแกรมเป็นอย่างมาก ใช้งานได้บางเงื่อนไขเท่าที่ผู้สร้างเปลี่ยนกระบวนการผู้เชี่ยวชาญสำเร็จรูปกำหนดไว้เท่านั้น สำหรับผู้ที่ศึกษาไปทางด้านการวิเคราะห์พลังงาน มักไม่สนใจในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์พลังงาน อยู่ในกลุ่มที่วิเคราะห์พลังงานเท่านั้น ไม่ถ่ายทอดไปสู่กลุ่มนักพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มากเท่าที่ควร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.5.1 ขจรศักดิ์ คันทพนิต และวิจิต จางไววิทย์ (2533) รายงานว่าได้ใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ โปรล็อก (Prolog) พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญวินิจฉัยโรคมะเร็งปากมดลูก แทนความรู้ในรูปกฎ ใช้กลไกการอนุมานเป็นลูกโซ่แบบไปหน้า สามารถใช้งานได้ดี วินิจฉัยโรคตรงกับอาการคนไข้

1.5.2 จตุพร วินัยโกศล และ พิระ พันธุ์ประภาส (2536) รายงานว่าได้ศึกษาการเขียนโปรแกรมช่วยแนะนำ การประหยัดพลังงานในเครื่องกำเนิดไอน้ำ เฉพาะที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นของเหลว โดยต้องป้อนข้อมูลเอง ดังนั้นผู้ใช้โปรแกรมต้องมีความรู้เกี่ยวข้องกับหม้อไอน้ำ และรู้สภาวะการทำงานที่เหมาะสมของหม้อไอน้ำเป็นอย่างดี ตัวโปรแกรมสามารถคำนวณค่าประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ ค่าความสูญเสียไปกับแก๊สร้อนทิ้ง ฯลฯ ความแม่นยำของโปรแกรมเมื่อเทียบกับการคำนวณ จะขึ้นอยู่กับความรู้ความชำนาญของผู้ที่ใช้โปรแกรมที่จะป้อนข้อมูล ถ้าผู้ป้อนข้อมูลมีความรู้เป็นอย่างดี ความแม่นยำของข้อมูลก็จะมีมาก โปรแกรมทำงานได้เฉพาะในวินโดวส์ 3.1 รุ่นภาษาไทยเท่านั้น

1.5.3 ณัฐวุฒิ คุษฎี (2541) รายงานว่าการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์พลังงานในอาคาร เดิมโปรแกรมสำเร็จรูปชื่อ ASEAM3 ซึ่งพัฒนาโดยภาษาเบสิก เป็นโปรแกรมเฉพาะงานการใช้งานโปรแกรม จะต้องเก็บข้อมูลดิบมาคำนวณเบื้องต้น แล้วป้อนลงโปรแกรม ASEAM3 ซึ่งใช้งานยาก จึงพัฒนาโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปฟ็อกโปร (Foxpro) สำหรับอ่านข้อมูลจากการ

คำนวณของโปรแกรม ASEAM3 ส่วนการออกรายงานใช้โปรแกรมสำเร็จรูปไมโครซอฟเอ็กเซล (Ms excel) และได้เสนอแนวทางการประหยัดพลังงานด้านความร้อนโดยให้เพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ

1.5.4 ถวัลย์วงศ์ ไกรโรจนานันท์ และคณะ (2531) รายงานว่าได้ศึกษาระบบสร้างบทเรียนแบบผู้ชำนาญการและมีการต่อเชื่อมกับสโตนทศานุกรณ์ โดยครูผู้สอนสร้างบทเรียนได้โดยไม่ต้องมีความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม ระบบยังสามารถเรียกใช้สโตนทศานุกรณ์ได้ 2 ชนิดคือ วิดีโอเทป และเครื่องฉายสไลด์ มีระบบฐานความรู้สนับสนุนการสร้างบทเรียน และบททดสอบด้วย

1.5.5 บุญเจริญ ศิริเนาวกุล และคณะ (2536) รายงานว่าได้พัฒนาเปลือกกระบวนผู้เชี่ยวชาญ โดยแทนความรู้ในรูปกฎ และใช้การอนุมานเป็นลูกโซ่แบบย้อนหลัง และกำหนดค่าแฟกเตอร์ความแน่นอนในกฎได้ และได้ทดลองเปรียบเทียบกับเปลือกกระบวนผู้เชี่ยวชาญสำเร็จรูป ชื่อว่า M1 สามารถทำงานและวินิจฉัยได้ดีตรงกันกับโปรแกรม M1

1.5.6 บัณฑิต จิระยิ่งเจริญ และคณะ (2540) รายงานว่าแนวทางการประหยัดพลังงาน ในระบบผลิตน้ำร้อน มีดังนี้ ปรับอัตราส่วนอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ให้เหมาะสม, หุ้มฉนวนท่อที่ยังไม่ได้หุ้ม, และให้ดึงความร้อนจากไอเสีย มาอุ่นน้ำก่อนเข้าหม้อไอน้ำ

1.5.7 ปรีดา อินคล้าย และลิขิต โพธิ์ศรี (2538) รายงานว่า จากผลการวิเคราะห์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารพบว่า แนวทางการประหยัดพลังงานทำได้โดยการนำน้ำคอนเดนเสทกลับมาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้น และเสนอให้มีการปรับอัตราส่วนปริมาณอากาศต่อเชื้อเพลิงให้ต่ำลง

1.5.8 พิพัฒน์ สุภศิริสันต์ และบุญเจริญ ศิริเนาวกุล (2531) รายงานว่าได้พัฒนาเปลือกกระบวนผู้เชี่ยวชาญ โดยแทนความรู้ในรูปกฎ และใช้การอนุมานเป็นลูกโซ่แบบไปหน้า ใช้งานฐานความรู้ในเรื่องการเลือกเตาหลอมของโรงงานอุตสาหกรรม พบว่าสามารถให้คำแนะนำในเรื่องการเลือกเตาหลอมของโรงงานอุตสาหกรรมได้ดี

1.5.9 ไพรัช รัชพงษ์ และคณะ (2531) รายงานว่าได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการวิเคราะห์โรคเบื้องต้น โดยแทนความรู้ในรูปกฎ และใช้กลไกการอนุมานเป็นลูกโซ่แบบย้อนหลัง จากการทดลองระบบนี้สามารถใช้งานได้ดี แต่ยังไม่ได้นำไปใช้งานจริงในวงการแพทย์

1.5.10 มานิตย์ กุศลพัฒน์ (2529) รายงานว่าผลการศึกษาศึกษาการวิเคราะห์พลังงานของหม้อไอน้ำ โดยศึกษา และวิเคราะห์การใช้หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ จำนวน 2 เครื่อง ของโรงงานสิ่งทอแห่งหนึ่ง ซึ่งมีความดันสูงสุด 0.517 MPa มีขนาด 15 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตาเกรด C พบว่าประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ 1 และ 2 ทางเทอร์โมไดนามิกส์ ของหม้อไอน้ำเครื่องที่ 1 มีค่า 76.53 % และ 20.54 % ตามลำดับ และของหม้อไอน้ำเครื่องที่ 2 มีค่า 77.18 % และ 21.03 % ตามลำดับ

ผู้วิจัยได้ศึกษาการใช้อากาศในการเผาไหม้ เสนอให้มีการลดปริมาณอากาศส่วนเกินลง และหาวิธีนำเอาความร้อนทิ้งมาใช้ประโยชน์

1.5.11 วงกต วงศ์อภัย (2540) รายงานว่าได้ศึกษา และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหม้อต้มร้อน ในโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง จากการวิเคราะห์หม้อต้มร้อนทุกชุดมีประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ 1 และ 2 ทางเทอร์โมไดนามิกส์โดยเฉลี่ย 71.16 % และ 25.28 % ตามลำดับ และได้เสนอแนวทางการ ลดค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนประกอบด้วย การติดตั้งเครื่องอุ่นอากาศโดยใช้ความร้อนจากแก๊สไอ เสียจากหม้อต้มร้อนถ่ายเทไปสู่อากาศ เปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาเกรด A เป็นเกรด C เปลี่ยนความหนาของฉนวนท่อส่งความร้อน

1.5.12 วัชรชัย วิริยะสุทธีวงศ์ (2542) รายงานว่าได้ใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ ลิสปี้ (LISP) พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบโดยใช้กฎพีชชีเพื่อวินิจฉัยโรคทางคลินิก ใช้กลไกการอนุมานแบบพีชชี และแทนความรู้ในรูปกฎพีชชี วินิจฉัยโรคได้ประมาณ 120 โรค และวินิจฉัยได้สอดคล้องกับแพทย์ ประมาณร้อยละ 73.82

1.5.13 ศุภมิตร จิตตะยโสธร และพิทักษ์ ธรรมวาริ (2536) รายงานว่าได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในการช่วยจัดตั้งฐานข้อมูล โดยแทนความรู้ในรูปเฟรม และใช้การอนุมานเป็นลูกโซ่ แบบไปหน้าและย้อนหลัง ทดลองกับฐานข้อมูลออราเคิล (Oracle) พบว่าจัดตั้งฐานข้อมูลได้ดีตามต้องการ

1.5.14 สมศรี จรุงเรือง (2542) รายงานว่าได้ทำการวิจัยการเผาไหม้ในเตาเผามูลฝอย รายงาน ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์อากาศส่วนเกิน กับปริมาณความร้อนสูญเสียออก ปล่อย และแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์จากการเผาไหม้ พบว่าเมื่อเปอร์เซ็นต์อากาศส่วนเกินเพิ่มขึ้น ปริมาณความร้อนสูญเสียออกปล่อยก็จะเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลง

1.5.15 แสงราตรี กิถาวร (2539) รายงานว่าผลการวิเคราะห์พลังงานในโรงงานเบียร์ลาว โดยใช้ กฎข้อที่ 1 และ 2 ทางเทอร์โมไดนามิกส์ วิเคราะห์ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ และได้เสนอแนวทางการลดค่าใช้จ่ายพลังงานด้านความร้อนประกอบด้วย การหุ้มฉนวนท่อไอน้ำ การลดปริมาณ อากาศเกินพอให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม การอุ่นน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยการใช้ความร้อนจากแก๊สไอเสีย แทนฮีตเตอร์ไฟฟ้า (Electrical heater) และการนำเอาคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่

1.5.16 เอนก กฤษดาพาณิชย์ (2538) รายงานว่าได้วิเคราะห์ความสูญเสียพลังงานในเตาเผาอิฐ เตาปูน รูปสี่เหลี่ยมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปฟ็อกโปร สำหรับวินโดวส์ โปรแกรมสามารถคำนวณ ประสิทธิภาพของเตาเผาและแสดงผลออกทางหน้าจอได้ การใช้งานจะต้องป้อนข้อมูลเข้าในเครื่อง คอมพิวเตอร์ทางแป้นพิมพ์ ผู้ที่ใช้โปรแกรมต้องมีความรู้เกี่ยวกับวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ รู้เรื่อง

เตาเผา รู้จักปริมาณของค่าที่วัดว่าเป็นอะไร และต้องแปลงหน่วยที่วัดได้ จากนั้นนำค่ามาป้อนในเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ถูกต้องจึงจะใช้งานโปรแกรมได้ดี

1.5.17 Baur, S. P. (1982) รายงานการเพิ่มประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ โดยการลดปริมาณอากาศส่วนเกินลงมาอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

1.5.18 Bette, et al. (1994) รายงานว่าการทำให้การเผาไหม้ดีขึ้น ทำได้โดยการจัดการกระจายการเผาไหม้ในเตาเผา ผสมคลุกเคล้าเชื้อเพลิงกับอากาศให้เหมาะสม รวมทั้งการทำให้การเผาไหม้เกิดมลภาวะน้อยที่สุด

1.5.19 Catalano, L. (1982) รายงานว่าถ่านที่มีส่วนผสมของสารที่ก่อให้เกิดมลภาวะน้อย จะให้ผลประโยชน์หลายอย่างแก่เจ้าของหม้อไอน้ำอุตสาหกรรม เพราะมันสามารถลดปริมาณเชื้อเพลิงได้ และกำมะถัน แล้วยังช่วยทำให้หม้อไอน้ำรักษาสภาพอากาศ และควบคุมมลภาวะ อยู่ภายใต้กฎ ระเบียบ และมาตรฐาน ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำเพิ่มขึ้น และลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

1.5.20 Gorzelnik, F. E. (1985) รายงานว่าการจะเดินเครื่องหม้อไอน้ำอย่างชาญฉลาด จะต้องสามารถรับรู้ข้อมูลได้รวดเร็ว ถูกต้อง และติดตามสภาพเหตุการณ์ได้อย่างต่อเนื่อง จอภาพที่แสดงสมรรถนะของหม้อไอน้ำ จึงเป็นสิ่งสำคัญในการติดตาม รักษา ประสิทธิภาพรวม ลดการสูญเสียโดยปกติจอภาพที่แสดงสมรรถนะของหม้อไอน้ำ จะใช้ติดตามและปฏิบัติงานเกี่ยวกับ อัตราส่วนปริมาณอากาศต่อเชื้อเพลิง การปรับแต่งปริมาณแก๊สออกซิเจน กลยุทธ์การเดินเครื่อง และการปฏิบัติงานอื่นๆ

1.5.21 Hiroyuki, et al. (1994) รายงานว่า การเพิ่มสมรรถนะของการเผาไหม้ ต้องลดความเร็วของการเผาไหม้ และลดขนาดของเชื้อเพลิงลงให้เหมาะสมกับสภาพหม้อไอน้ำ

1.5.22 Khesin and Johnson (1993) รายงานว่า การลด NO_x สามารถทำได้ด้วยการ กระจายอัตราการใช้เชื้อเพลิง และ อากาศในเตาเผา โดยการปรับอุณหภูมิระหว่างชั้นในเตาของหม้อไอน้ำให้ใกล้เคียงกัน

จากการค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่าส่วนที่นำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1. แนวคิดในการรักษาปริมาณอากาศส่วนเกินสำหรับการเผาไหม้ ให้น้อยที่สุด โดยที่การเผาไหม้ยังคงสมบูรณ์และไม่เกิดผลเสียอื่นๆ นำมาพัฒนาเป็นข้อปฏิบัติการเดินเครื่อง ส่วนนี้ได้จาก บัณฑิต จิระยังเจริญ และคณะ (2540), ปรีดา อินคล้าย และลิขิต โพธิ์ศรี (2538), มานิตย์ กุศลพัฒน์ (2529), สมศรี จรุงเรือง (2542), แสงราตรี กิตาวร (2539) และ Baur, S. P. (1982) 2. รูปแบบการเขียนกฎในฐานความรู้ ได้จาก ขจรศักดิ์ คันธพินิต และวิจิต จางไววิทย์ (2533), บุญเจริญ ศิริเนาวกุล และคณะ (2536), พิพัฒน์ สุภศิริสันต์ และบุญเจริญ ศิริเนาวกุล (2531), ไพรัช รัชพงษ์ และคณะ

(2531) และ วัชรชัย วิริยะสุทธีวงศ์ (2542) และ 3. รูปแบบการแสดงผล จาก Gorzelnik, F. E. (1985) เป็นต้น