

## บทที่ 4 ผลการวิจัย

### 4.1 ค่าการนำความร้อนของเถ้า (Thermal Conductivity, k)

ค่าการนำความร้อนของเถ้า (k) ที่เกิดจากการเผาไหม้ผ่านหินลิกไนต์ (เหมือนแม่เมาะ) ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 10 กรณีเถ้าลอย (Fly Ash) เท่ากับ 0.30741 W/m.K ถ้าเป็นเถ้าหนัก (Wet Ash) มีค่าเท่ากับ 0.36201 W/m.K ดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยทั่วไปค่าการนำความร้อนของเถ้า จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.07 – 1.1 W/m.K ซึ่งจะขึ้นกับขนาดของเถ้า (Particle Size) และอุณหภูมิเฉลี่ยในการแลกเปลี่ยนความร้อน (Mean Temperature) ถ้าขนาดของเถ้าใหญ่ขึ้น และอุณหภูมิเฉลี่ยในการแลกเปลี่ยนความร้อนสูงขึ้น ค่าการนำความร้อนของเถ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้น

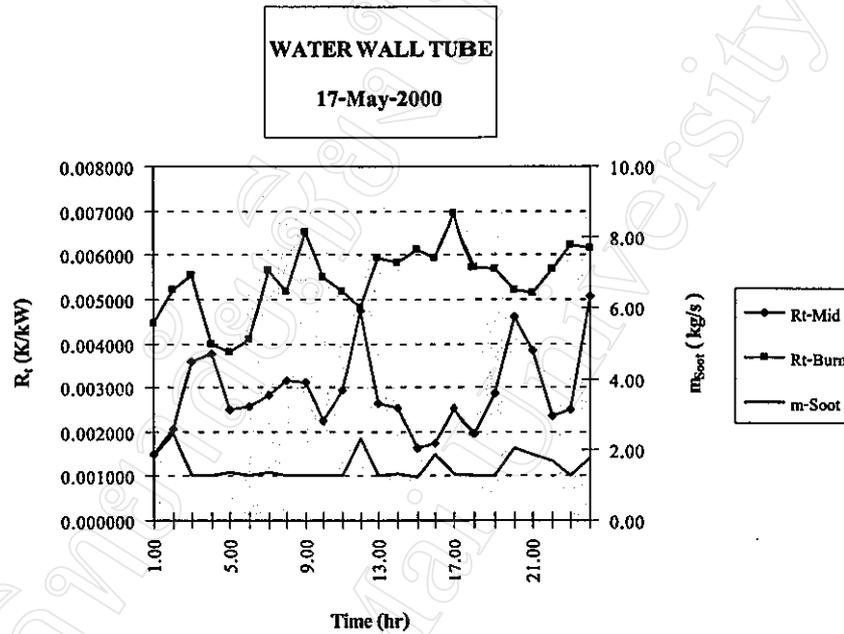
ตาราง 4.1 ค่าการนำความร้อนของเถ้า (Thermal Conductivity, k)

Heat Input (W)	Fly Ash			Wet Ash		
	Ti (C)	To (C)	k (W/m.K)	Ti (C)	To (C)	k (W/m.K)
435.600	217.2	848.9	0.29430	225.2	762.3	0.34612
495.616	237.1	926.7	0.30679	233.1	798.5	0.37411
527.076	210.6	911.2	0.32113	259.1	874.0	0.36582
Mean	221.6	895.6	0.30741	239.1	811.6	0.36201

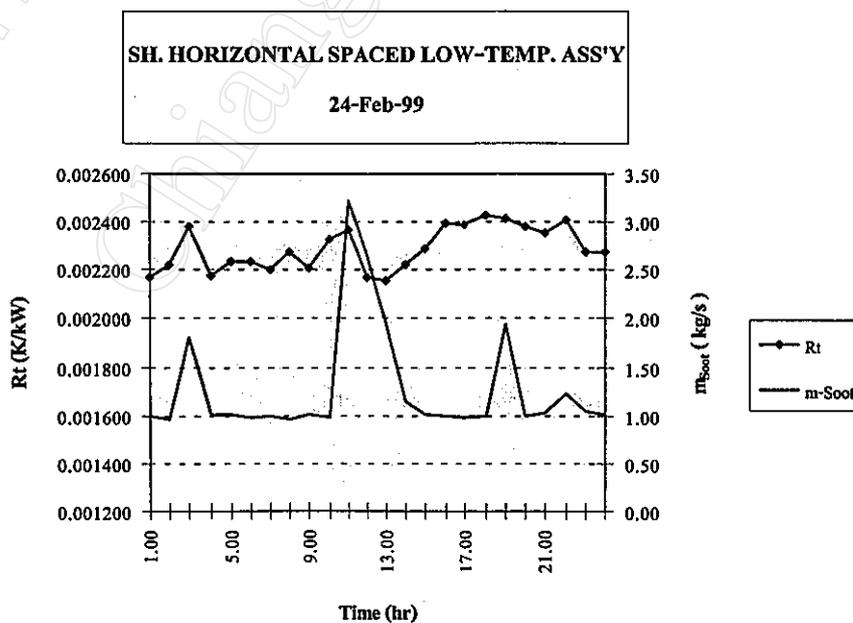
### 4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานความร้อน

จากการเก็บข้อมูลแล้วนำมาคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อน (Heat Resistance,  $R_c$ ) ที่เปลี่ยนแปลงตามการใช้เครื่องเป่าเถ้าทำความสะอาดท่อ บริเวณ Furnace Zone และ Convection Zone จะได้ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และ 4.2 โดยในรูปที่ 4.1 เป็นค่าความต้านทานความร้อนบริเวณ Furnace Zone ในวันที่ 17 พฤษภาคม 2543 ค่าความต้านทานความร้อนบริเวณ Burner ( $R_{c-Burn}$ ) และบริเวณกลางเตาหรือ Middle ( $R_{c-Mid}$ ) มีค่าประมาณ 0.0055 และ 0.0038 K/kW ตามลำดับ เมื่อทำการใช้เครื่องเป่าเถ้าทำความสะอาดท่อเวลาประมาณ 0.10-0.20 น. ค่าความต้านทานความร้อนจะลดลงมาอยู่ที่ค่าประมาณ 0.0039 และ 0.0025 K/kW ตามลำดับ แล้วค่อยๆเพิ่มขึ้นหลังจากหยุดทำความสะอาด เมื่อมีการทำความสะอาดค่าความต้านทานความร้อนก็จะลดลงมาอีก ส่วนรูปที่ 4.2 เป็นค่าความต้านทานความร้อนบริเวณ Convection Zone ในวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2542 โดยค่าความต้านทานความร้อนบริเวณ Superheater Horizontal Spaced Low Temperature Assembly มีค่าประมาณ 0.0024 K/kW เมื่อทำการใช้เครื่องเป่าเถ้าทำความสะอาดท่อ เวลาประมาณ 0.20 น. ใช้เวลาเป่า 45.5 นาที ค่าความต้านทานความร้อนจะลดลงมาอยู่ที่ค่าประมาณ 0.00219 K/kW แล้วค่อยๆเพิ่มขึ้นหลังจากหยุดทำความสะอาด เมื่อมีการทำความสะอาด

ห่อค่าความต้านทานความร้อนก็จะลดลงไปอีก ดังนั้นค่าความต้านทานความร้อนของพื้นที่ผิวแลกเปลี่ยนความร้อน จะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามการใช้เครื่องเป่าแก้ว เพื่อทำความระเหยอากาศที่สภาวะห่อระเหยค่าความต้านทานความร้อนจะลดลงมาที่ค่าต่ำสุด ( $R_{10}$ ) และเมื่อหยุดทำความระเหยห่อ ค่าความต้านทานความร้อนจะค่อยๆเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ค่าสูงสุด ( $R_{1m}$ )



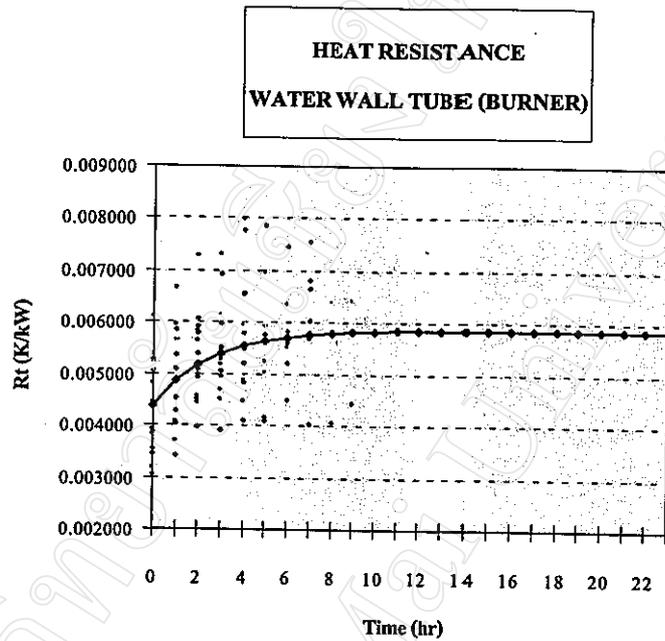
รูป 4.1 ค่าความต้านทานความร้อนบริเวณ Furnace Zone



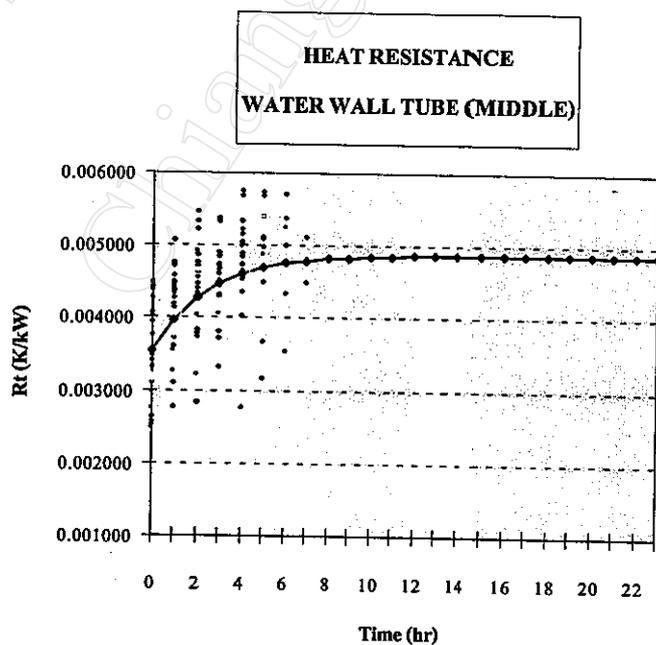
รูป 4.2 ค่าความต้านทานความร้อนบริเวณ Convection Zone

### 4.3 การสะสมตัวของเถ้าที่มีปัจจัยต่อการถ่ายเทความร้อน

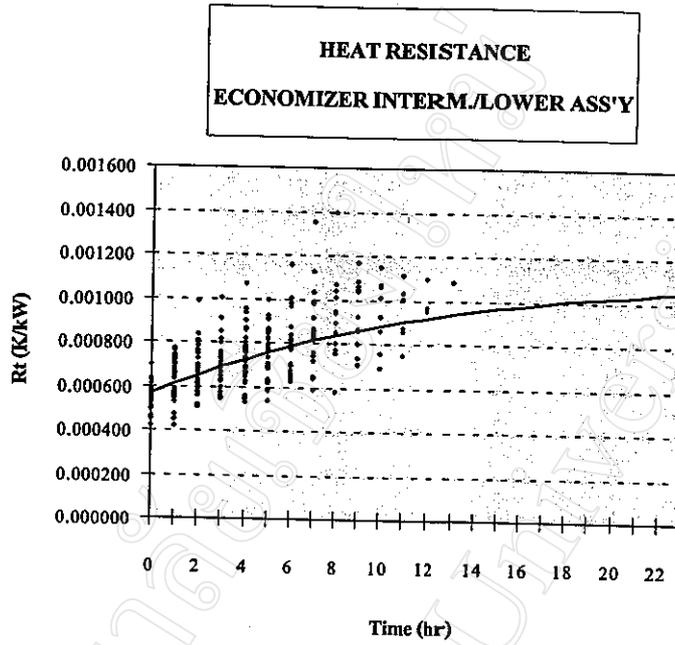
จากค่าความต้านทานความร้อน (Heat Resistance,  $R_t$ ) ที่ได้จากรูปที่ 4.2 ในแต่ละพื้นที่ เมื่อนำมาวิเคราะห์ หากการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นตามเวลา ตามสมการ  $R_t = R_f^* (1 - e^{-\theta}) + R_{t0}$  จะได้ผลดังรูปที่ 4.3 – 4.9



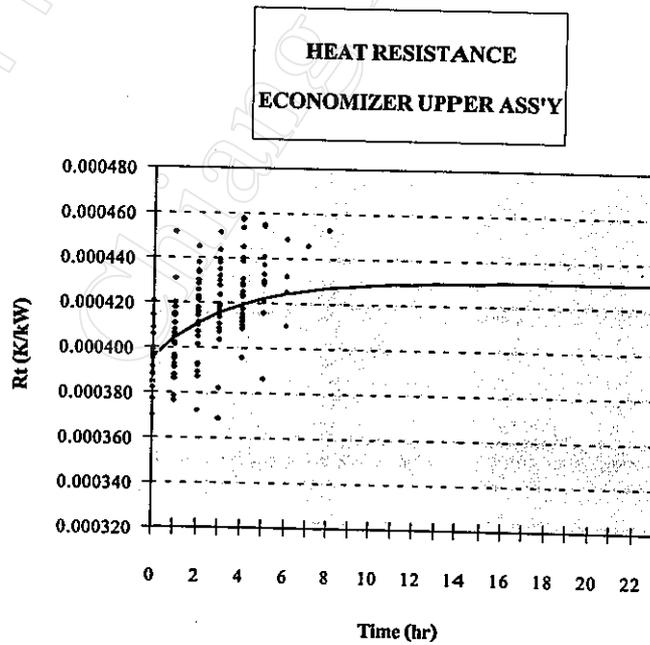
รูป 4.3 โมเดลของค่าความต้านทานความร้อน ( $R_t$ ) บริเวณ Furnace-Burner Zone



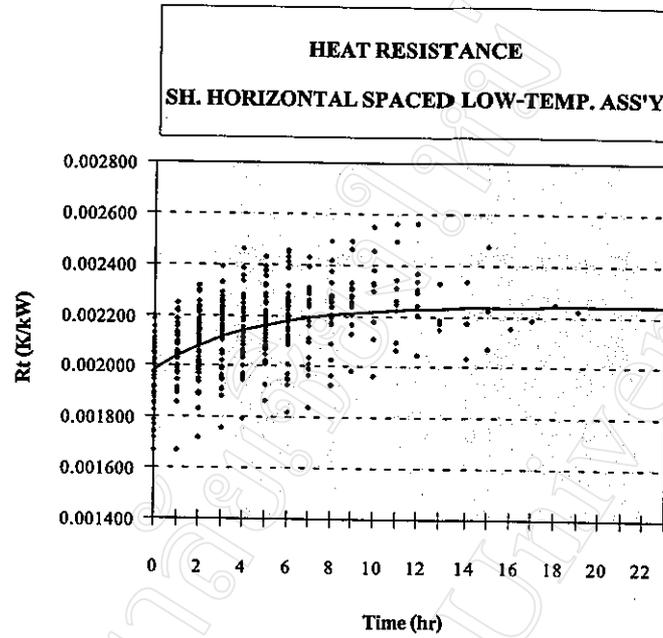
รูป 4.4 โมเดลของค่าความต้านทานความร้อน ( $R_t$ ) บริเวณ Furnace-Middle Zone



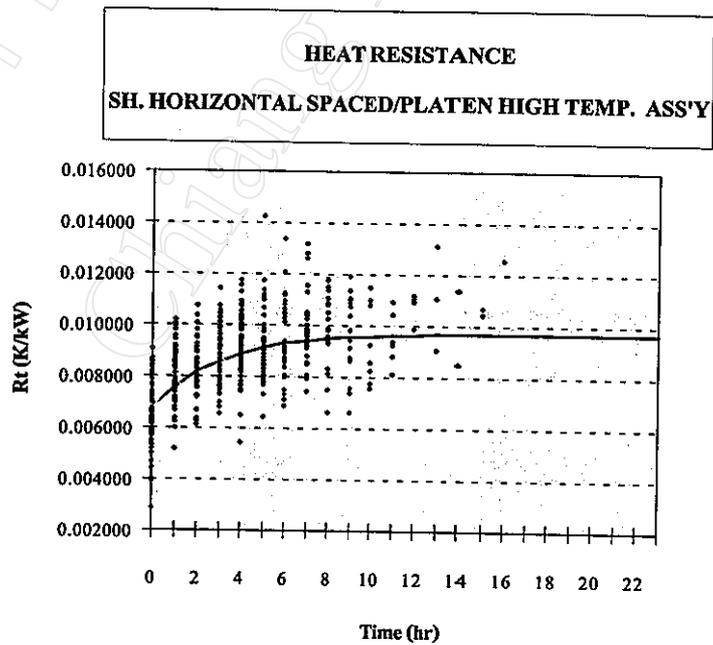
รูป 4.5 โมเดลของค่าความต้านทานความร้อน (R) บริเวณ Economizer Intermediate/Lower Assembly



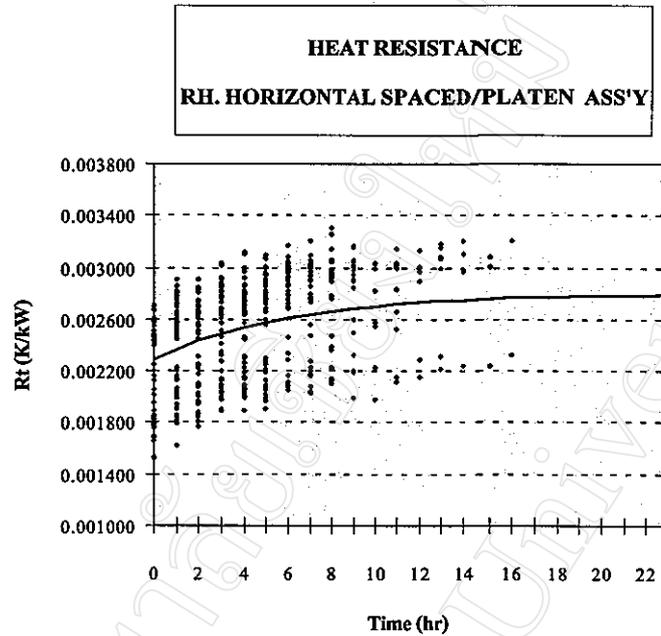
รูป 4.6 โมเดลของค่าความต้านทานความร้อน (R) บริเวณ Economizer Upper Assembly



รูป 4.7 โมเดลของค่าความต้านทานความร้อน ( $R_t$ ) บริเวณ Superheater Low Temperature Assembly



รูป 4.8 โมเดลของค่าความต้านทานความร้อน ( $R_t$ ) บริเวณ Superheater High Temperature Assembly



รูป 4.9 โมเดลของค่าความต้านทานความร้อน ( $R_t$ ) บริเวณ Reheater Assembly

จากรูปที่ 4.3 แสดงโมเดลของค่าความต้านทานความร้อน ( $R_t$ ) ของท่อผนังเตา (Water Wall Tube) บริเวณ Burner (Furnace Burner Zone) โดยค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะเตาสะอาด ( $R_{t0}$ ) มีค่าประมาณ  $43.89 \times 10^{-4}$  K/kW แล้วเพิ่มขึ้นตามสมการ  $R_t = R_f^* (1 - e^{-t/\theta}) + R_{t0}$  เข้าใกล้ค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะท่อสกปรกมากที่สุด ( $R_{tm}$ ) ที่ค่าประมาณ  $58.67 \times 10^{-4}$  K/kW ใช้เวลาประมาณ 11 ชั่วโมง และค่า  $\theta$  (Time Constant) มีค่าประมาณ 2.64 ชั่วโมง ค่าตัวแปรจะแสดงในตารางที่ 4.2

จากรูปที่ 4.4 แสดงโมเดลของค่าความต้านทานความร้อน ( $R_t$ ) ของท่อผนังเตา (Water Wall Tube) บริเวณกลางเตา (Furnace Middle Zone) โดยค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะเตาสะอาด ( $R_{t0}$ ) มีค่าประมาณ  $35.38 \times 10^{-4}$  K/kW แล้วเพิ่มขึ้นตามสมการ  $R_t = R_f^* (1 - e^{-t/\theta}) + R_{t0}$  เข้าใกล้ค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะท่อสกปรกมากที่สุด ( $R_{tm}$ ) ที่ค่าประมาณ  $48.76 \times 10^{-4}$  K/kW ใช้เวลาประมาณ 10 ชั่วโมง และค่า  $\theta$  (Time Constant) มีค่าประมาณ 2.53 ชั่วโมง ค่าตัวแปรจะแสดงในตารางที่ 4.2

จากรูปที่ 4.5 แสดงโมเดลของค่าความต้านทานความร้อน ( $R_t$ ) ของท่อบริเวณ Economizer Intermediate/Lower Assembly (Convection Zone) โดยค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะเตาสะอาด ( $R_{t0}$ ) มีค่าประมาณ  $5.65 \times 10^{-4}$  K/kW แล้วเพิ่มขึ้นตามสมการ  $R_t = R_f^* (1 - e^{-t/\theta}) + R_{t0}$  เข้าใกล้ค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะท่อสกปรกมากที่สุด ( $R_{tm}$ ) ที่ค่าประมาณ  $11.30 \times 10^{-4}$  K/kW ใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมง และค่า  $\theta$  (Time Constant) มีค่าประมาณ 12.23 ชั่วโมง ค่าตัวแปรจะแสดงในตารางที่ 4.2

จากรูปที่ 4.6 แสดงโมเดลของค่าความต้านทานความร้อน ( $R_f$ ) ของท่อบริเวณ Economizer Upper Assembly (Convection Zone) โดยค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะเตาสะอาด ( $R_{f0}$ ) มีค่าประมาณ  $3.95 \times 10^{-4}$  K/kW แล้วเพิ่มขึ้นตามสมการ  $R_f = R_f^* (1 - e^{-\theta}) + R_{f0}$  เข้าใกล้ค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะท่อสกปรกมากที่สุด ( $R_{fm}$ ) ที่ค่าประมาณ  $4.31 \times 10^{-4}$  K/kW ใช้เวลาประมาณ 14 ชั่วโมง และค่า  $\theta$  (Time Constant) มีค่าประมาณ 3.60 ชั่วโมง ค่าตัวแปรจะแสดงในตารางที่ 4.2

จากรูปที่ 4.7 แสดงโมเดลของค่าความต้านทานความร้อน ( $R_f$ ) ของท่อบริเวณ Superheater Horizontal Spaced Low Temperature Assembly (Convection Zone) โดยค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะเตาสะอาด ( $R_{f0}$ ) มีค่าประมาณ  $19.84 \times 10^{-4}$  K/kW แล้วเพิ่มขึ้นตามสมการ  $R_f = R_f^* (1 - e^{-\theta}) + R_{f0}$  เข้าใกล้ค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะท่อสกปรกมากที่สุด ( $R_{fm}$ ) ที่ค่าประมาณ  $22.42 \times 10^{-4}$  K/kW ใช้เวลาประมาณ 17 ชั่วโมง และค่า  $\theta$  (Time Constant) มีค่าประมาณ 4.32 ชั่วโมง ค่าตัวแปรจะแสดงในตารางที่ 4.2

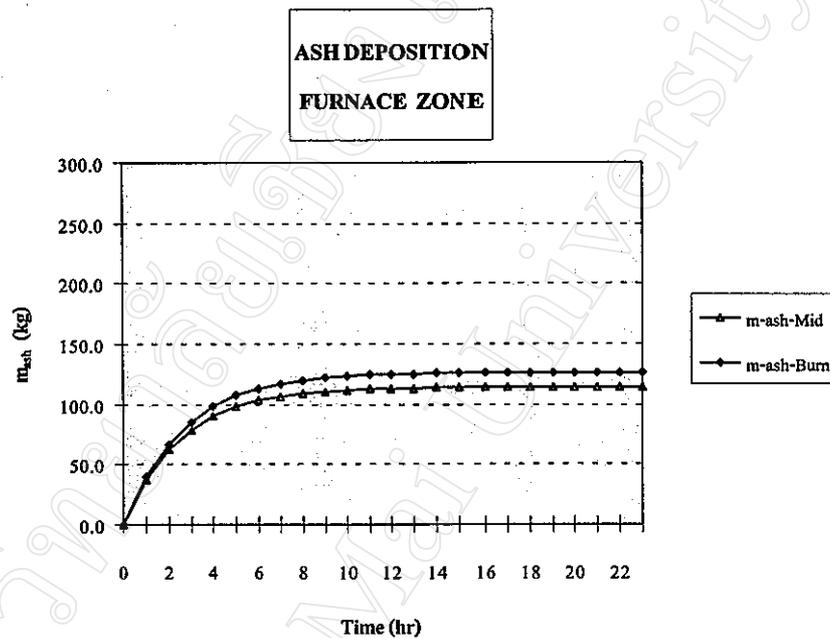
จากรูปที่ 4.8 แสดงโมเดลของค่าความต้านทานความร้อน ( $R_f$ ) ของท่อบริเวณ Superheater Horizontal Spaced/Platen High Temperature Assembly (Convection Zone) โดยค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะเตาสะอาด ( $R_{f0}$ ) มีค่าประมาณ  $67.83 \times 10^{-4}$  K/kW แล้วเพิ่มขึ้นตามสมการ  $R_f = R_f^* (1 - e^{-\theta}) + R_{f0}$  เข้าใกล้ค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะท่อสกปรกมากที่สุด ( $R_{fm}$ ) ที่ค่าประมาณ  $97.14 \times 10^{-4}$  K/kW ใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง และค่า  $\theta$  (Time Constant) มีค่าประมาณ 3.14 ชั่วโมง ค่าตัวแปรจะแสดงในตารางที่ 4.2

จากรูปที่ 4.9 แสดงโมเดลของค่าความต้านทานความร้อน ( $R_f$ ) ของท่อบริเวณ Reheater Heater Horizontal Spaced/Platen Assembly (Convection Zone) โดยค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะเตาสะอาด ( $R_{f0}$ ) มีค่าประมาณ  $22.90 \times 10^{-4}$  K/kW แล้วเพิ่มขึ้นตามสมการ  $R_f = R_f^* (1 - e^{-\theta}) + R_{f0}$  เข้าใกล้ค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะท่อสกปรกมากที่สุด ( $R_{fm}$ ) ที่ค่าประมาณ  $28.06 \times 10^{-4}$  K/kW ใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง และค่า  $\theta$  (Time Constant) มีค่าประมาณ 6.26 ชั่วโมง ค่าตัวแปรจะแสดงในตารางที่ 4.2

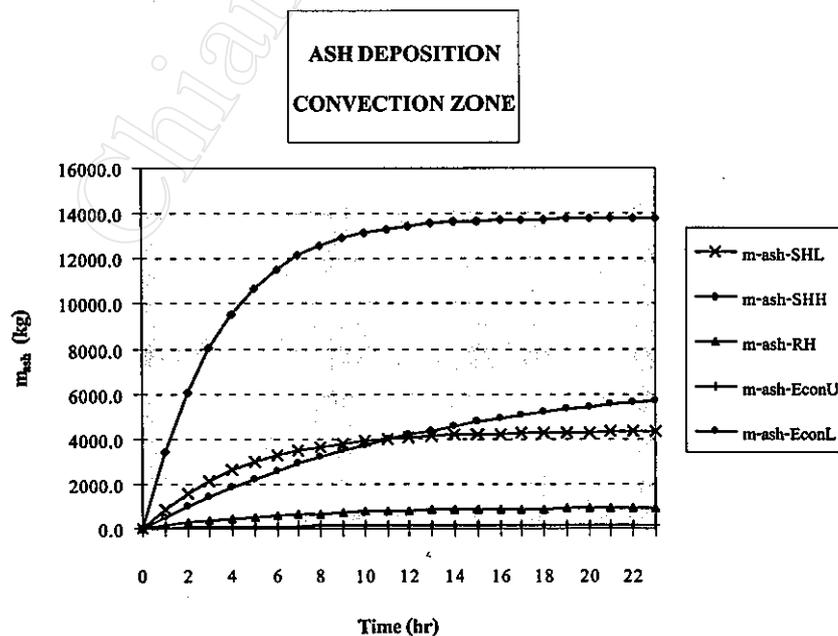
ตาราง 4.2 ค่าตัวแปร โมเดลของค่าความต้านทานความร้อน

Furnace/Convection Zone	$R_f^* (x 10^{-4})$	$R_{f0} (x 10^{-4})$	$\theta$
1. Burner Area (Furnace)	14.78	43.89	2.64
2. Middle Area (Furnace)	13.38	35.38	2.53
3. Economizer Lower Ass'y	5.65	5.65	12.23
4. Economizer Upper Ass'y	0.35	3.95	3.60
5. SH. Low Temp. Ass'y	2.58	19.84	4.32
6. SH. High Temp. Ass'y	29.31	67.83	3.14
7. RH. Horizontal Ass'y	5.15	22.90	6.26

จากโมเดลที่ได้เมื่อทำการคำนวณหาปริมาณของเถ้า (Ash) ที่สะสมตัวบริเวณ Furnace Zone และ Convection Zone ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.10 และ 4.11 โดยพบว่าบริเวณ Furnace Burner Zone มีเถ้าสะสมมากที่สุดประมาณ 124.2 kg ใช้เวลา 11 ชั่วโมง บริเวณ Furnace Middle Zone มีเถ้าสะสมมากที่สุดประมาณ 110.8 kg ใช้เวลา 10 ชั่วโมง บริเวณ Economizer Intermediate/Lower Assembly มีเถ้าสะสมมากที่สุดประมาณ 6,645.9 kg ใช้



รูป 4.10 ปริมาณการสะสมของเถ้าในบริเวณ Furnace Zone



รูป 4.11 ปริมาณการสะสมของเถ้าในบริเวณ Convection Zone

เวลา 48 ชั่วโมง บริเวณ Economizer Upper Assembly มีเถ้าสะสมมากที่สุดประมาณ 120.8 kg ใช้เวลา 14 ชั่วโมง บริเวณ Superheater Horizontal Spaced Low Temperature Assembly มีเถ้าสะสมมากที่สุดประมาณ 4,252.9 kg ใช้เวลา 17 ชั่วโมง บริเวณ Superheater Horizontal Spaced/Platen High Temperature Assembly มีเถ้าสะสมมากที่สุดประมาณ 13,457.6 kg ใช้เวลา 12 ชั่วโมง และ บริเวณ Reheater Horizontal Spaced/Platen Assembly มีเถ้าสะสมมากที่สุดประมาณ 919.1 kg ใช้เวลา 24 ชั่วโมง จะเห็นว่าบริเวณแผง Superheater Horizontal Spaced/Platen High Temperature Assembly มีอัตราการเกาะสะสมตัวของเถ้าในอัตราสูงสุด เนื่องจากมีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนมาก

#### 4.4 ความถี่ที่เหมาะสมในการใช้เครื่องเป่าเถ้า

จากโมเดลของค่าความต้านทานความร้อน เมื่อนำมาประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อหาความถี่ที่เหมาะสมในการใช้เครื่องเป่าเถ้าเพื่อทำให้เกิดค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ผลการประเมินแสดงดังรูปที่ 4.12 - 4.18

จากรูปที่ 4.12 เป็นการหาความถี่ในการใช้เครื่องเป่าเถ้า บริเวณ Furnace Burner Zone พบว่าค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเป่าเถ้า ( $Cost_{Soot}$ ) จะเพิ่มขึ้นตามความถี่ในการทำความสะอาด ส่วนค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงจากการสะสมตัวของเถ้า ( $Cost_f$ ) จะมีค่าลดลงตามความถี่ในการทำความสะอาด และความถี่ที่เหมาะสมในการใช้เครื่องเป่าเถ้าแบบ Short Retracting Blower จำนวน 18 ตัว คือ 22 ครั้งต่อวัน จะเสียค่าใช้จ่ายรวม ( $Cost_{Total}$ ) น้อยที่สุด คือประมาณ 4,328.79 บาทต่อวัน เวลาที่ใช้ทำความสะอาดประมาณ 11 นาทีต่อครั้ง (การทำความสะอาดหนึ่งครั้งจะใช้เครื่องเป่าเถ้าทั้งหมด 22 ตัว)

จากรูปที่ 4.13 เป็นการหาความถี่ในการใช้เครื่องเป่าเถ้า บริเวณ Furnace Middle Zone พบว่าค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเป่าเถ้า ( $Cost_{Soot}$ ) จะเพิ่มขึ้นตามความถี่ในการทำความสะอาด ส่วนค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงจากการสะสมตัวของเถ้า ( $Cost_f$ ) จะมีค่าลดลงตามความถี่ในการทำความสะอาด และความถี่ที่เหมาะสมในการใช้เครื่องเป่าเถ้าแบบ Short Retracting Blower จำนวน 18 ตัว คือ 22 ครั้งต่อวัน จะเสียค่าใช้จ่ายรวม ( $Cost_{Total}$ ) น้อยที่สุด คือประมาณ 4,367.65 บาทต่อวัน เวลาที่ใช้ทำความสะอาดประมาณ 11 นาทีต่อครั้ง (การทำความสะอาดหนึ่งครั้งจะใช้เครื่องเป่าเถ้าทั้งหมด 22 ตัว)

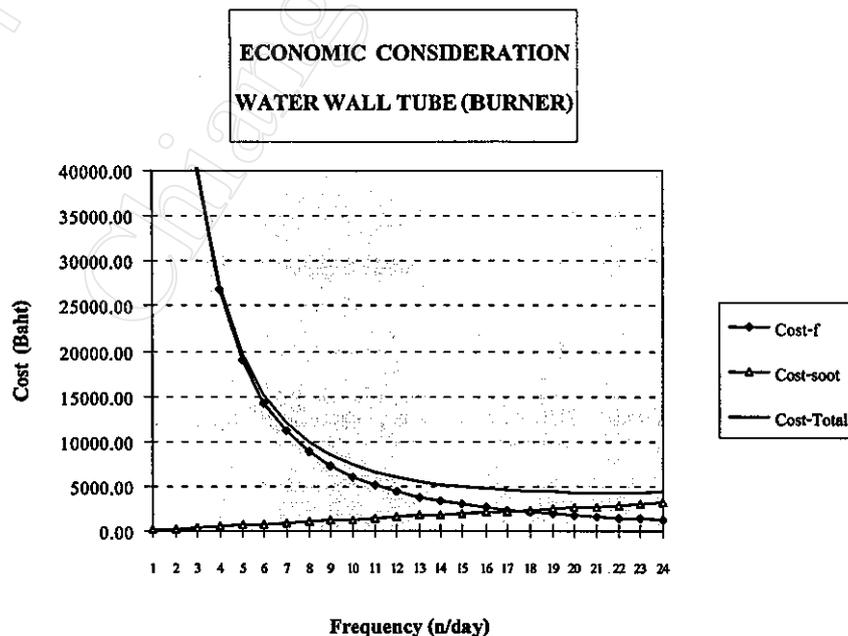
จากรูปที่ 4.14 เป็นการหาความถี่ในการใช้เครื่องเป่าเถ้า บริเวณ Economizer Intermediate/Lower Assembly พบว่าค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเป่าเถ้า ( $Cost_{Soot}$ ) จะเพิ่มขึ้นตามความถี่ในการทำความสะอาด ส่วนค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงจากการสะสมตัวของเถ้า ( $Cost_f$ ) จะมีค่าลดลงตามความถี่ในการทำความสะอาด และความถี่ที่เหมาะสมในการใช้เครื่องเป่าเถ้าแบบ Long Retracting Blower จำนวน 16 ตัว คือ 3 ครั้งต่อวัน จะเสียค่าใช้จ่ายรวม ( $Cost_{Total}$ ) น้อยที่สุด คือประมาณ 8,188.23 บาทต่อวัน เวลาที่ใช้ทำความสะอาดประมาณ 54 นาทีต่อครั้ง (การทำความสะอาดหนึ่งครั้งจะใช้เครื่องเป่าเถ้าทั้งหมด 16 ตัว)

จากรูปที่ 4.15 เป็นการหาความถี่ในการใช้เครื่องเป่าเถ้า บริเวณ Economizer Upper Assembly พบว่าค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเป่าเถ้า ( $Cost_{Soot}$ ) จะเพิ่มขึ้นตามความถี่ในการทำความสะอาด ส่วนค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงจากการสะสมตัวของเถ้า ( $Cost_f$ ) จะมีค่าลดลงตามความถี่ในการทำความสะอาด และความถี่ที่เหมาะสมในการใช้เครื่องเป่าเถ้าแบบ Long Retracting Blower จำนวน 8 ตัว คือ 2 ครั้งต่อวัน จะเสียค่าใช้จ่ายรวม ( $Cost_{Total}$ ) น้อยที่สุด คือประมาณ 2,859.00 บาทต่อวัน เวลาที่ใช้ทำความสะอาดประมาณ 27 นาทีต่อครั้ง (การทำความสะอาดหนึ่งครั้งจะใช้เครื่องเป่าเถ้าทั้งหมด 8 ตัว)

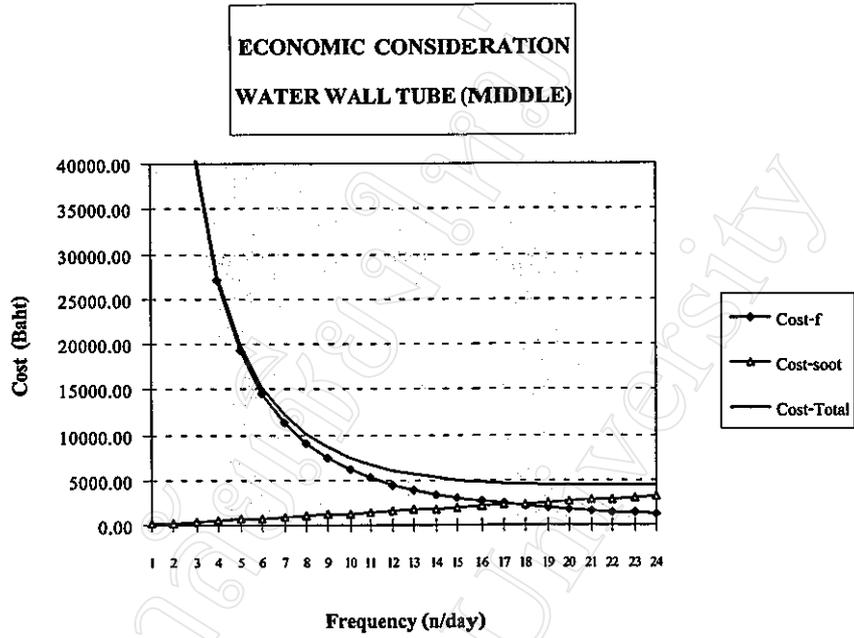
จากรูปที่ 4.16 เป็นการหาความถี่ในการใช้เครื่องเป่าเตา บริเวณ Superheater Horizontal Spaced Low Temperature Assembly พบว่าค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเป่าเตา ( $Cost_{Soot}$ ) จะเพิ่มขึ้นตามความถี่ในการทำความสะอาด สะอาดต่อ ส่วนค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงจากการสะสมตัวของเถ้า ( $Cost_f$ ) จะมีค่าลดลงตามความถี่ในการทำความสะอาด สะอาดต่อ และความถี่ที่เหมาะสมในการใช้เครื่องเป่าเตาแบบ Long Retracting Blower จำนวน 20 ตัว คือ 4 ครั้งต่อวัน จะเสียค่าใช้จ่ายรวม ( $Cost_{Total}$ ) น้อยที่สุด คือประมาณ 28,878.45 บาทต่อวัน เวลาที่ใช้ทำความสะอาดประมาณ 68 นาทีต่อครั้ง (การทำความสะอาดหนึ่งครั้งจะใช้เครื่องเป่าเตาทั้งหมด 20 ตัว)

จากรูปที่ 4.17 เป็นการหาความถี่ในการใช้เครื่องเป่าเตา บริเวณ Superheater Horizontal Spaced/ Platen High Temperature Assembly พบว่าค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเป่าเตา ( $Cost_{Soot}$ ) จะเพิ่มขึ้นตามความถี่ในการทำความสะอาด สะอาดต่อ ส่วนค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงจากการสะสมตัวของเถ้า ( $Cost_f$ ) จะมีค่าลดลงตามความถี่ในการทำความสะอาด สะอาดต่อ และความถี่ที่เหมาะสมในการใช้เครื่องเป่าเตาแบบ Long Retracting Blower จำนวน 20 ตัว คือ 10 ครั้งต่อวัน จะเสียค่าใช้จ่ายรวม ( $Cost_{Total}$ ) น้อยที่สุด คือประมาณ 47,781.80 บาทต่อวัน เวลาที่ใช้ทำความสะอาดประมาณ 68 นาทีต่อครั้ง (การทำความสะอาดหนึ่งครั้งจะใช้เครื่องเป่าเตาทั้งหมด 20 ตัว)

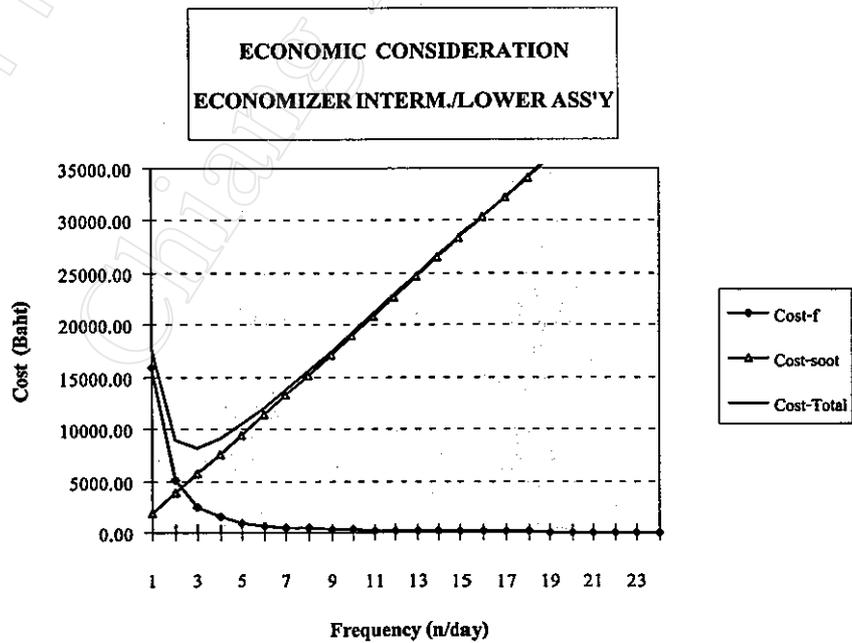
จากรูปที่ 4.18 เป็นการหาความถี่ในการใช้เครื่องเป่าเตา บริเวณ Reheater Horizontal Spaced/ Platen Assembly พบว่าค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเป่าเตา ( $Cost_{Soot}$ ) จะเพิ่มขึ้นตามความถี่ในการทำความสะอาด สะอาดต่อ ส่วนค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงจากการสะสมตัวของเถ้า ( $Cost_f$ ) จะมีค่าลดลงตามความถี่ในการทำความสะอาด สะอาดต่อ และความถี่ที่เหมาะสมในการใช้เครื่องเป่าเตาแบบ Long Retracting Blower จำนวน 20 ตัว คือ 4 ครั้งต่อวัน จะเสียค่าใช้จ่ายรวม ( $Cost_{Total}$ ) น้อยที่สุด คือประมาณ 19,048.44 บาทต่อวัน เวลาที่ใช้ทำความสะอาดประมาณ 68 นาทีต่อครั้ง (การทำความสะอาดหนึ่งครั้งจะใช้เครื่องเป่าเตาทั้งหมด 20 ตัว)



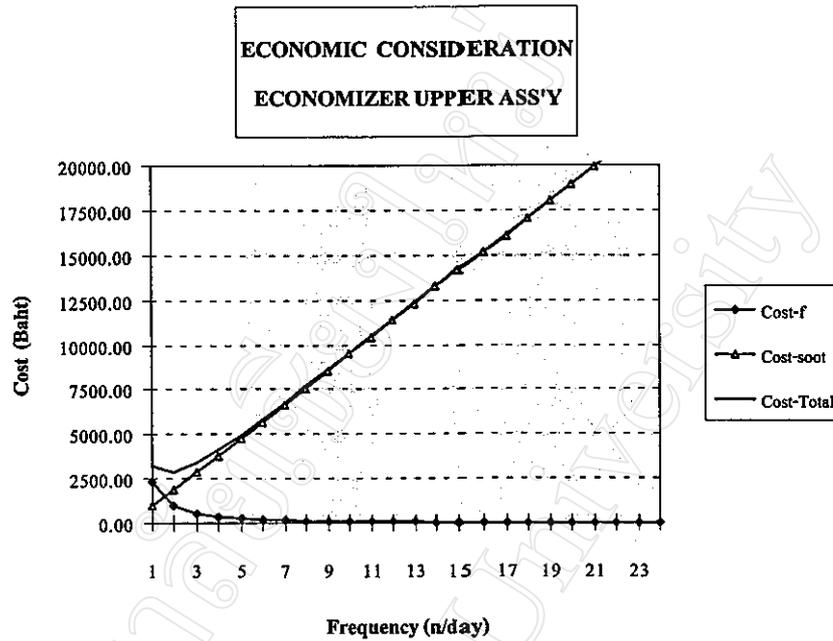
รูป 4.12 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของ Furnace Burner Zone ( $n = 22$  Times/Day)



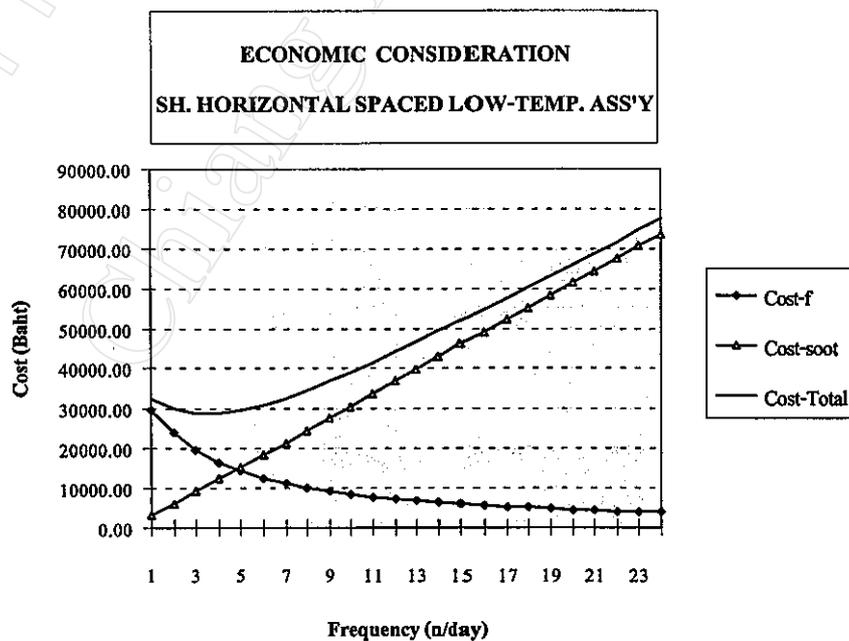
รูป 4.13 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของ Furnace Middle Zone (n = 22 Times/Day)



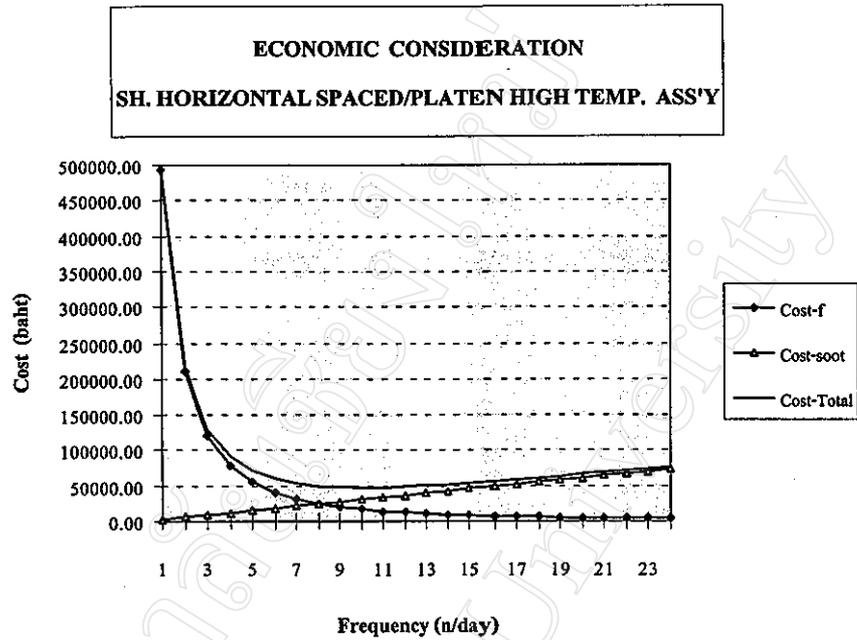
รูป 4.14 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของ Economizer Interm./Lower Assembly (n = 3 Times/Day)



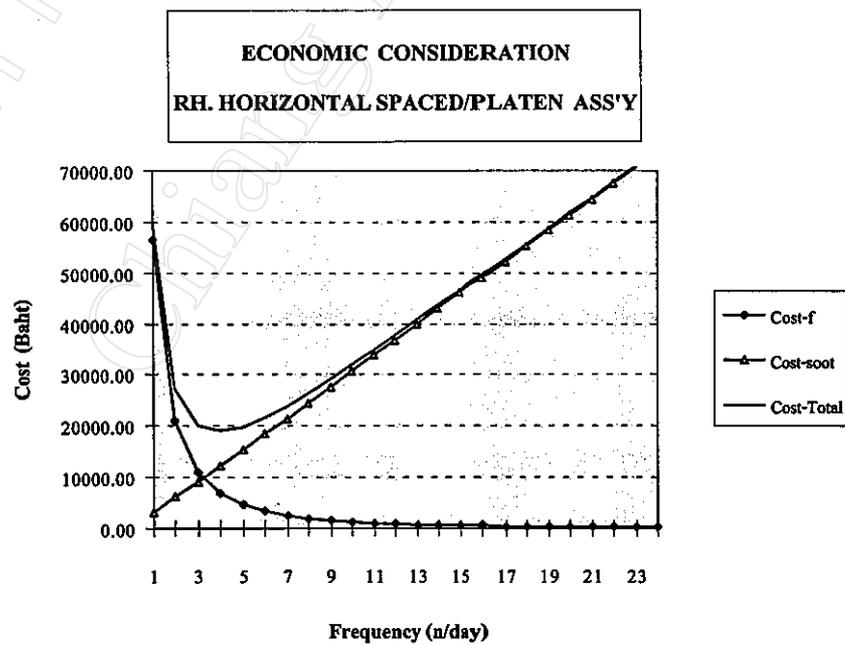
รูป 4.15 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของ Economizer Upper Assembly ( $n = 2$  Times/Day)



รูป 4.16 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของ Superheater Low Temperature Assembly ( $n = 4$  Times/Day)



รูป 4.17 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของ Superheater High Temperature Assembly ( $n = 10$  Times/Day)



รูป 4.18 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของ Reheater Assembly ( $n = 4$  Times/Day)

จากรูปที่ 4.12 ถึง รูปที่ 4.18 เมื่อนำประเมินค่าใช้จ่ยที่เกิดขึ้น ในการใช้เครื่องเป่าแก้วทำความสะอาดท่อ เมื่อมีเต้ามาเกาะสะสม โดยหาจากค่าใช้จ่ยที่เกิดขึ้นจากความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และความสิ้นเปลืองไอน้ำที่ให้กับเครื่องเป่าแก้ว จะได้ผลตามตารางที่ 4.3 ส่วนค่าใช้จ่ยที่เกิดขึ้นจากการใช้เครื่องเป่าแก้ว ในอดีตที่ผ่านมา จะแสดงในตารางที่ 4.4

ตาราง 4.3 ความถี่ที่เหมาะสมและค่าใช้จ่ยในการใช้เครื่องเป่าแก้วจากการวิเคราะห์

Heating Area (Furnace/Convection Zone)	n (Time/Day)	$Q_r$ (GJ)	$Cost_r$ (Baht)	$Cost_s$ (Baht)	$Cost_E$ (Baht)	$Cost_M$ (Baht)	$Cost_{soot}$ (Baht)	$Cost_{Total}$ (Baht)	$m_{Lignite}$ (kg)
1. Furnace Burner Zone	22.0	29.24	1454.55	864.79	1.72	2007.72	2874.23	4328.79	7972.0
2. Furnace Middle Zone	22.0	30.02	1493.41	864.79	1.72	2007.72	2874.23	4367.65	8043.6
3. Econ. Inter./Lower Ass'y	3.0	50.40	2507.26	4128.60	6.76	1545.60	5680.96	8188.23	15079.6
4. Economizer Upper Ass'y	2.0	19.40	965.34	1376.20	2.25	515.20	1893.65	2859.00	5265.2
5. SH. Low Temp. Ass'y	4.0	333.80	16606.81	9684.37	11.27	2576.00	12271.64	28878.45	53183.1
6. SH. High Temp. Ass'y	10.0	343.76	17102.71	24210.92	28.18	6440.00	30679.10	47781.80	87996.0
7. RH. Ass'y	4.0	136.21	6776.80	9684.37	11.27	2576.00	12271.64	19048.44	35080.0
ECONOMIC	Mean	134.69	6700.98	7259.15	9.03	2524.03	9792.21	16493.19	30374.2
CONSIDERATION	Total	942.83	46906.89	50814.04	63.18	17668.24	68545.46	115452.35	212619.4

ตาราง 4.4 ความถี่ในการใช้เครื่องเป่าแก้วและค่าใช้จ่ย ในอดีตที่ปฏิบัติมา

Heating Area (Furnace/Convection Zone)	n (Time/Day)	$Q_r$ (GJ)	$Cost_r$ (Baht)	$Cost_s$ (Baht)	$Cost_E$ (Baht)	$Cost_M$ (Baht)	$Cost_{soot}$ (Baht)	$Cost_{Total}$ (Baht)	$m_{Lignite}$ (kg)
1. Furnace Burner Zone	6.0	287.62	14309.29	235.85	0.47	547.56	783.88	15093.18	27795.9
2. Furnace Middle Zone	6.0	291.85	14520.02	235.85	0.47	547.56	783.88	15303.91	28184.0
3. Econ. Inter./Lower Ass'y	1.0	319.42	15891.32	1376.20	2.25	515.20	1893.65	17784.97	32753.2
4. Economizer Upper Ass'y	1.0	46.43	2309.79	688.10	1.13	257.60	946.83	3256.62	5997.5
5. SH. Low Temp. Ass'y	1.0	595.90	29646.68	2421.09	2.82	644.00	3067.91	32714.59	60247.9
6. SH. High Temp. Ass'y	1.0	9924.32	493747.40	2421.09	2.82	644.00	3067.91	496815.31	914945.3
7. RH. Ass'y	1.0	1137.68	56601.02	2421.09	2.82	644.00	3067.91	59668.93	109887.5
PAST TIME	Mean	1800.46	89575.08	1399.90	1.82	542.85	1944.57	91519.64	168544.5
	Total	12603.21	627025.53	9799.28	12.77	3799.92	13611.97	640637.50	1179811.2

จกตารางที่ 4.3 พิจารณาค่าใช้จ่ยที่เกิดขึ้นเมื่อใช้เครื่องเป่าแก้วตามโมเดลของค่าความต้านทานความร้อน โดยกำหนดให้ทำการเดินเครื่องตามสภาวะที่กำหนด (ผลิตกระแสไฟฟ้า 280-300 MW., Burner Tilting +5 ถึง -5 องศา) ตลอดวันหรือ 24 ชั่วโมง ถ้าใช้ความถี่ในการทำทำความสะอาดท่อ ตามสภาพการเกาะสะสมตัวของเต้า โดยดูจากค่า ความต้านทานความร้อนแล้ว พบว่าจะเสียค่าใช้จ่ยในการใช้เครื่องเป่าแก้วประมาณ 68,545.46 บาท

ต่อวัน และค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการสะสมตัวของเถ้าประมาณ 46,906.89 บาทต่อวัน รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดประมาณ 115,452.35 บาทต่อวัน คิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิงถ่านหินลิกไนต์ ประมาณ 212,619 kg ต่อวัน

จากตารางที่ 4.4 พิจารณาค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อใช้เครื่องเป่าเถ้าที่ผ่านมา โดยกำหนดให้ทำการเดินเครื่องตามสภาวะที่กำหนด (ผลิตกระแสไฟฟ้า 280-300 MW., Burner Tilting +5 ถึง -5 องศา) ตลอดวันหรือ 24 ชั่วโมง พบว่าจะเสียค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเป่าเถ้าประมาณ 13,611.97 บาทต่อวัน และค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการสะสมตัวของเถ้าประมาณ 627,025.53 บาทต่อวัน รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด ประมาณ 640,637.50 บาทต่อวัน คิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิงถ่านหินลิกไนต์ ประมาณ 1,179,811 kg ต่อวัน

เปรียบเทียบตารางที่ 4.3 และ 4.4 ถ้าทำการใช้เครื่องเป่าเถ้าตามที่ศึกษาวิจัย จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ ประมาณ 525,185.15 บาทต่อวัน แต่ในสภาพการเดินเครื่องจริงการควบคุมให้อยู่ในสภาวะดังกล่าว (ผลิตกระแสไฟฟ้า 270-300 MW., Burner Tilting +5 ถึง -5 องศา) ตลอดวันทำได้ยาก เนื่องจากต้องควบคุมปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีการลดกำลังการผลิตตามสภาพอุปกรณ์ จากการเก็บข้อมูลพบว่าในหนึ่งวันสามารถเดินเครื่องตามสภาวะที่กำหนดได้ประมาณ 13 ชั่วโมง หรือ 54 % จะได้ว่าถ้าทำการใช้เครื่องเป่าเถ้าตามที่ศึกษาวิจัย พบว่าจะเสียค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด ( $Cost_{Total}$ ) ประมาณ 62,537 บาทต่อวัน ส่วนการใช้เครื่องเป่าเถ้าที่ผ่านมาจะเสียค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด ( $Cost_{Total}$ ) ประมาณ 347,012 บาทต่อวัน ดังนั้นถ้ามีการใช้เครื่องเป่าเถ้าที่เหมาะสมตามการสะสมตัวของเถ้า โดยดูจากรูปแบบการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานความร้อนแล้ว จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ ประมาณ 284,475 บาทต่อวัน หรือประมาณ 93,307,800 บาทต่อปี (ในเวลาหนึ่งปีทำการเดินเครื่องประมาณ 328 วัน) คิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิงถ่านหินลิกไนต์ที่ประหยัดได้ ประมาณ 171,838 ตันต่อปี หรือคิดเป็นเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้ ประมาณ 8.13 % ของถ่านหินลิกไนต์ที่ใช้ทั้งหมด (ราคาเชื้อเพลิงทั้งหมดประมาณ 1,146,935,556 บาทต่อปี)