

## บทที่ 4

### การทดสอบระบบ

การทดสอบความถูกต้องของการคำนวณ และแสดงผลของระบบวิเคราะห์ความสูญเสียแบบต่อเนื่อง ทำโดยเปรียบเทียบกับ การคำนวณด้วยมือซึ่งจะใช้ข้อมูลชุดเดียวกันป้อนเข้าไปในโปรแกรมของระบบ ขณะเดียวกันจะใช้ข้อมูลชุดดังกล่าวนำไปคำนวณหาความสูญเสียด้วยมือด้วยวิธีการที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 หลังจากนั้นนำระบบฯ ไปให้ผู้ปฏิบัติงานของโรงไฟฟ้าทดลองใช้งาน

ในการทดสอบจะใช้ข้อมูลของโรงไฟฟ้าหน่วยที่ 8 เป็นตัวแทนกลุ่มในการทดสอบความถูกต้องของระบบ รายละเอียดและขั้นตอนของการทดสอบมีดังต่อไปนี้

#### 4.1 จัดเตรียมข้อมูลที่จะใช้ในการทดสอบ ซึ่งมีข้อมูลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลสำหรับการทดสอบ

รหัส M	ชื่อข้อมูล	หน่วย	ค่า	หมายเหตุ
1	Gross generation	GWh	214.07	
2	Time generation	Hour	720	
3	Average running load	MW	297.92	$M3=M1*100/M2$
4	Cooling water inlet temperature	°C	30.44	
5	Condenser pressure	mbar	86.00	
6	Main steam temperature	°C	535	
7	Main steam pressure	bar	161	
8	Reheat steam temperature	°C	528	
9	Reheat steam spray water flow	kg/s	0.59	
10	Stack gas exit temperature	°C	165	
11	Excess oxygen	%	3.57	
12	Final feed water temperature	°C	245	
13	Lignite consumption	ton	166,300	
14	Light oil consumption	ton	0.00	
15	Lignite cost	Baht/ton	451.36	
16	Light oil cost	Baht/ton	9,103	

หมายเหตุ การกำหนดรหัส M เพื่อความสะดวกในการอ้างอิงในสูตรการคำนวณ

จากข้อมูลการผลิต Code M สามารถหาค่า Average boiler running load และ Average turbine running load ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยการเดินเครื่องของหม้อน้ำและกังหัน ซึ่งมีค่าเท่ากัน โดยสมมุติให้ C1; C2: หมายถึงค่า Average boiler running load และ Average turbine running load ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ  $(M3/300)*100 = 99.11 \%$  หรือ 297.92 MW. โดยที่ 300 หมายถึงกำลังผลิตที่พิกัดของโรงไฟฟ้า มีหน่วยเป็น Mega Watts (MW)

#### 4.2 ทดสอบตามลำดับหัวข้อ

ในการคำนวณหาค่าเป้าหมายของความสูญเสียแต่ละหัวข้อนั้นจะอ้างอิงถึงกราฟต่างๆ ในบทที่ 3 หัวข้อ 3.3 รายละเอียดของการทดสอบมีดังต่อไปนี้

##### 4.2.1 ความสูญเสียจากแรงดันด้านที่เครื่องควบแน่น

อันดับแรกคำนวณหาค่าเป้าหมายแรงดันส่วนท้ายของกังหัน; C3 จากกราฟ R-40 ที่ Average turbine running load; C2 มีค่า 99.11 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น มีค่า 30.44 องศาเซลเซียส เมื่ออ่านค่าจากกราฟจะได้ค่า C3 เท่ากับ 82.00 มิลลิบาร์ หลังจากนั้นนำไปอ่านค่าจากกราฟ R-41 ที่ C3 เท่ากับ 82.00 มิลลิบาร์ และ C2 เท่ากับ 99.11 เปอร์เซ็นต์ จะได้ Target exhaust pressure correction factor ; C4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.002 ทำนองเดียวกัน นำค่า แรงดันส่วนท้ายของกังหัน ที่อ่านได้จริง ซึ่งมีค่า 86.00 มิลลิบาร์ และ C2 ไปอ่านค่าจากกราฟ R-41 จะได้ค่า Actual exhaust pressure correction factor ; C5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.0042 ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย (% Loss/Gain ) คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\% \text{ Loss/Gain} = \{ [C4 / C5] - 1 \} * 100$$

ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย เท่ากับ -0.22164

##### 4.2.2 ความสูญเสียจากอุณหภูมิของไอน้ำหลัก

นำค่า อุณหภูมิของไอน้ำหลัก; M6 ไปอ่านจากกราฟ A1 จากตารางที่ 4.1 ค่า M6 มีค่าเท่ากับ 535 องศาเซลเซียส ทำให้อ่านจากกราฟได้ค่า Main steam temperature correction factor มีค่าเท่ากับ 1.0009 ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย (% Loss/Gain) คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\% \text{ Loss/Gain} = \{ [1 / \text{Main steam temperature correction factor}] - 1 \} * 100$$

ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย เท่ากับ -0.08992

#### 4.2.3 ความสูญเสียจากแรงดันของไอน้ำหลัก

นำค่า Main steam pressure; M7 ไปอ่านจากกราฟ A2 จากข้อ 1.1 M7 มีค่าเท่ากับ 161 bar ทำให้อ่านจากกราฟได้ค่า Main steam pressure correction factor มีค่าเท่ากับ 1.0005 ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย (% Loss/Gain) คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\% \text{ Loss/Gain} = \{[1/ [\text{Main steam pressure correction factor}]-1\} * 100$$

ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย เท่ากับ -0.05351

#### 4.2.4 ความสูญเสียจากอุณหภูมิของไอน้ำที่รีฮีท

ลำดับแรก คำนวณหาค่าเป้าหมายอุณหภูมิของไอน้ำที่รีฮีทโดยนำค่า C1 จากข้อ 1.1 ไปอ่านค่าจากกราฟ A3 จะได้ค่าเป้าหมายเท่ากับ 533 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาหาค่าเบี่ยงเบนของอุณหภูมิ หมายถึงค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของไอน้ำที่รีฮีท; M8 กับเป้าหมาย ซึ่งจะได้อ่านค่าเท่ากับ - 5 องศาเซลเซียส นำไปอ่านค่าจากกราฟ A4 จะได้ Reheat steam temperature correction factor มีค่าเท่ากับ 1.00157 ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย (% Loss/Gain) คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\% \text{ Loss/Gain} = \{1/ [\text{Reheat steam temperature correction factor}]-1\} * 100$$

ซึ่งจะได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย เท่ากับ -0.15622

#### 4.2.5 ความสูญเสียจากการพ่นน้ำที่ทอรีฮีท

จากข้อ 1.1 นำค่า Average boiler running load; C1 และ ค่าพ่นน้ำที่ทอรีฮีท; M9 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.59 kg/s ไปอ่านค่าจากกราฟ A4 จะได้ Reheat spray water flow correction factor เท่ากับ 1.0005 ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย (% Loss/Gain) คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\% \text{ Loss/Gain} = \{[1/ \text{Reheat spray water flow correction factor}]-1\} * 100$$

ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย เท่ากับ -0.05253

#### 4.2.6 ความสูญเสียจากอุณหภูมิของน้ำก่อนป้อนเข้าหม้อน้ำ

จากข้อมูลการผลิตในข้อ 1.1 ได้แก่อ่านค่า Average boiler running load ;C1 นำไปอ่านค่าจากกราฟ A9 จะได้อ่านค่าเป้าหมายอุณหภูมิของน้ำก่อนป้อนเข้าหม้อน้ำมีค่าเท่ากับ 246 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาหาค่าเบี่ยงเบนของอุณหภูมิ หมายถึงค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำก่อนป้อนเข้าหม้อน้ำ;M12 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 245 องศาเซลเซียส กับเป้าหมาย ซึ่งจะได้อ่านค่าเท่ากับ 1 องศาเซลเซียส และนำไปอ่านค่าจากกราฟ A10 จะได้ Final feed water temperature correction factor มีค่าเท่ากับ 1.0002 ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย (% Loss/Gain ) คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\% \text{ Loss/Gain} = \{[1/ \text{Final feed water temperature correction factor}]-1\} * 100$$

ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย เท่ากับ -0.02629

#### 4.2.7 ความสูญเสียจากอุณหภูมิก๊าซร้อนที่ออกจากปล่อง

ลำดับแรกคำนวณหาเป้าหมายอุณหภูมิก๊าซร้อนที่ออกจากปล่องโดยนำค่า Average boiler running load; C1 นำไปอ่านค่าจากกราฟ A6 จะได้ค่าเป้าหมาย มีค่าเท่ากับ 167 องศาเซลเซียส โดยที่ค่าเปอร์เซ็นต์การรั่วของเครื่องอุ่นอากาศ จะใช้ตามค่าที่มีการทดสอบสมรรถนะของเครื่องอุ่นอากาศครั้งล่าสุดที่มีการทดสอบ สำหรับของโรงไฟฟ้าหน่วยผลิตที่ 8 มีค่าเท่ากับ 5.85 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นหาค่าความเบี่ยงเบนของอุณหภูมิ หมายถึงค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิก๊าซร้อนที่ออกจากปล่อง; M10 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 165 องศาเซลเซียส กับเป้าหมาย ซึ่งจะได้ค่าเท่ากับ -2 องศาเซลเซียส และนำไปอ่านค่าจากกราฟ A7 จะได้ Stack gas exit temperature correction factor มีค่าเท่ากับ 1.0017 ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย (% Loss/Gain) คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\% \text{ Loss/Gain} = \{ \text{Stack gas exit temperature correction factor} - 1 \} * 100$$

ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย เท่ากับ 0.172003

#### 4.2.8 ความสูญเสียจากก๊าซออกซิเจนส่วนเกิน

หาค่าเป้าหมายก๊าซออกซิเจนส่วนเกินโดยนำค่า Average boiler running load; C1 อ่านค่าจากกราฟ A9 จะได้ค่า 3.55 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นหาค่าเบี่ยงเบนก๊าซออกซิเจนส่วนเกินโดยเป็นผลต่างระหว่างก๊าซออกซิเจนส่วนเกิน; M11 กับเป้าหมาย ซึ่งมีค่า 3.57 เปอร์เซ็นต์ จะได้ค่าเบี่ยงเบน 0.02 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปอ่านค่าจากกราฟ A8 ร่วมกับ C1 จะได้ค่า Excess oxygen correction factor จะได้ค่าเท่ากับ 1.0012 ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย (% Loss/Gain) คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\% \text{ Loss/Gain} = \{ [1 / \text{Excess oxygen correction factor}] - 1 \} * 100$$

ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย เท่ากับ -1.1955

#### 4.3 การทดสอบด้วยโปรแกรม

นำค่าข้อมูลจากระบวนการผลิตตามข้อ 4.1 ป้อนเข้าสู่โปรแกรม เพื่อคำนวณค่า เป้าหมายของดัชนีบ่งชี้ความเสี่ยงทั้ง 8 หัวข้อ ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการคำนวณค่าเป้าหมายโดยโปรแกรม

Detail	Item	Unit	Unit 8	
			Target	Actual
<input checked="" type="radio"/>	Cond.Back Press.	mbar.	82.71	85.89
<input type="radio"/>	Main Steam Temp	'C	538.00	535.00
<input type="radio"/>	Main Steam Press.	bar.	160.00	161.00
<input type="radio"/>	Reheat Steam Temp.	'C	533.86	528.00
<input type="radio"/>	Reheat Spray water	kg/s.	0.00	.59
<input type="radio"/>	Final FW Temp	'C	246.02	245.00
<input type="radio"/>	Stack Gas Temp	'C	167.60	165.00
<input type="radio"/>	Excess Oxygen	%	3.00	3.57

เมื่อเปรียบเทียบผลการการคำนวณค่าเป้าหมายระหว่าง โปรแกรม กับการคำนวณด้วยมือ จะได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบผลการคำนวณเป้าหมายระหว่าง โปรแกรมกับการคำนวณมือ

หัวข้อ	โดยมือ	โดยโปรแกรม	% ต่างต่าง
Condenser back Pressure	82	82.71	-0.87
Main Steam Temperature	538	538.00	0.00
Main Steam Pressure	161	160.00	0.62
Reheat Steam Temperature	533	533.86	-0.16
Reheat Spray Water Flow	0.00	0.00	0.00
Final Feed Water Temperature	246	246.02	-0.01
Stack Gas Exit Temperature	167	167.60	-0.36
Excess Oxygen	3.0	3.00	0.00

จากตารางพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์แตกต่าง มีค่าน้อยมาก แสดงว่าการคำนวณค่าเป้าหมายด้วยโปรแกรมมีความถูกต้องสูง และเมื่อคำนวณหา % Loss /Gain จะได้ผลตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการคำนวณ %Loss/Gain โดยโปรแกรม

Item	Unit 8	
	%Loss(-) /Gain(+)	Baht
Cond.Back Press.	-0.2224	
Main Steam Temp	-0.0903	
Main Steam Press.	0.0539	
Reheat Steam Temp.	-0.1566	
Reheat Spray water	-0.0519	
Final FW Temp	-0.0261	
Stack Gas Temp	0.1724	
Excess Oxygen	-1.2025	
<b>Total (Baht)</b>		

เมื่อเปรียบเทียบกับคำนวณด้วยมือ กับผลจากการคำนวณด้วยโปรแกรม มีรายละเอียด  
ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงเปรียบเทียบค่า %Loss/Gain

หัวข้อ	โดยมือ	โดยโปรแกรม	%แตกต่าง
Condenser back Pressure Loss	-0.2216	-0.2224	0.34
Main Steam Temperature Loss	-0.0899	-0.0903	0.41
Main Steam Pressure Loss	-0.0535	0.0539	0.73
Reheat Steam Temperature Loss	-0.1562	-0.1566	0.24
Reheat Spray Water Flow Loss	-0.05253	-0.0519	-1.21
Final Feed Water Temperature Loss	-0.0263	-0.0261	-0.73
Stack Gas Exit Temperature Loss	0.1720	0.1724	0.23
Excess Oxygen Loss	-1.1955	-1.2025	0.58

จากตารางเปรียบเทียบผลการคำนวณค่า % Loss/Gain ระหว่างการคำนวณด้วยมือกับ  
คำนวณด้วยโปรแกรม พบว่ามีเปอร์เซ็นต์แตกต่างกันน้อยมาก แสดงให้เห็นว่าการคำนวณของ  
โปรแกรมมีความถูกต้องมาก

#### 4.4 การทดสอบกับผู้ใช้งาน

หลังจากพัฒนาและทดลองใช้งานระบบฯได้ระยะเวลาหนึ่งแล้ว จึงได้ออกแบบสำรวจความ  
พึงพอใจ ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข การสำรวจความพึงพอใจ ได้แบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็น  
สองกลุ่ม คือ กลุ่มผู้บริหารสังกัดกองการผลิต 2 จำนวน 7 คน และกลุ่มปฏิบัติงาน ได้แก่ พนักงาน  
เดินเครื่อง จำนวน 48 คน ผลการสำรวจสรุปได้ดังนี้

หัวข้อการสำรวจ	คะแนนเฉลี่ย
1.ความสวยงามของ Web Page	3.8
2.สื่อสารข้อมูลได้ง่าย	4.4
3.ความถูกต้องของการแสดงผล	4.5
4.ความรวดเร็วของการแสดงผล	4.3
5.ความง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน	4.1
เฉลี่ย	4.22

น้ำหนักของแบบสำรวจกำหนดไว้ดังนี้

มากที่สุด	5	คะแนน
มาก	4	คะแนน
ปานกลาง	3	คะแนน
พอใช้	2	คะแนน
ควรปรับปรุง	1	คะแนน

ในส่วนข้อเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไขระบบฯ กลุ่มของผู้บริหารเสนอให้มีการเพิ่มค่าตัวเลข  
ควบคุมกับการแสดงผลด้วยกราฟแท่ง เพื่อความสะดวกในการนำข้อมูลไปจัดการบริหารต่อไป ส่วนผู้  
ปฏิบัติงาน ได้เสนอให้เพิ่มเติมช่องทางที่สามารถสรุปผลการดำเนินการเกี่ยวกับความสูญเสีย ซึ่งได้  
ปรับปรุงระบบตามข้อเสนอแนะ เรียบร้อยแล้ว