

## บทที่ 4

### การสร้างแบบจำลองระบบทำความเย็นด้วยเอทิลีน โดยใช้โปรแกรมแอสเพนพลัส

#### 4.1 บทนำ

เมื่อทราบรายละเอียด รวมทั้งหน้าที่ของระบบทำความเย็นด้วยเอทิลีนจากบทที่ 3 แล้ว เนื้อหาในบทนี้ เป็นการสร้างแบบจำลองกระบวนการทำความเย็นด้วยเอทิลีน โดยใช้โปรแกรมแอสเพนพลัส แบ่งเป็น 3 ส่วน ในส่วนแรกจะสร้างแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลออกแบบ ส่วนที่สองเป็นการนำแบบจำลองที่ได้ ทดสอบกับข้อมูลจริง และส่วนที่สามเป็นการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล

#### 4.2 การดำเนินการจำลองกระบวนการ

การดำเนินการจำลองกระบวนการ มีขั้นตอนดังนี้

##### 1. การตั้งปัญหา และการให้คำจำกัดความระบบงาน

(Problem Formulation and System Definition)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการจำลองกระบวนการ ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของศึกษาระบบ การกำหนดขอบเขต ข้อจำกัดต่างๆ และวิธีวัดผลของระบบงาน

##### 2. ความเป็นไปได้ของทรัพยากร (Resource Availability) ได้แก่

- ข้อมูล

การจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation) วิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับแบบจำลอง และความเพียงพอของข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลออกแบบ หรือ ข้อมูลสถิติ เช่น ข้อมูลการดำเนินงาน ซึ่งจะต้องมีจำนวนมากพอสมควร

- เครื่องมือ (Tool)

ความพร้อมทั้งด้านฮาร์ดแวร์ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วในการประมวลผลสูง และด้านซอฟต์แวร์ ในกรณีไม่เลือกที่จะเขียนโปรแกรมเอง (Inhouse Program) แพคเกจการเขียนแบบกระบวนการที่ใช้กันทั่วไป มีสองประเภท ประเภทแรกได้แก่ ตัวเขียนแบบกระบวนการที่สถานะคงตัว (Steady State Simulator) เช่น แอสเพนพลัส (Aspen Plus) จาก Aspen Technology Inc. (Cambridge, Mass.) เคมีแคด III (ChemCad III) จาก Chem station Inc. (Houston) ไฮซิม (Hysim) จาก Hyprotech Inc. (Calgary, Alta.) และ โปรทู (Pro II) จาก

Simulaton Sciences Inc. (Brea, Calif.) ตัวเลียนแบบเหล่านี้ได้รวบรวมอุปกรณ์พื้นฐานต่างๆ เช่น เครื่องปฏิกรณ์เคมี หอกลับ ๗ และยังมีสมการสภาวะต่างๆ ให้เลือก เพื่อให้สามารถนำไปใช้กับกระบวนการต่างๆ ได้อย่างกว้าง ส่วนข้อแตกต่างของตัวเลียนแบบเหล่านี้ได้แก่ รายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ และลักษณะสำคัญเพิ่มเติมอื่นๆ เช่น การออปติไมซ์ ฐานข้อมูลทางเทอร์โมไดนามิกส์ของตัวเลียนแบบกระบวนการ (Glasscock และ Hale, 1994) ตัวเลียนแบบกระบวนการประเภทที่สอง ได้แก่ ตัวเลียนแบบกระบวนการพลวัต (Dynamic Simulator) เป็นตัวเลียนแบบที่คำนวณแบบพร้อมกัน (Equation Oriented) เช่น ไฮลิส (Hysys) จาก Hyprotech และ สปีดอัป (Speedup) จาก Aspen Technology Inc.

### 3. ใครทำ มีหลายทางเลือกได้แก่

- ทำเอง

ขึ้นอยู่กับว่า มีบุคลากรเพียงพอ และมีคุณภาพหรือไม่ รวมไปถึงปัญหาด้านเวลาด้วย

- จ้างบริษัทที่ปรึกษา

ทางเลือกนี้ มีความน่าเชื่อถือ และปัญหาเรื่องการเลือกซอฟต์แวร์ก็จะไม่เกิดขึ้น แต่ก็มีค่าใช้จ่ายสูง

- ขอความร่วมมือกับมหาวิทยาลัย หรือจ้างมหาวิทยาลัย

### 4. การสร้างแบบจำลอง (Model Formulation)

ศึกษาลักษณะของกระบวนการที่จะทำการศึกษา เขียน หรือ สร้างแบบจำลองที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของกระบวนการตามวัตถุประสงค์การศึกษา และเลือกข้อมูลที่เหมาะสม เช่น เลือกข้อมูลออกแบบ มาใช้ในการสร้างแบบจำลอง หรือ เลือกข้อมูลจริง ที่สำคัญก่อนที่จะนำข้อมูลมาใช้นั้น ต้องทำการตรวจสอบสถานะคงตัว (Steady State Detection) ซึ่งอาจมีการตัดข้อมูลบางตัวที่ออกนอกช่วงของตัวอื่นๆ (สุดโต่ง) หรือตัดข้อมูลที่ผิดปกติออกไป ในกรณีที่ข้อมูลที่นำไปใช้มีความคลาดเคลื่อนอยู่ สามารถทำข้อมูลให้สอดคล้องกับเงื่อนไขสมดุลมวลสาร และพลังงานได้ โดยการใช้เทคนิคการปรับสอดคล้องของข้อมูล (Data Reconciliation)

### 5. ทดสอบความถูกต้อง (Validation)

เป็นการนำแบบจำลองมาทดสอบกับข้อมูลชุดอื่นๆ ที่ไม่ตรงกัน โดยความผิดพลาดทางวิศวกรรมที่ยอมรับได้ไม่เกิน 10% หรือ ความผิดพลาดของเครื่องวัดไม่เกิน 10 % หากการทดสอบให้ผลที่ไม่ตรงกัน อาจมีสาเหตุเนื่องจาก ตัวแบบจำลองที่ใช้สร้างอุปกรณ์ หรือ ข้อมูลที่นำไปใช้อาจมีความคลาดเคลื่อนอยู่ การทดสอบแบบจำลองเป็นการวิเคราะห์เพื่อช่วยให้ผู้สร้าง และผู้ใช้แบบจำลอง มั่นใจว่าแบบจำลองที่ได้นั้นสามารถใช้แทนกระบวนการจริงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้



ตารางที่ 4.1 การสร้างแบบจำลองโดยโปรแกรมแอสเพนพลัส

หน่วย	แบบจำลองอุปกรณ์ ที่ใช้ใน แอสเพนพลัส
M-610 : C2 refrigerant 1st stage suction drum	FLASH2
T-481 : Ethylene reflux subcooler No.1	MHEATX
T-470 : Ethylene splitter reboiler	HEATER
T-650 : Ethylene refrigerant condensor	HEATER
M-620 : C2 refrigerant 2nd stage suction drum	FLASH2
T-406 : Dephlegmator No.1	HEATER
T-407 : Dephlegmator No.2	HEATER
T-408 : Demethanizer prefractionator condensor	HEATER
T-425 : Demethanizer condenser	HEATER
T-471 : Ethylene splitter intermediate reboiler	HEATER
T-472 : Ethylene product vaporizer No.1	HEATER
T-482A/B : C2R Sidedraw desuperheater	HEATER
M-630 : C2 refrigerant 3rd stage suction drum	FLASH2
T-403 : Demethanizer feed chiller	HEATER
T-646A, B, C : C2 refrigerant desuperheater	HEATER
T-480A/B : Ethylene product subcooler	HEATX
T-412 : Ethylene refrigerant subcooler	HEATER
M-640 : C2 refrigerant surge drum	FLASH2
P-478A/S : Ethylene product pumps	PUMP
R-600 : Ethylene refrigerant heat/pump compressor	
- ชั้นที่ 1	COMPR
- ชั้นที่ 2	COMPR
- ชั้นที่ 3	COMPR
- ชั้นที่ 4	COMPR

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองโดยโปรแกรมแอสเฟินพลัส

หน่วย	แบบจำลองอุปกรณ์ ที่ใช้ใน แอสเฟินพลัส
FV4700 (valve)	VALVE
FV4710 (valve)	VALVE
FV4721 (valve)	VALVE
FV4780 (valve)	VALVE
FV4810 (valve)	VALVE
FV6101 (valve)	VALVE
LV4031 (valve)	VALVE
LV4060 (valve)	VALVE
LV4061 (valve)	VALVE
LV4070 (valve)	VALVE
LV4080 (valve)	VALVE
LV6103 (valve)	VALVE
LV6203 (valve)	VALVE
LV6303 (valve)	VALVE
PV6401A (valve)	VALVE
PDV6008 (valve)	VALVE
TV4080 (valve)	VALVE
TV4201 (valve)	VALVE



### ขั้นที่ 3 การเลือกสมการสถานะ (Equation of State)

การเลือกสมการสถานะ จะพิจารณาจากประเภทของสาร และช่วงอุณหภูมิ ความดัน ที่ทำการศึกษา เพื่อที่จะเลือกสมการสถานะที่ให้ผลการคำนวณที่แม่นยำ สำหรับงานวิจัยนี้ สมการสถานะที่ใช้ จะเลือกสมการสถานะเรดลิช-กวง-โซเว (Redlich-Kwong-Soave Equation of State) เนื่องจากเป็นสมการสถานะที่สามารถใช้คำนวณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารที่ไม่มีขั้ว หรือมีขั้วเล็กน้อย เช่น พวกลไฮโดรคาร์บอน รวมทั้งแก๊สที่มีน้ำหนักเบาทั้งหลาย ทุกช่วงอุณหภูมิ และความดันได้อย่างแม่นยำ (Soave, 1972) ยกเว้นในช่วงที่เข้าใกล้จุดวิกฤตจะมีความถูกต้องลดลง สมการสถานะนี้เหมาะที่จะใช้กับกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับแก๊ส (Gas Processing) การกลั่น (Refinery) และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับไฮโดรคาร์บอนตัวอื่นๆ (Aspen Tech, 1993) เช่น ในโรงแก๊ส (Gas Plant) และ โรงผลิตเอทิลีน (Ethylene Plant) เป็นต้น ส่วนช่วงอุณหภูมิ และความดันของเอทิลีนภายในกระบวนการในงานวิจัยนี้อยู่ในช่วง  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ถึง  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  และ  $1.1\text{ kg/cm}^2\text{a}$  ถึง  $17\text{ kg/cm}^2\text{a}$  ซึ่งอยู่ห่างจากจุดวิกฤตของเอทิลีนซึ่งมีอุณหภูมิ และความดันวิกฤตเท่ากับ  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  และ  $52.201\text{ kg/cm}^2\text{a}$  ตามลำดับพอสมควร

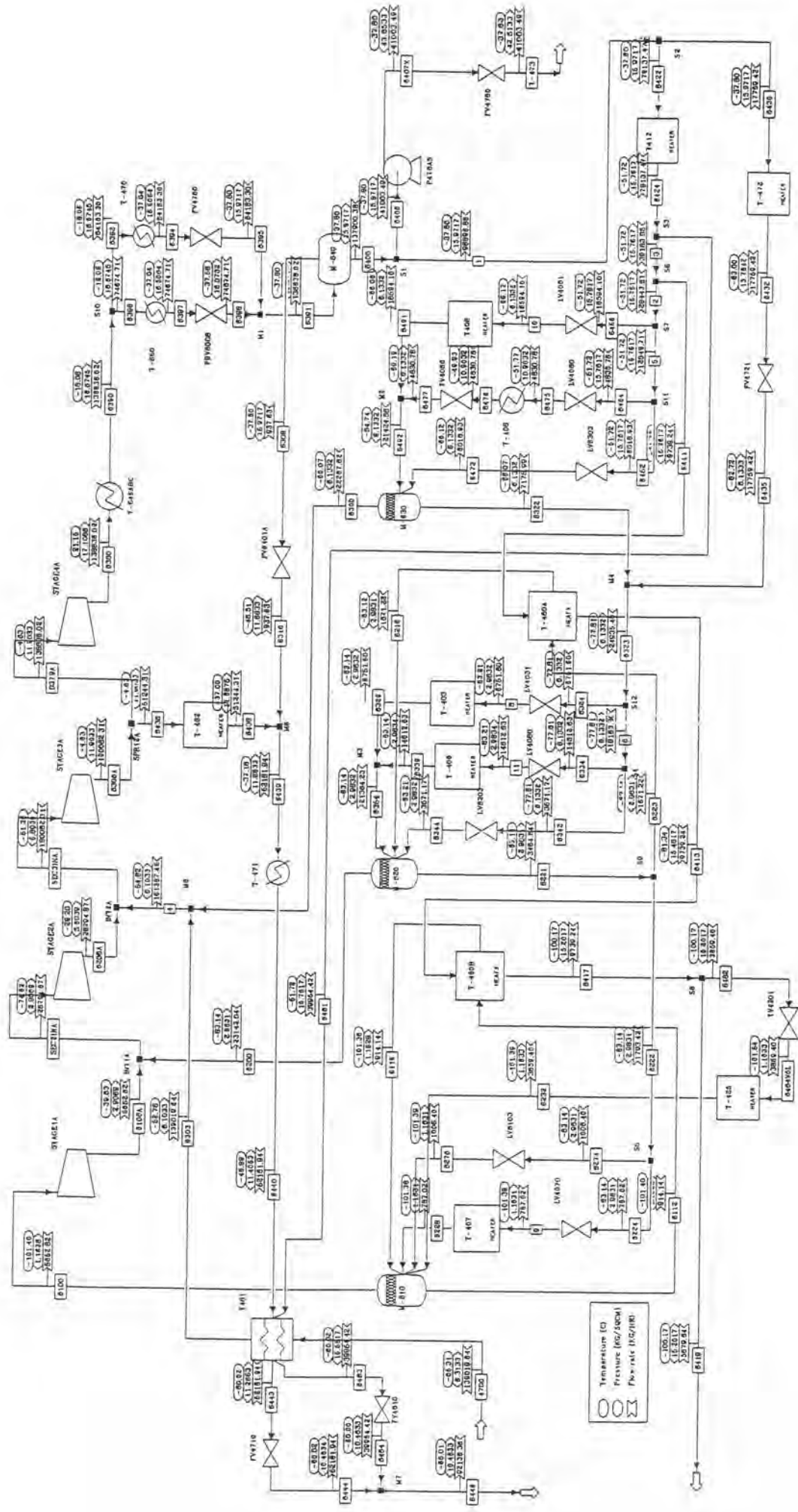
### ขั้นที่ 4 การดำเนินการทดลอง (Run)

เมื่อสร้างแบบจำลองระบบทำความเย็นด้วยเอทิลีนตามขั้นตอนที่หนึ่ง สอง และสามแล้ว ในขั้นนี้ก็จะดำเนินการ โดยนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลออกแบบ หรือกรณีออกแบบ (Design Data หรือ Design Case) หัวข้อถัดไปจะเป็นผลการคำนวณจากโปรแกรมแอสเพนพลัส

#### 4.3.1 ผลการทดลอง และวิจารณ์

ผลการเขียนแบบแบบจำลองระบบทำความเย็นด้วยเอทิลีน โดยโปรแกรมแอสเพนพลัส แสดงดังรูปที่ 4.2 และผลการคำนวณจากโปรแกรมแอสเพนพลัส เปรียบเทียบกับข้อมูลออกแบบในแต่ละสายแสดงดังตารางที่ 4.2

จากผลการทดลอง ผลที่คำนวณจากใช้โปรแกรมแอสเพนพลัส มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง หรือ เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนจากค่าออกแบบในแต่ละสายโดยรวมค่อนข้างน้อย (น้อยกว่า 1%) และมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างสูงสุด 2.32% ที่ความดันขาออกจากคอมเพรสเซอร์ขั้นที่ 3 (สาย 6436) ความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้ เนื่องมาจากความละเอียด และความถูกต้องในการอ่านข้อมูลจากเส้นโค้งลักษณะเฉพาะ (Characteristic Curves หรือ Performance Curves ดูภาคผนวก ค) ของคอมเพรสเซอร์ R-600 ซึ่งนำมาใช้เป็นพารามิเตอร์ในการสร้างแบบจำลองอุปกรณ์ ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนจากข้อมูลออกแบบไปบ้าง



รูปที่ 4.2 แบบจำลองระบบที่ความเย็น โดยโปรแกรมแอสเพนพลัส



ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบผลที่คำนวณได้จากโปรแกรมแอสเฟ้นพลัส กับข้อมูลออกแบบในแต่ละสาย

สาย	ข้อมูลออกแบบ			แอสเฟ้นพลัส			** ความแตกต่าง(%)				
	อุณหภูมิ (C°)	ความดัน (kg/cm <sup>2</sup> a)	อัตราการไหล (kg/h)	*สถานะ	อุณหภูมิ (C°)	ความดัน (kg/cm <sup>2</sup> a)	อัตราการไหล (kg/h)	สถานะ	อุณหภูมิ	ความดัน	อัตราการไหล
4700	-66.43	6.3133	139024.21	V	-65.31	6.3133	139019.64	V	-1.69	0.00	0.00
6100	-101.53	1.1633	5644.34	V	-101.40	1.1628	5652.82	V	-0.13	-0.04	0.15
6112	-101.74	1.1633	909.27	L	-101.40	1.1628	914.14	L	-0.33	-0.04	0.54
6116	-101.51	1.1633	909.27	V	-101.38	1.1628	914.14	V	-0.13	-0.04	0.54
6200	-83.26	2.9833	23123.00	V	-83.14	2.9831	23142.05	V	-0.14	-0.01	0.08
6216	-83.24	2.9833	1659.37	V	-83.12	2.9831	1671.23	V	-0.14	-0.01	0.71
6221	-83.26	2.9833	3452.56	L	-83.14	2.9831	3464.65	L	-0.14	-0.01	0.35
6222	-83.26	2.9833	1793.42	L	-83.14	2.9831	1793.42	L	-0.14	-0.01	0.00
6223	-83.26	2.9833	1659.37	L	-83.14	2.9831	1671.23	L	-0.14	-0.01	0.71
6224	-83.26	2.9833	787.03	L	-83.14	2.9831	787.02	L	-0.14	-0.01	0.00
6228	-101.00	1.1633	787.03	V	-101.36	1.1631	787.02	V	0.36	-0.01	0.00
6232	-101.00	1.1633	3859.40	V	-101.39	1.1633	3859.40	V	0.39	0.00	0.00
6274	-83.26	2.9833	1006.40	L	-83.14	2.9831	1006.40	L	-0.14	-0.01	0.00
6276	-101.00	1.1633	1006.40	M	-101.39	1.1631	1006.40	M	0.39	-0.01	0.00
6300	-66.16	6.1333	22286.66	V	-66.07	6.1332	22267.82	V	-0.14	0.00	-0.08

\* V = ใ้ L = ของเหลว และ M = สารผสม      \*\* % ความแตกต่าง = (แอสเฟ้นพลัส - ข้อมูลออกแบบ) / ข้อมูลออกแบบ \* 100

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) การเปรียบเทียบผลที่คำนวณได้จากโปรแกรมแอสเฟ้นพัสต์ กับข้อมูลออกแบบในแต่ละสาย

สาย	ข้อมูลออกแบบ			แอสเฟ้นพัสต์			** ความแตกต่าง(%)				
	อุณหภูมิ (C°)	ความดัน (kg/cm <sup>2</sup> a)	อัตราการไหล (kg/h)	*สถานะ	อุณหภูมิ (C°)	ความดัน (kg/cm <sup>2</sup> a)	อัตราการไหล (kg/h)	สถานะ	อุณหภูมิ	ความดัน	อัตราการไหล
6303	-52.78	6.1033	139024.21	V	-52.78	6.1033	139019.64	V	0.00	0.00	0.00
6308	-37.78	16.0033	937.57	V	-37.80	15.9717	937.63	V	0.05	-0.20	0.01
6310	-46.41	11.6833	937.57	V	-46.51	11.6833	937.63	V	0.22	0.00	0.01
6322	-66.16	6.1333	7158.23	L	-66.07	6.1332	7175.99	L	-0.14	0.00	0.25
6323	-77.84	6.1333	24916.02	L	-77.81	6.1332	24935.40	L	-0.04	0.00	0.08
6324	-77.84	6.1333	6751.60	L	-77.81	6.1332	6751.60	L	-0.04	0.00	0.00
6329	-83.09	2.9833	6751.60	V	-83.14	2.9832	6751.60	V	0.06	0.00	0.00
6334	-77.84	6.1333	14593.25	L	-77.81	6.1332	14612.63	L	-0.04	0.00	0.13
6339	-83.09	2.9833	14593.25	V	-83.14	2.9834	14612.63	V	0.06	0.00	0.13
6342	-77.84	6.1333	3571.17	L	-77.81	6.1332	3571.17	L	-0.04	0.00	0.00
6344	-83.33	2.9833	3571.17	M	-83.21	2.9832	3571.17	M	-0.14	0.00	0.00
6354	-83.09	2.9833	21344.85	V	-83.14	2.9832	21364.23	V	0.06	0.00	0.09
6380	21.06	16.9433	138839.09	V	21.15	17.1086	138838.02	V	0.43	0.98	0.00
6390	-18.06	16.5233	138839.09	V	-18.06	16.6745	138838.02	V	0.00	0.92	0.00
6391	-37.63	16.0680	138838.09	M	-37.80	15.9717	138838.02	M	0.45	-0.60	0.00

\* V = ใอ L = ของเหลว และ M = สารผสม      \*\* % ความแตกต่าง = (แอสเฟ้นพัสต์ - ข้อมูลออกแบบ) / ข้อมูลออกแบบ \*100

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) การเปรียบเทียบผลที่คำนวณได้จากโปรแกรมแอสเฟ้นพลัส กับข้อมูลออกแบบในแต่ละสาย

สาย	ข้อมูลออกแบบ			แอสเฟ้นพลัส			** ความแตกต่าง(%)				
	อุณหภูมิ (C°)	ความดัน (kg/cm <sup>2</sup> a)	อัตราการไหล (kg/h)	*สถานะ	อุณหภูมิ (C°)	ความดัน (kg/cm <sup>2</sup> a)	อัตราการไหล (kg/h)	สถานะ	อุณหภูมิ	ความดัน	อัตราการไหล
6392	-18.06	16.5233	64164.38	V	-18.06	16.6740	64163.30	V	0.00	0.91	0.00
6394	-37.04	16.3533	64164.38	L	-37.04	16.5064	64163.30	L	0.00	0.94	0.00
6395	-37.63	16.0733	64164.38	M	-37.80	15.9717	64163.30	M	0.45	-0.63	0.00
6396	-18.06	16.5233	74674.71	V	-18.06	16.6740	74674.71	V	0.00	0.91	0.00
6397	-37.04	16.3533	74674.71	L	-37.04	16.5064	74674.71	L	0.00	0.94	0.00
6398	-37.63	16.0733	74674.71	M	-37.58	16.0730	74674.71	M	-0.13	0.00	0.00
6400	-37.78	16.0033	137899.42	L	-37.80	15.9717	137900.38	L	0.05	-0.20	0.00
6406	-37.78	16.0033	41003.49	L	-37.80	15.9717	41003.49	L	0.05	-0.20	0.00
6407X	-37.78	43.8533	41003.49	L	-37.80	43.8533	41003.49	L	0.05	0.00	0.00
6411	-51.72	15.7933	9739.24	L	-51.72	15.7620	9739.24	L	0.00	-0.20	0.00
6413	-80.00	15.5133	9739.24	L	-81.34	15.4817	9739.24	L	1.68	-0.20	0.00
6417	-98.00	15.2333	9739.24	L	-100.17	15.2017	9739.24	L	2.21	-0.21	0.00
6419	-98.00	15.1633	5879.84	L	-100.17	15.2017	5879.84	L	2.21	0.25	0.00
6422	-37.78	16.0033	79137.47	L	-37.80	15.9717	79137.47	L	0.05	-0.20	0.00

\* V = ใ้ L = ของเหลว และ M = สารผสม \*\* % ความแตกต่าง = (แอสเฟ้นพลัส - ข้อมูลออกแบบ) / ข้อมูลออกแบบ \*100

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) การเปรียบเทียบผลที่คำนวณได้จากโปรแกรมเอสเฟินพลัส กับข้อมูลออกแบบในแต่ละสาย

สาย	ข้อมูลออกแบบ			เอสเฟินพลัส			** ความแตกต่าง(%)				
	อุณหภูมิ (C°)	ความดัน (kg/cm <sup>2</sup> a)	อัตราการไหล (kg/h)	*สถานะ	อุณหภูมิ (C°)	ความดัน (kg/cm <sup>2</sup> a)	อัตราการไหล (kg/h)	สถานะ	อุณหภูมิ	ความดัน	อัตราการไหล
6424	-51.27	15.7933	79137.47	L	-51.72	15.7617	79137.47	L	0.88	-0.20	0.00
6430	-37.78	16.0033	17758.17	L	-37.80	15.9717	17759.42	L	0.05	-0.20	0.01
6432	-83.00	15.7877	17758.20	L	-83.00	15.7842	17759.42	L	0.00	-0.02	0.01
6435	-82.72	6.1333	17758.17	L	-82.72	6.1332	17759.42	L	0.00	0.00	0.01
6436	-4.74	11.8950	51236.13	V	-4.63	11.9033	51244.31	V	-2.32	0.07	0.02
6438	-37.00	11.6133	51236.13	V	-37.00	11.6875	51244.31	V	0.00	0.64	0.02
6439	-37.24	11.5833	52173.94	V	-37.18	11.6833	52181.94	V	-0.16	0.86	0.02
6440	-48.99	11.3033	52173.94	L	-48.99	11.4053	52181.94	L	0.00	0.90	0.02
6443	-60.18	11.1633	52173.94	L	-60.02	11.2653	52181.94	L	-0.27	0.91	0.02
6444	-60.18	10.4633	52173.94	L	-60.02	10.4634	52181.94	L	-0.27	0.00	0.02
6446	-60.17	10.4633	92147.06	L	-60.01	10.4633	92136.36	L	-0.27	0.00	-0.01
6452	-51.71	15.7933	8018.93	L	-51.72	15.7617	8018.93	L	0.02	-0.20	0.00
6454	-51.71	15.7933	4832.17	L	-51.72	15.7617	4830.78	L	0.02	-0.20	-0.03
6456	-51.71	15.7933	16594.10	L	-51.72	15.7617	16594.10	L	0.02	-0.20	0.00

\* V = ไ้ L = ของเหลว และ M = ตัวผสม      \*\* % ความแตกต่าง = (เอสเฟินพลัส - ข้อมูลออกแบบ) / ข้อมูลออกแบบ \* 100

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) การเปรียบเทียบผลที่คำนวณได้จากโปรแกรมแอสเฟ้นท์ส กับข้อมูลออกแบบในแต่ละสาย

สาย	ข้อมูลออกแบบ			แอสเฟ้นท์ส			** ความแตกต่าง(%)			
	อุณหภูมิ (C°)	ความดัน (kg/cm <sup>2</sup> a)	อัตราการไหล (kg/h)	อุณหภูมิ (C°)	ความดัน (kg/cm <sup>2</sup> a)	อัตราการไหล (kg/h)	สถานะ	อุณหภูมิ	ความดัน	อัตราการไหล
6461	-51.72	15.7933	39954.42	-51.72	15.7617	39954.42	L	0.00	-0.20	0.00
6463	-60.18	15.5833	39954.42	-60.02	15.5517	39954.42	L	-0.27	-0.20	0.00
6464	-60.16	10.4633	39954.42	-60.00	10.4633	39954.42	L	-0.27	0.00	0.00
6464V5L	-101.13	1.1633	3859.40	-101.54	1.1633	3859.40	M	0.41	0.00	0.00
6472	-66.20	6.1333	8018.93	-66.12	6.1332	8018.93	M	-0.12	0.00	0.00
6475	-51.77	10.9033	4832.17	-51.77	10.9032	4830.78	L	0.00	0.00	-0.03
6476	-50.00	10.9033	4832.17	-49.93	10.9032	4830.78	V	-0.14	0.00	-0.03
6477	-60.12	6.1333	4832.17	-60.19	6.1332	4830.78	V	0.12	0.00	-0.03
6482	-98.00	15.1633	3859.40	-100.17	15.2017	3859.40	L	2.21	0.25	0.00
6491	-66.08	6.1333	16594.10	-66.06	6.1332	16594.10	L	-0.03	0.00	0.00
6492	-64.74	6.1333	21426.27	-64.74	6.1332	21424.88	V	0.00	0.00	-0.01
T-473	-37.78	42.5133	41003.49	-37.83	42.5133	41003.49	L	0.13	0.00	0.00

\* V = ใอ L = ของเหลว และ M = สารผสม      \*\* % ความแตกต่าง = (แอสเฟ้นท์ส - ข้อมูลออกแบบ) / ข้อมูลออกแบบ \*100

#### 4.4 การทดสอบแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลวัด

หลังจากได้แบบจำลองที่มีความใกล้เคียงกับข้อมูลออกแบบแล้ว นำแบบจำลองดังกล่าว มาทดสอบกับข้อมูลจริงของโรงงาน โดยเฉลี่ยจากข้อมูลที่ค่อนข้างคงที่ ซึ่งเก็บทุก 12 นาที (ระยะเวลาประมาณ 1 วัน) จำนวน 120 ชุด และตัดค่าจากการวัดที่ออกนอกกลุ่ม หรือ สุดโต่งออกไป ก่อนที่จะนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยป้อนค่าตัวแปรวัดที่สามารถใช้เป็นอินพุตของอุปกรณ์ เป็นอินพุต หรือ พารามิเตอร์ในแบบจำลองโดยตรง เช่น การป้อนค่าความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ R-600 ไปเป็นความเร็วรอบซึ่งเป็นอินพุตในแบบจำลองคอมเพรสเซอร์ขั้นที่ 1 ถึง ขั้นที่ 4 การป้อนค่า อุณหภูมิที่วัดได้ของอุปกรณ์ T-470 ไปเป็นอินพุตในแบบจำลอง T-470 การป้อนค่าอัตราการไหล ที่วัดได้ของเอทิลีน ไปยังปั๊ม P-478AS เป็นอินพุตในแบบจำลองตัวแยกสาย S10 เป็นต้น แล้วนำผลการเลียนแบบที่ได้มาตรวจสอบความคลาดเคลื่อน กับค่าตัวแปรวัดที่แสดงผลัพท์ที่ออกจาก อุปกรณ์ หรือเป็นตัวแปรเอาต์พุตของอุปกรณ์ ยกตัวอย่างเช่น ตัวแปรวัดอุณหภูมิ และ ความดันที่ ออกจากคอมเพรสเซอร์ขั้นที่ 3 และ 4 ของแบบจำลองคอมเพรสเซอร์ขั้นที่ 3 และ 4 (STAGE 3 และ STAGE 4) ตามลำดับ ตัวแปรวัดอัตราการไหลของเอทิลีนที่ออกจากถัง M-610 ถึง M-620 และ ถึง M-630 ตามลำดับ เป็นต้น

##### 4.4.1 ผลการทดลอง และวิจารณ์

ผลการเลียนแบบของการทดสอบแบบจำลอง กับข้อมูลจริงแสดงดังรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.3 เป็นการเปรียบเทียบค่าจากการวัดของตัวแปรที่เป็นเอาต์พุตของอุปกรณ์ กับผลจากแบบจำลอง

เมื่อตรวจสอบค่าตัวแปรวัดที่เป็นเอาต์พุตของอุปกรณ์ กับผลจากแบบจำลอง (ดูผลการทดลองตารางที่ 4.3) พบว่ามีหลายเครื่องมือวัด ได้แก่ Tag 1) TI6004A 2) PI6003A 4) PI6004A 5) A64001B 7) FI6007 9) FI6002 12) FI6001 และ 18) FY4810B ที่ผลจากแบบจำลอง กับค่า จากการวัด มี %ความแตกต่างมากกว่า %ความแม่นยำของอุปกรณ์วัด โดยเฉพาะในอุปกรณ์วัด อัตราการไหลใน Tag 18) FY4810B มีความแตกต่างสูงสุดเท่ากับ 11.852% ขณะที่ความแม่นยำของ อุปกรณ์มีค่า 1.005%

นอกจากนี้หากตรวจสอบสมดุลมวลสารรอบกระบวนการทำความเข้าใจด้วยเอทิลีน โดยการ คำนวณจากภายนอก ดังนี้คือ

- อุปกรณ์วัดมวลสารเข้ากระบวนการ ได้แก่ อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของเอทิลีนเข้า กระบวนการจากหอ A-470 คือ Tag FI6003 / สาย 6303 / 133253.00 kg/h
- อุปกรณ์วัดมวลสารออกจากกระบวนการ ได้แก่ อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของเอทิลีนที่ ออกจากกระบวนการไปยังอุปกรณ์ T-473 คือ Tag, FC4781 / สาย 6407X / 42194.61 kg/h อุปกรณ์

วัดอัตราการไหลของไอเอทิลีนที่ส่งกลับไปยังหอ A-470 คือ Tag. FY4810B / สาย 6446 / 90118.09 kg/h และ อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของเอทิลีนที่ส่งไปยังถังเก็บ Q-1530 คือ Tag. FC6101 / สาย 6419 / 4714.60 kg/h

พบว่าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขสมดุลมวลสาร คือ

มวลสารเข้า: 133253.00 kg/h ไม่เท่ากับ

มวลสารออก:  $(42194.61 + 90118.09 + 4714.60) = 137027.30$  kg/h แสดงถึงว่าตัวอุปกรณ์วัดอาจมีความคลาดเคลื่อนอยู่

ดังที่ได้กล่าวไปแสดงให้เห็นว่า แบบจำลองที่ใช้ยังเป็นตัวแทนของข้อมูลจริงได้ไม่เต็มที่ ซึ่งอาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์วัดเอง หรือ ประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์มีการคลาดเคลื่อนไปจากเดิม เทคนิคการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ เพื่อให้กระบวนการเป็นไปตามเงื่อนไขสมดุลมวลสาร และพลังงาน และลดความแตกต่างระหว่างค่าจากการวัด กับค่าจากการประมาณให้น้อยที่สุด รายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อถัดไป





ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับผลจากแบบจำลองของตัวแปรวัด ที่เป็นเอาท์พุท  
ของอุปกรณ์

Tag / สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ผลจาก แบบจำลอง	ความ แตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำ ของอุปกรณ์** (±% of Span)
1) TI6004A / 6436	Temp. ที่ทางจ่าย ของคอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 3	C°	-1.97	-5.12	-3.938	1.503
2) PI6003A / 6436	Pres. ที่ทางจ่ายของ คอมเพรสเซอร์ชั้น ที่ 3	KG/CM <sup>2</sup>	12.1308	12.0405	-0.602	0.1
3) TI6009A / 6380	Temp. ที่ทางจ่าย ของคอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 4	C°	18.65	19.31	0.824	1.503
4) PI6004A / 6380	Pres. ที่ทางจ่ายของ คอมเพรสเซอร์ชั้น ที่ 4	KG/CM <sup>2</sup>	17.1038	16.9446	-0.796	0.1
5) A64001B / 6400	Mol frac. ของ CH <sub>4</sub>	PPM	6.716	6.135	-0.116	0.027
6) A64001D / 6400	Mol frac. ของ C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	PPM	242.017	243.319	0.260	1.0
7) FI6007 / 6300	ไอ C2 จากถัง M-630 ไปยัง คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 3	KG/HR	26927.55	24119.13	-2.808	1.005
8) TI6301 / 6323	C2 ไปถัง M-620	C°	-71.28	-74.0636	-1.112	1.503

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับผลจากแบบจำลอง ของตัวแปรวัดที่เป็นเอาต์พุตของอุปกรณ์

Tag /สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ผลจากแบบจำลอง	ความแตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำของอุปกรณ์** (±% of Span)
9) FI6002 / 6200	ไอ C2 จากถัง M-620 ไปยังคอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 2	KG/HR	20044.20	25970.36	11.852	1.005
10) TI6002A / 6200	ไอ C2 จากถัง M-620 ไปยังคอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 2	C°	-80.58	-82.6641	-0.832	1.503
11) TI4801 / 6417	C2 หลังจากให้ความร้อนใน T-480B	C°	-97.60	-96.25	0.542	1.503
12) FI6001 / 6100	ไอ C2 จากถัง M-610 ไปยังคอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 1	KG/HR	6194.81	5352.12	-9.363	1.005
13) FC6101 / 6419	C2 product ที่ส่งไปยังระบบเก็บผลิตภัณฑ์	KG/HR	4714.60	4724.40	0.033	1.005
14) TI4716 / 6439	Temp. ของไอ C2 ก่อนเข้า T-471	C°	-35.91	-37.86	-1.303	1.503
15) FC4710 / 6439	ไอ C2 ก่อนเข้า T-471	KG/HR	40571.22	39616.99	-1.590	1.005

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับผลจากแบบจำลอง ของตัวแปรวัดที่เป็นเอาต์พุตของอุปกรณ์

Tag /สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ผลจาก แบบจำลอง	ความ แตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำ ของอุปกรณ์ ** ( $\pm\%$ of Span)
16) TI4802 / 6443	C2 เหลวหลังจาก เป็นตัวทำความร้อน ใน T-481 สาย B	C°	-58.38	-57.97	0.275	1.503
17) TI4803 / 6463	C2 เหลวหลังจาก เป็นตัวทำความร้อน ใน T-481 สาย C	C°	-58.29	-57.97	0.213	1.503
18) FY4810B / 6446	C2 รีฟลักซ์รวม ก่อน เข้าหอแยก C2 (A-470)	KG/HR	90118.09	86333.99	-3.027	1.005
19) TI6003A / 4	Temp. ก่อนเข้า คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 3	C°	-55.20	-55.25	-0.037	1.503

\* ความแตกต่าง (% of Span) ของการประมาณจากแบบจำลอง กับข้อมูลจากการวัด เทียบกับสเปกของอุปกรณ์

\*\* ความแม่นยำของอุปกรณ์วัด (% of Span) ดูภาคผนวก จ

#### 4.5 การปรับให้สอดคล้องของข้อมูล

##### 4.5.1 บทนำ

หลังจากได้แบบจำลองที่มีความใกล้เคียงกับข้อมูลออกแบแล้ว นำแบบจำลองดังกล่าวมาทดสอบกับข้อมูลจริงในโรงงาน พบว่าแบบจำลองที่ได้ใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลจริงได้ไม่ดีนัก (ดูหัวข้อ 4.4) เนื่องจาก เป็นไปได้ว่าข้อมูลจริงที่เก็บได้อาจมีความคลาดเคลื่อนสุ่ม หรือมีความคลาดเคลื่อนรวมในการอ่านค่าจากอุปกรณ์วัดอยู่ ซึ่งทำให้ผลที่ได้ไม่ถูกต้อง และขาดความแม่นยำ จึงนำเทคนิคการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลมาใช้ (รายละเอียดดูในหัวข้อ 2.2) การปรับ

ให้สอดคล้องของข้อมูลเป็นวิธีการหนึ่ง ของการปรับความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มในอุปกรณ์วัด จนกระทั่งค่าที่ปรับนั้นอยู่ในเงื่อนไขสมมูลมวลสาร และพลังงาน และความคลาดเคลื่อนยกกำลังสองถ่วงน้ำหนักระหว่างตัวแปรวัด (Measured variables) กับค่าตัวแปรจากการประมาณ (Reconciled variables หรือ ตัวแปรสอดคล้อง) ถูกทำให้มีค่าน้อยที่สุด (Piccolo และ Douglas, 1996) เพื่อให้ได้แบบจำลองที่มีความใกล้เคียงกับความจริง และสามารถใช้เป็นตัวแทนของกระบวนการจริงได้

เพื่อหลีกเลี่ยงแบบที่สถานะคงตัว ที่มีโมดูลของแก้ปัญหาคงอยู่ไม่ซ้อยู่ เช่น แอสเพนพลัส ที่ใช้วิธีการลู่ออกหาคำตอบแบบควอดเรติกแบบต่อเนื่อง (Successive Quadratic Programming, SQP) สามารถนำมาใช้ในการเขียนสูตรสำหรับปัญหาการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล และประมาณพารามิเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Chuaprasert และคณะ, 1998) ซึ่งแบบจำลองกระบวนการจะเป็นไปตามเงื่อนไขสมมูลมวล และพลังงานโดยอัตโนมัติ รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการสร้าง และแก้ปัญหานี้ก็จะลดลงอย่างมาก

#### 4.5.2 การเขียนสูตรสำหรับปัญหา

ปัญหาการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล เป็นปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดอย่างหนึ่ง สามารถเขียนเป็นปัญหาหาค่าเหมาะที่สุดถ่วงน้ำหนักน้อยที่สุดในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ดังนี้ (Piccolo และ Douglas, 1996)

เลือก  $x$

มินิไมซ์ ความคลาดเคลื่อนยกกำลังสองถ่วงน้ำหนัก  
หรือ ฟังก์ชันจุดประสงค์ =  $[(x-y)^T Q (x-y)]$  (4.1)

โดยมีเงื่อนไข  $h(x) = 0$  และ  $g(x) \geq 0$

เมื่อ  $x$  คือ เวกเตอร์ของตัวแปรสอดคล้อง (Reconciled variables) หรือ ตัวแปรจากการประมาณ

$y$  คือ เวกเตอร์ของตัวแปรวัด (Measured variables)

$Q$  คือ แมทริกซ์ถ่วงน้ำหนัก เท่ากับ ส่วนกลับของ 5% ของตัวแปรวัดแต่ละตัวยกกำลังสอง

$h(x)$  คือ เซตของสมการเงื่อนไขบังคับแบบเท่ากัน ในแบบจำลองกระบวนการ เช่น สมการแบบจำลองอุปกรณ์ ซึ่งมักจะเป็นสมการไม่เชิงเส้นซับซ้อน ที่เกี่ยวข้องกับ สมการสมมูลมวล และพลังงาน สมการสมดุล และสมการเทอร์โมไดนามิกส์ สำหรับกระบวนการที่มีหลายองค์ประกอบ หลายเฟส และอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีสายป้อนกลับ เป็นต้น

$g(x)$  คือ เซตของสมการเงื่อนไขบังคับแบบไม่เท่ากัน ในแบบจำลองกระบวนการ ยกตัวอย่างเช่น

ความดันขาออกจากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ต้องไม่มากกว่าความดันขาเข้า หรือ อุณหภูมิขาออกของสายร้อนอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน จะต้องไม่เย็นกว่า อุณหภูมิขาเข้าของสายเย็น ความบริสุทธิ์ของสาร อัตราการไหลของผลิตภัณฑ์ หรือ ขอบเขตของอุณหภูมิที่ยอมรับได้ เป็นต้น

และมีสมมุติฐานดังนี้

1. กระบวนการอยู่ที่สภาวะคงตัว
2. ในการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนรวมอยู่ จะไม่รวมอยู่ในฟังก์ชันจุดประสงค์
3. ทราบแฟกเตอร์ถ่วงน้ำหนักของตัวแปรวัด
4. ความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นอิสระ มีการกระจายตัวแบบปกติ และมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์

#### 4.5.3 การปรับให้สอดคล้องของข้อมูลของระบบทำความเย็นด้วยเอทีลิน

ในการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลนั้น หากทราบข้อมูลของตัวแปรต่างๆ จำนวนมากเท่าไร ก็จะทำให้สามารถหาแบบจำลองที่มีความใกล้เคียงความจริงมากขึ้น แต่ในความเป็นจริงอาจไม่มีการวัดตัวแปรต่างๆ มากขนาดนั้น ด้วยเหตุผลของต้นทุน หรือเหตุใดก็ตาม ดังนั้นในบางกรณีที่เป็น อาจต้องมีการคำนวณ หรือ ประมาณตัวแปรบางตัวเบื้องต้น โดยการคำนวณจากภายนอกเพื่อนำไปใช้ต่อไป สำหรับในระบบทำความเย็นด้วยเอทีลิน ไม่มีอุปกรณ์วัดอัตราการไหลในบางจุดของกระบวนการ ซึ่งทำให้ไม่ทราบอัตราการไหลไปยังอุปกรณ์อื่นๆ จึงต้องคำนวณหาอัตราการไหล จากวาล์วตัวที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลของตัวแปรวัด โดยคำนวณจากการนำข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเปิดของวาล์วที่ทราบไปหาค่าสัมประสิทธิ์วาล์ว ( $C_v$ ) จากคู่มือของบริษัทผู้ผลิต (Yamatake Honeywell) แล้วคำนวณกลับ หาอัตราการไหลจากความสัมพันธ์  $C_v = Q (G/\Delta P)^{1/2}$  (ดูได้จากภาคผนวก ข) วาล์วต่างๆ ที่ต้องการคำนวณได้แก่

- วาล์ว LV6103 เพื่อคำนวณหาอัตราการไหลผ่านวาล์ว เข้าถึง M-610
- วาล์ว LV6203 เพื่อคำนวณหาอัตราการไหลผ่านวาล์ว เข้าถึง M-620
- วาล์ว LV4031 เพื่อคำนวณหาอัตราการไหลผ่านวาล์ว เข้าถึง M-620
- วาล์ว LV6303 เพื่อคำนวณหาอัตราการไหลผ่านวาล์ว เข้าถึง M-630
- วาล์ว LV4080 เพื่อคำนวณหาอัตราการไหลผ่านวาล์ว เข้าถึง M-630

ทำการสร้างสูตรสำหรับปัญหา และแก้ปัญหการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล ของแบบจำลองระบบทำความเย็น (รูปที่ 4.2) ซึ่งอาจมีการตัดข้อมูลจากการวัดที่น่าสงสัย หรือ เป็นไปไม่ได้ ออก แล้วปรับตัวแปรที่ไม่ทราบค่า และตัวแปรวัดได้ (Measured variables) ซึ่งเป็นอินพุตในแบบจำลอง การปรับตัวแปรวัดได้ที่เป็นอินพุตในแบบจำลอง ยกตัวอย่างเช่น การปรับความเร็วรอบของ

แบบจำลองคอมเพรสเซอร์ STAGE 1 ถึง STAGE 4 การปรับตัวแปรวัดอุณหภูมิของแบบจำลอง T-470 การปรับอัตราการใช้ของเอทิลีนไปยังอุปกรณ์ T-470 ของแบบจำลองตัวแยกสาย S10 เป็นต้น การปรับตัวแปรเหล่านี้ มีผลกระทบต่อตัวแปรที่ต้องการทำให้สอดคล้อง (คือ ตัวแปรวัดได้) ที่แสดงค่าเอาต์พุตของแบบจำลอง เช่น ตัวแปรวัดอุณหภูมิ และความดันที่ออกจากแบบจำลองคอมเพรสเซอร์ขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 ตัวแปรวัดอัตราการใช้ของเอทิลีนที่ออกจากถัง M-610 ถึง M-620 และถึง M-630 ตามลำดับ เป็นต้น ตัวแปรปรับเหล่านี้จะถูกพิจารณาให้เป็นพารามิเตอร์ ซึ่งจะถูกระบุไปพร้อมๆ กันกับการทำการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล เพื่อมิฉะนั้นฟังก์ชันจุดประสงค์สมการที่ 4.1 ให้เป็นไปตามเงื่อนไข และขอบเขต นอกจากนี้จำนวนของตัวแปรปรับก็มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการคำนวณด้วย คือ ถ้าจำนวนตัวแปรปรับมากเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบก็จะมากขึ้นด้วย ตัวแปรที่ไม่ทราบค่า หรือ ตัวแปรที่ปรับได้แก่

- อุณหภูมิของเอทิลีนใน Ethylene reflux subcooler No.1 (T-482)
- อุณหภูมิของเอทิลีนใน Ethylene refrigerant subcooler (T-412)
- อุณหภูมิของเอทิลีนเหลวจาก Ethylene product vaporizer No.1 (T-472)
- แฟกเตอร์การแก้ไขประสิทธิภาพ (Correction Factor) ของคอมเพรสเซอร์ แต่ละขั้น อยู่ในช่วง 0.95 ถึง 1.05 ของประสิทธิภาพเดิม

เนื่องจากการแก้ปัญหาการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล โดยการปรับค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า เป็นปัญหาที่มีคำตอบได้มากมาย (Underdetermined Solution) ดังนั้นจึงนำแบบจำลองที่ได้หลังจากการแก้ปัญหาการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล มาทดสอบกับข้อมูลที่สภาวะคงตัวชุดอื่นที่ต่างกันอีกชุดหนึ่ง (ข้อมูลชุดที่สอง) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง และความเป็นไปได้ของตัวแปรไม่ทราบค่าเหล่านี้

การเขียนสูตรสำหรับปัญหาของระบบทำความเย็นเอทิลีน แสดงได้ดังนี้

เลือก  $x$

มิโนมิซ ความคลาดเคลื่อนยกกำลังสองถ่วงน้ำหนัก หรือ

$$\text{ฟังก์ชันจุดประสงค์} = [(x-y)^T Q (x-y)] \quad (4.1)$$

โดยมีเงื่อนไข  $h(x) = 0$  และ  $g(x) \geq 0$

เมื่อ  $x$  คือ เวกเตอร์ของตัวแปรสอดคล้อง (Reconciled variables) หรือ ตัวแปรจากการประมาณ ซึ่งเป็นผลการคำนวณจากแบบจำลอง ของตัวแปรวัดต่างๆ

$y$  คือ เวกเตอร์ของตัวแปรวัด (Measured variables) ที่มาจากผลการวัด ของเครื่องมือวัดต่างๆ

$Q$  คือ แฟกเตอร์ถ่วงน้ำหนัก เท่ากับ ส่วนกลับของ 5% ของตัวแปรวัดแต่ละตัวยกกำลังสอง

$h(x)$  คือ เซตของสมการเงื่อนไขบังคับแบบเท่ากันในแบบจำลองกระบวนการ เช่น สมการแบบจำลองอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ถังฟลัช (เช่น แบบจำลอง M-610 และ M-620 เป็นต้น) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (เช่น T-646 ABC และ T-470) วาล์ว (เช่น วาล์ว FV4721 และ FV4810) คอมเพรสเซอร์ (เช่น แบบจำลองคอมเพรสเซอร์ขั้นที่ 1 ถึง 4) และ ปั๊ม (เช่น ปั๊ม P-478AS) เป็นต้น สมการสมดุลมวลสาร และพลังงานของอุปกรณ์ต่างๆ และสมการเทอร์โมไดนามิกส์ ได้แก่ สมการสภาวะเรดดิช-กวง-โซฟ เนื่องจากข้อดีของการใช้ตัวเขียนแบบกระบวนการ คือ ตัวเขียนแบบจะมีโมดูลของแบบจำลองกระบวนการต่างๆ อยู่แล้ว และจะทำการคำนวณให้เป็นไปตามเงื่อนไข  $h(x) = 0$  โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงสะดวกกับผู้ใช้ เพราะแบบจำลองต่างๆ (เช่น แบบจำลองอุปกรณ์ สมการเทอร์โมไดนามิกส์ โมดูลการออปติไมซ์ และการรู้เข้าหาคำตอบ) มีอยู่แล้วในตัวเขียนแบบกระบวนการ

$g(x)$  คือ เซตของสมการเงื่อนไขบังคับแบบไม่เท่ากัน ในแบบจำลองกระบวนการ ยกตัวอย่างเช่น ความดันขาออกจากรีเอเจนต์แลกเปลี่ยนความร้อนทั้งหมดในกระบวนการ ต้องไม่มากกว่าความดันขาเข้า เช่น ในอุปกรณ์ T-646 ABC T-470 และ T-650 เป็นต้น หรือ อุณหภูมิขาออกของสายร้อนอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ต้องไม่เย็นกว่าอุณหภูมิขาเข้าของสายเย็น เช่น ในอุปกรณ์ T-480A และ T-480B เป็นต้น อัตราการไหลของเอทิลีนผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแต่ละตัวต้องมากกว่า ศูนย์ เพื่อให้อุปกรณ์นั้นสามารถทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนได้ หรือ ขอบเขตของอุณหภูมิที่ยอมรับได้ในแต่ละอุปกรณ์ เป็นต้น และ เช่นเดียวกับกับ  $h(x)$  คือ ตัวเขียนแบบกระบวนการ จะมีการตรวจสอบให้โดยอัตโนมัติ จึงสะดวกกับผู้ใช้ และหากมีเหตุการณ์ที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขบังคับแบบไม่เท่ากันเกิดขึ้น ตัวเขียนแบบกระบวนการก็จะเตือนให้ผู้ใช้ทราบ

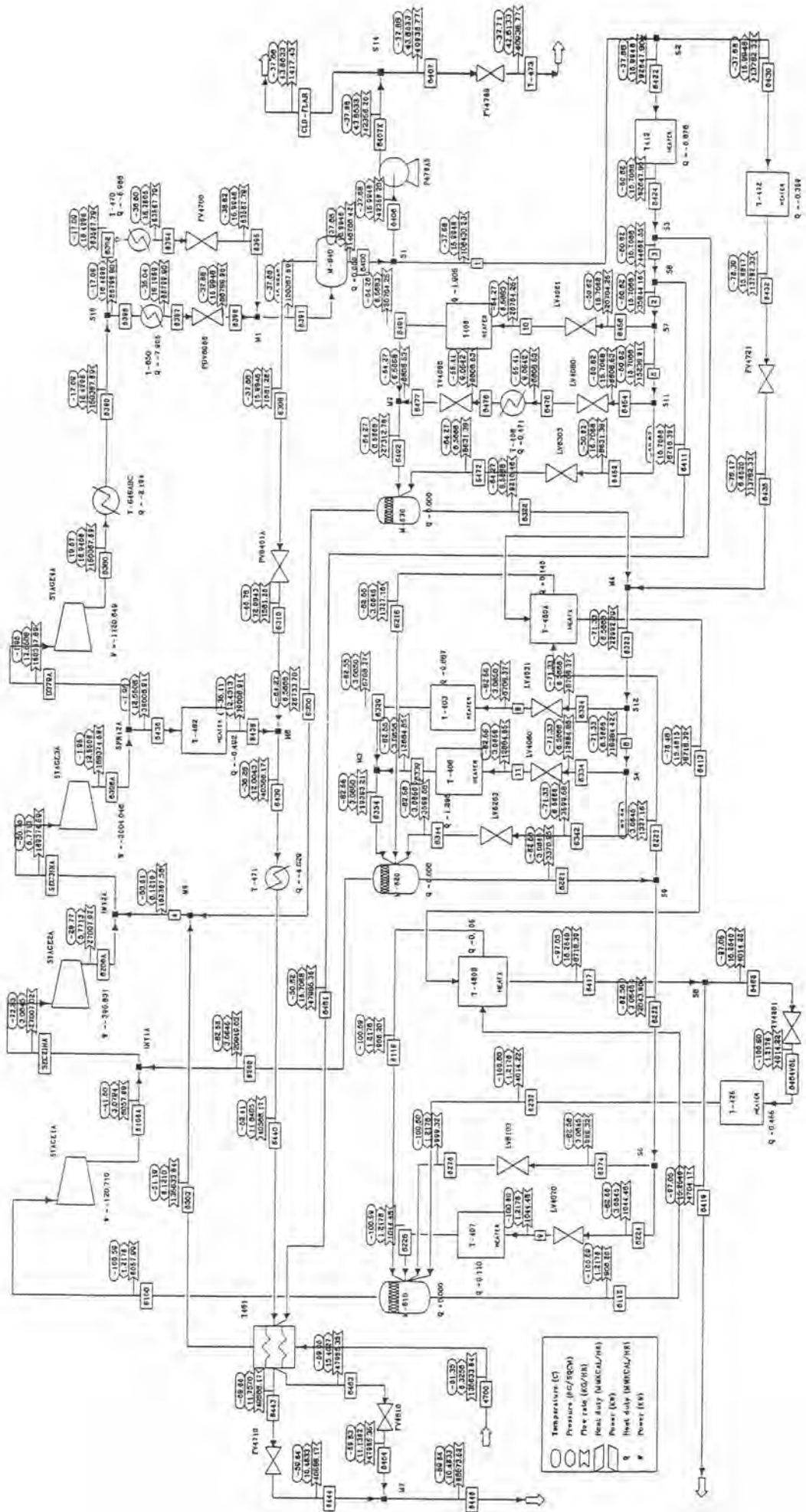
#### 4.5.4 ผลการทดลอง และวิจารณ์การปรับให้สอดคล้องของข้อมูล

ผลจากการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล แสดงในรูปที่ 4.4 และผลการเขียนแบบของการทดสอบกับข้อมูลชุดที่สองแสดงในรูปที่ 4.5 และการเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับค่าที่ประมาณได้ หลังจากทำการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลแสดงในตารางที่ 4.4 และการเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับผลการเขียนแบบของการทดสอบแบบจำลองกับข้อมูลชุดที่สอง แสดงในตารางที่ 4.5 ตามลำดับ

เมื่อทำการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล พบว่า %ความแตกต่างของค่าจากการประมาณกับค่าจากการวัด โดยส่วนใหญ่ต่ำกว่า หรืออยู่ในช่วง %ความแม่นยำของอุปกรณ์วัด (ดูผลการทดลองตารางที่ 4.4) เว้นแต่ในอุปกรณ์วัดบางตัว ได้แก่ Tag. 2) PI6003A 5) PI6004A 15) FC4721 18) FI6002 20) PI6001A 23) FI6001 24) PI6000A 31) FI4810 32) FY4810B 34) PC4706A 38) FI6003 และ 40) PI600A ที่ %ความแตกต่างมีค่ามากกว่า %ความแม่นยำของอุปกรณ์วัดอยู่บ้าง แต่อย่างไรก็ตาม %ความแตกต่างนี้ โดยส่วนใหญ่ก็มีค่าลดลงจากเดิมเมื่อเทียบกับ %ความแตกต่างจากผลการทดสอบแบบจำลอง (ในหัวข้อ 4.4 ผลการทดลองตารางที่ 4.3) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ยังไม่ได้ทำการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล ยกตัวอย่างเช่น ในอุปกรณ์วัด Tag.ที่ 18) FI6002 %ความแตกต่างลดลงจาก 11.852% เป็น 1.810% และ 23) FI6001 %ความแตกต่างลดลงจาก 9.363% เป็น 1.520% เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้ฟังก์ชันจุดประสงค์ลดลงจาก 1074.003 เป็น 8.316 คิดเป็น ลดลงถึง 99.3 % และหากคิดเป็น ผลรวมความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของอุปกรณ์วัดต่างๆ ( $\sum$  /ค่าจากการประมาณ - ค่าจากการวัด /) ของก่อน และหลังทำการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล ก็ลดลงจาก 14340.87 เป็น 8243.058 เช่นกัน

และเช่นกันเมื่อทดสอบแบบจำลองที่ได้หลังจากการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล กับข้อมูลที่ต่างกันอีกชุดหนึ่ง พบว่า ผลการทดสอบแบบจำลองกับข้อมูลชุดที่สองนั้น (ตารางที่ 4.5) %ความแตกต่างของค่าจากการประมาณกับค่าจากการวัด โดยส่วนใหญ่ต่ำกว่า หรือ อยู่ในช่วง %ความแม่นยำของอุปกรณ์วัด เว้นแต่ในอุปกรณ์วัดบางตัว ได้แก่ Tag 2) PI6003A 11) A64001B 23) FI6001 และ 32) FY4810B ที่ %ความแตกต่างมีค่ามากกว่า %ความแม่นยำของอุปกรณ์วัด แต่อย่างไรก็ตาม ฟังก์ชันจุดประสงค์ก็ลดลงจาก 819.503 เป็น 10.049 คิดเป็น ลดลงถึง 98.8 % และหากคิดเป็น ผลรวมความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของอุปกรณ์วัดต่างๆ ก็ลดลงจาก 52389.75 เป็น 4828.044 เช่นกัน





รูปที่ 4.4 ผลการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับค่าที่ประมาณได้ หลังจากทำการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล

Tag / สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ค่าจากการประมาณ (Reconciled value)	ความแตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำของอุปกรณ์** (±% of Span)
1) TI6004A / 6436	Temp. ที่ทางจ่ายของคอมเพรสเซอร์ชั้นที่ 3	C°	-1.97	-1.95	0.025	1.503
2) PI6003A / 6436	Pres. ที่ทางจ่ายของคอมเพรสเซอร์ชั้นที่ 3	KG/CM <sup>2</sup>	12.1308	12.5508	2.800	0.1
3) FI6004 / 6380	อัตราการไหลของ C2 ที่ทางจ่ายของคอมเพรสเซอร์ชั้นที่ 4	KG/HR	151353.00	150367.69	-0.394	1.005
4) TI6009A / 6380	Temp. ที่ทางจ่ายของคอมเพรสเซอร์ชั้นที่ 4	C°	18.65	19.57	1.146	1.503
5) PI6004A / 6380	Pres. ที่ทางจ่ายของคอมเพรสเซอร์ชั้นที่ 4	KG/CM <sup>2</sup>	17.1038	16.9406	-0.816	0.1
6) TI6462 / 6390	C2 ขาออกจาก T-646C	C°	-17.10	-17.09	0.003	1.503
7) FC4700 / 6392	C2 แยกเข้า Splitter reboiler (T-470)	KG/HR	63356.82	63356.82	0.000	1.005
8) TI4709 / 6394	C2 ขาออกจาก T-470	C°	-38.18	-38.60	-0.285	1.503

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับค่าที่ประมาณได้ หลังจากทำการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล

Tag / สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ค่าจากการประมาณ (Reconciled value)	ความ แตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำ ของอุปกรณ์** (±% of Span)
9) TI6405 / 6397	C2 ขาออกจาก T-650	C°	-34.24	-35.04	-0.535	1.503
10) PC6401 / 6391	Pres. ในถัง M-640	KG/CM <sup>2</sup>	16.0154	15.9948	-0.082	0.1
11) A64001B / 6400	Mol frac. ของ CH <sub>4</sub>	PPM	6.716	6.346	-0.074	0.027
12) A64001D / 6400	Mol frac. ของ C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	PPM	242.017	243.199	0.236	1.0
13) FC4781 / 6407X	C2 product ที่ถูกอัด	KG/HR	42194.61	42356.20	0.269	1.005
14) FC4780 / 6407	C2 product ไปยัง ลูกค้ำ	KG/HR	40938.77	40938.77	0.000	1.005
15) FC4721 / 6432	C2 ขาออกจาก T-472	KG/HR	14176.63	13782.33	-1.714	1.005
16) FI6007 / 6300	ไอ C2 จากถัง M-630 ไปยัง คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 3	KG/HR	26927.55	26733.7	-0.194	1.005
17) TI6301 / 6323	C2 ไปถัง M-620	C°	-71.28	-71.33	-0.017	1.503

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับค่าที่ประมาณได้ หลังจากทำการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล

Tag /สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ค่าจากการประมาณ (Reconciled value)	ความ แตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำ ของอุปกรณ์** (±% of Span)
18) FI6002 / 6200	ไอ C2 จากถัง M-620 ไปยัง คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 2	KG/HR	20044.20	20949.03	1.810	1.005
19) TI6002A / 6200	ไอ C2 จากถัง M-620 ไปยัง คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 2	C°	-80.58	-82.56	-0.788	1.503
20) PI6001A / 6200	ไอ C2 จากถัง M-620 ไปยัง คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 2	KG/CM <sup>2</sup>	3.0493	3.0645	0.380	0.1
21) TI4801 / 6417	C2 หลังจากให้ ความร้อนใน T-480B	C°	-97.60	-97.05	0.223	1.503
22) FI4203 / 6482	C2 แยกเข้า T-425	KG/HR	4037.24	4014.22	-0.384	1.005
23) FI6001 / 6100	ไอ C2 จากถัง M-610 ไปยัง คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 1	KG/HR	6194.81	6057.99	-1.520	1.005

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับค่าที่ประมาณได้ หลังจากทำการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล

Tag /สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ค่าจากการ ประมาณ (Reconciled value)	ความ แตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำ ของอุปกรณ์ ** (±% of Span)
24) PI6000A / 6100	Pres. ก่อนเข้า คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 1	KG/CM <sup>2</sup>	1.2024	1.2176	0.762	0.1
25) FC6101 / 6419	C2 product ที่ส่งไป ยังระบบเก็บ ผลิตภัณฑ์	KG/HR	4714.60	4704.17	-0.035	1.005
26) TI4716 / 6439	Temp.ของไอ C2 ก่อนเข้า T-471	C°	-35.91	-36.28	-0.248	1.503
27) FC4710 / 6439	ไอ C2 ก่อนเข้า T-471	KG/HR	40571.22	40588.17	0.028	1.005
28) TI4717 / 6440	Temp.ของ C2 เหลวที่ออกจาก T-471	C°	-51.49	-52.41	-0.615	1.503
29) TI4802 / 6443	C2 เหลวหลังจาก เป็นตัวทำความร้อน ใน T-481 สาย B	C°	-58.38	-59.65	-0.844	1.503
30) TI4803 / 6463	C2 เหลวหลังจาก เป็นตัวทำความร้อน ใน T-481 สาย C	C°	-58.29	-59.65	-0.906	1.503
31) FI4810 / 6463	C2 เหลวหลังจาก เป็นตัวทำความร้อน ใน T-481 สาย C	KG/HR	46517.00	47985.35	2.259	1.005

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับค่าที่ประมาณได้ หลังจากทำการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล

Tag/สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ค่าจากการประมาณ (Reconciled value)	ความ แตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำ ของอุปกรณ์** (±% of Span)
32) FY4810B / 6446	C2 รีฟลักซ์รวม ก่อน เข้าหอแยก C2 (A-470)	KG/HR	90118.09	88573.52	-1.236	1.005
33) TI4703 / 4700	C2 จากหอแยก C2 (A-470)	C°	-61.16	-61.35	-0.074	1.503
34) PC4706A / 4700	C2 จากหอแยก C2 (A-470)	KG/CM <sup>2</sup>	6.5907	6.3256	-2.651	0.1
35) A64002B / 4700	Mol frac. ของ CH <sub>4</sub>	PPM	6.716	6.716	0.000	0.027
36) A64002D / 4700	Mol frac. ของ C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	PPM	242.017	242.017	0.000	1.0
37) TI4804 / 6303	C2 เหลวหลังจาก เป็นตัวทำความร้อน ใน T-481 สาย A	C°	-53.43	-51.19	1.495	1.503
38) FI6003 / 6303	C2 เหลวจาก T-481 สาย C ไปยัง คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 3	KG/HR	133253.00	135633.84	1.323	1.005
39) TI6003A / 4	Temp. ก่อนเข้า คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 3	C°	-55.20	-53.51	1.128	1.503

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับค่าที่ประมาณได้ หลังจากทำการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล

Tag /สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ค่าจากการประมาณ (Reconciled value)	ความ แตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำ ของอุปกรณ์** (±% of Span)
40) PI6002A / 4	ความดันก่อนเข้า คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 3	KG/CM <sup>2</sup>	6.3764	6.1210	-3.192	0.1
41) SI6000	ความเร็วรอบ คอมเพรสเซอร์	RPM	7092.80	7086.09	-0.088	0.1
ฟังก์ชันจุดประสงค์เริ่มต้น			1074.003			
ฟังก์ชันจุดประสงค์สุดท้าย			8.316			
ฟังก์ชันจุดประสงค์ลดลง			99.2%			

\* ความแตกต่าง (% of Span) ของการประมาณจากแบบจำลอง กับข้อมูลจากการวัด เทียบกับสเปกของอุปกรณ์

\*\* ความแม่นยำของอุปกรณ์วัด (% of Span) ดูภาคผนวก จ





ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับผลการเทียบแบบ ของการทดสอบกับข้อมูลชุดที่สอง

Tag / สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ค่าจากการประมาณ (Reconciled value)	ความ แตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำ ของอุปกรณ์** (±% of Span)
1) TI6004A / 6436	Temp. ที่ทางจ่าย ของคอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 3	C°	-2.88	-3.11	-0.282	1.503
2) PI6003A / 6436	Pres. ที่ทางจ่ายของ คอมเพรสเซอร์ชั้น ที่ 3	KG/CM <sup>2</sup>	12.0836	12.7240	4.269	0.1
3) FI6004 / 6380	อัตราการไหลของ C2 ที่ทางจ่ายของ คอมเพรสเซอร์ชั้น ที่ 4	KG/HR	150130.7	150130.7	0.000	1.005
4) TI6009A / 6380	Temp. ที่ทางจ่าย ของคอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 4	C°	18.27	17.95	-0.391	1.503
5) PI6004A / 6380	Pres. ที่ทางจ่ายของ คอมเพรสเซอร์ชั้น ที่ 4	KG/CM <sup>2</sup>	17.0601	17.0784	0.091	0.1
6) TI6462 / 6390	C2 ขาออกจาก T-646C	C°	-16.79	-16.79	0.000	1.503
7) FC4700 / 6392	C2 แยกเข้า Splitter reboiler (T-470)	KG/HR	63986.53	63986.53	0.000	1.005
8) TI4709 / 6394	C2 ขาออกจาก T-470	C°	-38.33	-38.33	0.000	1.503

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับผลการเขียนแบบ ของการทดสอบกับข้อมูลชุดที่สอง

Tag / สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ค่าจากการประมาณ (Reconciled value)	ความแตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำ ของอุปกรณ์ ** (±% of Span)
9) TI6405 / 6397	C2 ขาออกจาก T-650	C°	-34.26	-34.26	0.000	1.503
10) PC6401 / 6391	Pres. ในถัง M-640	KG/CM <sup>2</sup>	15.9659	15.9659	0.000	0.1
11) A64001B / 6400	Mol frac. ของ CH <sub>4</sub>	PPM	2.7703	2.509	-0.052	0.027
12) A64001D / 6400	Mol frac. ของ C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	PPM	272.49	274.994	0.501	1.0
13) FC4781 / 6407X	C2 product ที่ถูกอัด	KG/HR	45747.82	45747.82	0.000	1.005
14) FC4780 / 6407	C2 product ไปยัง ลูกค้ำ	KG/HR	44537.70	44537.70	0.000	1.005
15) FC4721 / 6432	C2 ขาออกจาก T-472	KG/HR	14651.20	14651.20	0.000	1.005
16) FI6007 / 6300	ไอ C2 จากถัง M-630 ไปยัง คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 3	KG/HR	26304.35	26907.38	0.603	1.005
17) TI6301 / 6323	C2 ไปถัง M-620	C°	-73.12	-72.17	0.380	1.503

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับผลการเลียนแบบ ของการทดสอบกับข้อมูลชุดที่สอง

Tag / สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ค่าจากการประมาณ (Reconciled value)	ความแตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำของอุปกรณ์** (±% of Span)
18) FI6002 / 6200	ไอ C2 จากถัง M-620 ไปยังคอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 2	KG/HR	19605.31	20003.58	0.797	1.005
19) TI6002A / 6200	ไอ C2 จากถัง M-620 ไปยังคอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 2	C°	-81.05	-83.20	-0.860	1.503
20) PI6001A / 6200	ไอ C2 จากถัง M-620 ไปยังคอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 2	KG/CM <sup>2</sup>	2.9754	2.9754	0.000	0.1
21) TI4801 / 6417	C2 หลังจากให้ความร้อนใน T-480B	C°	-98.96	-97.49	0.587	1.503
22) FI4203 / 6482	C2 แยกเข้า T-425	KG/HR	3809.36	3809.36	0.000	1.005
23) FI6001 / 6100	ไอ C2 จากถัง M-610 ไปยังคอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 1	KG/HR	6610.72	6344.96	-2.953	1.005

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับผลการเขียนแบบ ของการทดสอบกับข้อมูลชุดที่สอง

Tag /สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ค่าจากการประมาณ (Reconciled value)	ความแตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำ ของอุปกรณ์ ** (±% of Span)
24) PI6000A / 6100	Pres. ก่อนเข้า คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 1	KG/CM <sup>2</sup>	1.1193	1.1193	0.000	0.1
25) FC6101 / 6419	C2 product ที่ส่งไป ยังระบบเก็บ ผลิตภัณฑ์	KG/HR	1640.24	1640.24	0.000	1.005
26) TI4716 / 6439	Temp.ของไอ C2 ก่อนเข้า T-471	C <sup>o</sup>	-35.88	-35.77	0.075	1.503
27) FC4710 / 6439	ไอ C2 ก่อนเข้า T-471	KG/HR	40807.30	40534.19	-0.455	1.005
28) TI4717 / 6440	Temp.ของ C2 เหลวที่ออกจาก T-471	C <sup>o</sup>	-51.02	-51.02	0.000	1.503
29) TI4802 / 6443	C2 เหลวหลังจาก เป็นตัวทำความร้อน ใน T-481 สาย B	C <sup>o</sup>	-58.64	-56.87	1.177	1.503
30) TI4803 / 6463	C2 เหลวหลังจาก เป็นตัวทำความร้อน ใน T-481 สาย C	C <sup>o</sup>	-58.65	-56.87	1.186	1.503
31) FI4810 / 6463	C2 เหลวหลังจาก เป็นตัวทำความร้อน ใน T-481 สาย C	KG/HR	47042.77	47042.77	0.000	1.005

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับผลการเลียนแบบ ของการทดสอบกับข้อมูลชุดที่สอง

Tag/สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ค่าจากการประมาณ (Reconciled value)	ความแตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำของอุปกรณ์** (±% of Span)
32) FY4810B / 6446	C2 รีฟลักซ์รวม ก่อน เข้าหอแยก C2 (A-470)	KG/HR	90851.67	87576.96	-2.620	1.005
33) TI4703 / 4700	C2 จากหอแยก C2 (A-470)	C°	-61.40	-61.40	0.000	1.503
34) PC4706A / 4700	C2 จากหอแยก C2 (A-470)	KG/CM <sup>2</sup>	6.5353	6.5353	0.000	0.1
35) A64002B / 4700	Mol frac. ของ CH <sub>4</sub>	PPM	2.7424	2.735	-0.001	0.027
36) A64002D / 4700	Mol frac. ของ C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	PPM	273.558	272.923	-0.127	1.0
37) TI4804 / 6303	C2 เหลวหลังจาก เป็นตัวทำความร้อน ใน T-481 สาย A	C°	-53.99	-53.99	0.000	1.503
38) FI6003 / 6303	C2 เหลวจาก T-481 สาย C ไปยัง คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 3	KG/HR	134965.00	134965.00	0.000	1.005
39) TI6003A / 4	Temp. ก่อนเข้า คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 3	C°	-55.57	-55.91	-0.223	1.503

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าจากการวัด กับผลการเลียนแบบ ของการทดสอบกับข้อมูลชุดที่สอง

Tag /สาย	ตัวแปร	หน่วย	ค่าจากการวัด (Measurement value)	ค่าจากการประมาณ (Reconciled value)	ความ แตกต่าง* (% of Span)	ความแม่นยำ ของอุปกรณ์** (±% of Span)
40) PI6002A / 4	ความดันก่อนเข้า คอมเพรสเซอร์ ชั้นที่ 3	KG/CM <sup>2</sup>	6.3173	6.3173	0.000	0.1
41) SI6000	ความเร็วรอบ คอมเพรสเซอร์	RPM	7120.37	7120.37	0.000	0.1
ฟังก์ชันจุดประสงค์เริ่มต้น			819.503			
ฟังก์ชันจุดประสงค์สุดท้าย			10.049			
ฟังก์ชันจุดประสงค์ลดลง			98.8%			

\* ความแตกต่าง (% of Span) ของการประมาณจากแบบจำลอง กับข้อมูลจากการวัด เทียบกับสเปกของอุปกรณ์

\*\* ความแม่นยำของอุปกรณ์วัด (% of Span) ดูภาคผนวก ข