# บทที่ 6

# บทสรุปของผลการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการศึกษาของระบบผลิตพลังงานร่วม โดยศึกษาถึงผลกระทบของแฟคเตอร์ต่าง ๆ ที่มีต่อจุดทำงานที่เหมาะสมของระบบ ว่าจะทำให้ตัวแปรฯ จุดทำงานของระบบและเป้าหมาย(ค่าใช้จ่าย)มีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงอย่างไร แฟคเตอร์ที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงได้แก่ ราคาของเชื้อเพลิง ราคาค่าไฟฟ้า การเสื่อมประสิทธิภาพของระบบผลิตไอน้ำและระบบกังหันไอน้ำ การเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ไอน้ำ เป็นต้น

## 6.1 ประมวลผลการศึกษา

เราศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงในการทำงานของระบบผลิตพลังงานร่วม เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากราคาของเชื้อเพลิง ค่าไฟฟ้า การเสื่อมประสิทธิภาพของระบบผลิตไอน้ำในแง่ที่ว่าจะต้องใช้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น หรือการเสื่อมประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้า การเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ไอน้ำ เป็นต้น เราศึกษาโดยใช้ตัวอย่างจาก Case study ในหัวข้อ 5.3 คือ จะทำการวิเคราะห์เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวข้างต้น ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในภาคผนวก

## 6.2 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการศึกษา

ในส่วนนี้เราจะวิเคราะห์ถึงความไวในการเปลี่ยนแปลงของระบบผลิตพลังงานร่วม จากสมการทั่วไปของระบบผลิตพลังงานร่วมซึ่งสามารถเขียนได้ดังนี้คือ

$$C = F(X,A)+r_k \sum_{j=1}^{m} G_j(X,A)^{-1} \qquad (6.1)$$

โดยที่ C คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมด

$F(X,A)$ คือ ฟังก์ชั่นของค่าใช้จ่ายในส่วนต่าง ๆ อาทิเช่น ค่าใช้จ่ายเนื่องจากเชื้อเพลิงค่าใช้จ่ายเนื่องจากการซื้อพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น

$G_j(X,A)$ คือ เงื่อนไขที่ระบบต้องสอดคล้อง

$X$ คือ ตัวแปรต่าง ๆ ในระบบที่ต้องการหา

$A$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ประกอบสมการ

แฟคเตอร์ที่มีผลกระทบที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงได้แก่ ราคาเชื้อเพลิง ราคาค่าไฟฟ้า ประสิทธิภาพของระบบผลิตไอน้ำ ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้า และปริมาณการใช้ไอน้ำ เป็นต้น ซึ่งแฟคเตอร์เหล่านี้มีผลทำให้จุดการทำงานและค่าใช้จ่ายมีการเปลี่ยนแปลง โดยค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชั่นค่าใช้จ่ายในส่วนต่าง ๆ เปลี่ยนแปลง และ/หรือสมการในเงื่อนไขของระบบเปลี่ยนแปลง เราจะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1. พิจารณาที่จุดการทำงาน

จากความสัมพันธ์ของจุดทำงานที่เหมาะสม คือมีค่าใช้จ่ายต่ำสุด มีสมการดังนี้

$$\partial C/\partial X = 0 \tag{6.2}$$

$$F'(X,A)+r_k \sum_{j=1}^{m} \left[ \frac{-G_j'(X,A)}{(G_j(X,A)^2} \right] = 0 \tag{6.3}$$

จากสมการนี้เราสามารถหาค่าความเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ประกอบสมการได้โดยอาศัยการกระจายสมการของการเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปของอนุกรมเทร์เลอร์(Taylor series) รอบจุดของค่าตัวแปรที่ทำให้สมการนี้เท่ากับศูนย์ ดังนี้

$$F'(X+\Delta X,A+\Delta A)+r_k \sum_{j=1}^{m} \left[ \frac{-G_j'(X+\Delta X,A+\Delta A)}{(G_j(X+\Delta X,A+\Delta A))^2} \right] = 0 \tag{6.4}$$

$$F'(X+\Delta X,A+\Delta A)+r_k\sum_{j=1}^{m}\left[\frac{-G_j'(X+\Delta X,A+\Delta A)}{(G_j(X+\Delta X,A+\Delta A))^2}\right]$$

$$= \left[F'(X,A)+r_k\sum_{j=1}^{m}\left[\frac{-G_j'(X,A)}{(G_j(X,A))^2}\right]\right]_{X_{opt},A_{opt}} \qquad (6.5)$$

$$+ \frac{\partial}{\partial X}\left[F'(X,A)+r_k\sum_{j=1}^{m}\left[\frac{-G_j'(X,A)}{(G_j(X,A))^2}\right]\right]_{X_{opt},A_{opt}} \Delta X$$

$$+ \frac{\partial}{\partial A}\left[F'(X,A)+r_k\sum_{j=1}^{m}\left[\frac{-G_j'(X,A)}{(G_j(X,A))^2}\right]\right]_{X_{opt},A_{opt}} \Delta A$$

$$+ \ldots(\text{ higher order })\ldots$$

โดยการตัดเทอม higer order ทิ้ง เนื่องจากประมาณว่ามีค่าน้อยมาก เราจะได้

$$\frac{\partial}{\partial X}\left[F'(X,A)+r_k\sum_{j=1}^{m}\left[\frac{-G_j'(X,A)}{(G_j(X,A))^2}\right]\right]_{X_{opt},A_{opt}} \Delta X$$

$$= \frac{-\partial}{\partial A}\left[F'(X,A)+r_k\sum_{j=1}^{m}\left[\frac{-G_j'(X,A)}{(G_j(X,A))^2}\right]\right]_{X_{opt},A_{opt}} \Delta A \qquad (6.6)$$

จากสมการนี้จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสัมประสิทธิ์ประกอบสมการ จะมีผลทำให้การทำงานระบบเปลี่ยนไป ส่วนความไวในการเปลี่ยนแปลงจะพิจารณาจากค่าในสมการที่มีการแทนค่าในอยู่ในรูปของตัวเลข และทำให้อยู่ในรูปของเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะเห็นความไวในการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน

2. พิจารณาที่ค่าใช้จ่าย

การเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชั่นและการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่าง ๆ ของระบบที่ต้องการหา ดังนั้นค่าใช้จ่ายจะมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

$$\Delta C = (\partial C/\partial X)\Delta X+(\partial C/\partial A)\Delta A \qquad (6.7)$$

$$= \frac{\partial}{\partial X}\left[F(X,A)+r_k\sum_{j=1}^{m}\left[\frac{1}{(G_j(X,A))}\right]\right]\Delta X$$

$$+ \frac{\partial}{\partial A}\left[F(X,A)+r_k\sum_{j=1}^{m}\left[\frac{1}{(G_j(X,A))}\right]\right]\Delta A \qquad (6.8)$$

จากสมการนี้จะเห็นได้ว่าเมื่อการเปลี่ยนแปลงของสัมประสิทธิ์ประกอบสมการและตัวแปรที่แสดงจุดการทำงานของระบบจะมีผลทำให้ค่าใช้จ่ายเปลี่ยนไป ส่วนความไวในการเปลี่ยนแปลงก็จะพิจารณาอยู่ในรูปของตัวเลขเช่นกัน

ต่อไปจะเป็นการวิเคราะห์ผลถึงความไวเมื่อแฟคเตอร์ต่าง ๆ จากภายนอกมากระทบการทำงานของระบบ โดยการวิเคราะห์ผลของความไวจะนำค่าในตารางที่ได้จากหัวข้อ 6.1 มาอ้างอิงเพื่อประกอบการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ผลของความไวเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในราคาของเชื้อเพลิง หรือการเสื่อมประสิทธิภาพของระบบผลิตไอน้ำในแง่ที่ใช้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น

พิจารณาที่หม้อต้มไอน้ำ Power Boiler no.8 (PB8)

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 2% จะทำให้ค่าใช้จ่ายของจุดทำงานที่เหมาะสม(จุดที่ให้ค่าใช้จ่ายต่ำสุด)เพิ่มขึ้นประมาณ 228.8 บาท/ชั่วโมง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์จะได้เท่ากับ 0.4413% การที่ค่าใช้จ่ายของหม้อต้มไอน้ำPB8 เพิ่มขึ้นนั้นน่าที่จะทำให้ไอน้ำที่ผลิตโดยหม้อต้มไอน้ำPB8,PB7 และRB มีการเปลี่ยนแปลงคือ ลดการผลิตไอน้ำที่

หม้อต้มไอน้ำPB8 ลงแล้วไปเพิ่มการผลิตไอน้ำในส่วนของหม้อต้มไอน้ำPB7 และRB แต่ผลที่ได้คือ ไอน้ำที่ผลิตโดยหม้อต้มไอน้ำPB8 และPB7 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนไอน้ำที่ผลิตโดยหม้อต้มไอน้ำRB ลดลงน้อยมากคือประมาณ $0.2 \times 10^{-7}$ ซึ่งการลดลงนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือระบบยังทำงานได้ การที่ไอน้ำที่ผลิตโดยหม้อต้มไอน้ำPB8 ไม่ลดลงนั้นเนื่องจากหม้อต้มไอน้ำPB7 ผลิตไอน้ำที่ค่าพิกัดแล้ว ส่วนไอน้ำที่ผลิตโดยหม้อต้มไอน้ำRB แม้จะไม่ใช่ค่าพิกัดแต่เนื่องจากหม้อต้มไอน้ำRB ใช้เชื้อเพลิงคือ fuel oil ซึ่งมีราคาสูงมากจึงทำให้การผลิตไอน้ำโดยหม้อต้มไอน้ำPB8 ยังคงให้ผลการผลิตที่ประหยัดกว่า

พิจารณาที่หม้อต้มไอน้ำ Power Boiler no.7 (PB7)

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 2% จะทำให้ค่าใช้จ่ายของจุดทำงานที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นประมาณ 107.16 บาท/ชั่วโมง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์จะได้เท่ากับ 0.2067% แต่เนื่องจากเชื้อเพลิงที่ใช้ในหม้อต้มไอน้ำRB มีราคาสูงกว่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในหม้อต้มไอน้ำที่เหลือทั้ง2มาก ดังนั้นจึงขอใช้เหตุผลเดียวกับที่ได้กล่าวไปในตอนที่พิจารณาหม้อต้มไอน้ำPB8

พิจารณาที่หม้อต้มไอน้ำ Recovery Boiler (RB)

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 2% จะทำให้ค่าใช้จ่ายของจุดทำงานที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นประมาณ 143.73 บาท/ชั่วโมง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์จะได้เท่ากับ 0.2772% แต่เนื่องจากหม้อต้มไอน้ำPB8 และPB7 ผลิตไอน้ำที่ค่าพิกัดแล้วจึงไม่อาจเปลี่ยนแปลงการผลิตไอน้ำได้

สรุปผลคือ การเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงของหม้อต้มไอน้ำPB8 มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนของค่าใช้จ่ายการทำงานสูงกว่าหม้อต้มไอน้ำที่เหลือทั้ง2 หรืออีกนัยหนึ่งคือ มีค่าความไวในการเปลี่ยนแปลงที่สูงกว่า สาเหตุเนื่องจากหม้อต้มไอน้ำPB8 มีพิกัดการผลิตไอน้ำสูง(80 ตัน/ชั่วโมง) ส่วนหม้อต้มไอน้ำRBมีค่าความไวในการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าหม้อต้มไอน้ำPB7 ทั้งที่ค่าพิกัดการผลิตไอน้ำต่ำกว่า สาเหตุเนื่องมาจากการใช้เชื้อเพลิงที่มีราคาแพง

การวิเคราะห์ผลของความไวเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในราคาของค่าไฟฟ้า

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้ค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 2% จะทำให้ค่าใช้จ่ายของจุดทำงานที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นประมาณ 557.13 บาท/ชั่วโมง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์จะได้เท่ากับ 1.0746% จะเห็นได้ว่ามีเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงค่อนข้างสูงกว่าการกรณีที่ค่าใช้จ่ายเนื่องจากเชื้อเพลิงมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการผลิตกำลังไฟฟ้าใช้เองในระบบของโรงงานตัวอย่างให้ผลการประหยัดกว่าการซื้อไฟฟ้าจากภายนอก

การวิเคราะห์ความไวเมื่อระบบผลิตไฟฟ้าเสื่อมประสิทธิภาพโดยการผลิตไฟฟ้าลดลง

พิจารณาผลเนื่องจากการเสื่อมประสิทธิภาพของเทอร์โบเยเนอเรเตอร์TG1

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เทอร์โบเยเนอเรเตอร์ผลิตกำลังไฟฟ้าลดลง 2% จะทำให้ค่าใช้จ่ายของจุดทำงานที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นประมาณ 82.62 บาท/ชั่วโมง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์จะได้เท่ากับ 0.1594% ถึงแม้เทอร์โบเยเนอเรเตอร์TG4 จะไม่ได้ผลิตไฟฟ้าที่ค่าพิกัดแต่การที่จะให้เทอร์โบเยเนอเรเตอร์TG4 ผลิตไฟฟ้าที่พิกัดนั้นเป็นไปไม่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากความสัมพันธ์จากสมการการผลิตไฟฟ้าของเทอร์โบเยเนอเรเตอร์TG4 ที่ขึ้นอยู่กับปริมาณไอน้ำ จะเห็นว่าไอน้ำที่ผ่านเทอร์โบเยเนอเรเตอร์TG4 ได้จากหม้อต้มไอน้ำPB8 เพียงแห่งเดียว และหม้อต้มไอน้ำก็ผลิตไอน้ำที่ค่าพิกัดแล้ว เทอร์โบเยเนอเรเตอร์TG4 จึงไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากกว่านี้(เพราะผลของสมการ) ส่วนเทอร์โบเยเนอเรเตอร์TG2 แม้จะไม่ได้ผลิตไฟฟ้าที่ค่าพิกัดแต่ก็ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นเพราะผลของสมการเช่นกัน และแม้ว่าเทอร์โบเยเนอเรเตอร์TG1 จะผลิตไฟฟ้าได้น้อยลง แต่ปริมาณการใช้ไอน้ำเพื่อการผลิตไฟฟ้าไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง จึงทำให้ไอน้ำไม่สามารถแบ่งจ่ายไปให้เทอร์โบเยเนอเรเตอร์TG2 เพิ่มขึ้นได้

พิจารณาผลเนื่องจากการเสื่อมประสิทธิภาพของเทอร์โบเยเนอเรเตอร์TG2

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เทอร์โบเยเนอเรเตอร์ผลิตกำลังไฟฟ้าลดลง 2% จะทำให้ค่าใช้จ่ายของจุดทำงานที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นประมาณ 83.90 บาท/ชั่วโมง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์จะได้เท่ากับ 0.1618% ถึงแม้เทอร์โบเยเนอเรเตอร์TG4 จะไม่ได้ผลิตไฟฟ้าที่ค่า

พิกัดแต่การที่จะให้เทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG4 ผลิตไฟฟ้าที่พิกัดนั้นเป็นไปไม่ได้ด้วยเหตุผลเดียวกันกับที่กล่าวไว้แล้วในข้างต้น ส่วนเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG1 ก็ผลิตไฟฟ้าที่พิกัดแล้วจึงไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากกว่านี้

พิจารณาผลเนื่องจากการเสื่อมประสิทธิภาพของเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG4

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เทอร์ไบเยเนอเรเตอร์ผลิตกำลังไฟฟ้าลดลง 2% จะทำให้ค่าใช้จ่ายของจุดทำงานที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นประมาณ 618.84 บาท/ชั่วโมง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์จะได้เท่ากับ 1.1937% จะเห็นว่าเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG1 ผลิตไฟฟ้าที่ค่าพิกัดแล้ว ส่วนเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG2 ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าเพิ่มได้เพราะผลบังคับเนื่องจากสมการและการแบ่งใช้ไอน้ำระหว่างเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG1 และTG2

สรุปผลคือ การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเสื่อมประสิทธิภาพของเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG4 มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายการทำงานสูงกว่าเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์ที่เหลือทั้ง2 หรืออีกนัยหนึ่งคือ มีค่าความไวในการเปลี่ยนแปลงที่สูงกว่า สาเหตุเนื่องจากเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG4 มีค่าพิกัดการผลิตไฟฟ้าสูง(10.26 MW) ส่วนเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG2 มีความไวในการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG1 แม้ว่าเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG2 จะไม่ได้ผลิตไฟฟ้าที่ค่าพิกัด แต่ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG2 ก็ยังมีค่ามากกว่าเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG1

การวิเคราะห์ความไวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ไอน้ำ เนื่องจากปริมาณการใช้ไอน้ำของโรงงานตัวอย่างมีการใช้ที่ค่าเกือบค่าพิกัดแล้ว เราจึงพิจารณาแต่เฉพาะกรณีที่ลดปริมาณการใช้ไอน้ำเท่านั้น

พิจารณาผลเนื่องจากการลดปริมาณการใช้ไอน้ำที่ความดัน 10.34 bar

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการลดปริมาณไอน้ำที่ใช้ 2% จะทำให้ค่าใช้จ่ายของจุดทำงานที่เหมาะสมลดลงประมาณ 923.84 บาท/ชั่วโมง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์จะได้เท่ากับ 1.7813 % เมื่อมีการลดปริมาณการใช้ไอน้ำจะทำให้ปริมาณไอน้ำที่จำเป็นต้องผลิตลดลง การ

ลดปริมาณการผลิตไอน้ำจะลดการผลิตที่หม้อไอน้ำซึ่งใช้ค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นปริมาณไอน้ำที่หม้อต้มไอน้ำRB จะลดลงอย่างมากเพื่อลดค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิง เมื่อลดปริมาณไอน้ำในส่วนนี้จะมีผลทำให้ไอน้ำที่ผ่านเข้าเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG2 ลดลงอย่างมากในขณะที่เทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG1 ปริมาณไอน้ำใช้ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง เพราะไอน้ำที่ออกจากเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG2 จะมีระดับความดัน 10.34 bar ส่วนไอน้ำที่ออกจากเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG1 จะมีระดับความดัน 2.9 bar และปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตโดยเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG1 ให้ผลการผลิตไฟฟ้าต่อตันของไอน้ำประมาณ 0.0584 MW/ตันของไอน้ำ ในขณะที่เทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG2 ให้ผลการผลิตไฟฟ้ามีค่าประมาณ 0.0446 MW/ตันของไอน้ำ ดังนั้นการลดการผลิตไฟฟ้าที่เทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG2 ย่อมให้ผลประหยัดกว่าทั้งในด้านค่าใช้จ่าย และพลังงานปริมาณไอน้ำที่ลดทำให้ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้เปลี่ยนแปลงไม่มาก โดยไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอกเพิ่มขึ้นประมาณ 0.1 MW เมื่อคิดเป็นเงินที่ต้องจ่ายเพิ่มแล้วประมาณ 153 บาท ในขณะที่ไอน้ำที่ผลิตโดยหม้อต้มไอน้ำ RB ลดลงประมาณ 2.07 ตัน เมื่อคิดเป็นเงินที่สามารถจ่ายลดลงจะได้ประมาณ 1259.65 บาท ดังนั้นจะเห็นว่าการลดค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงลดลงมากการเพิ่มขึ้นของค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายเพิ่มจึงทำให้ค่าใช้จ่ายรวมลดลง

พิจารณาผลเนื่องจากการลดปริมาณการใช้ไอน้ำที่ความดัน 2.9 bar

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการลดปริมาณไอน้ำที่ใช้ 2% จะทำให้ค่าใช้จ่ายของจุดทำงานที่เหมาะสมลดลงประมาณ 234.44 บาท/ชั่วโมง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์จะได้เท่ากับ 0.4522 % เมื่อมีการลดปริมาณการใช้ไอน้ำจะทำให้ปริมาณไอน้ำที่จำเป็นต้องผลิตลดลง การลดปริมาณการผลิตไอน้ำจะลดการผลิตที่หม้อไอน้ำซึ่งใช้ค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นปริมาณไอน้ำที่หม้อต้มไอน้ำRB จะลดลงอย่างมากเพื่อลดค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิง เมื่อลดปริมาณไอน้ำในส่วนนี้จะมีผลทำให้ไอน้ำที่ผ่านเข้าเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG2 ลดลงอย่างมาก ในขณะที่เทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG1 ปริมาณไอน้ำที่ใช้ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง เพราะผลการผลิตไฟฟ้าของเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG1 ให้ค่าสูงกว่าเทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG2 ดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ดังนั้นการลดการผลิตไฟฟ้าที่เทอร์ไบเยเนอเรเตอร์TG2 ย่อมให้ผลประหยัดกว่าทั้งในด้านค่าใช้จ่ายและพลังงาน ปริมาณไอน้ำที่ลดทำให้ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้เปลี่ยนแปลงไม่มาก โดยไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอกเพิ่มขึ้นประมาณ 0.03 MW เมื่อคิดเป็นเงินที่ต้องจ่ายเพิ่มแล้วประมาณ 45 บาท

ในขณะที่ไอน้ำที่ผลิตโดยหม้อต้มไอน้ำRB ลดลงประมาณ 0.526 ตัน เมื่อคิดเป็นเงินที่สามารถจ่ายลดลงจะได้ประมาณ 320.09 บาท ดังนั้นจะเห็นว่าการลดค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงลดลงมากการเพิ่มขึ้นของค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายเพิ่มจึงทำให้ค่าใช้จ่ายรวมลดลง

สรุปผลคือ การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการลดปริมาณการใช้ไอน้ำที่ความดัน 10.34 bar มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนของค่าใช้จ่ายการทำงานสูงกว่าการลดปริมาณการใช้ไอน้ำที่ความดัน 2.9 bar หรืออีกนัยหนึ่งคือ มีค่าความไวในการเปลี่ยนแปลงที่สูงกว่า สาเหตุคือการใช้ไอน้ำที่ความดัน 10.34 bar มีค่าประมาณ 103.5 ตัน/ชั่วโมง และการใช้ไอน้ำที่ความดัน 2.9 bar มีค่าประมาณ 26.3 ตัน/ชั่วโมง ถึงแม้ว่าเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงจะเท่ากัน แต่เมื่อคิดออกมาเป็นปริมาณแล้วไอน้ำที่ความดัน 10.34 bar มีปริมาณมากกว่าไอน้ำที่ความดัน 2.9 bar จึงทำให้ค่าใช้จ่ายที่ความดันที่ 10.34 bar มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่า

การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่าง ๆ ในระบบ เช่น การไหลของไอน้ำ ไฟฟ้า เป็นต้นผู้เขียนไม่สามารถอธิบายถึงแนวโน้มได้ทุกกรณี ผลเนื่องมาจากเทคนิคการออปติไมซ์ที่ทำให้ระบบทำงานที่จุดที่ให้ค่าใช้จ่ายต่ำสุดและสอดคล้องกับเงื่อนไขของระบบ

## 6.3 สรุปผลการศึกษา

ระบบผลิตพลังงานร่วมเป็นระบบที่ให้ผลการประหยัดพลังงาน เพราะเป็นระบบที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้และใช้ความร้อนให้เกิดประโยชน์มากที่สุด โดยการนำความร้อนไปใช้ในการผลิตไฟฟ้าก่อนแล้วจึงนำความร้อนส่วนที่เหลือไปใช้ในกระบวนการผลิต หรือการนำความร้อนไปใช้ในกระบวนการผลิตก่อนแล้วจึงนำความร้อนส่วนที่เหลือไปใช้ในการผลิตไฟฟ้า แทนที่จะมีการปล่อยพลังงานให้สูญเปล่าเมื่อสร้างระบบขึ้นเพื่อผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว หรือสร้างระบบขึ้นเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตอย่างเดียว และเมื่อมีการใช้ระบบพลังงานร่วมแล้ว วิธีการที่ทำให้ระบบสามารถทำงานที่ค่าเหมาะสมได้(คือ ค่าใช้จ่ายต่ำสุด) จะมีผลทำให้ระบบเกิดการประหยัดสูงสุดคือ ประหยัดค่าใช้จ่ายและพลังงาน โดยระบบจะทำงานเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้าให้มีขนาดพอเพียงเฉพาะความต้องการของระบบเอง ไม่ผลิตเกินเพราะการผลิตเกินหมายถึงค่าใช้จ่ายจะต้องเพิ่มตาม โดยค่าใช้จ่ายจะอยู่ในรูปของเชื้อเพลิงหรือกำลังไฟฟ้าที่

ต้องซื้อ และเพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการทำงานของระบบมีค่าต่ำสุด ก็จะต้องปรับไอน้ำณ.จุดต่าง ๆ ของระบบเพื่อให้ระบบสามารถทำงานที่จุดเหมาะสม(ค่าใช้จ่ายต่ำสุด) และเมื่อมีแฟคเตอร์จากภายนอกมากระทบต่อการทำงานของระบบจะมีผลทำให้เป้าหมายและการทำงานของระบบมีการเปลี่ยนแปลง โดยถ้าแฟคเตอร์ที่กระทบเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการเพิ่มของ ราคาเชื้อเพลิง ค่าไฟฟ้า ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง และปริมาณการผลิตไฟฟ้า จะมีผลทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น และปริมาณไอน้ำ ไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของระบบมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อระบบสามารถทำงานได้โดยมีค่าใช้จ่ายต่ำสุดคือ อาจจะมีการผลิตกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการซื้อกำลังไฟฟ้าจากภายนอก หรือลดการผลิตกำลังไฟฟ้าเพื่อลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าวิธีใดจะให้ค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่า และถ้าแฟคเตอร์ที่มากระทบเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ไอน้ำ โดยถ้าใช้ปริมาณไอน้ำลดลงมีผลทำให้ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ลดลง ปริมาณไฟฟ้าที่ซื้อเพิ่มขึ้นและปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ลดลง ค่าใช้จ่ายลดลงเพราะการเปลี่ยนแปลงปริมาณไอน้ำมีผลกระทบทำให้ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้เปลี่ยนแปลงไม่มาก เนื่องจากผลของประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าที่ค่าพิกัดต่าง ๆ ดังนั้นถึงแม้จะมีผลจากภายนอกมากระทบเราก็ยังสามารถให้ค่าใช้จ่ายของระบบมีค่าต่ำสุดได้โดยปรับตัวแปรต่าง ๆ ในระบบตามการเปลี่ยนแปลง ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จากวิธีการออปติไมซ์(หรือใช้โปรแกรมออปติไมซ์) ถ้าไม่ปรับตัวแปรณ.จุดต่าง ๆ ในระบบจะทำให้การทำงานณ.จุดนั้นให้ค่าใช้จ่ายมีค่าไม่ต่ำสุด ดังนั้นเราอาจทำนายการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายและหาจุดทำงานที่เหมาะสมได้ เมื่อมีผลกระทบจากภายนอกต่อจุดทำงานด้วยวิธีการของการวัดความไวของระบบ

ข้อเสนอแนะ

ผู้เขียนมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่ยังสนใจศึกษาระบบผลิตพลังงานร่วมคือ น่าจะมีการศึกษาในแง่ที่ว่ามีการศึกษาถึงการรวมกลุ่มกันทางภาคเอกชนเพื่อการผลิตไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้า โดยที่ทางภาคเอกชนสามารถมีการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าที่ปริมาณต่าง ๆ และหลีกเลี่ยงการจ่ายที่ปริมาณแน่นอนค่า ๆ หนึ่งเพื่อการประหยัดของทางโรงงาน และลดการสูญเปล่าของพลังงานในภาคความร้อนเพื่อรักษาปริมาณไฟฟ้า ซึ่งการควบคุมอาจทำได้โดยการศึกษาได้แง่ของ economic dispatch คือ จัดสรรกำลังผลิตไฟฟ้าของแต่ละโรงงานในภาคเอกชนให้เกิดการ

ประหยัด และการไฟฟ้ายังอาจประมาณได้ว่าระบบผลิตพลังงานร่วมเป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่สามารถนำไปเพื่อการจัดการโดย economic dispatch เพื่อการจัดกำลังไฟฟ้าของการไฟฟ้าโดยให้มีค่าใช้จ่ายต่ำสุด และการศึกษาในแง่ของทรานเซียนท์และความเชื่อถือได้ (reliability) ของระบบเพื่อให้ระบบสามารถทำการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องจะได้ไม่มีผลกระทบต่อเอกชนโดยทั่วไปที่ใช้ไฟฟ้า ซึ่งอาจก่อให้ความเสียหายแก่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้ เนื่องจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของงานวิจัยของอาจารย์ที่ปรึกษาของผู้เขียน ถ้าผู้สนใจท่านใดต้องการรายละเอียดในการศึกษาเพิ่มเติม สามารถติดตามผลงานการศึกษาได้จากรายงานการวิจัยของ ศาสตราจารย์ ดร.จรวย บุญยุบล ศูนย์วิจัยและอบรมพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งท่านได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องของพลังงานและนำเสนอไปแล้วเป็นจำนวนมาก