บทที่ 9

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาการควบคุมต้นทุนในโรงงานผลิตน้ำบางเขนของการประปานครหลวง โดยมุ่งเน้นที่การควบคุมต้นทุนค่าไฟฟ้าและค่าสารเคมีในโรงงาน ในการวิจัยนี้มีขอบเขตของการศึกษาประกอบด้วย การศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปาของโรงงานตัวอย่าง การศึกษาและวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตน้ำประปาภายในโรงงานตัวอย่าง โดยไม่รวมต้นทุนของระบบการส่งน้ำดิบและระบบการส่งจ่ายน้ำประปา และศึกษาการควบคุมต้นทุนค่าไฟฟ้าและค่าสารเคมีภายในโรงงาน แต่อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเพิ่มเติมโดยครอบคลุมรายละเอียดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ระบบการควบคุมปริมาณการผลิตและคุณภาพของน้ำภายในโรงงานอีกด้วย

ผลการวิจัยนี้ สามารถสรุปผลและให้ข้อเสนอแนะได้ดังนี้

9.1 สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตน้ำ ณ โรงงานต่อลูกบาศก์เมตรของน้ำผลิตจ่าย ระหว่างปีงบประมาณ 2532-2535 สรุปได้ว่า ต้นทุนรวมของการดำเนินการผลิตน้ำ (Total Operating Cost) ณ โรงงานต่อหน่วยผลิตในปีงบประมาณ 2534 มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.3570 บาท/ลูกบาศก์เมตร (ดูรูปที่ 2 บทที่ 6 ประกอบ)

2. ทิศทางการเปลี่ยนแปลงต้นทุนรวม ณ โรงงานต่อหน่วยผลิต มีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ จากปีงบประมาณ 2532 ถึงปีงบประมาณ 2534 แต่อย่างไรก็ตามในปีงบประมาณ 2535 กลับมีแนวโน้มในทิศทางที่สูงขึ้น

3. ผลการวิเคราะห์สัดส่วนขององค์ประกอบต้นทุนการผลิต ณ โรงงาน โดยเฉลี่ยในรอบงบประมาณ 4 ปีที่ผ่านมา สรุปได้ว่า ค่าไฟฟ้ามีสัดส่วนของต้นทุนต่อต้นทุนรวม (ยังไม่รวมค่าเสื่อมราคาทรัพย์สิน) สูงที่สุดเท่ากับ 51.1% และค่าสารเคมีมีสัดส่วนสูงรองลงมาเป็นอันดับที่ 2 เท่ากับ 37.2% สำหรับสัดส่วนต้นทุนของค่าใช้จ่ายในหมวดอื่น ๆ มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับสัดส่วนต้นทุนในหมวดค่าไฟฟ้าและค่าสารเคมี

(ดูรูปที่ 1 บทที่ 6 ประกอบ)

4. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนค่าไฟฟ้า สรุปได้ว่า ค่าไฟฟ้ารวมของโรงงานประกอบด้วยค่าไฟฟ้า 2 ส่วน คือ ค่าพลังงานไฟฟ้า (Electric Energy Charge) และค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Demand Charge) โดยสัดส่วนค่าไฟฟ้าในส่วนของค่าพลังงานไฟฟ้า มีสัดส่วนโดยเฉลี่ยสูงกว่าสัดส่วนค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 4 เท่า

5. ผลการวิเคราะห์จำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อลูกบาศก์เมตร ระหว่างปีงบประมาณ 2532-2535 สรุปได้ว่า จำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตน้ำ 1 ลูกบาศก์-เมตร ในรอบปีงบประมาณ 2533 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.1273 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ลูกบาศก์-เมตร (ดูรูปที่ 6.4 บทที่ 6 ประกอบ)

6. ทิศทางการเปลี่ยนแปลงจำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อลูกบาศก์เมตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากปีงบประมาณ 2533 ถึงปีงบประมาณ 2535

7. ผลการวิเคราะห์ค่าไฟฟ้ารวมต่อลูกบาศก์เมตร ระหว่างปีงบประมาณ 2532-2535 สรุปได้ว่า ในปีงบประมาณ 2533 ค่าไฟฟ้ารวมที่ใช้ในการผลิตน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.1919 บาท/ลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ค่าไฟฟ้าในส่วนของค่าพลังงานไฟฟ้าต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเท่ากับ 0.1563 บาท/ลูกบาศก์เมตร และค่า Demand Charge ต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเท่ากับ 0.0356 บาท/ลูกบาศก์เมตร (ดูรูปที่ 6.5 บทที่ 6 ประกอบ)

8. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนค่าสารเคมี สรุปได้ว่า ค่าสารส้มมีสัดส่วนของต้นทุนต่อต้นทุนค่าสารเคมีรวมสูงที่สุดเท่ากับ 72.2% ค่าคลอรีน มีสัดส่วนสูงเป็นอันดับที่ 2 เท่ากับ 25.3% ส่วนค่าปูนขาวและค่าสารช่วยตกตะกอน มีสัดส่วนของต้นทุนน้อยมาก คิดเป็น 1.8% และ 0.7% ตามลำดับ (ดูรูปที่ 6.8 บทที่ 6 ประกอบ)

9. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนค่าสารเคมีรวมต่อลูกบาศก์เมตร ระหว่างปีงบประมาณ 2532-2535 สรุปได้ว่า ในปีงบประมาณ 2534 ค่าสารเคมีรวมที่ใช้ในการผลิตน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.1170 บาท/ลูกบาศก์เมตร (ดูรูปที่ 6.7 บทที่ 6 ประกอบ)

10. ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารคลอรีนที่ใช้ต่อลูกบาศก์เมตร ระหว่างปีงบประมาณ 2532-2535 สรุปได้ว่า มีแนวโน้มในการใช้ที่ใกล้เคียงกัน โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณสาร

คลอรีนที่ใช้ต่อลูกบาศก์เมตรในรอบงบประมาณ 4 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.6718 กรัม/ลูกบาศก์เมตร

11. ผลการวิเคราะห์ปริมาณปูนขาวที่ใช้ต่อลูกบาศก์เมตร ระหว่างปีงบประมาณ 2532-2535 สรุปได้ว่า มีแนวโน้มการใช้ที่ลดลงเรื่อย ๆ โดยในปีงบประมาณ 2535 มีอัตราการใช้โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.2518 กรัม/ลูกบาศก์เมตร

12. ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารส้มที่ใช้ต่อลูกบาศก์เมตร ระหว่างปีงบประมาณ 2532-2535 สรุปได้ว่า มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ขึ้นกับคุณภาพความขุ่นของน้ำดิบ ผลการวิเคราะห์การทำ Jar Test และการควบคุมการใช้ของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง โดยผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า ปริมาณการใช้สารส้มต่อลูกบาศก์เมตรในปี 2534 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 23.8568 กรัม/ลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ความขุ่นเฉลี่ยของน้ำดิบประจำปี มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 60 NTU

13. ผลการวิเคราะห์ตัวปริมาณสารช่วยตกตะกอนที่ใช้ต่อลูกบาศก์เมตร ระหว่างปีงบประมาณ 2532-2535 สรุปได้ว่า สารเคมีชนิดนี้จะใช้ต่อเมื่อความขุ่นของน้ำดิบมากกว่า 100 NTU ส่วนแนวโน้มปริมาณการใช้ในแต่ละปี มีค่าใกล้เคียงกัน ประมาณ 0.01 กรัม/ลูกบาศก์เมตร

14. ผลการวิเคราะห์ตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า (Load Factor) รายเดือนของปีงบประมาณ 2535 สรุปได้ว่า การควบคุมความสม่ำเสมอในการใช้ไฟฟ้าของโรงงานอยู่ในเกณฑ์ที่ดี โดยโหลดแฟคเตอร์รายเดือนของโรงงานมีช่วงของการเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 72% ถึง 91% และโหลดแฟคเตอร์รายปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84%

15. ผลการวิเคราะห์ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ของโรงงาน สรุปได้ว่า เพาเวอร์แฟคเตอร์โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.96 ซึ่งแสดงว่าประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าของโรงงานอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แต่อย่างไรก็ตาม จากการวิจัยพบว่า ทางโรงงานสามารถควบคุมเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบไฟฟ้าให้อยู่ในระดับสูงขึ้นเป็น 0.98 ได้

16. ผลการวิเคราะห์ระบบการควบคุมปริมาณการผลิตและคุณภาพของน้ำในโรงงาน สรุปได้ว่า มีความสมบูรณ์ของระบบ 80% และผลการควบคุมทั้งหมดได้ผลสอดคล้องหรือดีกว่าเป้าหมายที่กำหนด คิดเป็น 90%

ความไม่สมบูรณ์ของระบบการควบคุมนี้ สืบเนื่องจากกระบวนการควบคุมปริมาณน้ำล้างบ่อกรอง ไม่ได้กำหนดเป้าหมายการควบคุมปริมาณน้ำล้างบ่อกรอง และกระบวน

การควบคุมความขุ่นของน้ำที่ผ่านการตกตะกอนแล้วให้เป็นไปตามมาตรฐาน ไม่ได้ปรับปรุงแก้ไขความขุ่นของน้ำที่ผ่านการตกตะกอนแล้ว (ของถังตกตะกอนบางถัง) ให้เป็นไปตามมาตรฐาน

17. ผลการวิเคราะห์ระบบการควบคุมต้นทุนค่าไฟฟ้าและค่าสารเคมีในโรงงาน สรุปได้ว่า มีความสมบูรณ์ของระบบ 80% และผลการควบคุมทั้งหมด ได้ผลสอดคล้องและต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดคิดเป็น 80%

ความไม่สมบูรณ์ของระบบนี้ สืบเนื่องจากกระบวนการควบคุมจำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อลูกบาศก์เมตร ไม่ได้กำหนดเป้าหมายในการควบคุมไว้

18. แบบฟอร์มรายงานผลการปฏิบัติงานของสถานีการผลิตต่าง ๆ ภายในโรงงาน ผู้วิจัยได้ปรับปรุงและจัดทำขึ้นใหม่ เพื่อให้ได้รายงานที่มีสารสนเทศที่ถูกต้อง ชัดเจน และเป็นประโยชน์ต่อการบันทึกและใช้งานต่อไปในอนาคต ดังรายละเอียดในภาคผนวก ฉ

19. ผลการวิจัยนี้ในส่วนของการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตน้ำ ณ โรงงานต่อลูกบาศก์เมตร การวิเคราะห์ต้นทุนค่าไฟฟ้าและค่าสารเคมีดังกล่าวแล้ว จะเป็นฐานข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อโรงงานในการอ้างอิง (Reference) เพื่อการวางแผนและควบคุมค่าใช้จ่ายต่าง ๆ (โดยเฉพาะค่าไฟฟ้าและค่าสารเคมี) ในอนาคต ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด อีกทั้งเป็นฐานข้อมูลเพื่อการตรวจสอบและเปรียบเทียบผลการดำเนินงานที่ผ่านมา รวมทั้งเป็นแนวทาง (Guide Line) เพื่อจัดทำแผนปฏิบัติงานและกำหนดเป้าหมายการควบคุมค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ให้เป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกับสภาพความจริงและเหมาะสมในเชิงการปฏิบัติจริงด้วยอีกทางหนึ่ง

20. ผลการวิจัยนี้ในส่วนของการวิเคราะห์ระบบการควบคุมการผลิตในโรงงาน ซึ่งผู้วิจัยได้แยกการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนคือ การวิเคราะห์ระบบการควบคุมปริมาณการผลิตและคุณภาพของน้ำในโรงงาน และการวิเคราะห์ระบบการควบคุมต้นทุนค่าไฟฟ้าและค่าสารเคมีดังกล่าวแล้ว จะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อโรงงานในการช่วยพัฒนาและปรับปรุงระบบการควบคุมในปัจจุบัน ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต นอกจากนั้นระบบการควบคุมการผลิตที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ไว้อย่างเป็นระบบนี้ จะเป็นเสมือนหนึ่งคู่มือการเรียนรู้หรือคู่มือการปฏิบัติงาน (Operation Manual) ของพนักงานทุกคนในสถานีการผลิตต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางเพื่อการเรียนรู้ และควบคุมการปฏิบัติงาน ณ จุดควบคุมต่าง ๆ ให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด อีกทั้งเป็นประโยชน์อย่างมีนัยสำคัญต่อพนักงานใน

การแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ และพัฒนาการปฏิบัติงาน รวมทั้งผลงานในปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพสูงมากยิ่งขึ้น

21. วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นอกจากจะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อโรงงานผลิตน้ำบางเขนในการควบคุมต้นทุนการผลิตน้ำประปาแล้ว ยังเป็นประโยชน์ต่อโรงงานผลิตน้ำอื่น ๆ ในการประปานครหลวงที่จะได้ทราบแนวทางการพัฒนาปรับปรุงระบบการควบคุมต้นทุนการผลิต ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

9.2 ข้อเสนอแนะ

นอกจากความเห็นและข้อเสนอแนะ พร้อมทั้งแนวทางในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยได้เสนอไว้ในบทที่ 8 แล้ว ผู้วิจัยขอเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อเป็นประโยชน์ต่อโรงงานผลิตน้ำบางเขน ดังนี้

1. แม้ว่าผลสรุปจากการวิเคราะห์ระบบการควบคุมปริมาณการผลิตและคุณภาพของน้ำในโรงงาน และผลสรุปจากการวิเคราะห์ระบบการควบคุมต้นทุนค่าไฟฟ้าและค่าสารเคมีในโรงงานจะมีระดับความสมบูรณ์ของระบบสูงถึง 80% ก็ตาม แต่ผู้วิจัยมีความเห็นว่าทางโรงงานยังจะต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขในจุดต่าง ๆ ของระบบที่ยังไม่สมบูรณ์ให้มีระดับความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2. ทางโรงงานควรมีการจัดตั้งคณะกรรมการควบคุมการใช้ไฟฟ้าและสารเคมีเพื่อทำหน้าที่ในการดูแล ตรวจสอบและควบคุมการใช้ไฟฟ้าและสารเคมีภายในโรงงานให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดมากยิ่งขึ้น รวมทั้งทำหน้าที่ในการติดตามและประเมินผลการควบคุมการใช้ไฟฟ้าและสารเคมีเป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่อง และรายงานสรุปผลการควบคุมต่อผู้บริหารโรงงานได้รับทราบเพื่อดำเนินการต่อไป โดยคณะกรรมการนี้ ควรประกอบด้วยผู้อำนวยการผลัดทุกผลัดและผู้แทนจากสถานีการผลิตต่าง ๆ

3. แบบฟอร์มรายงานผลการปฏิบัติงานประจำผลัดของสถานีการผลิตต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ควรจะได้ปรับปรุงแก้ไขและจัดทำขึ้นใหม่ ให้มีสารสนเทศของรายงานที่ถูกต้อง ชัดเจน เพื่อประโยชน์ต่อการบันทึกและอ้างอิงเพื่อตรวจสอบต่อไป ซึ่งผู้วิจัยได้แก้ไขและจัดทำแบบฟอร์มรายงานนี้ใหม่แล้ว ดังภาคผนวก ฉ

4. เพื่อประโยชน์ต่อการตรวจสอบและควบคุมการใช้ไฟฟ้าภายในโรงงาน (โดยเฉพาะการควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด) ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ทางโรงงานควรติดตั้งอุปกรณ์บันทึกสภาพการใช้กำลังไฟฟ้าที่เรียกว่า Kilowatt Recorder ไว้ที่ห้องควบคุมการผลิต (ตึกอำนวยการ) ซึ่งอุปกรณ์นี้จะทำหน้าที่ในการบันทึกลักษณะการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ไฟฟ้าในขณะใดขณะหนึ่งภายในโรงงาน แล้วรายงานผลเป็นเส้นกราฟให้เห็นความเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน ซึ่งจุดนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อผู้อำนวยการผลิตในการวางแผนการควบคุมการใช้ไฟฟ้า เพื่อหลีกเลี่ยงความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลา On-Peak (ระหว่างเวลา 18.30-21.30 น.) และช่วงเวลา Partial-Peak (ระหว่างเวลา 08.00-18.30 น.) เท่าที่จะกระทำได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อเป้าหมายการผลิตและส่งจ่ายน้ำ

5. จากการสำรวจของผู้วิจัยพบว่า ที่สถานีไฟฟ้าย่อยยังไม่ได้มีอุปกรณ์บันทึกการเปลี่ยนแปลงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor Recorder) ทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่าในขณะเวลาใดเวลาหนึ่งของการผลิตน้ำ เพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบไฟฟ้าในโรงงานเป็นเท่าไร ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้มีการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดชนิดนี้ และทางโรงงานควรกำหนดเป้าหมายการควบคุมเพาเวอร์แฟคเตอร์ภายในโรงงานไว้ที่ระดับ 0.98 (ค่านี้อยู่ในเกณฑ์ที่ทางโรงงานสามารถควบคุมได้ เพราะเป็นผลจากการศึกษาและสำรวจของผู้วิจัย) นอกจากนี้แล้ว จะต้องมีการสั่งการให้พนักงานในโรงสูบน้ำดิบ โรงสูบส่งและจ่ายน้ำ ได้จัดทำบันทึกรายงานสภาพการใช้ไฟฟ้าภายในโรงสูบในช่วงเวลาของการเข้าผลัดและออกผลัด แล้วเสนอมายังผู้อำนวยการผลัดได้รับทราบ โดยข้อมูลที่จดบันทึก นอกจากค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์แล้ว ควรมีข้อมูลเกี่ยวกับแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และจำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้นอกจากจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้อำนวยการผลัด ในการวางแผนและควบคุมการใช้ไฟฟ้าในขณะใดขณะหนึ่งให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นแล้ว ยังมีส่วนสำคัญต่อการพิจารณาปรับเปลี่ยน Tap ของหม้อแปลงไฟฟ้าที่สถานีไฟฟ้าย่อย ให้ส่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าไปยังสถานีการผลิตต่าง ๆ ในระดับแรงดันที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

6. การรณรงค์ให้มีการแข่งขันผลการปฏิบัติงานควบคุมการผลิตในด้านการควบคุมต้นทุนค่าไฟฟ้าและค่าสารเคมีของแต่ละผลัดควบคุมการผลิต และเปิดโอกาสให้มีการเสนอผลงานของกลุ่ม QC ต่าง ๆ ภายในโรงงานอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งมีการชมเชยและให้รางวัลแก่กลุ่ม QC ที่มีผลงานดีเด่น ย่อมเป็นอีกทางหนึ่งในการจูงใจและกระตุ้นให้พนักงานทุกคนทุก

ระดับได้เกิดความร่วมมือร่วมใจในการควบคุมความสูญเปล่า ความสูญเสีย และค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นต่าง ๆ ภายในโรงงานได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย