บทที่ 7

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าจากการบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การประเมินความเป็นไปได้ด้านเทคนิค และความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ ในส่วนของการประเมินความเป็นไปได้ด้านเทคนิคเกี่ยวข้องกับการคำนวณหาขนาดกำลังการผลิตที่เหมาะสม จำนวนชั่วโมงเดินเครื่อง และปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ส่วนความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์เกี่ยวข้องกับการคำนวณหาข้อมูลด้านการเงิน ได้แก่ รายได้ รายจ่าย และดัชนีชี้วัดในเชิงเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน โดยนำผลการประเมินความเป็นไปได้ด้านเทคนิคข้างต้นมาใช้ ในที่นี้เชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า คือ ก๊าซหมัก ซึ่งเป็นผลพลอยได้ที่มาจากการหมักตะกอนน้ำเสียในถังหมักของโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม ตะกอนน้ำเสียที่นำมาใช้เกิดจากการเปลี่ยนน้ำเสียให้เป็นตะกอนน้ำเสียโดยการบำบัดทางชีววิทยาของโรงควบคุมคุณภาพน้ำของระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ ได้แก่ โรงควบคุมคุณภาพน้ำสี่พระยา ช่องนนทรี รัตนโกสินทร์ ดินแดง ทุ่งครุ และหนองแขม ก๊าซหมักจากการหมักตะกอนน้ำเสียจะถูกนำไปผ่านการกำจัดสารเจือปนเพื่อให้ได้ก๊าซมีเทนซึ่งนำไปใช้ในการผลิตไฟฟ้าโดยเสนอให้ใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในเพื่อขับแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้าต่อไป

จากการศึกษา สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ปัจจุบันกรุงเทพมหานครมีน้ำเสียชุมชนในพื้นที่รับผิดชอบในปริมาณมาก กรุงเทพมหานครจึงได้ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย และระบบบำบัดตะกอนขึ้น ผลที่ได้จากการบำบัดน้ำเสีย คือ ตะกอนน้ำเสียจำนวนมาก สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักให้เกิดก๊าซหมักได้ ลักษณะการบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานครสามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่และระบบบำบัดตะกอนรวมศูนย์ , ระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่และระบบบำบัดตะกอนแยก และระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก โดยในการศึกษานี้สนใจเฉพาะระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่และระบบบำบัดตะกอนรวมศูนย์ ผลพลอยได้จากการหมักตะกอนน้ำเสียทำให้เกิดก๊าซหมักที่มีส่วนประกอบของก๊าซมีเทนเป็นหลักซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าได้ ปัจจุบันก๊าซหมักที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดตะกอนใช้ในการกวนผสมตะกอนในถังหมักและเผาไหม้ทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าจากการบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร โดยใช้ก๊าซหมักเป็นเชื้อเพลิง

2. เทคโนโลยีในการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซหมัก ในวิทยานิพนธ์นี้เสนอให้ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องยนต์สันดาปภายในมีขนาดกำลังการผลิตตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไปจนถึงเมกกะวัตต์ ทำให้สามารถใช้งานที่ขนาดกำลังการผลิตต่ำๆ จำนวนหลายๆ เครื่อง ช่วยเพิ่มความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้ยังสามารถทำงานจ่ายกำลังไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วและปรับขนาดกำลังการผลิตตามความเหมาะสมของปริมาณเชื้อเพลิง รวมทั้งมีประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าสูงกว่าเทคโนโลยีอื่นที่สามารถใช้งานกับก๊าซหมักได้ และราคาและเงินลงทุนในการติดตั้งไม่สูงมากนัก ทำให้สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาอันสั้น ทั้งยังมีผู้ผลิตจำนวนมากสามารถรับบริการซ่อมบำรุงได้ง่าย

3. การประเมินความเป็นไปได้ด้านเทคนิค ใช้วิธีการโปรแกรมเชิงพลวัตและการคิดมูลค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้โดยใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU เพื่อคำนวณหาเส้นทางการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารายสัปดาห์แล้วนำมาคิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละปี เพื่อคำนวณความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ด้วยวิธีการจัดการน้ำเสียปัจจุบันของระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่และระบบบำบัดตะกอนรวมศูนย์ และภายใต้สมมติฐานในการศึกษาที่แสดงไว้ในบทที่ 5 ปริมาณก๊าซหมักที่ปลดปล่อยออกจากถังหมัก หากนำไปใช้ในการผลิตไฟฟ้าจะมีขนาดกำลังการผลิตติดตั้งที่เหมาะสม 32 kW จำนวนชั่วโมงการเดินเครื่อง 7,280 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ และปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ 232,960 กิโลวัตต์-ชม.ต่อสัปดาห์

4. การศึกษาความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยคำนวณหาเงินลงทุน รายได้ และรายจ่ายจากการผลิตไฟฟ้า แล้วนำไปใช้ในการคำนวณหาดัชนีชี้วัดเชิงเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน ผลการคำนวณ แสดงให้เห็นว่า โครงการที่นำเสนอ จะมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 2,027,593 บาท อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 26.81 และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน 1.55 จึงสามารถสรุปผลได้ว่า ภายในระยะเวลาของโครงการ 15 ปี หากลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซหมักมีความเป็นไปได้และความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์

5. การเพิ่มขนาดความจุของถังเก็บก๊าซชีวภาพ ซึ่งปัจจุบันมีขนาดความจุ 100 ลูกบาศก์เมตร โดยคงค่าปริมาณก๊าซมีเทนประสิทธิผลเท่ากับค่าที่ประมาณได้จากการจัดการน้ำเสียในปัจจุบันของกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มขนาดความจุของถังเก็บก๊าซ มิได้ช่วยให้การผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซหมักมีความคุ้มค่ายิ่งขึ้น

6. การเพิ่มปริมาณก๊าซมีเทนประสิทธิผลที่ไหลเข้าสู่ถังเก็บ โดยคงค่าขนาดความจุของถังเก็บก๊าซเท่ากับ 100 ลูกบาศก์เมตร ผลการศึกษาพบว่า ช่วยให้โครงการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซหมักเป็นเชื้อเพลิงมีความคุ้มค่ายิ่งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการน้ำเสียในปัจจุบันของกรุงเทพมหานคร โดยขนาดกำลังการผลิตติดตั้งที่เหมาะสมสามารถเพิ่มได้ถึง 52 กิโลวัตต์ จำนวนชั่วโมงเดินเครื่อง 8,320 ชั่วโมงต่อปี และปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ 432,640 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 4,566,500 บาท อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 31.28 และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน 1.8 ที่ปริมาณก๊าซมีเทนประสิทธิผลเฉลี่ยเท่ากับ 19.3 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

7. การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณตะกอนน้ำเสียกับปริมาณน้ำเสีย บีโอดี และผลคูณของปริมาณน้ำเสียกับบีโอดี สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย และปริมาณก๊าซหมักกับปริมาณตะกอนเข้าถังหมัก สำหรับระบบบำบัดตะกอน โดยใช้สมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆ ข้างต้น และใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วิเคราะห์ พบว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่สามารถแสดงได้ด้วยสมการเชิงเส้นได้

7.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไปในอนาคต มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ในการศึกษากำหนดเวลาในการเดินเครื่อง นั้น ในส่วนของแผนผังโปรแกรมเชิงพลวัตของการเปลี่ยนสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถเพิ่มสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในสิ้นสุดแต่ละชั่วโมงได้ หรืออาจจะเพิ่มช่วงเวลาที่พิจารณา ซึ่งจะทำให้ผลการประเมินความเป็นไปได้และความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น

2. ศึกษาเทคโนโลยีของระบบผลิตพลังงานร่วมชนิดอื่นเพิ่มเติม นอกเหนือจากเครื่องยนต์สันดาปภายใน เช่น กังหันแก๊ส กังหันแก๊สขนาดเล็ก เซลล์เชื้อเพลิง ซึ่งสามารถใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงได้ และนำไปใช้การศึกษาความเป็นไปได้และความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ต่อไป

3. ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซชีวภาพกับปริมาณน้ำเสียและบีโอดี สามารถพิจารณาปัจจัยภายนอกอย่างอื่นนอกเหนือจากที่ได้นำเสนอไว้ เช่น ปริมาณต่างๆ ในกระบวนการทางชีวภาพของการบำบัดน้ำเสียและบำบัดตะกอน เป็นต้น เพื่อให้สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณก๊าซชีวภาพกับปริมาณน้ำเสียและบีโอดี ได้อย่างแม่นยำและถูกต้อง ซึ่งจะส่งผลให้การประเมินหาขนาดกำลังการผลิต จำนวนชั่วโมงเดินเครื่อง ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ และความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ มีความแม่นยำและถูกต้องมากขึ้น