บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ เริ่มจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพื่อคัดเลือกตัวแปรที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์เพื่อทำนายค่าออกซิเจน ระหว่างปริมาณค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ในเดือนถัดไปกับข้อมูลแสดงคุณภาพน้ำอื่น ๆ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณจุลินทรีย์ที่ใช้ในการสลายสารอินทรีย์ในน้ำ (BOD) ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ในน้ำ (COD) ปริมาณของแข็งในน้ำ (SS) ปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำเสีย (TKN) ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3N), ปริมาณไนไตร-ไนโตรเจน (NO_2N), ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3N), ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (T-P) and ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliform) โดยใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดในเดือนปัจจุบัน วันย้อนหลัง 1 เดือน ณ 11 จุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งเป็นจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ในเขตดุสิต คือ จุดเก็บที่ 74 (หน้ากรมวิเทศสหการ) จุดเก็บที่ 75 (ตลาดเทวราช) จุดเก็บที่ 76 (ประตูรับน้ำเทเวศร์) จุดเก็บที่ 81 (ประตูรับน้ำสามเสน) จุดเก็บที่ 82 (วัดโบสถ์) จุดเก็บที่ 112 (สี่แยกสะพานแดง) จุดเก็บที่ 116 (ถนนเศรษฐศิริ) จุดเก็บที่ 117 (ถนนศรีอยุธยา) จุดเก็บที่ 121 (สะพานพิบูลสงคราม) จุดเก็บที่ 741 (ถนนสามเสน บริเวณบริษัท บุญรอดบริวเวอรี่) และจุดเก็บที่ 801 (วัดราชาธิวาช) จากนั้นทำการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ได้โดยวิธีการทางสถิติ และสรุปผลการศึกษาที่สำคัญตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา และขั้นตอนของการศึกษาที่ตั้งไว้ ดังนี้

5.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง DO ในเดือนถัดไป และข้อมูลคุณภาพน้ำอื่นๆ

ผลจากการศึกษาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ในเดือนถัดไปกับข้อมูลคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณจุลินทรีย์ที่ใช้ในการสลายสารอินทรีย์ในน้ำ (BOD) ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ในน้ำ (COD) ปริมาณของแข็งในน้ำ (SS) ปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำเสีย (TKN) ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3N), ปริมาณไนไตร-ไนโตรเจน (NO_2N), ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3N), ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (T-P) and ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliform) ในวันปัจจุบัน ย้อนหลัง 1 เดือน ในพื้นที่เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร พบว่า ความสัมพันธ์ของ ปริมาณค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ในเดือนถัดมากับตัวแปรต่างๆที่ใช้บ่งบอกคุณภาพน้ำ ของทั้งพื้นที่เขตดุสิตนั้น มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน โดยตัวแปร DO ในเดือนถัดมามีความสัมพันธ์กับตัวแปร ปริมาณจุลินทรีย์ที่ใช้ในการสลายสารอินทรีย์ในน้ำ (BOD) และ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (T-P) มากที่สุด ส่วนความสัมพันธ์ในระดับรองลงมาคือ ตัวแปร TKN, NH_3N, COD, total coliform, pH, NO_2N, NO_3N, และ SS ตามลำดับ ซึ่งตัวแปรที่มีทิศทางความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับDO คือ pH, NO_2N, NO_3N, และ SS ส่วนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันแบบผกผันกับ DO คือ BOD, T-P, TKN, NH_3N, COD และ total coliform

5.1.2 แบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์สำหรับทำนาย DO ในเดือนถัดไป

ผลการศึกษาการสร้างแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์ที่เหมาะสม สำหรับการทำนายปริมาณค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ล่วงหน้า 1 เดือน ในพื้นที่เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 11 จุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งจะเห็นว่าจำนวนโหนดในชั้นซ่อนที่เหมาะสมกับตัวแปรอิสระทั้ง 10 ตัว (pH) (BOD) (COD) (SS) (TKN) (NH_3N) (NO_2N) (NO_3N) (T-P) และ (total coliform) กับตัวแปรตาม 1 ตัว (DO) คือ 16 โหนด สรุปผลจากตารางแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์ที่เหมาะสม พบว่าแบบจำลองส่วนใหญ่ต้องมีการแปลงค่าของตัวแปรอิสระให้อยู่ในรูปของลอการิทึมธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่าการกระจายตัวของตัวแปรทางสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่จะมีการกระจายตัวอยู่ในรูปแบบ log – normal และพบว่าข้อมูลทางสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน

5.1.3 การวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง

ในการวิจัยนี้ได้นำข้อมูลคุณภาพน้ำจากจุดเก็บตัวอย่าง 11 จุดเก็บ ในพื้นที่เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ในช่วงปี 2549 – 2551 มาทำการสร้างแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์เพื่อทำนายปริมาณค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ในเดือนถัดไป ดังแสดงไว้ในหัวข้อที่ 4.2 ซึ่งในขั้นต่อไปจะทำการศึกษาประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยทำการสุ่มข้อมูลชุดใหม่ในช่วงปี 2552 – 2553 จำนวน 350 ชุดข้อมูล มาประเมินและวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยใช้วิธีทางสถิติซึ่งผลจากการวัดประสิทธิภาพแบบจำลองโดยใช้วิธีทางสถิติ ที่มีการนำข้อมูลปริมาณค่าออกซิเจนในน้ำที่ได้จากการเก็บตัวอย่าง (Observed DO) ของแต่ละจุดเก็บในพื้นที่เขตดุสิตมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการทำนายปริมาณค่าออกซิเจนในน้ำโดยโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์ (Neural Network Prediction DO) โดยมีค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เท่ากับ 0.78 ค่าร้อยละความผิดพลาดเฉลี่ย (MAE) เท่ากับ 0.7 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.84

5.1.4 สรุปลักษณะเด่นและข้อจำกัดของแบบจำลอง

จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์เป็นแบบจำลองที่มีความทนทานต่อความไม่แน่นอนของข้อมูลสูง และให้ผลการทดสอบทางสถิติจากการใช้ชุดข้อมูลที่ไม่เคยพบมาก่อนที่มีความถูกต้องที่สูงและมีความน่าเชื่อถือดังที่กล่าวไว้แล้ว แต่ก็มีข้อด้อยคือ ต้องทำการเก็บข้อมูลที่มีจำนวนมากกว่า ถึงแม้ว่าแบบจำลองจะมีความทนทานสูงก็ตามและการสร้างแบบจำลองจะใช้การลองผิดลองถูกในการปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ เพื่อสร้างโครงข่ายที่เหมาะสม ทำให้ใช้เวลา และเทคนิคในการสร้างแบบจำลองที่นาน ซึ่งจะเห็นได้ว่าแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการทำนายปริมาณค่าออกซิเจนในน้ำ ในพื้นที่เขตดุสิต กรุงเทพมหานครได้ โดยมีการแสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่อยู่ในระดับสูง และค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่ไม่มากนัก อย่างไรก็ตามการใช้งานแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์ที่ถูกสร้างมาจากความสัมพันธ์ของข้อมูลคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและทางเคมีทั้ง10 พารามิเตอร์ (pH) (BOD) (COD) (SS) (TKN) (NH_3N) (NO_2N) (NO_3N) (T-P) และ (total coliform) เป็นข้อมูลเฉพาะในพื้นที่เขตดุสิต กรุงเทพมหานครเท่านั้น ซึ่งมีลักษณะของความสัมพันธ์เฉพาะที่ จึงมีข้อจำกัด

ในการทำนาย คือ สามารถทำนายปริมาณค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ในเดือนถัดไปได้เฉพาะพื้นที่นี้เท่านั้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) แนวคิดการพัฒนาการสร้างแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์ พบว่ามีความเหมาะสมและแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลคุณภาพน้ำคลองที่อยู่ในระดับสูงในพื้นที่เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นเขตเมืองที่มีสภาพแวดล้อมและความเป็นอยู่ของประชากรอย่างหนาแน่น จึงสนับสนุนแนวคิดที่จะนำไปใช้เป็นต้นแบบเพื่อการประยุกต์ใช้สำหรับทำนายปริมาณค่าออกซิเจน (DO) ของคลองในพื้นที่เขตเมืองอื่น ๆ ในประเทศไทยได้

2) ควรที่จะมีการพัฒนาการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่จะนำมาสร้างแบบจำลอง เนื่องจากแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์จะนำตัวแปรอิสระทุกตัวมาทำการสร้างแบบจำลอง ซึ่งจะเห็นว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวที่มีความสำคัญในการทำนายน้อยที่สามารถตัดทิ้งได้ โดยจะส่งผลให้ลดปริมาณการตรวจวัดข้อมูล และได้ตัวแปรอิสระที่จำเป็นที่สุดมาสร้างแบบจำลอง