

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ปัญหาและความสำคัญของปัญหา

จากการดำเนินงานระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำของเทศบาลนครหาดใหญ่แบบบ่อฝังและบึงประดิษฐ์มาเป็นเวลา 5 ปี (ตั้งแต่ 2542 ถึง 2547) พบว่ามีองค์ประกอบในระบบบางส่วนเปลี่ยนไป ที่เห็นได้ชัด ได้แก่ ในส่วนของบึงประดิษฐ์

บึงประดิษฐ์ถูกสร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์หลักในการกำจัดค่าความสกปรกในรูปของบีโอดี สารแขวนลอย และสามารถกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของน้ำทิ้งได้บางส่วนก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม โดยมีจำนวน 5 บ่อ การทำงานของบึงประดิษฐ์ (1) อาศัยกระบวนการทางชีวเคมีที่มีแบคทีเรียเกี่ยวข้อง (หรือกระบวนการไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชัน) และ (2) การดูดซับสารอาหารโดยพืช อีกทั้งลักษณะการออกแบบที่ปลูกพืชต่างชนิดในบ่อซึ่งมีความลึกต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมกับหน้าที่การทำงานของแต่ละบ่อนั้น (เทศบาลนครหาดใหญ่, 2540) ช่วยทำให้เกิดกระบวนการบำบัดต่าง ๆ ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงความแตกต่างของโครงสร้างและการทำงานบึงประดิษฐ์
(เทศบาลนครหาดใหญ่, 2540)

บึงประดิษฐ์	ความลึก (เมตร)	พื้นที่ (ตร.ม.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	ชนิดของพืชที่ปลูก	ความสามารถในการบำบัด
W-1	0.70	247,000	168,000	ต้นกกกลม และธูปฤๅษี	- เติม O_2 โดยผ่านทางใบของพืชลงไปยังราก - จับสารอินทรีย์ - กรอง SS จากสาหร่าย - NH_4^+ -N ผ่านกระบวนการไนตริฟิเคชัน
W-2	1.40	126,000	176,400	ปลูกแทน	- BOD_5 จากน้ำเสียและซากสาหร่าย ถูกย่อย
W-3	1.40	61,000	84,000	ปลูกคลุมผิวน้ำ	- สลายในสภาพไร้อากาศ (anaerobic) กลายเป็น CO_2 , CH_4 , และ H_2S - NO_3^- -N ผ่านกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน - N และ P เป็นสารอาหารของแทน

ตาราง 1 (ต่อ)

บึง ประดิษฐ์	ความลึก (เมตร)	พื้นที่ (ตร.ม.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	ชนิดของพืช ที่ปลูก	ความสามารถในการบำบัด
W-4	0.70	199,000	136,500	ต้นกกกลม	- กำจัด BOD ₅ เพิ่มเติม
W-5	0.70	191,000	130,000	และรูปฤๅษี	- เติม O ₂ โดยผ่านทางใบของพืชลงไปยังราก - กรอง SS จากสาหร่ายเพิ่มเติม

แต่สภาพปัจจุบันพืชที่เจริญเติบโตในบึงประดิษฐ์กลับพบผักตบชวาและผักกระเฉด และจากผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งที่ปล่อยจากบ่อนี้ในช่วงเดือนมกราคม 2545 ถึง มิถุนายน 2545 พบว่ามีค่าเฉลี่ยของบีโอดีอยู่ในช่วง 8 – 18 mg/L (มาตรฐานน้ำทิ้งไม่เกิน 20 mg/L) สารแขวนลอยอยู่ในช่วง 25 - 132 mg/L (มาตรฐานน้ำทิ้งไม่เกิน 30 mg/L) และไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.19 - 0.43 mg/L (มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินไม่เกิน 5.0 mg/L) (เทศบาลนครหาดใหญ่, 2545) จากสภาพบึงประดิษฐ์ได้กลายเป็นบ่อบำบัดร่วมกับพืชลอยน้ำ พร้อมทั้งประสบกับปัญหาค่า สารแขวนลอย (จากสาหร่าย) เกินเกณฑ์มาตรฐาน

จากปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวเนื่องกัน โดยธรรมชาติ ซึ่ง ไนโตรเจนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตได้ดีในบ่อ และการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำเพื่อทราบสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาอย่างเดียว โดยขาดความเข้าใจสาเหตุต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องหรือสาเหตุที่ครอบคลุมที่มีโอกาสเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ภายใต้วแปร และความสัมพันธ์ที่เปลี่ยนไป จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดการและการทำงานของบ่อบำบัด ๆ ได้

การศึกษาและจัดการกับสถานการณ์ที่ไม่แน่นอนอย่างนี้ สอดคล้องตามเงื่อนไขของ ทฤษฎีระบบรูปแบบหนึ่งที่เรียกว่า “พลวัตระบบ (system dynamics)” เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการศึกษา การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบและความสัมพันธ์ในระบบ โดยพยายามคำนึงทุก ๆ ปัจจัยที่ เกี่ยวข้องภายใต้เงื่อนไขความแตกต่างของพื้นที่และเวลา (Radzicki, 2001) ซึ่งผลของการศึกษาจะ ได้เป็นแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาทำความเข้าใจความสัมพันธ์เพื่อ นำไปสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ (Harries, 2000)

คาดว่า การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการกำจัด ไนโตรเจนของบ่อบำบัดร่วมกับพืชลอยน้ำของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ ใน ระบบย่อยและระบบหลักตามกรอบของทฤษฎีพลวัตระบบจะทำให้เข้าใจพฤติกรรม การเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนที่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรกายภาพ ชีวภาพ และเคมีในบ่อที่มี ความสัมพันธ์เป็นเหตุและผลได้ดีขึ้น และคาดว่า การสร้างแบบจำลองตามทฤษฎีพลวัตระบบด้วย

โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอื่น ๆ เมื่อปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรทราบลำดับความสำคัญของปัญหาจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวขององค์ประกอบ สามารถจำลองสถานการณ์ และคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในแต่ละสถานการณ์ตามเงื่อนไขและความสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งการติดตามตรวจสอบด้วยแบบจำลองอาจนำไปสู่การวางแผนและเลือกแนวทางจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นในบ่อบำบัด ฯ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรทางกายภาพ ชีวภาพ และเคมี รวมทั้งสมการในรูปแบบปฏิกิริยาเคมี และสมการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการกำจัดไนโตรเจนของบ่อบำบัดน้ำเสียร่วมกับพีชลอยน้ำของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์หาค่าไนโตรเจนรูปต่าง ๆ และค่าตัวแปรสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดไนโตรเจนของบ่อบำบัดร่วมกับพีชลอยน้ำของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่

1.2.3 เพื่อสังเคราะห์และพัฒนาแบบจำลองสำหรับการอธิบายพฤติกรรมในการกำจัดไนโตรเจนของบ่อบำบัดร่วมกับพีชลอยน้ำของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านกายภาพ : ศึกษาเฉพาะองค์ประกอบของการกำจัดไนโตรเจนของบ่อบำบัดร่วมกับพีชลอยน้ำของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่

1.3.2 ขอบเขตด้านข้อมูล

1.3.2.1 ข้อมูลทุติยภูมิ : ครอบคลุมข้อมูลที่เป็นพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนทางทฤษฎี และข้อมูลบ่อบำบัด ฯ จากรายงานโครงการวิจัย วิทยานิพนธ์ และรายงานต่าง ๆ จากทางเทศบาล โดยตัวแปรที่พิจารณาต้องมีข้อมูลเชิงตัวเลขอ้างอิง

1.3.2.2 ข้อมูลปฐมภูมิ : เก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนจากบ่อบำบัดเทศบาลนครหาดใหญ่ และวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

- ตัวอย่างน้ำวิเคราะห์หาค่าไนโตรเจนรูปต่าง ๆ ได้แก่ TKN, NH_4^+ , NO_2^- และ NO_3^- และวิเคราะห์หาค่าตัวแปรสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อุณหภูมิ, pH, DO, BOD_5 , COD, SS และ VSS

- ตัวอย่างตะกอนวิเคราะห์หาค่าเฉพาะไนโตรเจนรวม (TN)

1.3.3 ขอบเขตด้านเวลา :

- ช่วงเวลาในการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2545 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2546
- ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างข้อมูลปฐมภูมิในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2546

1.3.4 ขอบเขตของวิธีวิจัย :

1.3.4.1 กำหนดตัวแปรและสมมติฐานของความสัมพันธ์จากข้อมูลทางทฤษฎีโดยพิจารณาความเหมาะสมที่เกิดขึ้นในบ่อบำบัดร่วมกับพีชลอยน้ำ ฯ หาดใหญ่

1.3.4.2 สร้างตัวแบบจำลองจากความสัมพันธ์ทางทฤษฎี โดยผลการเปลี่ยนแปลงจากแบบจำลองทดสอบความสอดคล้องกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามสมมติฐาน (ทางทฤษฎี) ซึ่งกรณีไม่สอดคล้องต้องมีการปรับแก้ความสัมพันธ์หรือเพิ่มลดตัวแปร

1.3.4.3 ทดสอบแบบจำลองด้วยข้อมูลจริง กรณีผลที่ได้จากแบบจำลองไม่สอดคล้องกับข้อมูลจริง ตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดไว้และปรับความสัมพันธ์หรือเพิ่มลดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการกำจัดไนโตรเจนในแบบจำลองภายใต้สมมติฐานใหม่หรือสมมติฐานเพิ่มเติม

1.3.4.4 ทดสอบความอ่อนไหวของตัวแปรสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจน และนำตัวแปรที่มีความอ่อนไหวหรือตัวแปรที่เป็นสาเหตุของสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในบ่อบำบัดร่วมกับพีชลอยน้ำ ฯ หาดใหญ่ปัจจุบันมาสร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อเสนอแนะแนวทางแก้ไข

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้จะทำให้ได้ แบบจำลองพลวัตระบบสำหรับการอธิบายพฤติกรรมในการกำจัดไนโตรเจนของบ่อบำบัดน้ำเสียร่วมกับพีชลอยน้ำของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ โดยสามารถใช้ในการศึกษาพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนที่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรกายภาพ ชีวภาพ และเคมีที่เกี่ยวข้อง ในช่วงเวลาที่พิจารณาและในอนาคต เมื่อปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรจากผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำหรือจากการสร้างสถานการณ์จำลอง ซึ่งอาจ

นำมาใช้เป็นเครื่องมือร่วมกับการติดตามตรวจสอบการกำจัดไนโตรเจนของบ่อ เพื่อช่วยในการวางแผนและเสนอแนะแนวทางจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นในบ่อบำบัด ฯ ได้

1.5 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปร คือ องค์ประกอบใด ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ และมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับองค์ประกอบอื่น ๆ ภายในระบบที่พิจารณา

ตัวแปรไนโตรเจน หมายถึง ไนโตรเจนรูปต่างๆ ที่สามารถวัดได้ในรูปปริมาณ ได้แก่ Organic, NH_4^+ & NH_3 , NO_2^- และ NO_3^- ในน้ำ และ TN ในตะกอน

ตัวแปรสิ่งแวดล้อม หมายถึง ตัวแปรหรือปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของไนโตรเจน โดยเป็นที่มาของไนโตรเจนหรือมีผลต่อการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจน

กระบวนการไนไตรเตชัน (nitrification) คือ NH_4^+ ถูกแบคทีเรียไนโตรโซโมนาส (nitrosomonas bacteria) ออกซิไดซ์เป็น NO_2^- (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544)

กระบวนการไนเตรเตชัน (nitratation) คือ NO_2^- ถูกแบคทีเรียไนโตรแบคเตอร์ (nitrobacter bacteria) ออกซิไดซ์เป็น NO_3^- (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544)

กระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification) คือ การเกิดกระบวนการไนไตรเตชันต่อเนื่องกับกระบวนการไนเตรเตชัน

สมมติฐาน หมายถึง ข้อความที่ผู้วิจัยคาดหวัง หรือคิดเกี่ยวกับความแตกต่างที่อาจเป็นไปได้ ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ หรือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ หรือตอบปัญหาต่างๆโดยอาศัยประสบการณ์ ความรู้ ความสามารถ ฯลฯ เป็นการเสนอคำตอบชั่วคราวของปัญหาที่ยังไม่ได้ทำการตรวจสอบ โดยอาศัยข้อมูลจากการไปตรวจสอบเอกสาร หรือเป็นการคาดเดาอย่างมีเหตุผล ซึ่งสมมติฐานนั้นไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นจริงเสมอไป (การวิจัยการศึกษาเบื้องต้น: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, ม.ป.ป.)

พลวัตรระบบ หมายถึง ทฤษฎีที่กล่าวถึงระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ตามเวลา (Yndestad, 2002)

แบบจำลองพลวัตรระบบ หมายถึง แบบจำลองที่พัฒนาด้วยสัญลักษณ์ทางทฤษฎีพลวัตรระบบ เพื่อเลียนแบบความเป็นธรรมชาติที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง ขยายผล และใช้ประโยชน์ในอนาคต