ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาแบบจำลองพลวัตระบบสำหรับการติดตามตรวจสอบการกำจัดไนโตรเจนในบ่อบำบัดร่วมกับพืชลอยน้ำของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
ผู้เขียน	นางสาวฟารีดา คาเรง
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2548

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองพลวัตระบบสำหรับการติดตามตรวจสอบการกำจัดไนโตรเจนในบ่อ มุ่งเน้นการช่วยอธิบายพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องตามหลักการทางทฤษฎี โดยคาดว่าสามารถปรับใช้อธิบายสถานการณ์และเสนอแนะการดำเนินงานของบ่อบำบัดร่วมกับพืชลอยน้ำของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา การพัฒนาตัวแบบอาศัยการวิจัยเอกสารเพื่อออกแบบโครงสร้างและความสัมพันธ์ขั้นต้นของแบบจำลอง โดยอาศัยข้อมูลสำคัญในพื้นที่ร่วมกับข้อมูลของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ จากนั้นปรับแก้แบบจำลองให้เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา การวิจัยนี้อาศัยโปรแกรม Vensim PLE Plus เวอร์ชัน 5.4 เป็นเครื่องมือ

แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยตัวแปร 2 กลุ่มหลัก คือ กลุ่มตัวแปรไนโตรเจนและกลุ่มตัวแปรสิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวแปรไนโตรเจนจำแนกเป็นกลุ่มตัวแปรหลัก ซึ่งประกอบด้วย (1) แบบจำลองของ Org N (2) แบบจำลองของ NH_4^+-N (3) แบบจำลองของ NO_2^--N และ (4) แบบจำลองของ NO_3 -N และกลุ่มตัวแปรรอง ซึ่งประกอบด้วย (1) แบบจำลองของ TN ในตะกอน (2) แบบจำลอง N_2 ในอากาศบริเวณบ่อ ฯ ส่วนกลุ่มตัวแปรสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย (1) แบบจำลองของอินทรีย์สาร (2) แบบจำลองของแบคทีเรีย (3) แบบจำลองของสาหร่าย และ (4) แบบจำลองของพืชลอยน้ำ

แบบจำลองที่ผ่านการทดสอบตรรกะและปรับให้สอดคล้องกับข้อมูลจำเพาะของพื้นที่สามารถนำมาอธิบายพฤติกรรมที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปรสำคัญในกลุ่มหลักสอดคล้องกับสมมติฐานของหลักการทางทฤษฎี เช่น อัตราของ NH_4^+-N และ NO_3^--N ที่ถูกใช้ในบ่อเพิ่มขึ้นและลดลงตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสาหร่ายและพืชในบ่อ เป็นต้น อีกทั้งสามารถอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่จริงกรณีฝนตก คือ เมื่อฝนตกน้ำฝนจะนำพา N_2 ในอากาศเข้าสู่บ่อในรูป

NH_4^+-N ซึ่งแนวโน้มของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ NH_4^+-N จะมีอัตราและปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในช่วงฝนตก

จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรที่สำคัญ เพื่อนำไปสร้างสถานการณ์จำลอง พบว่าตัวแปรที่เข้าสู่บ่อ ได้แก่ ไนโตรเจนแต่ละรูป ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และสาหร่าย ส่วนตัวแปรที่เกิดขึ้นในบ่อ ได้แก่ สาหร่ายและพืช เป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราการปล่อยไนโตรเจนจากบ่อ

จากการทดสอบ 2 สถานการณ์จำลอง ภายใต้เงื่อนไขที่อาจเกิดขึ้นจริงจากสภาพบ่อบำบัด ฯ หาดใหญ่ โดยสถานการณ์จำลองที่ 1 เมื่อตัวแปรที่เข้าสู่บ่อเปลี่ยนแปลง แต่ตัวแปรที่เกิดขึ้นในบ่อคงเดิม ในอนาคต 10 วัน พบว่าตัวแปรที่มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ตัวแปร NH_4^+-N ที่ถูกกำจัดในบ่อในรูปก๊าซ (โดยเปลี่ยนแปลงตามความเป็นกรด-ด่าง) และตัวแปร NH_4^+-N และ NO_3^--N ที่ถูกดูดซับเพื่อการสังเคราะห์เซลล์ของสาหร่ายและพืช ซึ่งสอดคล้องตามหลักการทางทฤษฎีและโอกาสที่อาจจะเกิดขึ้นในบ่อ

ในสถานการณ์จำลองที่ 2 เมื่อตัวแปรที่เข้าสู่บ่อคงเดิม แต่ตัวแปรที่เกิดขึ้นในบ่อ (พืช) เปลี่ยนแปลงในอนาคต 10 วัน พบว่าตัวแปรที่มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ตัวแปรปริมาณ Org N และ NH_4^+-N ในบ่อ (โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราที่น้อยลงเมื่อมีการเก็บเกี่ยวซากพืช ในสถานการณ์จำลองที่ 2.2) ตัวแปรสาหร่ายที่ถูกกำจัดในบ่อ ตัวแปร NO_3^--N และ NH_4^+-N ที่ถูกดูดซับเพื่อการสังเคราะห์เซลล์ของสาหร่ายและพืช และตัวแปร NO_3^--N ที่ถูกกำจัดในรูปก๊าซ ซึ่งสอดคล้องตามหลักการทางทฤษฎีและโอกาสที่อาจจะเกิดขึ้นในบ่อ

จากการจำลอง 2 สถานการณ์ดังกล่าว พบว่าการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับหลักการทางทฤษฎี ทำให้คาดหวังได้ว่าต้นแบบจำลองนี้สามารถนำไปปรับใช้ในการคาดการณ์พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงตัวแปรสำคัญของการกำจัดไนโตรเจน มาใช้วิเคราะห์ เสนอแนะและจัดการกับปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้

Thesis Title	Development of a System Dynamics Model for Monitoring Nitrogen Removal in an Aquatic Plant Pond Subsystem of Hat Yai City Municipality's Central Wastewater Treatment System, Songkhla Province.
Author	Miss Fareeda Khareng
Major Program	Environmental Management
Academic Year	2005

Abstract

The objective of this research was to develop a system dynamics model to monitor nitrogen removal in an aquatic plant pond subsystem of a municipality's central wastewater treatment system of Hat Yai city. It was intended to be able help explain the dynamic behavior of the pond resulting from the interaction among various theoretical variables and was expected to be further modified to explain the uncertain situations and to guide the operation of the pond subsystem. The prototype model development started with documentary research, the result of which was used to design the primary structure and relationships of the model. It was modified and improved further using data from related research and Hat Yai city municipality's central waste water treatment system to make the model better fit to the local system. The model development made use of Vensim PLE Plus version 5.4.

The model consisted of two groups of variables: (1) nitrogen variables and (2) environmental variables. The Nitrogen variables were divided into 2 groups. The major group consisted of (1) Org-N, (2) NH_4^+-N, (3) NO_2^--N and (4) NO_3^--N. The minor group consisted of (1) TN in sediment and (2) N_2 in atmosphere. The environmental variables consisted of (1) organic matter, (2) bacteria, (3) algae and (4) floating plants.

The model that passed a series of logical tests and was further adjusted by specific local variables could be used to explain the behavior of the pond resulting from the interaction among those key parameters in line with the set hypotheses, for instance, the rate of NH_4^+-N and NO_3^--N used up in the pond increased and decreased according to the changes in the algae and floating plants in the pond. Also it could explain the phenomenon that really occurred in the pond,

i.e., in the case of heavy rain, where the rain water brought down N_2 from the atmosphere to the pond in the form of NH_4^+-N resulting in an increase of the parameters related to NH_4^+-N during the raining period.

Sensitivity analyses of the essential variables in the model suggested that some inflow variables such as nitrogen, pH and algae and those formed in the pond such as algae and plants were significant to the change of effluent nitrogen.

The results of two scenario analyses also supported theoretical propositions. In the first scenario, where the inflow variable changed but those formed in the pond did not for the next 10 days, the dependent variables also changed, NH_4^+-N disposed in the pond changed according to pH, while NH_4^+-N and NO_3^--N changed due to the absorption by algae and aquatic plants in line with the set assumptions and the possibility that might really occur in the pond.

In the second scenario where the inflow variables were kept constant but those formed in the pond changed, Org-N and NH_4^+-N would increased with the declining rate, the algae disposed in the pond, NO_3^--N and NH_4^+-N absorbed by algae and aquatic plants and NO_3^--N transformed to gas in the denitrification process, also in line with the set hypotheses.

As the changed behaviors were all in line with the set hypotheses, it is expected that this prototype model could be further modified and then applied to predict the behaviors of key parameters in the nitrogen disposal system. Besides, it might be used as a tool to analyze, monitor, and suggest the management of the pond in the future.