การทำนายความเข้มข้นของสารอันตรายด้วยโปรแกรมจำลองคุณภาพน้ำ: กรณีศึกษาในแม่น้ำพอง

นายชาญชัย แสงสุรศักดิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-4777-2

PREDICTION OF CONCENTRATIONS OF TOXIC COMPOUNDS WITH A WATER QUALITY SIMULATION PROGRAM: A CASE STUDY IN THE PONG RIVER

Mr. Chanchai Sangsurasak

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Doctor of Philosophy in Environmental Management (Inter-Department)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-17-4777-2

Thesis Title	Prediction of Concentrations of Toxic Compounds with a Water Quality Simulation Program: A Case Study in the Pong River
By	Mr. Chanchai Sangsurasak
Field of study	Environmental Management
Thesis Advisor	Associate Professor Wanpen Wirojanagud, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Professor Hsin-Neng Hsieh, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctor's Degree

..... Dean of the Graduate School
(Assistant Professor M.R. Kalaya Tingsabadh, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman
(Assistant Professor Sutha Khaodhiar, Ph.D.)

..... Thesis Advisor
(Associate Professor Wanpen Wirojanagud, Ph.D.)

..... Thesis Co-Advisor
(Professor Hsin-Neng Hsieh, Ph.D.)

..... Member
(Manaskorn Rachakornkij, Ph.D.)

..... Member
(Netnapid Tantemsapya, Ph.D.)

..... Member
(Assistant Professor Pinthita Mungkarndee, Ph.D.)

..... Member
(Associate Professor Proespichaya Kanatharana, Ph.D.)

ชาญชัย แสงสุรศักดิ์ : การทำนายความเข้มข้นของสารอันตรายด้วยโปรแกรมจำลองคุณภาพน้ำ: กรณีศึกษาในแม่น้ำพอง. (PREDICTION OF CONCENTRATIONS OF TOXIC COMPOUNDS WITH A SIMULATION PROGRAM: A FISH-KILL STUDY IN THE PONG RIVER).
อ .ที่ปรึกษา : รศ.ดร .วันเพ็ญ วิโรจนกุจ, อ .ที่ปรึกษาร่วม : PROF. HSIN-NENG HSIEH, Ph.D.

254 หน้า .ISBN 974-17-4777-2

ปัญหาปลาตายในแม่น้ำพองมีมานานกว่า 10 ปี สาเหตุการตายยังไม่สามารถระบุได้ เนื่องจากว่าแหล่งมลพิษทั้งหมดเช่น ของเสียจากการเลี้ยงปลา รันออฟ (runoff) จากการเกษตรข้างแม่น้ำ และซากตะกอนของเสียเก่าซึ่งโรงงานกระดาษเคยปล่อยในบริเวณบึงโจดต้องมีการศึกษาพร้อมๆกัน การศึกษาครั้งนี้ประมวลของมูลของปี2542 - 43และพบว่าเมื่อ 1 อาทิตย์ก่อนการตายของปลาในปี 2542 ในแม่น้ำมีค่าบีโอดี5 และค่าดีโอที่สูงผิดปกติตลอดแม่น้ำ ซึ่งบ่งบอกว่าอาจมีการบลูมของสาหร่ายเป็นพิษ (algal bloom) เมื่อสาหร่ายเป็นพิษตายพร้อมๆกันสามารถทำให้เกิดค่าดีโอต่ำและปลาตาย การศึกษานี้พิสูจน์การบลูมของสาหร่ายเป็นพิษด้วย GC/MS ควบคู่กับการเลี้ยงปลา การนับจำนวนสาหร่ายเป็นพิษพร้อมๆกับการวัดระดับยูโทรฟิเคชั่น การตรวจวัดสารฟีนอล และโปรแกรมจำลองคุณภาพน้ำ นอกจากนี้ยังวัดสารอินทรีย์อันตรายเช่นยาฆ่าแมลงในระหว่างที่มีปลาตาย และประเมินโลหะเป็นพิษจากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษก่อนสรุปสามารถสาเหตุการตายของปลา สำหรับโปรแกรมจำลองคุณภาพน้ำ โมเดลแบบไดนามิกถูกสร้างขึ้นด้วยวิธีการประเมินรันออฟและการเทียบมาตรฐาน (calibrate) ค่าการไหล (flow) แบบใหม่ด้วยการใช้ลิคนิน/แทนนิน (lignin/tannin) เป็นตัวเทียบ (conservative trace) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) หรือ R^2 จากการเทียบมาตรฐานสูงพอสมควร ค่า root mean square error (RMSE) จากการเทียบมาตรฐานของการไหลใกล้เคียงกับค่าอื่นๆซึ่งใช้ความเค็ม (salinity) เป็นตัวเทียบ ค่า RMSE จากการเทียบมาตรฐานและการตรวจความถูกต้อง (validation) ของสารทั่วไป (conventional nutrient) ใกล้เคียงกับค่าของคนอื่นๆ โมเดลพยากรณ์ว่าการตายของบลูมของสาหร่ายเป็นพิษ เป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าดีโอต่ำ และน่าเป็นเป็นเหตุให้ปลาตายในปี 2542 โมเดลแสดงความแม่นยำถึงระดับวัน ไม่ใช่เดือน และการใช้ลิคนิน/แทนนินเป็นตัวเทียบพิสูจน์ให้เห็นว่าเชื่อถือได้ การศึกษานี้ทดสอบความสามารถในการพยากรณ์ค่าคลอโรฟิลล์ของโมเดล และพบว่าโมเดลยังพยากรณ์บลูมของสาหร่ายเป็นพิษ เพราะว่าค่าการไหลและค่ารันออฟสองตัวเพียงพอที่ทำให้เกิดการบลูม การวิเคราะห์ยูโทรฟิเคชั่นพบว่าแม่น้ำพองและบริเวณบึงโจดอยู่ภายใต้ยูโทรฟิเคชั่น และอาจเกิดการบลูมของสาหร่ายเป็นพิษได้ ผลจากการวัดค่าฟีนอลพิสูจน์ให้เห็นว่าซากตะกอนของเสียเก่าจากโรงงานไม่มีสารฟีนอลเพียงพอที่จะทำให้ปลาตายได้

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2547 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4389656920 : MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
KEY WORD: WATER QUALITY/ FISH KILLS/ MODELING/ RUNOFF

CHANCHAI SANGSURASAK: PREDICTION OF CONCENTRATIONS OF TOXIC COMPOUNDS WITH A SIMULATION PROGRAM: A FISH-KILL STUDY IN THE PONG RIVER, THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. WANPEN WIROJANAGUD, Ph.D. THESIS COADVISOR: PROF. HSIN-NENG HSIEH, Ph.D. 254 PP. ISBN 974-17-4777-2.

A fish-kill problem has been in the Pong River, Thailand for over a decade. As the river was exposed to different pollution sources such as remnants of the past untreated wastewater's spill, aquacultural waste, and agricultural runoff, all possible fish-killing agents from these sources must be studied. From the 1999 and 2000 monitoring data, it was found that fish kills and low DO occurred at the same time. Moreover, a week before the fish kills in 1999, there were high BOD_5 and DO at all aquaculture sites, suggesting that there might be an algal bloom, which died off and subsequently caused low DO and fish kills. The presence of the algal bloom was proved indirectly with the use of GC/MS in conjunction with the experimental aquaculture, trophic state analysis with algal enumeration, and water quality modeling. A dynamic water quality model was developed with a new method for estimating the unavailable runoff data and calibrating the flow, using a combination of lignin and tannin as conservative trace. Results of correlation coefficients (R^2) from the runoff calibration were reasonably high. Root mean square error (RMSE) from the calibration of flow was comparable with the literature values, using salinity as conservative trace. RMSEs from the model calibration and validation of conventional nutrients were found to be comparable to literature values. The model predicted the bloom die-off which lowered DO and possibly caused fish kills on the same day in 1999, suggesting that the accuracy of the dynamic model was on a time scale of days, and that the use of lignin/tannin to calibrate the flow and runoff was justified. The predictive capability of the model for chlorophyll *a* was tested and the bloom was still predicted, suggesting that the flow and runoff were enough to cause the bloom. The analysis of the trophic state indicated that the Pong River and Chot lagoon, particularly the fish pond, were under eutrophication, and risk from the algal bloom. The monitoring of phenols also proved that remnants of untreated wastewater in the Chot lagoon did not contain significant amounts of phenols which could cause the fish kills.

Inter-department Environmental Management Student's signature .....

Field of study Hazardous Waste Management Advisor's signature .....

Academic year 2004 Co-advisor's signature .....

ACKNOWLEDGMENTS

This project involved so many helpful people from various fields, and endless amount of time to finish. Unfortunately, only one page is allowed for this part; therefore, I'd like to take this opportunity to apologize to all who could not be mentioned here. First of all, I would like to thank Senator Sombhat Waramitr for the financial support while I was doing research in U.S. Without him, this project would not have successful. I would like to think my parents who gave me the foundation which enabled me to strive through obstacles.

All mentors from the past and present have influenced my life. For this, I owed my first thank to Prof. Robert Armstrong from the Chemistry Department at UCLA, who gave me my first opportunity to learn about research. I would like to thank Prof. Tad Koch from the Chemistry Department at the University of Colorado, Boulder for my past training, and his continual contribution in this thesis. I would like to thank Asso. Prof. Wanpen Wirojanagud and Prof. Hsin-Neng Hsieh from NJIT for their guidance, and Prof. Somenath Mitra for his advice and kind support while I stayed in US.

I would like to thank my Colorado friends, Dr. Robert Mahoney, Dr. Melina Marquis, and Dr. Henry Rohrs for their support. I would like to thank Asst. Prof. Wirach Wongphathanakul, Teerasak Somdee, Dr. Wijarn Simachaya for their collaboration, the Regional Centre for Remote Sensing and Geoinformatics, Panomchai Weerayutsin, Sompong Shumkamoln, Witoon Muangna, Amara Sa-ngiumsak, Wisanu, Komkrit Srisuda, Khun Wannee at Thai Special Chemicals, Chery Teh, Khun Dang and Khun Prasert, aquaculturalists who assisted my project in the experimental aquaculture.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

GLOSSARY

AGNPS. Agricultural Non-point Source Pollution Model

ANSWERS. Areal Non-point Source Watershed Environment Response Simulation

BOD. Biochemical Oxygen Demand

BOD_5. Five-day Biochemical Oxygen Demand

CBOD. Carbonaceous Biochemical Oxygen Demand

Chl a. Chlorophyll a

CREAMS. Chemicals, Runoff, and Erosion from Agricultural Management Systems Model

DIW. Department of Industrial Works

DO. Dissolved Oxygen

DYNHYD5. Dynamic Estuary Model Hydrodynamic Model – Version 5

GIS. Geographic Information Systems

GPS. Global Positioning System

HSPF. Hydrological Simulation Program – FORTRAN

NEB. National Environmental Board

NH_3-N. Ammonia Nitrogen

NO_3-N. Nitrate Nitrogen

NO_2-N. Nitrite Nitrogen

NPS. Non-point source

ON. Organic nitrogen

PCD. Pollution Control Department

PO_4-P. Phosphate phosphorus

PS. Point Source

RID. Royal Irrigation Department

RMSE. Root Mean Square Error

SI. Sensitivity Index

SOD. Sediment Oxygen Demand

SWMM. Stormwater Management Model

TKN. Total Kjedahl Nitrogen

TMDL. Total Maximum Daily Load

US. United States

US EPA. United States Environmental Protection Agency

USGS. United States Geological Survey

WASP. Water Quality Simulation Program