

การประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่าง  
โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์



นายกฤษฎา จันทรเสนา

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

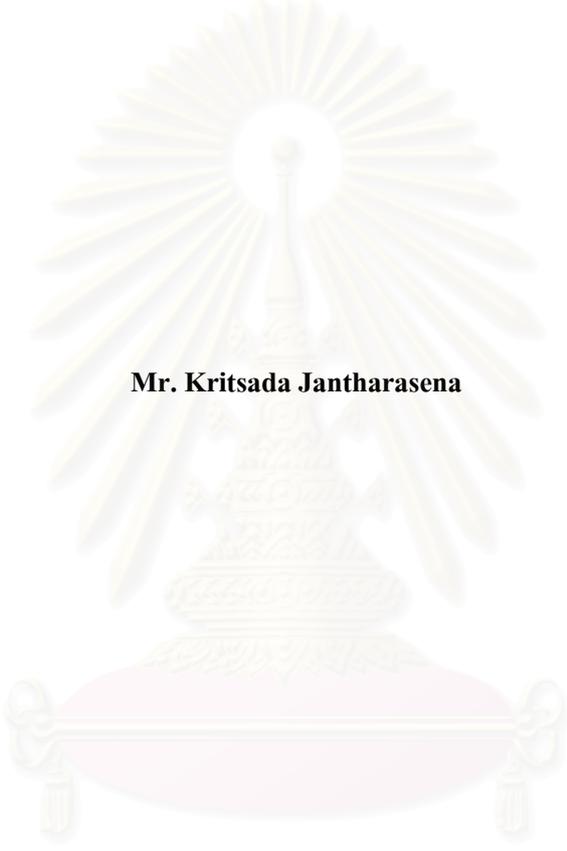
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**TOTAL MAXIMUM DAILY LOAD EVALUATION OF THE LOWER PHONG  
RIVER BY USING A MATHEMATICAL MODEL**

**Mr. Kritsada Jantharasena**



**สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Environmental Science**

**(Interdisciplinary Program)**

**Graduate School**

**Chulalongkorn University**

**Academic Year 2006**

**Copyright of Chulalongkorn University**

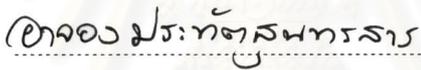
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวันของแม่น้ำ  
พองตอนล่างโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์  
โดย นายกฤษฎา จันทระเสนา  
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม  
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีวงศ์ ศรีบุรี  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร. ศุภิชัย ตั้งใจตรง

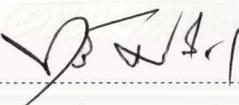
---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

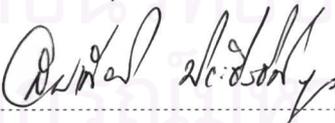
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. กัลยา ดิงศักดิ์ทิพย์)

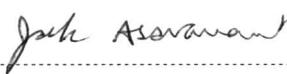
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร. อออง ประทศสุนทรสาร)

 อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีวงศ์ ศรีบุรี)

 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(อาจารย์ ดร. ศุภิชัย ตั้งใจตรง)

 กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิตวิรกุล)

 กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. จักษ์ อัสวานนท์)

กฤษฎา จันทรเสนา : การประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่าง โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (TOTAL MAXIMUM DAILY LOAD EVALUATION OF THE LOWER PHONG RIVER BY USING MATHEMATICAL MODEL) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ทวีวงศ์ ศรีบุรี, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ. ดร. ศุภิชัย ตั้งใจตรง 177 หน้า

การประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษสูงสุดต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่าง ช่วงตั้งแต่ท้ายเขื่อนอุบลรัตน์อำเภออุบลรัตน์จนถึงจุดบรรจบแม่น้ำชีบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น รวมความยาวประมาณ 140 กิโลเมตร โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2K พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาได้แก่ Biochemical Oxygen Demand (BOD), Dissolved Oxygen (DO) และ Nitrate Nitrogen ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการประเมินมลพิษที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยได้แบ่งแหล่งกำเนิดมลพิษออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แหล่งกำเนิดที่แน่นอน (point source) ประกอบด้วย ชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน (non-point source) ประกอบด้วย ธรรมชาติพื้นผิวของน้ำฝน การทำปศุสัตว์และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และทำการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวัน (TMDL) ของแม่น้ำพองตอนล่างในระดับที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ ที่กำหนดให้แม่น้ำพองตอนล่างเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภท 3 ซึ่งมีค่า BOD ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/ลิตร DO ไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัม/ลิตร และ  $\text{NO}_3\text{-N}$  ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/ลิตร และการศึกษาได้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงฤดูกาล คือ ฤดูฝนและฤดูแล้ง

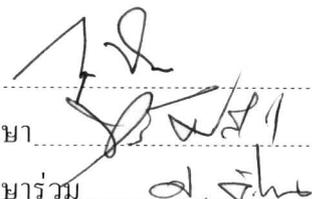
ผลการประเมินมลพิษที่เกิดขึ้นในปัจจุบันที่ลงสู่แม่น้ำพองตอนล่าง ช่วงฤดูฝน มีดังนี้ BOD เท่ากับ 39,1๘4 กิโลกรัม/วัน และ  $\text{NO}_3\text{-N}$  เท่ากับ 3,008 กิโลกรัม/วัน และช่วงฤดูแล้ง BOD เท่ากับ 20,652 กิโลกรัม/วัน และ  $\text{NO}_3\text{-N}$  เท่ากับ 383 กิโลกรัม/วัน ผลการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวัน (TMDL) ช่วงฤดูฝน BOD เท่ากับ 62,905 กิโลกรัม/วัน และ  $\text{NO}_3\text{-N}$  เท่ากับ 40,581 กิโลกรัม/วัน และช่วงฤดูแล้ง BOD เท่ากับ 37,880 กิโลกรัม/วัน และ  $\text{NO}_3\text{-N}$  เท่ากับ 36,728 กิโลกรัม/วัน

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม  
ปีการศึกษา 2549

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



## 4789054420 : MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD: TOTAL MAXIMUM DAILY LOAD / QUAL2K / LOWER PHONG RIVER

KRITSADA JANTHARASENA : TOTAL MAXIMUM DAILY LOAD EVALUATION OF THE LOWER PHONG RIVER BY USING A MATHEMATICAL MODEL. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. THAVIVONGSE SRIBURI, THESIS COADVISOR : SUPICHAJ THANGJAITRONG Ph.D., 177 pp.

This study evaluated Total Maximum Daily Load (TMDL) for the lower Phong River which runs downstream for 140 kilometers from Ubolrat Dam in Ubolrat district of Khonkaen province to the Shee River in Muang district of Khonkaen province. Mathematical model QUAL2K was applied to evaluate TMDL for Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Nitrate Nitrogen ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) in rainy and dry seasons. Only recent BOD and  $\text{NO}_3\text{-N}$  at both point sources (domestic and industrial waste) and non-point sources (discharge and runoff) was analysed to evaluate TMDL in this study. TMDL for the lower Phong River was also evaluated according to the standard quality of runoff water issued by the Pollution Control Department which classified the lower Phong River as a Type 3 runoff source with a maximum BOD value of 2 mg./liter, a maximum  $\text{NO}_3\text{-N}$  content of 5 mg./liter

The results of this study showed that recently the average BOD value and the average concentration  $\text{NO}_3\text{-N}$  of the lower Phong River in the rainy season were 39,184 kilograms/day and 3,008 kilograms/day respectively, and in the dry season were 20,652 kilograms/day and 383 kilograms/day respectively. However, TMDL for BOD and  $\text{NO}_3\text{-N}$  of the lower Phong River estimated in this study for the rainy season were 62,905 kilograms/day and 40,581 kilograms/day respectively while the estimation for the dry season were 37,880 kilograms/day and 36,728 kilograms/day respectively.

Field of study Environmental Science

Academic year 2006

Student's signature

Kritsada Jantarasena

Advisor's signature

Thavivongse Sriyuri

Co-Advisor's signature

Supichai Thangjaitrong

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและได้รับการสนับสนุนจากบุคคลและหน่วยงานหลายๆ ฝ่าย ข้าพเจ้าขอกราบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีวงศ์ ศรีบุรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร. ศุภิชัย ตั้งใจตรง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำและชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหาที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อาจง ประทัดสุนทรสาร รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรชิตวิรกุล รองศาสตราจารย์ ดร. จักษ์ อัสวานันท์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ายิ่งเพื่อเป็นกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์และสอบวิทยานิพนธ์รวมทั้งให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ตลอดจนจนช่วยตรวจสอบรายละเอียดต่างๆ ในวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณเจ้าเจ้าหน้าที่ทุกท่านในสำนักชลประทานที่ 6 โครงการบำรุงรักษาฝายหนองหวาย สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน การไฟฟ้าฝายผลิตแห่งประเทศไทย ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือข้อมูลต่างๆ ทั้งข้อมูลปริมาณน้ำ ระดับน้ำและข้อมูลต่างๆ ของแม่น้ำพองตอนล่าง

ขอกราบขอบพระคุณเจ้าเจ้าหน้าที่ทุกท่านในสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 10 สำนักงานสถิติจังหวัดขอนแก่น สำนักงานประมงจังหวัดขอนแก่น สำนักงานเกษตรจังหวัดขอนแก่น สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดขอนแก่น เทศบาลนครขอนแก่นและมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับลุ่มน้ำพองตอนล่าง

ขอกราบขอบพระคุณสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีวงศ์ ศรีบุรี คุณธีรพล คังคะเกตุ คุณทรงกฤษณ์ ประภักดี ที่ให้โอกาสให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษา และเครื่องมือต่างๆ ตลอดช่วงระยะเวลาในการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์

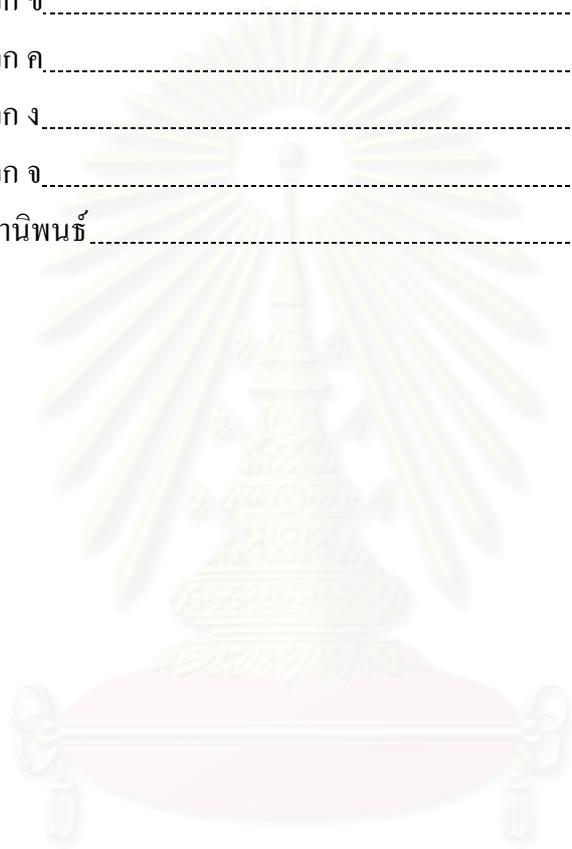
ขอกราบขอบพระคุณ โรงแรมบ้านฉันทรี ที่ให้ทุนการศึกษาแก่ข้าพเจ้า ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โหมยิตานนท์ และเจ้าหน้าที่สหสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือตลอดการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และบุคคลในครอบครัวทุกคน ที่ให้ความหวังใจและเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าเสมอมา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 สภาพทั่วไปและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.4 สมมุติฐาน.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 สภาพทั่วไปกลุ่มน้ำพอง.....	4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
3. เครื่องมือ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการศึกษา.....	28
3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์และแบบจำลอง QUAL2K.....	28
3.2 วิธีดำเนินการศึกษา.....	46
3.3 การป้อนข้อมูลลงแบบจำลอง.....	51
3.4 การประเมินข้อมูลปริมาณมลพิษลงแบบจำลอง.....	66
3.5 การประเมินปริมาณมลพิษของกลุ่มน้ำพองตอนล่างในปัจจุบัน.....	84
3.6 การประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณมลพิษต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่าง.....	95
4. ผลการศึกษาและการวิจารณ์ผล.....	97
4.1 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง.....	97
4.2 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....	112
4.3 ผลการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณมลพิษต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่าง.....	120

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ .....	124
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	124
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	128
รายการอ้างอิง.....	130
ภาคผนวก.....	133
ภาคผนวก ก.....	134
ภาคผนวก ข.....	144
ภาคผนวก ค.....	150
ภาคผนวก ง.....	153
ภาคผนวก จ.....	168
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	177



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เป็นรายเดือน.....	7
2.2	ค่าพิสัยข้อมูลต่างๆ ทางอุตุนิยมหาวิทยาลัยรายปี.....	7
2.3	ปริมาณน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์(พ.ศ.2510-2540).....	10
2.4	ผลการวิเคราะห์น้ำของกลุ่มน้ำพองตอนล่างประจำปี 2548.....	14
2.5	ข้อมูลทั่วไปสังคมและเศรษฐกิจจังหวัดขอนแก่น.....	17
2.6	พื้นที่ปกกรอง จำนวนประชากร ของพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	18
2.7	จำนวนผู้ถือครองที่รายงานการใช้ประโยชน์ที่ดินและเนื้อที่ถือครองทำ การเกษตรของกลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	21
2.8	การทำประมงในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	22
2.9	การทำปศุสัตว์ในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	24
2.10	จำนวนสถานประกอบการอุตสาหกรรม จำนวนเงินทุน และจำนวนคนงาน จำแนกตามประเภทอุตสาหกรรม จังหวัดขอนแก่น.....	25
3.1	พารามิเตอร์คุณภาพน้ำและหน่วยที่ใช้ในแบบจำลอง.....	30
3.2	การประเมินค่าสัมประสิทธิ์ Manning's n ของลำน้ำ.....	37
3.3	พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ วิธีวิเคราะห์และการเก็บรักษาตัวอย่าง.....	49
3.4	มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งผิวดินประเภทที่ 3.....	51
3.5	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย สถานี E30 ในช่วงปี พ.ศ.2537-2547.....	54
3.6	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยที่ปล่อยจากเขื่อนอุบลรัตน์ในช่วงปี พ.ศ. 2537-2547.....	55
3.7	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยที่ปล่อยจากเขื่อนอุบลรัตน์ในช่วงปี พ.ศ. 2537-2547.....	55
3.8	คุณภาพน้ำสถานีตรวจวัดคุณภาพบ้านบ่อนกเขา เฉลี่ยช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งใน ระหว่างปี พ.ศ. 2538-2548.....	56
3.9	ประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	58
3.10	สภาพภูมิอากาศที่สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยจังหวัดขอนแก่นในช่วงปี พ.ศ. 2509-2538..	60
3.11	ข้อมูลทางอุตุนิยมหาวิทยาลัยป้อนลงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	61
3.12	ค่าพารามิเตอร์ของแสงและความร้อนที่ป้อนลงในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ของลำน้ำพองตอนล่าง.....	61
3.13	ค่า coefficients ของแบบจำลอง QUAL2K ที่ได้จากการศึกษา Nakdong River...	63

ตารางที่	หน้า
3.14 การปรับค่า coefficients ของแบบจำลอง QUAL2 Kที่ได้จากการศึกษาแม่น้ำ ปราจีนบุรี.....	64
3.15 การปรับค่าcoefficients ของแบบจำลอง QUAL2K ที่ใช้ในการศึกษาของลำน้ำ พองตอนล่าง.....	65
3.16 ปริมาณน้ำเสียรวมที่เกิดจากแต่ละเทศบาลในลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	67
3.17 ค่าเฉลี่ยความสกปรกของน้ำทิ้งจากเทศบาลต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน.....	68
3.18 ปริมาณมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	69
3.19 พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	71
3.20 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของแต่ละลุ่มน้ำย่อย.....	73
3.21 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนกรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดขอนแก่น ระหว่างปี พ.ศ.2509-2538.....	74
3.22 ปริมาณฝนในแต่ละฤดูกาล.....	74
3.23 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า( $C_p$ ) ของแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน.....	75
3.24 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	76
3.25 ค่าความเข้มข้นของสารพิษต่างๆ ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใช้ในการ คำนวณ.....	76
3.26 คุณภาพน้ำจากการทำลองเก็บตัวอย่างของลำธารทั้ง 2 สายจากภูเขา Rocky.....	77
3.27 เบอร์เซนต์สัดส่วนของไนโตรเจนในรูปแบบต่างๆเทียบกับ Total Nitrogen(TN).....	78
3.28 ปริมาณความเข้มข้นของมลสาร ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	78
3.29 จำนวนและการกระจายตัวของปศุสัตว์ในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	79
3.30 อัตราการเกิดน้ำเสียจากการเลี้ยงสุกร.....	80
3.31 ปริมาณการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อของพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	81
3.32 ความเข้มข้นของมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลา.....	81
3.33 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อ.....	82
3.34 ปริมาณการเลี้ยงปลาในกระชังในลำน้ำพองตอนล่าง.....	83
3.35 ปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังของลำน้ำพองตอนล่าง.....	83
3.36 ปริมาณน้ำเสียรวมที่เกิดขึ้นแต่ละเทศบาลในลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	84
3.37 ค่าเฉลี่ยความสกปรกของน้ำทิ้งจากเทศบาลที่ใช้ประเมินมลพิษของลำน้ำพอง ตอนล่าง.....	85

ตารางที่	หน้า
3.38 ผลการประเมินมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนประเภทชุมชนเขตเทศบาลที่ลงสู่ ลำน้ำพองตอนล่าง.....	85
3.39 ปริมาณมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	86
3.40 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำพองตอนล่าง ช่วงฤดูฝน(พฤษภาคม-ตุลาคม).....	87
3.41 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำพองตอนล่าง ช่วงฤดูแล้ง(พฤศจิกายน-เมษายน).....	87
3.42 ค่าความเข้มข้นของสารพิษต่างๆ ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	88
3.43 ปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอนกรณี run off ในช่วงฤดูฝน.....	89
3.44 ปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอนกรณี run off ในช่วงฤดูแล้ง.....	89
3.45 จำนวนสุกรและอัตราการเกิดน้ำเสียของพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	90
3.46 ผลการประเมินมลพิษจากการเลี้ยงสุกร.....	91
3.47 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดในบ่อ.....	92
3.48 ความเข้มข้นของมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลานิล.....	92
3.49 ผลการประเมินมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อ.....	93
3.50 จำนวนปลานิลที่เลี้ยงในกระชังของลำน้ำพองตอนล่าง.....	93
3.51 ผลการประเมินปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังของลำน้ำพอง ตอนล่าง.....	94
3.52 ผลการประเมินมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างในปัจจุบัน.....	94
3.53 มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3.....	95
4.1 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและข้อมูลจากโครงการ ส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวาย ช่วงฤดูฝน(พฤษภาคม – ตุลาคม ).....	98
4.2 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จาก โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวาย ช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน – เมษายน).....	100
4.3 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ BOD ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจาก ข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูฝน.....	102

ตารางที่	หน้า
4.4 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ DO ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากข้อมูล กรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูฝน.....	103
4.5 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ NO <sub>3</sub> -N ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจาก ข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูฝน.....	105
4.6 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ BOD ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจาก ข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูแล้ง.....	107
4.7 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ DO ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากข้อมูล กรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูแล้ง.....	109
4.8 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ NO <sub>3</sub> -N ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจาก ข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูฝน.....	111
4.9 ปริมาณน้ำจากสถานีฝายหนองห้วยเฉลี่ย ปี 2537-2547.....	112
4.10 ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำ BOD ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากการ ตรวจวัดเอง ช่วงฤดูฝน.....	114
4.11 ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำ DO ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากการ ตรวจวัดเอง ช่วงฤดูฝน.....	115
4.12 ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำ BOD ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากการ ตรวจวัดเอง ช่วงฤดูแล้ง.....	117
4.13 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ DO ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากข้อมูล กรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูแล้ง.....	119
4.14 มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งผิวดินประเภทที่ 3 ที่ใช้ประเมิน TMDL.....	120
4.15 ผลการปรับเพิ่มปริมาณน้ำเสียช่วงฤดูฝน.....	121
4.16 ผลการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวันของแม่น้ำพอง ตอนล่าง ช่วงฤดูฝน(พฤษภาคม-ตุลาคม).....	122
4.17 ผลการปรับเพิ่มปริมาณน้ำเสียช่วงฤดูแล้ง.....	122
4.18 ผลการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวันของแม่น้ำพอง ตอนล่าง ช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-เมษายน).....	123
5.1 ผลการประเมิน TMDL คุณภาพน้ำพารามิเตอร์ BOD (กก./วัน).....	126
5.2 ผลการประเมิน TMDL คุณภาพน้ำพารามิเตอร์ NO <sub>3</sub> -N (กก./วัน).....	127

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ที่ตั้งลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	3
2.1	แผนที่ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	5
2.2	สภาพลำนน้ำพองตอนล่างช่วงตั้งแต่ท้ายเขื่อนอุบลรัตน์จนถึงจุดบรรจบแม่น้ำชี.....	6
2.3	แผนที่ลำนน้ำสาขาต่างๆของลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	9
2.4	พื้นที่ชลประทานของลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	11
2.5	แหล่งน้ำเพื่อการชลประทานในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	12
2.6	จุดตรวจวัดคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ.....	15
2.7	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	16
2.8	การทำเกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	23
2.9	การทำประมงในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	23
3.1	การวางแผนการแบ่งลำนน้ำสำหรับแม่น้ำและลำนน้ำสาขาที่ไหลมารวมกัน.....	31
3.2	QUAL2K วางแผนการแบ่งช่วงลำนน้ำ.....	32
3.3	Reach ของ model สามารถแบ่งอันดับของ element.....	33
3.4	อัตราการไหลของลำนน้ำในแต่ละ Element.....	33
3.5	ลักษณะ non-point source ที่ไหลเข้าแม่น้ำจะเป็นตัวกำหนดในแต่ละ element.....	35
3.6	ลักษณะลำนน้ำช่องสี่เหลี่ยมคางหมู.....	36
3.7	sharp-crest weir เกิดขึ้นที่ขอบเขตระหว่าง 2 reaches.....	38
3.8	การแพร่กระจาย heat balance ของ element.....	41
3.9	Mass balance.....	42
3.10	model kinetics และกระบวนการ mass transfer.....	43
3.11	แผนผังการดำเนินการศึกษา.....	46
3.12	แผนที่จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ.....	50
3.13	การแบ่ง Reach ของลำนน้ำพองตอนล่าง.....	53
3.14	การแบ่งประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	57
3.15	รูปแบบการแบ่งแหล่งกำเนิดมลพิษที่ลงสู่ลำนน้ำพองตอนล่าง.....	59
3.16	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำพองตอนล่าง.....	72

ภาพที่	หน้า
4.1 ปริมาณน้ำช่วงฤดูฝน(พฤษภาคม - ตุลาคม) จากการคำนวณแบบจำลอง.....	97
4.2 ปริมาณน้ำช่วงฤดูแล้ง(พฤศจิกายน - เมษายน) จากการคำนวณแบบจำลอง.....	99
4.3 ค่า BOD จากการปรับเทียบค่า $K_{dc}$ ในช่วงฤดูฝน.....	101
4.4 ค่า DO จากการปรับเทียบค่า Prescribed Reaeration Oxygen ในช่วงฤดูฝน.....	103
4.5 ค่า $NO_3-N$ จากการปรับเทียบค่า $K_{dn}$ ในช่วงฤดูฝน.....	105
4.6 ค่า BOD จากการปรับเทียบค่า $K_{dc}$ ในช่วงฤดูแล้ง.....	107
4.7 ค่า DO จากการปรับเทียบค่า Prescribed Reaeration Oxygen ในช่วงฤดูแล้ง.....	109
4.8 ค่า $NO_3-N$ จากการปรับเทียบค่า $K_{dn}$ ในช่วงฤดูฝน.....	110
4.9 การตรวจสอบแบบจำลองคุณภาพน้ำ BOD ในช่วงฤดูฝน.....	113
4.10 การตรวจสอบแบบจำลองคุณภาพน้ำ DO ในช่วงฤดูฝน.....	115
4.11 การตรวจสอบแบบจำลองคุณภาพน้ำ BOD ในช่วงฤดูแล้ง.....	117
4.12 การตรวจสอบแบบจำลองคุณภาพน้ำ DO ในช่วงฤดูแล้ง.....	118
5.1 สรุปปริมาณมลพิษ BOD จากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ที่ลงสู่มแม่น้ำพอง ตอนล่าง.....	124
5.2 สรุปปริมาณมลพิษ $NO_3-N$ จากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ที่ลงสู่มแม่น้ำพอง ตอนล่าง.....	125
5.3 สรุปปริมาณมลพิษ BOD จากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ที่ลงสู่มแม่น้ำพอง ตอนล่าง.....	125
5.4 สรุปปริมาณมลพิษ $NO_3-N$ จากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ที่ลงสู่มแม่น้ำพอง ตอนล่าง.....	126

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 สภาพทั่วไปและความสำคัญ

ทรัพยากรน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการนำมาใช้ในการอุปโภคและบริโภคในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพและการดำเนินธุรกิจในด้านต่างๆ เช่น การเกษตรกรรม การเพาะเลี้ยง การปศุสัตว์และการดำเนินอุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งผลจากการใช้ทรัพยากรน้ำที่ขาดการจัดการที่เหมาะสมและไม่คำนึงถึงปริมาณของเสียรวม (loading) ที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำ โดยทำให้เกิดขีดความสามารถในการรองรับมลพิษของแหล่งน้ำได้ ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำนั้นๆ เกิดปัญหาน้ำเน่าเสียตามมาในอนาคต

พื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างมีเนื้อที่ประมาณ 3,100 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมอำเภออุบลรัตน์ อำเภอน้ำพอง อำเภอเมือง อำเภอเขาสวนกวาง อำเภอบ้านฝาง อำเภอกระนวน กิ่งอำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น อำเภอโนนสะอาด อำเภอหนองแสง อำเภอหนองวัวซอ จังหวัดอุดรธานี อำเภอโนนสัง จังหวัดหนองบัวลำภูและอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม พื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างมีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม เช่น พื้นที่นาข้าว พื้นที่พืชไร่ โดยพืชไร่ที่สำคัญได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อย ปอและสวนปาล์ม เป็นต้น ส่วนพื้นที่ป่าไม้ซึ่งเคยมีในอดีตปัจจุบันได้กลายเป็นพื้นที่ชุมชน เกษตรกรรมและอุตสาหกรรม โรงงานที่สำคัญที่อยู่ในพื้นที่ได้แก่ โรงงานกระดาษ โรงงานผลิตน้ำตาลทรายและโรงงานแปรรูปมันสำปะหลัง เป็นต้น สำหรับแหล่งชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างมีจำนวนมากทั้งที่อยู่ในเขตเทศบาลและกระจายอยู่นอกเขตเทศบาล ทำให้มีปัญหาเรื่องการควบคุมมลพิษที่เกิดขึ้น แม่น้ำพองมีความสำคัญที่คอยหล่อเลี้ยงกิจกรรมต่างๆ ในพื้นที่ เช่น การเกษตรกรรม การประมง อุตสาหกรรมและการอุปโภคบริโภคแก่ประชาชนพื้นที่โดยรอบ จากปัญหาคุณภาพน้ำในแม่น้ำพองที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง นับจากอดีตจนถึงปัจจุบันได้ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมดังกล่าวซึ่งสาเหตุนั้นเกิดขึ้นอย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็นการกระจายตัวของชุมชนในพื้นที่ที่ไม่มีการควบคุมมลพิษที่เกิดขึ้น ปัญหาน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำพอง เป็นต้น จากปัญหาดังกล่าวการศึกษาและการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณมลพิษต่อวัน (Total Maximum Daily Load: TMDL) ของแม่น้ำพองตอนล่าง จึงเป็นแนวทางเลือกหนึ่งในการวางแผนการจัดการและรักษาคุณภาพน้ำในลำน้ำ ให้มีสภาพเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์และคงสภาพตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ ที่กำหนดให้แม่น้ำพองตอนล่างเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 โดย TMDL จะเป็นเกณฑ์บอกว่าปริมาณของเสียรวม (loading) จากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (point Source) และแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน

(non-point source) ว่าสามารถระบายลงสู่แหล่งน้ำมากน้อยเท่าใดโดยที่จะไม่ทำให้แหล่งน้ำเกิดภาวะเสื่อมโทรม ซึ่งการประเมิน TMDL สามารถทำได้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

## 1.2 วัตถุประสงค์

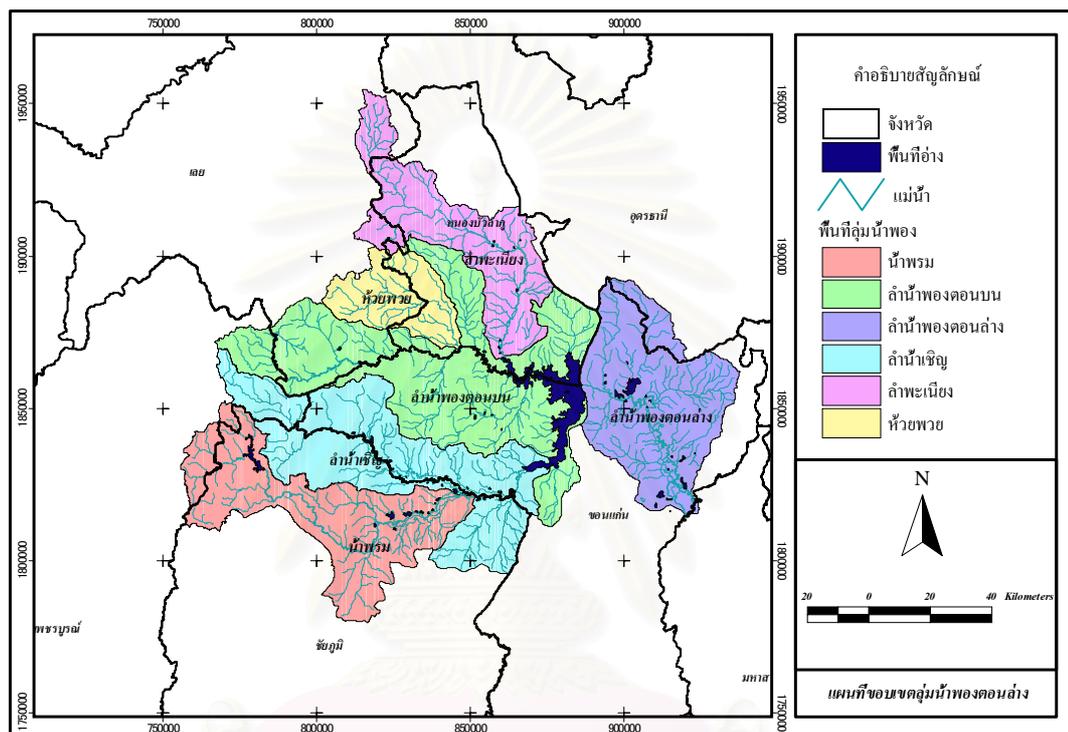
- 1) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปริมาณของเสียรวม (loading) จากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (point source) และแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน (non-point source) ที่ระบายลงสู่แม่น้ำพองตอนล่าง
- 2) เพื่อศึกษาสภาพคุณภาพน้ำในปัจจุบันของแม่น้ำพองตอนล่าง พารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิ, pH, Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD) และไนเตรตไนโตรเจน ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )
- 3) เพื่อวิเคราะห์และประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณมลพิษต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่าง (Total Maximum Daily Load: TMDL) โดยประเมินในรูปของ Biochemical Oxygen Demand (BOD) และไนเตรตไนโตรเจน ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )

## 1.3 ขอบเขตการศึกษา

- 1) พื้นที่ศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง มีเนื้อที่ประมาณ 3,100 ตารางกิโลเมตร โดยมีลำน้ำหลักคือ แม่น้ำพอง ที่ไหลตั้งแต่ท้ายเขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ ผ่านฝายหนองหวายบริเวณอำเภอน้ำพอง จนถึงจุดบรรจบแม่น้ำชีที่บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น รวมความยาวประมาณ 140 กิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 1.1
- 2) สํารวจสภาพคุณภาพน้ำในปัจจุบันของแม่น้ำพองตอนล่าง พารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิ, pH, Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD) และไนเตรตไนโตรเจน ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) ทำการเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำทั้งหมด 15 จุด บริเวณเดียวกันกับกรมควบคุมมลพิษ 11 จุด และทำการเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำเพิ่ม 4 จุด
- 3) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ QUAL2K ที่พัฒนามาจากโปรแกรม QUAL2E โดย U.S. Environmental Protection Agency
- 4) ข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ
  - (4.1) ข้อมูลคุณภาพน้ำ จากกรมควบคุมมลพิษ (ปี พ.ศ.2537 ถึง ปี พ.ศ. 2547)
  - (4.2) ข้อมูลลักษณะทางกายภาพลำน้ำ ได้แก่ ข้อมูลหน้าตัดลำน้ำ (cross section) จากฝ่ายวิเคราะห์และประมวลผลสถิติ กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน
  - (4.3) ข้อมูลทางอุทกวิทยา (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย) (ปี พ.ศ. 2537 ถึง ปี พ.ศ.2547)
  - (4.4) ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษ

#### 5) ข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบแบบจำลอง

- (5.1) ข้อมูลคุณภาพน้ำจากการออกภาคสนาม
- (5.2) ค่าสัมประสิทธิ์ที่ผ่านการปรับเทียบแล้ว
- (5.3) ข้อมูลลักษณะทางกายภาพลำน้ำ (ข้อมูลชุดเดียวกับการปรับเทียบ)
- (5.4) ข้อมูลทางอุทกวิทยา (ช่วงออกภาคสนาม)



ภาพที่ 1.1 ที่ตั้งลุ่มน้ำพองตอนล่าง

#### 1.4 สมมติฐาน

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณมลพิษต่อวัน (Total Maximum Daily Load; TMDL) ของแม่น้ำพองตอนล่างได้

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถนำผลจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใช้ในการวางแผนการจัดการคุณภาพน้ำในลำน้ำได้
- 2) สามารถนำผลจากการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณมลพิษต่อวันจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการวางแผนควบคุมการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างได้

## บทที่ 2

### ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

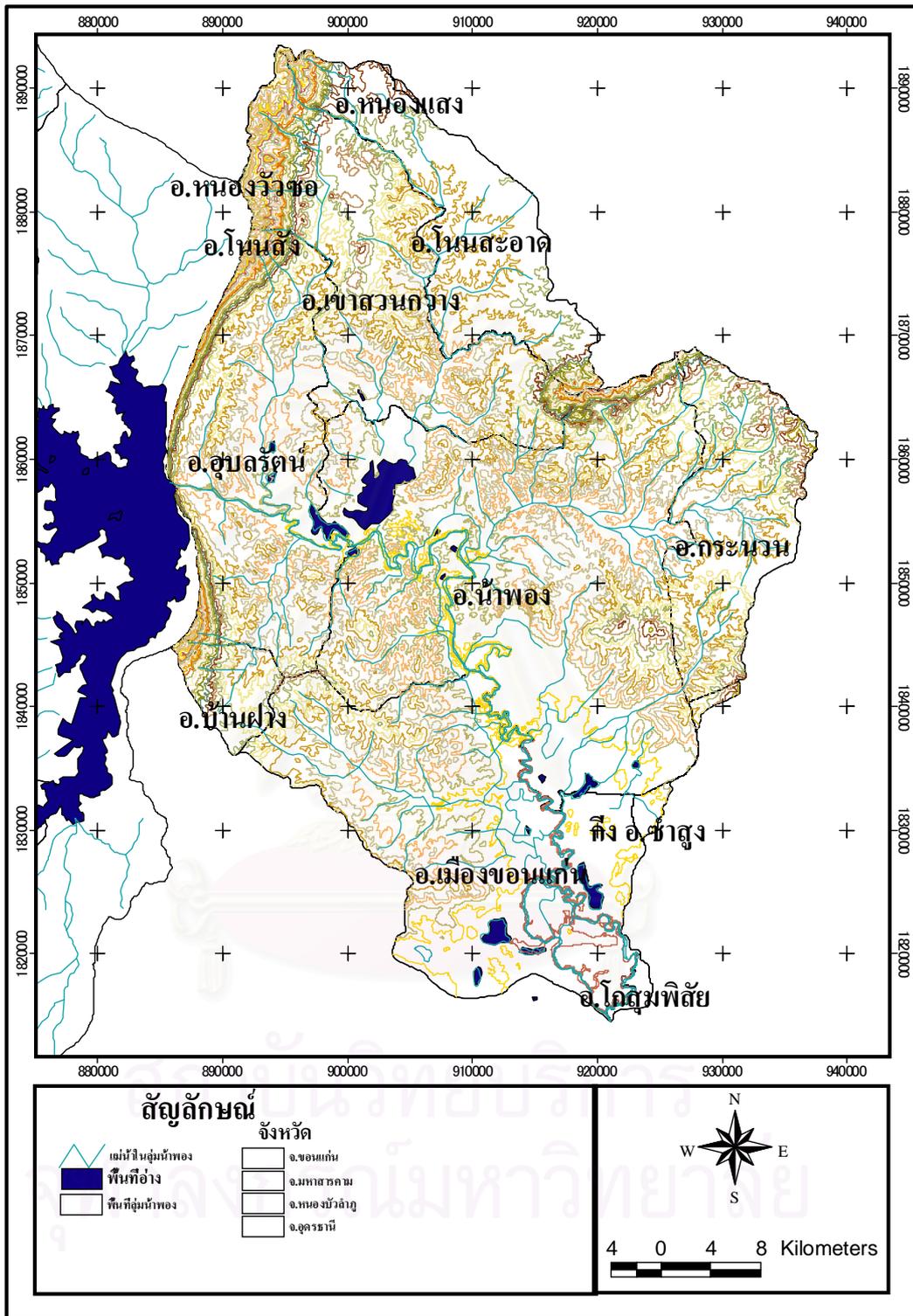
#### 2.1 สภาพทั่วไปลุ่มน้ำพอง

##### 2.1.1 ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างมีพื้นที่ประมาณ 3,100 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภออุบลรัตน์ อำเภอน้ำพอง อำเภอเมือง อำเภอเขาสวนกวางและบางส่วนของอำเภอกระนวน อำเภอบ้านฝาง กิ่ง อ.ชำสูง จังหวัดขอนแก่น นอกจากนี้ยังครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอโนนสะอาด อำเภอหนองแสง จังหวัดอุดรธานี และอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำพองเป็นที่ราบลุ่มน้ำ โดยมีลำน้ำหลักคือลำน้ำพอง ช่วงตั้งแต่ท้ายเขื่อนอุบลรัตน์ไปจนถึงจุดบรรจบแม่น้ำชีและมีลำน้ำสาขาเล็กๆ ได้แก่ ห้วยทราย ห้วยคุ่มมูม ห้วยยาง ห้วยโจด ห้วยเสือเต็น ห้วยแก้งคุด ห้วยใหญ่ ห้วยสายบาตรและห้วยพระค้อ บริเวณทางทิศตะวันตกของลุ่มน้ำพองตอนล่างมีลักษณะเป็นที่อกเขายาวตลอดแนวจากทิศเหนือไปทางทิศใต้ ด้านทิศตะวันออกมีลักษณะเป็นที่อกเนินสูงและตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะเป็นเขาสูง พื้นที่ค่อยๆ ลาดจากทางทิศเหนือมาทางทิศใต้ตามแนวลำน้ำพอง แสดงดังภาพที่ 2.1และภาพที่ 2.2

##### 2.1.2 ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศของลุ่มน้ำพองตอนล่างส่วนใหญ่เป็นฤดูฝนช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม และมีปริมาณฝนมากที่สุดในเดือนกันยายน บริเวณทิศใต้ของลุ่มน้ำมีปริมาณค่อนข้างต่ำ (น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร/ปี) และมีปริมาณฝนมากที่สุดในบริเวณทางทิศเหนือของลุ่มน้ำ (มีค่ามากที่สุดประมาณ 1,300 มิลลิเมตร/ปี) ฤดูหนาวช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ และฤดูร้อนช่วงเดือนมีนาคม-เดือนเมษายน โดยในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างมีสถานีตรวจวัดภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา 1 สถานี คือ สถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดขอนแก่น สามารถสรุปลักษณะภูมิอากาศได้ดังตารางที่ 2.1และตารางที่ 2.2



ภาพที่ 2.1 แผนที่ลักษณะภูมิประเทศของกลุ่มน้ำพองตอนล่าง



ภาพที่ 2.2 สภาพลำน้ำพองตอนล่างช่วงตั้งแต่ท้ายเขื่อนอุบลรัตน์จนถึงจุดบรรจบแม่น้ำชี

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เป็นรายเดือน

เดือน	ปริมาณน้ำฝนรวม ตลอดเดือน (มม.)	จำนวนวันที่ ฝนตก	อุณหภูมิ (°C)		ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	
			ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ยต่ำสุด	เฉลี่ยสูงสุด
มกราคม	0.0	0	12.5	33.7	63	77
กุมภาพันธ์	53.3	7	13.3	35.5	58	84
มีนาคม	134.0	8	17.5	37.7	54	86
เมษายน	49.8	5	22.0	39.1	59	79
พฤษภาคม	139.5	10	22.5	40.0	56	91
มิถุนายน	172.3	16	23.1	36.6	65	93
กรกฎาคม	181.5	8	23.3	36.4	70	88
สิงหาคม	305.0	22	23.0	35.9	73	95
กันยายน	370.2	23	23.0	33.7	77	96
ตุลาคม	61.8	4	21.0	35.7	68	84
พฤศจิกายน	0.0	0	16.5	35.7	60	79
ธันวาคม	0.0	0	12.2	32.5	46	64
ทั้งปี	1,467.4	103	12.2	40.0	46	96

(สถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดขอนแก่น, 2546)

ตารางที่ 2.2 ค่าพิสัยข้อมูลต่างๆ ทางอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยรายปี

ข้อมูลภูมิอากาศ	ช่วงพิสัยของข้อมูลเฉลี่ยรายปี
1. อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	25.30-26.80
2. ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	66.80-72.40
3. การระเหยจากผิวดิน (มิลลิเมตร)	1,566.20-1,997.50
4. เมฆปกคลุม (0-10)	5.30-5.70
5. ความเร็วลม (นอต)	2.20-3.50
6. สัปดาห์การระเหย (มิลลิเมตร)	1,787.8-2,061.20

(โครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการฟื้นฟูและบำบัดคุณภาพน้ำในลำน้ำพอง มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2538)

### 2.1.3 ทรัพยากรแหล่งน้ำ

พื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างมีแหล่งน้ำที่สำคัญที่สุดคือ แหล่งน้ำผิวดิน โดยมีลำน้ำพอง เป็นแม่น้ำสายหลัก ไหลออกจากอำเภออุบลรัตน์ซึ่งเป็นเขื่อนเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าและการชลประทาน ไหลผ่านอำเภออุบลรัตน์ อำเภอน้ำพอง ผ่านฝายหนองหวายที่บริเวณอำเภอน้ำพอง ไหลผ่านอำเภอเมืองและออกสู่อ่างเก็บน้ำชีที่บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น รวมความยาวประมาณ 140 กิโลเมตร ลำน้ำพองตอนล่างมีลำน้ำสาขาประกอบด้วย ห้วยทราย ห้วยคุ่มมูม ห้วยยาง ห้วยโจด ห้วยเสือเต้น ห้วยแก้อุด ห้วยใหญ่ ห้วยสายบาตรและห้วยพระคือ แสดงดังภาพที่ 2.3

### 2.1.4 อุทกวิทยาและการชลประทาน

ลุ่มน้ำพองตอนล่างมีพื้นที่รับน้ำประมาณ 3,100 ตารางกิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศเป็นแบบมรสุม อุณหภูมิเฉลี่ย 26 องศาเซลเซียส การคายน้ำจากผิวดินปี 1,500-1,900 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 70 % ปริมาณน้ำท่าที่รวบรวมได้จากสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำของชลประทานพบว่าปริมาณน้ำนองสูงสุดในช่วงเดือน กันยายน-ตุลาคม และมีช่วงพิสัยของเปอร์เซ็นต์การแพร่กระจายในช่วงเดือนเวลาดังกล่าวอยู่ระหว่าง 28.55-72.10 % โดยมีเขื่อนอุบลรัตน์ทำหน้าที่ควบคุมและปล่อยน้ำลงลำน้ำพองตอนล่าง ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 2.3 และภาพที่ 2.4 – 2.5

การทำชลประทานในพื้นที่ลุ่มน้ำพองมีแหล่งน้ำที่สำคัญ 2 แหล่งคือ เขื่อนอุบลรัตน์ และฝายหนองหวาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### เขื่อนอุบลรัตน์

- ความจุเขื่อน	2,263.60	ล้านลูกบาศก์เมตร
- ปริมาณน้ำนองอ่าง (Dead Storage)	410.36	ล้านลูกบาศก์เมตร
- พื้นที่รับน้ำฝน	14,000.00	ล้านลูกบาศก์เมตร

เขื่อนอุบลรัตน์มีหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้า ภายใต้ความรับผิดชอบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

#### ฝายหนองหวาย

- พื้นที่รับน้ำฝน	1,080	ตารางกิโลเมตร
- พื้นที่ผิวน้ำ (ที่ระดับ +163.100)	26.7	ตารางกิโลเมตร
- ความจุระดับสันฝาย (ที่ระดับ +163.100)	81	ตารางกิโลเมตร

ฝายหนองหวายก่อสร้างปิดกั้นลำน้ำ ทำให้เกิดอ่างเก็บน้ำบริเวณเหนือฝาย โดยมีหน้าที่ให้น้ำเพื่อการชลประทานเนื้อที่ประมาณ 258,000 ไร่



ตารางที่ 2.3 ปริมาณน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์ (พ.ศ.2510-2540)

เดือน	ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างฯ (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากอ่างฯ (ล้าน ลบ.ม.)		*ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากอ่างฯเนื่องจากการระเหยและการซึม (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)
		ผ่านเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ผ่านทางระบายน้ำล้นและเพื่อการชลประทาน		
เมษายน	26.2	125.4	0.2	48.9	880.3
พฤษภาคม	67.7	124.7	0.0	41.3	808.6
มิถุนายน	188.0	145.8	1.3	38.1	748.9
กรกฎาคม	173.0	145.6	6.9	33.8	679.8
สิงหาคม	245.0	136.6	10.7	30.3	734.8
กันยายน	675.8	151.7	50.1	30.3	1,123.1
ตุลาคม	596.8	184.1	104.3	40.9	1,519.3
พฤศจิกายน	119.3	140.6	6.1	46.2	1,464.0
ธันวาคม	26.1	72.2	0.0	50.6	1,388.0
มกราคม	19.0	89.9	0.1	52.6	1,268.6
กุมภาพันธ์	17.6	91.9	4.2	47.4	1,147.0
มีนาคม	22.5	104.0	4.8	51.1	1,017.4
รวม	2,177.0	1,512.5	188.7	511.5	-

(โครงการวิจัยการจัดการสิ่งแวดล้อมลุ่มน้ำพอง มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546)

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





เขื่อนอุบลรัตน์



ฝายหนองหวาย

ภาพที่ 2.5 แหล่งน้ำเพื่อการชลประทานในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง

### 2.1.5 คุณภาพน้ำ

ตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 116 ตอนที่ 53.3 ลงวันที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2542 ได้กำหนดประเภทของแหล่งน้ำในลำน้ำพองตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างลำน้ำพองกับลำน้ำชี บริเวณบ้านคุยเชือก ตำบลหนองบึง อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม กิโลเมตรที่ 0 จนถึงลำน้ำพองบริเวณท้ายเขื่อนอุบลรัตน์ บ้านบ่อนกเขา ตำบลบ้านคง อำเภออุบลรัตน์ กิโลเมตรที่ 140 จัดให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนรวมถึงการเกษตร) โดยกรมควบคุมมลพิษและสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 10 ได้ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำเป็นประจำทุกปีและมีจุดตรวจวัดทั้งหมด 16 สถานี คุณภาพน้ำเฉลี่ยของลำน้ำพองตอนล่างสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.4 และจุดตรวจวัดแสดงดังภาพที่ 2.6

### 2.1.6 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำพองตอนล่างเป็นพื้นที่เกษตรกรรมหรือพื้นที่ทำนาข้าว มีทั้งที่อยู่ในอกระบบชลประทานและในระบบชลประทาน ส่วนพื้นที่พืชไร่ที่พบคือ มันสำปะหลัง อ้อย ปอ ยูคาลิปตัส เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีพืชผักต่างๆด้วย ส่วนพื้นที่ป่าไม้จากเคยมีในอดีต ปัจจุบันได้กลายเป็นพื้นที่ชุมชนเกษตรและอุตสาหกรรม โรงงานที่สำคัญในพื้นที่ เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานน้ำตาลและโรงงานสุรา สำหรับชุมชนในพื้นที่กลุ่มน้ำพองตอนล่างมีทั้งชุมชนที่อยู่ในเขตเทศบาลและชุมชนนอกเขตเทศบาลกระจัดกระจายตามพื้นที่หากิน พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำพองตอนล่างแสดงดังภาพที่ 2.7

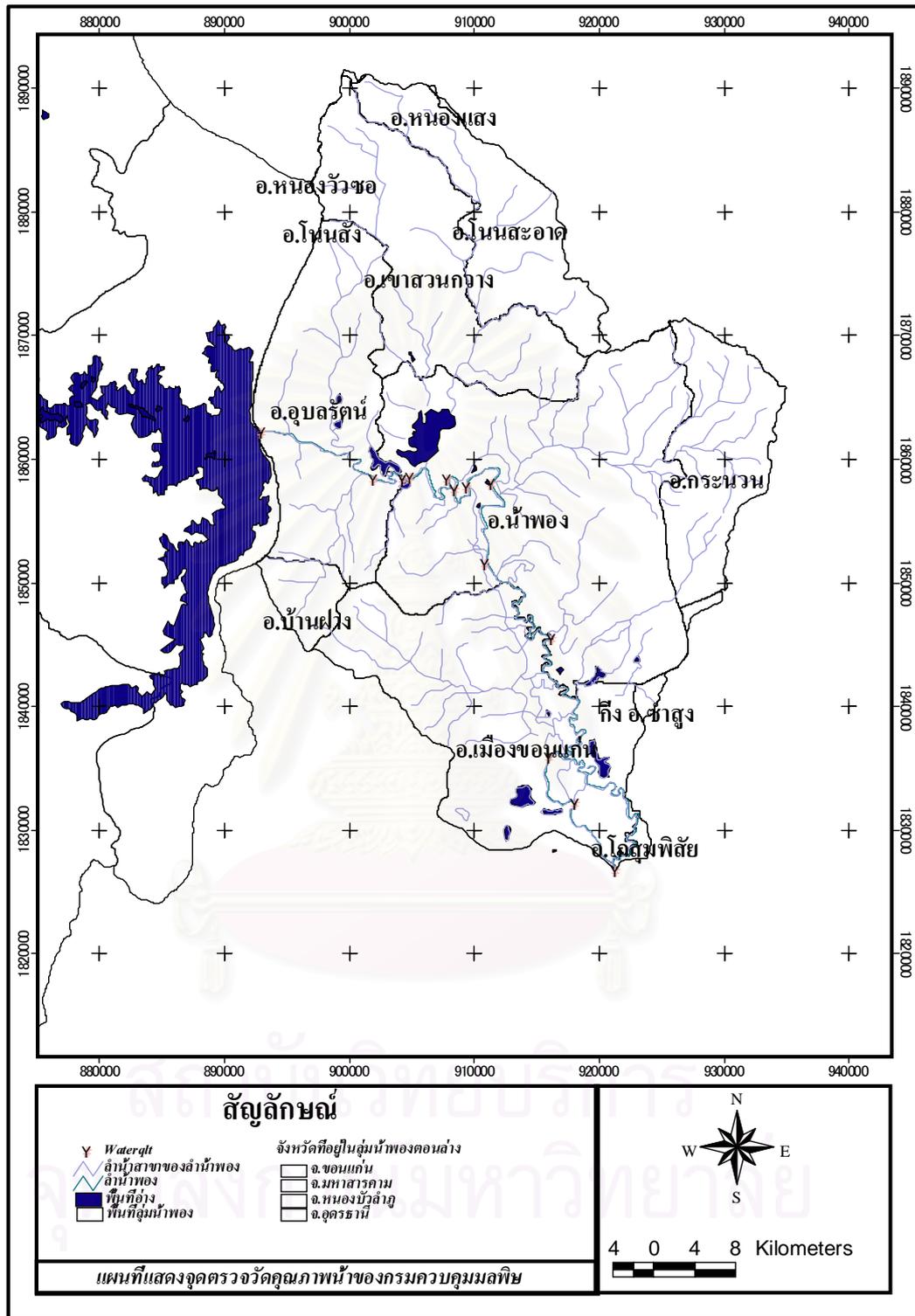
### 2.1.7 สังคมและเศรษฐกิจ

พื้นที่กลุ่มน้ำพองตอนล่างส่วนใหญ่ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ทำให้ประชาชนในพื้นที่กลุ่มน้ำได้รับประโยชน์มากที่สุด ในปี 2545 จังหวัดขอนแก่นมีผลิตภัณฑ์มวลรวมตามราคาตลาดประมาณ 76,494 ล้านบาท โดยร้อยละ 10.7 เป็นผลิตภัณฑ์ภาคเกษตรร้อยละ 89.3 เป็นผลิตภัณฑ์นอกภาคเกษตร โดยร้อยละ 29.6 เป็นผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมและร้อยละ 18.0 เป็นสาขาค้าส่งและค้าปลีก อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในปี 2544 และ 2545 ร้อยละ 2.4 และ 11.5 ตามลำดับ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์เฉลี่ยต่อหัวเป็น 37,455 และ 42,053 บาท ตามลำดับ รายได้ประชากรในเขตพื้นที่กลุ่มน้ำแสดงในตารางที่ 2.5

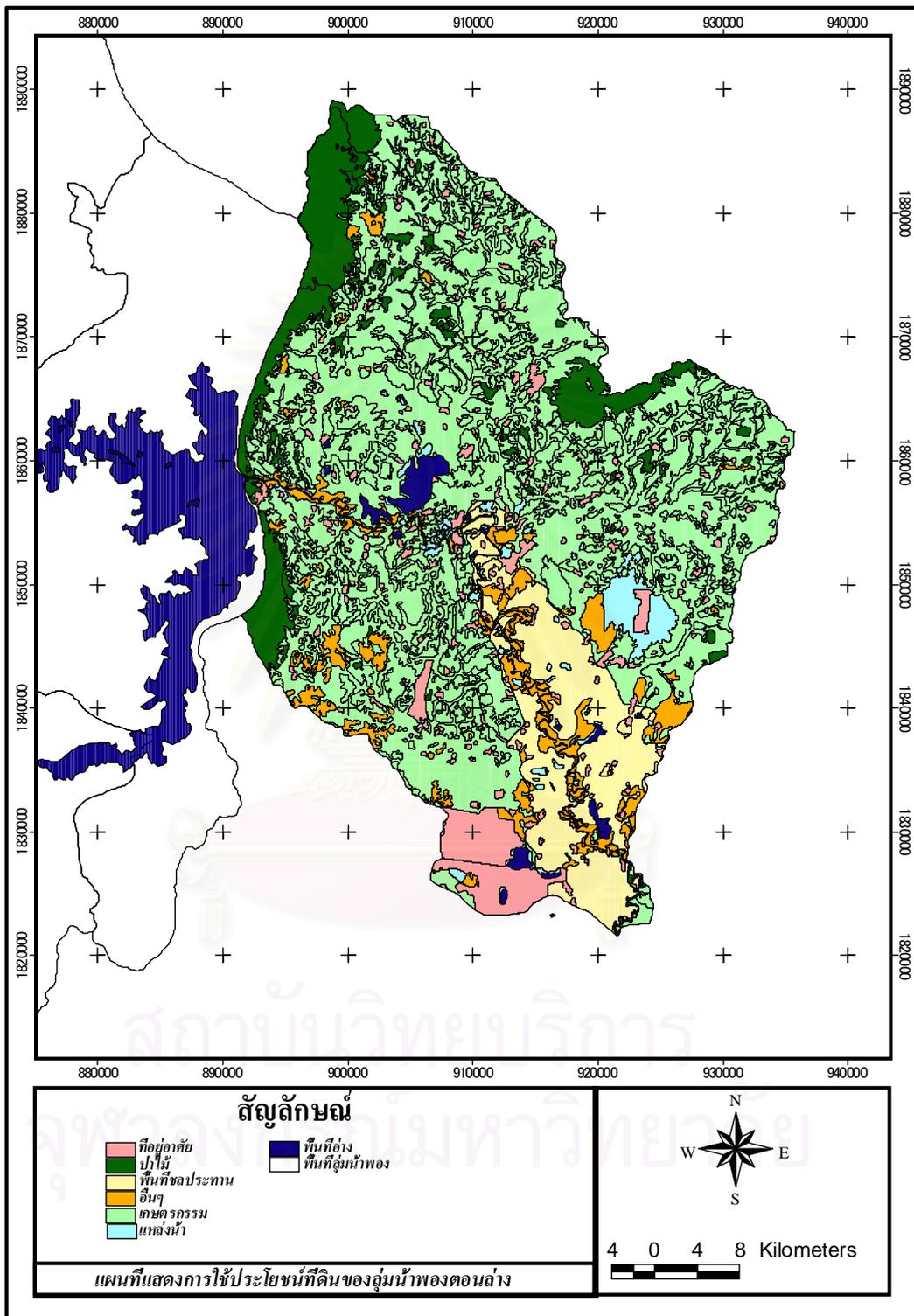
ตารางที่ 2.4 ผลการวิเคราะห์น้ำของกลุ่มน้ำฟองตอนล่างประจำปี 2548

Station	ครั้งที่ 1					ครั้งที่ 2					ครั้งที่ 2				
	pH	DO (m/l)	BOD (m/l)	NO3-N (m/l)	NH3-N (m/l)	pH	DO (m/l)	BOD (m/l)	NO3-N (m/l)	NH3-N (m/l)	pH	DO (m/l)	BOD (m/l)	NO3-N (m/l)	NH3-N (m/l)
PO01	7.24	6.6	1.23	0.08	0.03	6.37	4.4	2.95	0.16	nil	6.73	4.0	1.3	0.38	<0.03
PO02	7.35	7.6	1.68	0.22	0.08	6.85	5.3	3.15	0.19	0.03	7.08	4.1	1.16	0.26	0.06
PO03	7.34	6.4	1.04	0.28	0.19	6.97	5.4	2.27	0.23	nil	7.21	5.1	0.9	0.27	0.06
PO04	7.33	7.0	1.78	0.23	0.13	6.59	6.2	2.08	0.23	nil	6.94	5.4	0.96	0.22	0.04
PO05	7.54	7.4	1.17	0.16	0.03	6.65	7.5	1.9	0.24	nil	7.38	5.6	1.17	0.18	0.06
PO06	7.54	7.4	0.77	0.13	0.29	6.89	9.6	2	0.25	0.43	7.19	6.4	3.64	0.11	0.05
PO07	7.54	6.8	0.94	0.13	0.35	6.68	7.1	1.65	0.17	0.01	7.43	7.1	2.62	0.12	0.05
PO08	6.86	3.6	1.06	0.08	0.08	6.18	3.0	1.57	0.06	nil	6.84	1.2	3.41	<0.05	<0.03
PO09	6.86	2.2	0.89	0.08	0.08	6.09	3.2	1.82	0.06	nil	6.9	2.5	3.82	<0.05	0.04
PO10	7.3	5.4	2.72	0.06	0.08	6.2	4.4	1.2	0.11	nil	6.94	2.3	1.2	0.13	<0.03
PO11	7.34	6.6	2.43	0.06	0.05	6.18	4.3	1.51	0.06	nil	7.01	2.9	1.42	0.07	<0.03
PO12	6.8	7.0	1.28	0.06	0.21	6.11	4.7	1.41	0.07	nil	7.46	3.4	1.18	0.08	<0.03
PO13	7.55	6.5	0.72	<0.05	0.11	6.8	6.6	1.36	<0.05	nil	7.3	6.0	1.21	<0.05	<0.03
PO14	8.1	7.1	1.72	<0.05	0.11	6.84	6.3	1.55	0.06	nil	6.53	6.0	1.31	0.51	<0.03
PO15	8.23	7.3	0.92	<0.05	0.03	7.61	7.6	1.61	<0.05	nil	7.04	6.2	0.99	0.69	<0.03
HJ	7	3.5	1.16	0.07	0.11	5.36	5.5	1.38	<0.05	nil	7.12	3.8	1.63	<0.05	<0.03

(สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 10, 2548)



ภาพที่ 2.6 จุดตรวจวัดคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ



ภาพที่ 2.7 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำทองตอนล่าง

ตารางที่ 2.5 ข้อมูลทั่วไปสังคมและเศรษฐกิจจังหวัดขอนแก่น

ข้อมูลทั่วไป	
ประชากร (ณ วันที่ 30 มิถุนายน 2548 )	1,744,312 คน
พื้นที่	10,885.99 ตร.กม.
เขตการปกครอง	20 อำเภอ 5 กิ่งอำเภอ
ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด GPP (ปี 2547)	93,626 ล้านบาท
เกษตรกรรม	12.59%
อุตสาหกรรม	28.70%
โรงแรม/ภัตตาคาร	1.88%
ค้าปลีก/ค้าส่ง	17.21%
ก่อสร้าง	5.78%
อื่น ๆ	33.84%
รายได้เฉลี่ยต่อหัว (ปี 2548)	56,140 บาท

(สำนักงานพาณิชย์จังหวัดขอนแก่น, 2548)

### 2.1.8 จำนวนประชากร

ลุ่มน้ำพองตอนล่างครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น จังหวัดอุดรธานี จังหวัดมหาสารคาม ครอบคลุมพื้นที่อำเภอ ได้แก่ อำเภอน้ำพอง อำเภออุบลรัตน์ อำเภอเมือง อำเภอกระนวน อำเภอเขาสวนกวาง อำเภอบ้านฝาง กิ่งอำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น อำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุดรธานี และอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม โดยมีตำบลที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด 47 ตำบล หากแบ่งพื้นที่การบริหารราชการส่วนท้องถิ่นสามารถจำแนกได้ 1 เทศบาลนคร 4 เทศบาลตำบล และองค์การบริหารส่วนตำบล 47 แห่ง รวมประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง (ข้อมูลปี 2548) ดังตารางที่ 2.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.6 พื้นที่ปกครอง จำนวนประชากร ของพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง

จังหวัด/อำเภอ/ตำบล	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนครัวเรือน (หลัง)
จ.ขอนแก่น		
อ.เมืองขอนแก่น		
เทศบาลนครขอนแก่น	122,370	50,585
ต.บ้านค้อ	14,996	3,970
ต.โคกสี	8,718	2,194
ต.ตำราญ	9,211	2,530
ต.พระลับ	19,900	6,110
ต.บ้านเป็ด	25,156	11,445
ต.บึงเนียม	7,170	1,768
ต.หนองคู	7,282	1,765
ต.สาวะถี	17,666	4,066
ต.ศิลา	41,605	16,348
ต.โนนท่อน	9,365	2,405
อ.น้ำพอง		
ทต.น้ำพอง	6,035	2,096
ทต.วังชัย	6,979	2,145
ต.พังทวย	7,223	1,776
ต.วังชัย	8,207	1,944
ต.บ้านขาม	9,360	2,216
ต.บัวเงิน	12,344	2,906
ต.หนองกุง	5,376	1,262
ต.ท่ากระเสริม	7,647	1,695
ต.น้ำพอง	8,294	2,195
ต.ม่วงหวาน	9,393	2,520
ต.ทรายมูล	7,384	1,645
ต.สะอาด	9,642	2,122
ต.บัวใหญ่	7,904	1,791
ต.กุดน้ำใส	7,555	1,979

ตารางที่ 2.6 พื้นที่ปกครอง จำนวนประชากร ของพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง(ต่อ)

จังหวัด/อำเภอ/ตำบล	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนครัวเรือน (หลัง)
อ.อุบลรัตน์		
ทต.เขื่อนอุบลรัตน์	4,199	1,461
ต.ศรีสุขสำราญ	5,367	1,218
ต.บ้านดง	10,243	2,241
ต.ทุ่งโป่ง	5,013	1,097
ต.โคกสูง	8,469	1,964
ต.เขื่อนอุบลรัตน์	3,493	710
ต.นาคำ	6,578	1,464
อ.เขาสวนกวาง		
ทต.เขาสวนกวาง	10,553	2,602
ต.คำม่วง	3,108	829
ต.ดงเมืองแอม	8,838	2,035
ต.โนนสมบูรณ์	5,772	1,426
ต.นาจิว	5,297	1,204
ต.เขาสวนกวาง	3,601	839
อ.กระนวน		
ต.ห้วยโจด	6,370	1,430
ต.หนองโก	9,662	2,537
ต.หนองโน	6,180	1,296
ต.ห้วยนาคำ	6,745	1,599
ต.บ้านฝาง	7,831	1,678
อ.บ้านฝาง		
ต.โคกงาม	5,524	1,338
ต.ป่าหวายนั่ง	7,856	2,065
กิ่งอ.ชำสูง		
ต.บ้านโนน	5,877	1,329

ตารางที่ 2.6 พื้นที่ปกครอง จำนวนประชากร ของพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง(ต่อ)

จังหวัด/อำเภอ/ตำบล	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนครัวเรือน (หลัง)
จ.อุดรธานี		
อ.โนนสะอาด		
ต.หนองกุงศรี	6,813	1,526
ต.โคกกลาง	6,993	1,565
ต.โพธิ์สำราญ	8,164	1,779
ต.ทมนางาม	7,077	1,696
ต.โนนสะอาด	3,926	994
รวม	566,331	171,400

(กรมการปกครอง, 2548)

### 2.1.9 เกษตรกรรม

ลักษณะการใช้พื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำพองตอนล่างเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยเฉพาะการกสิกรรม เช่น การทำนาข้าว การปลูกพืชไร่และพืชสวนต่างๆ การทำนาข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างมีทั้งนาที่อยู่ในระบบชลประทานซึ่งสามารถทำได้ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้งและนาข้าวนอกพื้นที่ชลประทานโดยไม่สามารถทำนาในฤดูแล้งได้ รองลงมาคือพื้นที่พืชไร่ ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด ซึ่งมีโรงงานน้ำตาลรับซื้อผลผลิตจากเกษตรกรในพื้นที่ สวนไม้ผลยืนต้น ได้แก่ มะขาม มะละกอ มะม่วง ยูคาลิปตัส เป็นต้น การทำเกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างแสดงในตารางที่ 2.7 และภาพที่ 2.8

### 2.1.10 ประมง

พื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล จึงเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของประชาชนในพื้นที่ ได้แก่ การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค การเกษตรกรรมและการประมง เป็นต้น เกษตรกรที่อาศัยอยู่ริมน้ำซึ่งใช้ประโยชน์โดยตรงจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะการเลี้ยงปลาในกระชังที่เป็นแหล่งอาหาร โปรตีนที่มีราคาถูกและเป็นอาชีพเสริมรายได้ให้แก่ครอบครัวได้อีกอาชีพหนึ่ง รวมทั้งมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ปลาที่นิยมเลี้ยงในพื้นที่ ได้แก่ ปลานิล ปลาตะกิม เป็นต้น จำนวนครัวเรือนเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด เนื้อที่และปริมาณสัตว์น้ำจืด จากการทำประมงน้ำจืดแสดงดังตารางที่ 2.8 และภาพที่ 2.9

ตารางที่ 2.7 จำนวนผู้ถือครองที่รายงานการใช้ประโยชน์ในที่ดินและเนื้อที่ถือครองทำการเกษตรของกลุ่มน้ำพองตอนล่าง

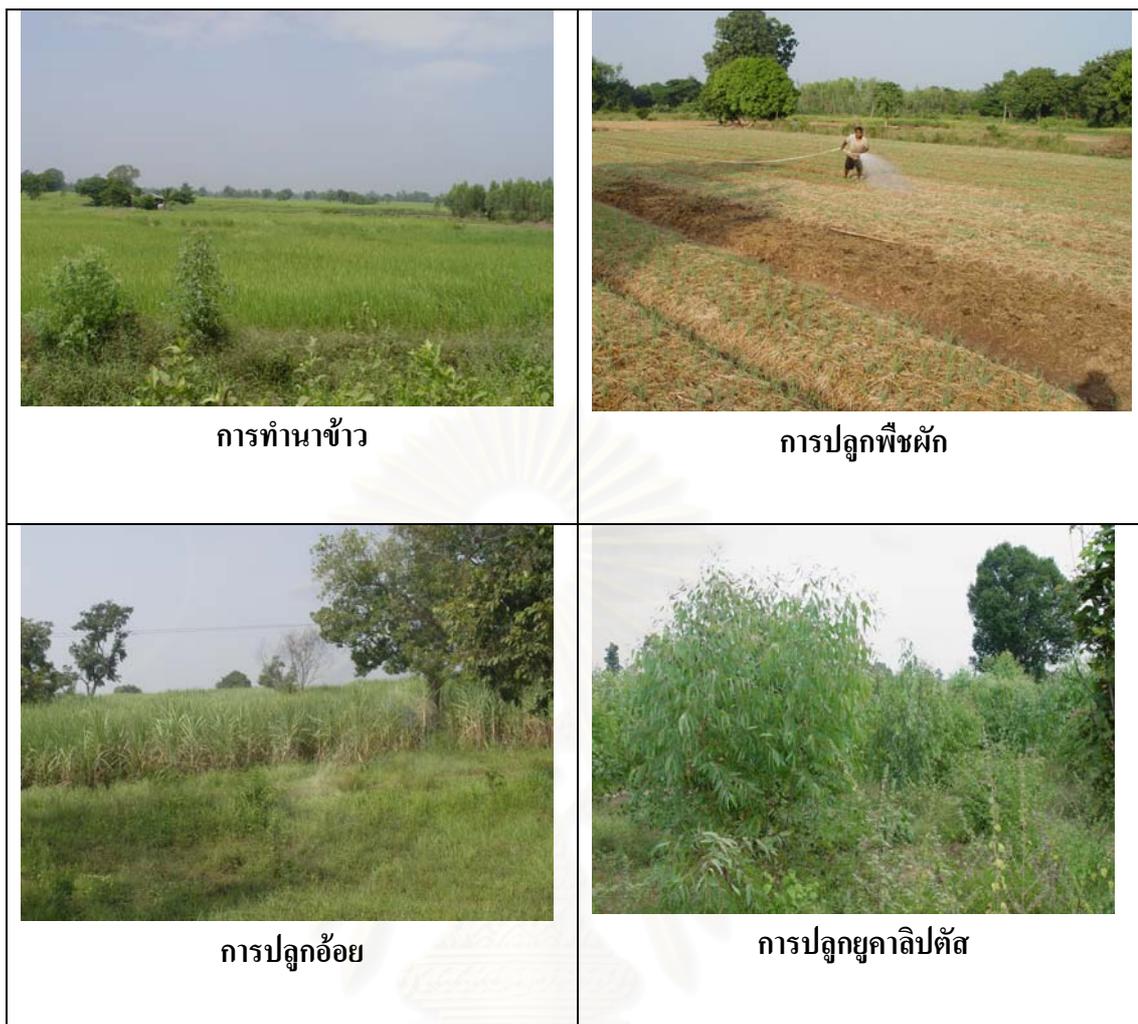
อำเภอ	ปลูกข้าว		ปลูกยางพารา		ปลูกพืชยืนต้นและไม้ผล		ปลูกพืชไร่		ไม้ดอก และ ไม้ประดับ	
	จำนวน (ราย)	เนื้อที่ (ไร่)	จำนวน (ราย)	เนื้อที่ (ไร่)	จำนวน (ราย)	เนื้อที่ (ไร่)	จำนวน (ราย)	เนื้อที่ (ไร่)	จำนวน (ราย)	เนื้อที่ (ไร่)
เมืองขอนแก่น	22,626	222,699	16	196	1,518	5,793	3,137	46,862	3,210	6,472
น้ำพอง	12,444	135,074	22	281	865	3,977	5,480	106,751	631	1,226
อุบลรัตน์	5,118	56,089	73	853	517	2,050	3,453	44,120	47	75
กระนวน	7,959	83,007	210	3,783	235	1,098	6,464	116,678	230	396
เขาสวนกวาง	3,474	35,376	1	9	146	864	2,910	59,060	38	111
โนนสะอาด	5,349	45,426	5	56	53	267	5,060	98,031	25	52
รวม	56,970	577,671	327	5,178	3,334	14,049	26,504	471,502	4,181	8,332

(สำนักงานสถิติจังหวัดขอนแก่นและสำนักงานสถิติจังหวัดอุดรธานี, 2546)

ตารางที่ 2.8 การทำประมงในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง

จังหวัด/ชนิดสัตว์น้ำ	บ่อ			กระชัง			เพาะพันธุ์		
	จำนวน ราย	เนื้อที่ (ตรม.)	ผลผลิต (กก.)	จำนวน ราย	เนื้อที่ (ตรม.)	ผลผลิต (กก.)	จำนวน ราย	เนื้อที่ (ตรม.)	ผลผลิต (กก.)
จังหวัดขอนแก่น									
อำเภอเมือง	6,365	13,401,280.00	1,085,981.09	14	3,574.00	717,447.41	19	136,304.00	1,612,523.33
อำเภอกระนวน	1,649	627,632.00	54,141.28	0	0	0	0	0	0
อำเภออุบลรัตน์	1,028	1,480,208.20	118,000.23	37	5,440	437,418.23	0	0	0
อำเภอเขาสนกวาง	1,078	2,195,760.00	142,002.76	0	0	0	0	0	0
อำเภอน้ำพอง	1,838	1,121,328.00	110,837.59	105	18,336.50	2,022,908.87	0	0	0
รวม	11,958	18,826,208	1,510,963	156	27,351	3,177,775	19	136,304	1,612,523

(สำนักงานประมงจังหวัดขอนแก่น, 2548)



ภาพที่ 2.8 การทำเกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง



ภาพที่ 2.9 การทำประมงในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง

### 2.1.11 ปศุสัตว์

การทำปศุสัตว์ในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงแบบในครัวเรือน และการเลี้ยงเพื่อการค้าขายเลี้ยงชีพ โดยลักษณะการเลี้ยงสัตว์จะเป็นแบบปล่อยหากินตามธรรมชาติตามพื้นที่ของตนเองหรือพื้นที่ใกล้เคียง สัตว์ที่นิยมเลี้ยงในพื้นที่ เช่น โค กระบือ เป็ด ไก่ สุกร เป็นต้น ส่วนการเลี้ยงเพื่อธุรกิจแบบระบบฟาร์มยังมีเป็นส่วนน้อยในพื้นที่เนื่องจากเกษตรกรยังขาดความรู้และแหล่งเงินทุนที่จะนำมาเลี้ยงสัตว์ระบบฟาร์ม จำนวนปศุสัตว์ที่เลี้ยงในพื้นที่ลุ่มน้ำแสดงดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 การทำปศุสัตว์ในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง

อำเภอ/กิ่งอำเภอ	โค	กระบือ	สุกร	ไก่	เป็ด
เมืองขอนแก่น	15,340	4,723	43,197	273,443	14,206
น้ำพอง	14,643	4,858	5,453	102,503	30,313
อุบลรัตน์	4,912	1,873	11,196	68,852	1,927
กระนวน	4,633	700	3,627	31,002	996
เขาสวนกวาง	14,148	6,950	22,135	146,999	3,059
โนนสะอาด	11,124	1,319	428	56,048	10,965
รวม	64,800	20,423	86,036	678,847	61,466

(สำนักงานสถิติจังหวัดขอนแก่นและสำนักงานสถิติจังหวัดอุดรธานี, 2547)

### 2.1.12 อุตสาหกรรม

การทำอุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างเป็นแบบอุตสาหกรรมการเกษตร เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมการทำอุตสาหกรรมจึงเน้นทางด้านอุตสาหกรรมเพื่อการเกษตร โดยใช้วัตถุดิบที่ได้จากการทำเกษตรกรรมของประชาชนในพื้นที่นำมาผลิตสินค้าต่างๆ โรงงานอุตสาหกรรมที่พบในพื้นที่คือ โรงงานกระดาษ โรงงานน้ำตาล โรงงานสุรา เป็นต้น จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละประเภทของจังหวัดขอนแก่นแสดงดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 จำนวนสถานประกอบการอุตสาหกรรม จำนวนเงินทุน และจำนวนคนงาน จำแนก  
ตามประเภทอุตสาหกรรม จังหวัดขอนแก่น

ประเภทอุตสาหกรรม	จำนวนสถาน ประกอบการ อุตสาหกรรม	จำนวนเงินทุน (บาท)	จำนวนคนงาน Number of employees		
			รวม	ชาย	หญิง
อุตสาหกรรมการเกษตร					
อุตสาหกรรมอาหาร					
อุตสาหกรรมเครื่องดื่มน้ำ					
อุตสาหกรรมสิ่งทอ	3,393	1,468,103,756	7,223	4,734	2,489
อุตสาหกรรมเครื่องแต่งกาย	132	3,897,418,400	2,289	1,740	549
อุตสาหกรรมเครื่องหนัง	13	2,384,458,000	980	599	381
อุตสาหกรรมไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้	30	947,100,000	6,174	1,047	5,127
อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์และเครื่องเรือน	19	242,687,000	3,234	904	2,330
อุตสาหกรรมกระดาษและผลิตภัณฑ์จากกระดาษ	6	372,338,000	2,518	604	1,914
อุตสาหกรรมกระดาษและผลิตภัณฑ์จากกระดาษ	41	178,298,000	1,094	855	239
อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์	45	144,073,000	878	794	84
อุตสาหกรรมเคมี	5	7,625,600,000	1,026	719	307
อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและผลิตภัณฑ์	18	102,034,000	165	129	36
อุตสาหกรรมยาง	17	94,791,000	430	221	209
อุตสาหกรรมพลาสติก	1	49,500,000	30	25	5
อุตสาหกรรมพลาสติก	24	55,462,000	170	170	-
อุตสาหกรรมโลหะ	20	535,520,000	893	541	352
อุตสาหกรรมโลหะ	193	999,259,000	3,450	1,767	1,683
อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะ	4	76,667,000	240	240	-
อุตสาหกรรมเครื่องจักรกล	193	350,323,430	1,066	1,024	42
อุตสาหกรรมไฟฟ้า	134	550,960,000	1,593	1,346	247
อุตสาหกรรมไฟฟ้า	9	1,978,762,000	411	369	42
อุตสาหกรรมขนส่ง	172	893,066,000	1,860	1,821	39
อุตสาหกรรมอื่นๆ	56	12,507,933,000	1,198	909	289
รวมยอด	4,525	35,454,353,586	36,922	20,558	16,364

(สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดขอนแก่น, 2546)

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Total Maximum Daily Load (TMDL) หมายถึง ปริมาณมลสารสูงสุดที่แหล่งน้ำนั้นๆสามารถรองรับได้ต่อวัน โดยที่ไม่ทำให้คุณภาพน้ำต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (United State Environmental Protection Agency; USEPA) ความสำคัญของ TMDL จะเป็นตัวกำหนดที่เหมาะสมสำหรับการกำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ โดยที่มาตรฐานคุณภาพน้ำจะเป็นตัวช่วยป้องกันและรักษาแหล่งน้ำประเภทต่างๆ ให้คงสภาพเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำและยังเป็นพื้นฐานในการป้องกันและการจัดการคุณภาพน้ำที่จะเกิดขึ้นจากการพัฒนาในด้านต่างๆ เช่น เกษตรกรรม ชุมชน อุตสาหกรรม ซึ่งปัจจุบันนี้หน่วยงานของรัฐได้ทำการศึกษาค่า TMDL ของแหล่งน้ำต่างๆ ในประเทศไทย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการป้องกันมลพิษทางน้ำ

กรมควบคุมมลพิษ (2545) ศึกษาความสามารถในการรองรับมลพิษของแหล่งน้ำเพื่อการจัดการมลพิษจากกิจกรรมขนาดเล็กในพื้นที่อนุรักษ์น้ำดิบเพื่อการประปา โดยทำการประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษ (Total Maximum Daily Load) ในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนและลุ่มน้ำแม่กลอง โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2E ทำการเปรียบเทียบเพื่อศึกษาคุณภาพน้ำปัจจุบันและอนาคตและนำไปประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษของลุ่มน้ำท่าจีนและลุ่มน้ำแม่กลอง ผลการศึกษาความสามารถในการรองรับมลพิษ (Total Maximum Daily Loads) ของแม่ น้ำท่าจีนเท่ากับ 40,578 kg/d และแม่น้ำแม่กลองเท่ากับ 74,760.5 kg/d

กรมควบคุมมลพิษ (2548) ศึกษาการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม โดยทำการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาคือ MIKE 11 ทำการเปรียบเทียบเพื่อศึกษาคุณภาพน้ำปัจจุบันและอนาคต พารามิเตอร์ที่ทำการประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษของแม่น้ำท่าจีนคือ BOD โดยได้แบ่งช่วงเวลาศึกษาออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูแล้ง ฤดูแล้งมีฝนตกและฤดูฝน จากการศึกษาพบว่าปริมาณ BOD จากแหล่งกำเนิดที่ไหลลงสู่แม่น้ำท่าจีน (กก.BOD/วัน) ในแต่ละฤดูคือ ฤดูแล้งเท่ากับ 104,165 กก./วัน ฤดูแล้งมีฝนตก 124,130 กก./วัน และฤดูฝน 157,338 กก./วัน

Lawa Department of Natural Resource (2000) ศึกษา Total Maximum Daily Load ของ Ammonia และ  $\text{NO}_x$  ที่ลงสู่แม่น้ำ Rock Creek โดยทำการศึกษาจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (point source) และจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน (non-point source) การศึกษาได้คำนวณจาก Waste Load Allocation ร่วมกับ Load Allocation และ Margin of Safety ทำให้ได้ค่า Total Maximum Daily Loads ของแม่น้ำ Rack Creek

Carl W. Chen et all (2000) ศึกษา TMDL ของ Phosphorus จากการได้รับผลกระทบของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WARMF มาวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของสาหร่าย *Chlorophyll-a* ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำทิ้งของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน เพื่อหาความสามารถสูงสุดในการรองรับ Phosphorus ในอ่างเก็บน้ำ

Dustin Bilhimer et. Al (2002) ศึกษา Total Maximum Daily Load ที่แม่น้ำ Wenatchee, Washington USA โดยทำการศึกษารามิเตอร์ Dissolved Oxygen (DO) และ pH แบบจำลองที่ทำการศึกษาคือ QUAL2K โดยทำการศึกษา ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ DO และ pH ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ ความร้อนและแสงแดดเป็นต้น และปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนและไม่แน่นอนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ DO และ pH พบว่าปริมาณแสงแดด ความร้อน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ DO และ pH

Brian Zelewsky (2002) ศึกษา Total Maximum Daily Load รามิเตอร์ temperature ของ Woodland Creek Basin โดยใช้แบบจำลอง QUAL2K โดยได้ทำการศึกษาแหล่งกำเนิดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนใน Woodland Creek Basin และปัจจัยสภาพภูมิอากาศ ที่ทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง temperature ของน้ำที่อาจมีผลกระทบต่อสัตว์น้ำและพืชน้ำ ผล TMDL อุณหภูมิสูงสุดที่มีทำให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์น้ำและพืชน้ำที่อุณหภูมิ 30 °C ณ ระดับพื้นผิวน้ำ

Jim Collins Jr. (2005) ศึกษา Total Maximum Daily Load ของ Lake Hoskin, North Dakota ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทำการศึกษา TMDL ของ Nutrient และ Dissolved Oxygen ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2K ทำการประเมินมลพิษที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โดยรอบที่ไหลลงสู่ Lake Hoskins และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ Nutrient และ Dissolved Oxygen ผลการศึกษา TMDL ของ Nutrient เท่ากับ 4,446 kg/ปี ส่วนค่า TMDL ของ Dissolved Oxygen ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่ายใน Lake Hoskins โดยผล TMDL เกิดการเปลี่ยนแปลง 90.74 % จาก 50% ของปริมาณ phosphorus ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

Lawa Department of Natural Resource Watershed In Provement (2004) ศึกษา Total Maximum Daily Loads ของ Sediment, Nutrients และ Ammonia ของแม่น้ำ North Fork Maquaketa ที่เมือง Dubuque County, Iowa โดยทำการศึกษาแหล่งกำเนิดที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ ผลการศึกษา TMDL ของ sediment เท่ากับ 11,730 ตันต่อวัน ผล TMDL ของ nutrients เท่ากับ 6.64 ปอนด์ต่อวัน ซึ่งปริมาณ TMDL ทั้งหมดนั้นทำให้มาตรฐานคุณภาพน้ำของแม่น้ำ North Fork Maquaketa เกินระดับมาตรฐานคุณภาพน้ำ

Delaware Department of Natural Resources and Environment Control (2005) ศึกษา Total Maximum Daily Loads ของแม่น้ำ Pocomoke, Delaware โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2K รามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาได้แก่ Total Nitrogen และ Total phosphorus ที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณพื้นที่โดยรอบแม่น้ำ ที่ไหลลงสู่แม่น้ำ Pocomoke ผลการศึกษา TMDL ของ Total Nitrogen และ Total phosphorus เท่ากับ 102.7 ปอนด์ต่อวันและ 6.1 ปอนด์ต่อวัน ตามลำดับ

## บทที่ 3

### เครื่องมือ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการศึกษา

#### 3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์และแบบจำลอง QUAL2K

##### 3.1.1 อุปกรณ์สำหรับแบบจำลอง

- 1) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ QUAL2K
- 2) PC Computer
- 3) Scanner และ Printer
- 4) แผนที่ 1:50,000

##### 3.1.2 อุปกรณ์ออกภาคสนาม

- 1) เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ (water sampler)
- 2) Thermometer
- 3) pH Meter
- 4) DO Meter
- 5) Global Positioning System (GPS)
- 6) ขวดเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

##### 3.1.3 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำ

- 1) BOD และ DO
  - (1)  $\text{MnSO}_4$  solution
  - (2) Alkalini-iodine azide solution
  - (3) Concentrated  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 2) Nitrate
  - (1) Concentrated/dilute ammonium chloride solution
  - (2) Sulphanilamide solution
  - (3) N-(1-Naphyl)-ethylenediamine dihydrochloride solution
  - (4) Standard nitrate

### 3.1.4 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2K

แบบจำลอง QUAL2K คือแบบจำลองคุณภาพน้ำที่มุ่งหวังและเป็นเวอร์ชันใหม่ของแบบจำลอง QUAL2E (Q2E) Q2K มีลักษณะความสัมพันธ์คล้ายคลึงกับ Q2E ดังนี้

- ลักษณะของลำน้ำเป็น one dimensional คือลักษณะการไหลเป็นแบบผสมผสานทั้งในแนวตั้งและแนวนอน
- ระบบ Branching ของลำน้ำสามารถประกอบระบบลำน้ำหลักและลำน้ำสาขาได้
- ลักษณะการไหล Steady State Hydraulics โดยจำลองการไหลแบบทรงตัวมัน (Steady Flow)
- Dial Heat Budget การรับความร้อนและอุณหภูมิจะจำลองโดยใช้ฟังก์ชันของสภาพอุตุนิยมวิทยาตามช่วงระยะเวลา
- Dial Water – Quality Kinetics กลไกคุณภาพน้ำจะจำลองตัวแปรคุณภาพน้ำตามช่วงระยะเวลา
- Heat and Mass input ความร้อนและมวลที่เป็นเข้าไปในแบบจำลองจะถูกจำลองได้ทั้งแบบ point และ non-point loads และจาก abstractions

โครงสร้างของ QUAL2K ประกอบด้วยส่วนประกอบใหม่ดังนี้

- Software Environment and Interface. QUAL2K ทำงานในระบบปฏิบัติการ Windows โดยสร้างจาก Visual Basic for Application (VBA) โดยใช้งานผ่านโปรแกรม Excel
- Model Segmentation. Q2E จะแบ่งระบบลำน้ำออกเป็น reaches โดยประกอบด้วยส่วนประกอบของช่องว่างที่เท่าๆกัน ขณะที่ Q2K ก็จะมีระบบการแบ่งลำน้ำออกเป็น reaches และ elements เหมือนกัน อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบความแตกต่าง Q2E ของขนาด element ของ Q2K สามารถทำให้ขนาดของ reach คู่ reach แตกต่างกันได้ ในผลรวมปริมาณ loadings ที่เพิ่มขึ้นและย้อนกลับสามารถ input ได้ทุกๆ element
- Carbonaceous BOD speciation. Q2K จะใช้ Carbonaceous BOD speciation ทั้งสองรูปแบบเพื่อเป็นตัวแทนของ Organic Carbon รูปแบบเหล่านี้คือ ปฏิกิริยา Oxidizing ที่แบบช้า (slow CBOD) และปฏิกิริยา Oxidizing ที่รวดเร็ว (fast CBOD)
- Anoxia. Q2K สามารถปรับเข้ากับสถานะปฏิกิริยาที่มีออกซิเจนลดลงจนอยู่ในสถานะเท่ากับ 0 ที่ระดับ low oxygen ได้ในผลรวม denitrification ใน model จะเป็นคำสั่งอันดับแรกโดยปฏิกิริยานี้จะมีความเหมาะสมกับความเข้มข้น low oxygen ที่แน่นอน
- Sediment-water interactions. อัตราการไหล Sediment-water ของ DO และ nutrients เป็นการเวียนแบบหน้าที่ของ Organic matter ตะกอนขนาดเล็กๆ ปฏิกิริยากับ sediment และความเข้มข้นที่ละลายอยู่บนผิวน้ำ

- Bottom algae model. จะจำลองความชัดเจนที่เชื่อมต่อกับ bottom algae ซึ่ง algae มีการเปลี่ยนแปลงที่ง่าย stoichiometry
- Light extinction. Light extinction เป็นการคำนวณหน้าที่ของ algae detritus และ inorganic solids
- pH. Alkalinity and inorganic carbon เป็นการเทียบแบบ pH ของแม่น้ำจะเป็นพื้นฐานในการคำนวณปริมาณของทั้ง 2
- Pathogens. การจำลอง Pathogen โดยทั่วไปจะนำ Pathogen ออกจากปัจจัย temperature, light และ settling
- Reach specific kinetic parameters. Q2K จะยินยอมให้กำหนดลักษณะของ kinetic parameters บนพื้นฐานลักษณะของแต่ละ reach

### 3.1.5 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2K เป็นแบบจำลองที่ใช้จำลองกลไกการเคลื่อนที่และการแพร่กระจายของมลสารในลักษณะที่สททางเดียว โดยแบบจำลองตั้งสมมติฐานว่าที่จุดต่างๆในลำน้ำมีการผสมกันอย่างทั่วถึง ทั้งในแนวราบและแนวตั้ง ซึ่งพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง QUAL2K มีดังนี้

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์คุณภาพน้ำและหน่วยที่ใช้ในแบบจำลอง

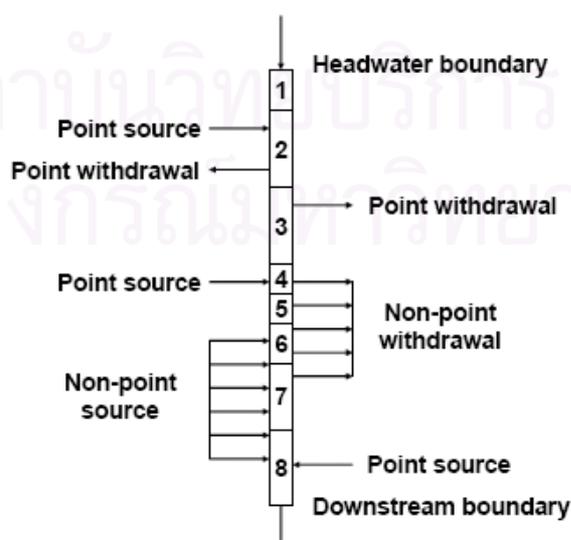
Water Quality	Units
Temperature	°C
Conductivity	umhos
Inorganic Solids	mgD/L
Dissolved Oxygen	mg/L
CBODslow	mgO <sub>2</sub> /L
CBODfast	mgO <sub>2</sub> /L
Dissolved Organic Nitrogen	ugN/L

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์คุณภาพน้ำและหน่วยที่ใช้ในแบบจำลอง(ต่อ)

Water Quality	Units
NH <sub>4</sub> -Nitrogen	ugN/L
NO <sub>3</sub> -Nitrogen	ugN/L
Dissolved Organic Phosphorus	ugP/L
Inorganic Phosphorus (SRP)	ugP/L
Phytoplankton	ugA/L
Detritus (POM)	mgD/L
Pathogen	cfu/100 mL
Alkalinity	mgCaCO <sub>3</sub> /L
pH	s.u.

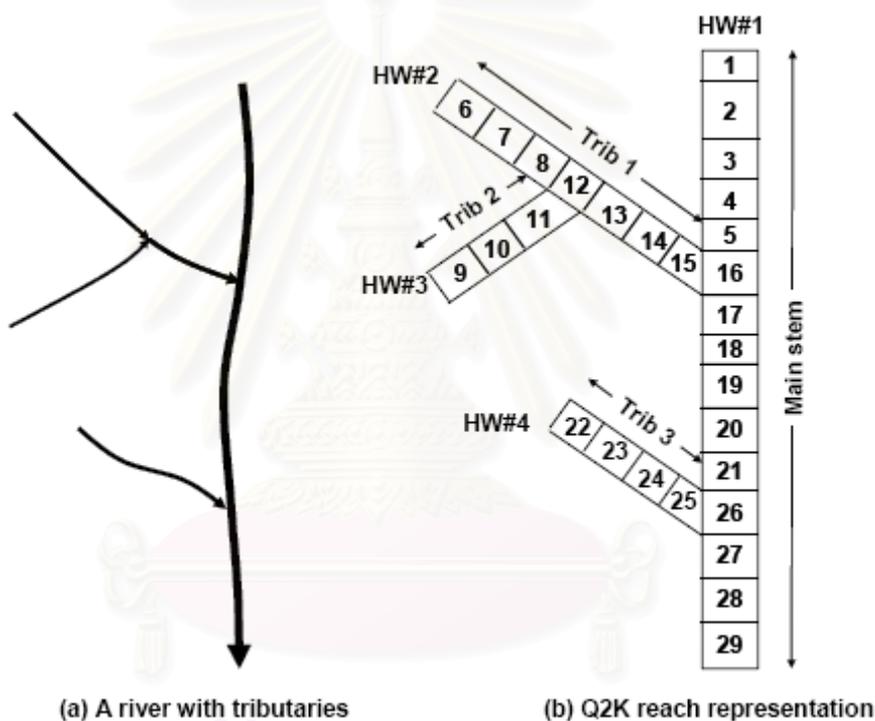
### 3.1.5.1 SEGMENTATION AND HYDRAULICS

การแบ่งลำน้ำออกเป็น reach เป็นขั้นตอนแรกของแบบจำลอง QUAL2K เพื่ออธิบายถึงลักษณะแม่น้ำของแต่ละช่วงลำน้ำและลักษณะการไหลและความมั่นคงของลำน้ำ Hydraulic Characteristics (e.g. slope, bottom, width etc) ช่วงลำน้ำจะเรียงหมายเลขโดยเริ่มจากบนสุดคือ Head water ของลำน้ำหลักและสามารถได้ point และ non-point source และ point and non-point withdrawals (abstractions) และบอกตำแหน่งได้ทุกที่ตามความยาวของลำน้ำ แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การวางแผนการแบ่งลำน้ำสำหรับแม่น้ำและลำน้ำสาขาที่ไหลมารวมกัน

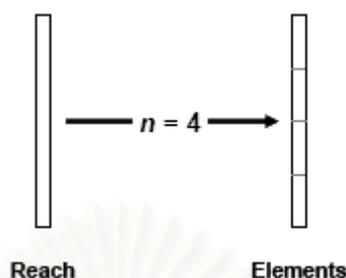
ระบบลำน้ำกับลำน้ำสาขาที่ไหลลงลำน้ำหลักจะเริ่มกำหนดหมายเลขเป็น reach 1 ที่ headwater ของแม่น้ำหลัก เมื่อการเชื่อมต่อกับลำน้ำสาขาเป็น reach จะกำหนดหมายเลขช่วงลำน้ำที่ลำน้ำสาขานั้นเป็น headwater ต่อไป การกำหนด headwater และ tributaries ให้เป็นหมายเลขของลำน้ำ เพื่อการวางแผนที่จะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันในแต่ละ reach แม่น้ำสาขาหลักของระบบลำน้ำ (นั่นคือแม่น้ำหลักและแต่ละของลำน้ำสาขา) จะแบ่งเป็นช่วงๆ การแบ่งช่วงลำน้ำนี้เพื่อให้ความสะดวกและความสำคัญของ software เพราะจะได้จัดการวางแผนใน model ที่ออกมาบนพื้นฐานของแต่ละช่วง นั่นคือ software จะกำหนดรูปแบบเฉพาะของแม่น้ำหลักและของแต่ละลำน้ำสาขา tributaries แสดงดังภาพที่ 3.2



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3.2 QUAL2K วางแผนการแบ่งช่วงลำน้ำ

ทุกๆ ช่วงลำน้ำของ model สามารถแบ่งช่วงลำน้ำออกเป็น element เพิ่มเติมอย่างเท่าๆกัน ได้แสดงดังภาพที่ 3.3



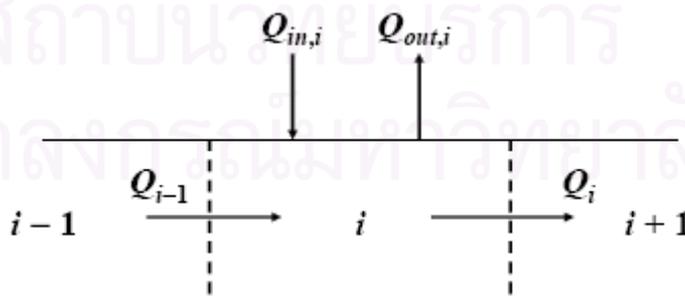
ภาพที่ 3.3 reach ของ model สามารถแบ่งอันดับของ element

### 3.1.5.2 Flow Balance

สมดุลของการไหลของลำน้ำแบบทรงมัน (Steady-state Flow Balance) ที่ใช้ในการจำลอง QUAL2K ได้สมมติให้การไหลของน้ำอย่างสม่ำเสมอ อัตราการไหลของน้ำไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาแต่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางแสดงดังภาพที่ 3.4

$$Q_i = Q_{i-1} + Q_{in,i} - Q_{out,i} \quad (1)$$

- เมื่อ  $Q_i$  = อัตราการไหลจาก reach  $i + 1$  ( $m^3/d$ )  
 $Q_{i-1}$  = อัตราการไหลจาก reach  $i-1$  ไปสู่ reach  $i$  ( $m^3/d$ )  
 $Q_{in,i}$  = อัตราการไหลที่เพิ่มเข้าสู่ reach  $i$  ( $m^3/d$ )  
 $Q_{out,i}$  = อัตราการไหลออกของ reach  $i$  ( $m^3/d$ )



ภาพที่ 3.4 อัตราการไหลของลำน้ำในแต่ละ element

total inflow สามารถคำนวณได้จาก

$$Q_{in,i} = \sum_{j=1}^{psi} Q_{ps,i,j} + \sum_{j=1}^{npai} Q_{nps,i,j} \quad (2)$$

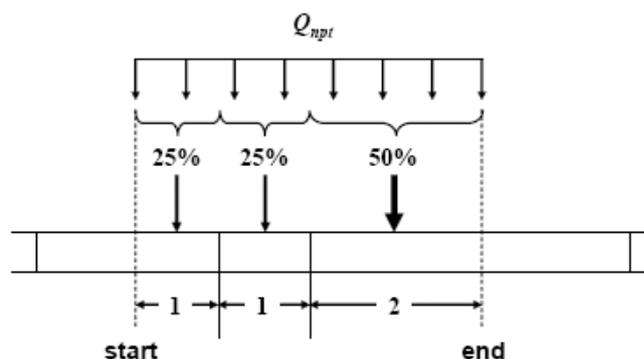
- เมื่อ  $Q_{ps,i,j}$  = อัตราการไหลออกลำดับที่  $j$  ของ point source ที่เข้าสู่ element  $i$  ( $m^3/d$ )  
 $psi$  = จำนวนรวมของ point source ที่เข้าสู่ element  $i$   
 $Q_{nps,i,j}$  = อัตราการไหลเข้าลำดับ  $j$  ของ non-point ที่เข้าสู่ element  $i$  ( $m^3/d$ )  
 $npai$  = จำนวนรวมของ non-point abstraction ที่ออกจาก element  $i$  ( $m^3/d$ )

total outflow สามารถคำนวณได้จาก

$$Q_{out,i} = \sum_{j=1}^{pai} Q_{pa,i,j} + \sum_{j=1}^{npai} Q_{npa,i,j} \quad (3)$$

- เมื่อ  $Q_{pa,i,j}$  = อัตราการไหลออกลำดับที่  $j$  ของ point abstraction ที่ออกจาก element  $i$  ( $m^3/d$ )  
 $pai$  = จำนวนรวมของ point abstraction ที่ออกจาก element  $i$   
 $Q_{npa,i,j}$  = อัตราการไหลออกลำดับ  $j$  ของ non-point abstraction ที่ออกจาก element  $i$  ( $m^3/d$ )  
 $npai$  = จำนวนรวมของ non-point abstraction ที่ออกจาก element  $i$

non-point source และ withdrawals ได้จำลองลักษณะเป็นแบบ line source ตามภาพที่ 3.5 non-point source หรือ withdrawal จะกำหนดขอบเขตโดยเริ่มและจบเป็นแบบ kilometer point ซึ่งการไหลอยู่รูปของการกระจายตัวหรือของแต่ละ element ในลักษณะของ length-weighted ในแต่ละ element



ภาพที่ 3.5 ลักษณะ non-point source ที่ไหลเข้าแม่น้ำจะเป็นตัวกำหนดในแต่ละ element

### 3.1.5.3 Hydraulic Characteristics

การคำนวณ out flow ของแต่ละ element เป็นการคำนวณด้วย depth และ velocity โดยเลือกการคำนวณหนึ่งของ 3 วิธี ได้แก่ weirs, rating curves, และ Manning equations โดยโปรแกรมจะตัดสินใจของทางเลือกตามลักษณะของลำน้ำดังนี้

1) ถ้าลักษณะลำน้ำถูกกำหนด height และ width ของ weir เข้ามาเกี่ยวข้อง ก็จะเลือกทางเลือกของ weir เข้ามาคำนวณ

2) ถ้าลักษณะลำน้ำถูกกำหนด height และ width และ weir ถูกกำหนดเป็นศูนย์ และมีค่าสัมประสิทธิ์ของ rating curve เข้ามาเกี่ยวข้องจะเลือก rating curve มาคำนวณ

3) ถ้าลักษณะลำน้ำถูกกำหนดทั้งสองค่าเข้ามาเกี่ยวข้อง  $Q2K$  จะเลือกใช้ Manning equation

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธี Manning equations และ weirs

#### 3.1.5.3.1 Manning equations

แต่ละ element สมมติเป็นช่องสี่เหลี่ยมคางหมูที่สมบูรณ์ภายใต้ความง่ายของการไหลที่สม่ำเสมอ Manning equation สามารถให้ความสัมพันธ์ที่แน่นอนระหว่าง flow และ depth

$$Q = \frac{S_0^{1/2} A_c^{5/3}}{n P^{2/3}} \quad (4)$$

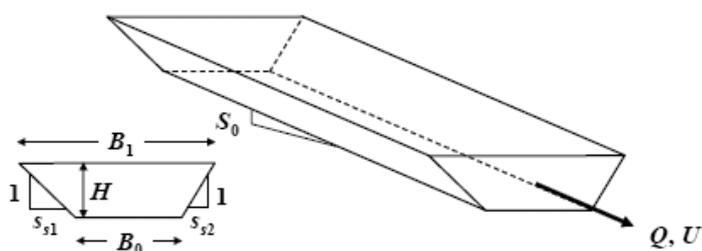
เมื่อ  $Q$  = การไหล ( $m^3/s$ )

$S_0$  = ความลาดเอียงของพื้นที่ท้องน้ำ ( $m/m$ )

$N$  = ค่าสัมประสิทธิ์ของผิวขรุขระของ Manning

$A_c$  = พื้นที่ cross-section ( $m^2$ )

$P$  = the wetted perimeter ( $m$ )



ภาพที่ 3.6 ลักษณะลำน้ำช่องสี่เหลี่ยมคางหมู

พื้นที่ cross-sectional ของช่องสี่เหลี่ยมคางหมู คำนวณได้จาก

$$A_c = [B_0 + 0.5(s_{s1} + s_{s2})H]H \quad (5)$$

เมื่อ  $B_0$  = ความกว้างของพื้นที่ต่อน้ำ (m)

$s_{s1}$  และ  $s_{s2}$  = ความลาดชันของทั้ง 2 ข้าง (m/m)

$H$  = ความลึกของ element (m)

the wetted perimeter คำนวณได้จาก

$$P = B_0 + H\sqrt{s_{s1}^2 + 1} + H\sqrt{s_{s2}^2 + 1} \quad (6)$$

$$H_k = \frac{(Qn)^{3/5} (B_0 + H_{k-1}\sqrt{s_{s1}^2 + 1} + H_{k-1}\sqrt{s_{s2}^2 + 1})^{2/5}}{S^{3/10} [B_0 + 0.5(s_{s1} + s_{s2})H_{k-1}]} \quad (7)$$

เมื่อ  $k = 1, 2, \dots, n$  เมื่อ  $n$  = หมายเลขของจำนวนซ้ำ หมายเลขเริ่มแรก  $H_0 = 0$  เป็นหน้าที่วิธีสิ้นสุดเมื่อการประเมิน error ล้อมลงภายใต้การระบุปริมาณของ 0.001 % การประเมินการคำนวณ error

$$\varepsilon_a = \left| \frac{H_{k+1} - H_k}{H_{k+1}} \right| \times 100\% \quad (8)$$

พื้นที่ cross-section สามารถคำนวณจากสมการ(5) และ velocity สามารถคำนวณได้

$$U = \frac{Q}{A_c} \quad (9)$$

ค่าเฉลี่ยความกว้างของ element  $B(m)$  สามารถคำนวณได้จาก

$$B = \frac{A_c}{H} \quad (10)$$

ความกว้างด้านบน  $B_1(m)$  สามารถคำนวณได้จาก

$$B_1 = B_0 + (s_{s1} + s_{s2})H \quad (11)$$

พื้นที่ผิวหน้าและปริมาตรของ element สามารถคำนวณได้จาก

$$A_s = B_1 \Delta x \quad (12)$$

$$V = BH \Delta x$$

การประเมินค่าสัมประสิทธิ์สำหรับ Manning coefficient อยู่ในตารางที่ 3.2 Manning's  $n$  ที่ไม่คงที่เหมือนต้นแบบกับการไหลและความลึกของลำน้ำที่ความลึกของลำน้ำลดลง การไหลของลำน้ำที่ช้า ความสัมพันธ์ที่เพิ่มขึ้นจากพื้นที่ผิวที่ไม่เรียบ

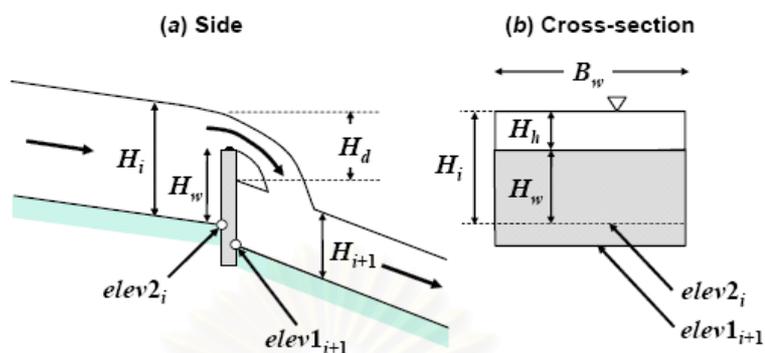
ตารางที่ 3.2 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์ Manning's  $n$  ของลำน้ำ

MATERIAL	$n$
<b>Man-made channels</b>	
Concrete	0.012
Gravel bottom with sides:	
Concrete	0.020
mortared stone	0.023
Riprap	0.033
<b>Natural stream channels</b>	
Clean, straight	0.025-0.04
Clean, winding and some weeds	0.03-0.05
Weeds and pools, winding	0.05
Mountain streams with boulders	0.04-0.10
Heavy brush, timber	0.05-0.20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 3.1.5.3.2 weir

weir สามารถเกิดขึ้นที่จุดสิ้นสุดของ reach ในส่วนประกอบของหนึ่ง element



ภาพที่ 3.7 sharp-crester weir เกิดขึ้นที่ขอบเขตระหว่าง 2 reaches

$H_i$	= ความสูงผิวน้ำของ element เหนือ weir (m)
$H_{i+1}$	= ความสูงผิวน้ำของ element ใต้ weir (m)
$elev2_i$	= ระดับท้องน้ำของจุดสิ้นสุดเหนือ element (m)
$elev1_{i+1}$	= ระดับท้องน้ำเหนือจุดสิ้นสุดใต้ element (m)
$H_w$	= ความสูงของ weir เหนือระดับท้องน้ำ(m)
$H_d$	= ระดับความสูงที่สั้นจากฝายระหว่างระดับน้ำและผิวน้ำของ element i และ element i+1 (m)
$H_h$	= ระดับน้ำเหนือ weir (m)
$B_w$	= ความกว้างของ weir (m)

สำหรับ sharp-crester weir ที่  $H_h/H_w < 0.4$  การไหลเป็นความเกี่ยวข้องของ head โดยหาได้

จาก

$$Q_i = 1.83 B_w H_h^{3/2} \quad (13)$$

$Q_i$  หาได้จาก out flow จาก element เหนือหน้าของ weir ใน  $m^3/s$   $B_w$  และ  $H_h$  มีหน่วยเป็น m สมการ(4) สามารถหาได้จาก

$$H_h = \left( \frac{Q_i}{1.83 B_w} \right)^{2/3} \quad (14)$$

ผลลัพธ์สามารถนำไปใช้คำนวณความลึกของ element i

$$H_i = H_w + H_h \quad (15)$$

และระดับน้ำที่ลดลงมากกว่า weir สามารถหาได้จาก

$$H_d = elev2_i + H_i - elev1_{i+1} - H_{i+1} \quad (16)$$

ระดับน้ำที่ลดลงสามารถนำไปคำนวณการเคลื่อนที่ oxygen และ carbon dioxide ที่เหมาะสมของ weir

พื้นที่ cross-section, velocity, surface area และ ปริมาณ element i สามารถคำนวณได้จาก

$$A_{c,i} = B_i H_i \quad (17)$$

$$U_i = \frac{Q_i}{A_{c,i}} \quad (18)$$

$$A_{s,i} = B_i \Delta x_i \quad (19)$$

$$V_i = B_i H_i \Delta x_i \quad (20)$$

เมื่อ  $B_i$  = ความกว้างของ element i  
 $\Delta x_i$  = ความยาวของ element i

### 3.1.5.4 Travel Time

เวลาการไหลที่ผ่านของแต่ละ element คำนวณได้จาก

$$\tau_k = \frac{V_k}{Q_k} \quad (21)$$

เมื่อ  $T_k$  = เวลาที่ไหลผ่านของ  $k^{\text{th}}$  element (d)  
 $V_k$  = ปริมาณของ  $k^{\text{th}}$  element (m<sup>3</sup>) =  $A_{c,k} \Delta x_k$ ,  $A_{c,k}$  = พื้นที่ cross-section ของ  $k^{\text{th}}$  element (m<sup>2</sup>)  
 $\Delta x_k$  = ความยาวของ  $k^{\text{th}}$  element (m)

นี่คือเวลาที่สะสมตามข้อสรุป the travel time แต่ละ segments ของแม่น้ำ(คือแม่น้ำหรือแม่น้ำสาขา) สำหรับตัวอย่าง the travel time headwater ถึงจุดสิ้นสุด downstream ของ  $j$ th element ในแต่ละช่องสามารถคำนวณได้จาก

$$t_{t,j} = \sum_{k=1}^j \tau_k \quad (22)$$

เมื่อ  $t_{t,j}$  = the travel time (d)

### 3.1.5.5 Temperature Model

ภาพที่ 3.8 heat balance จะอธิบาย head transfers จากที่อยู่ใน element, load, withdrawals, the atmosphere, the sediments, heat balance สามารถคำนวณ element  $i$

$$\begin{aligned} \frac{dT_i}{dt} = & \frac{Q_{i-1}}{V_i} T_{i-1} - \frac{Q_i}{V_i} T_i - \frac{Q_{out,i}}{V_i} T_i + \frac{E'_{i-1}}{V_i} (T_{i-1} - T_i) + \frac{E'_i}{V_i} (T_{i+1} - T_i) \\ & + \frac{W_{h,i}}{\rho_w C_{pw} V_i} \left( \frac{m^3}{10^6 cm^3} \right) + \frac{J_{a,i}}{\rho_w C_{pw} H_i} \left( \frac{m}{100 cm} \right) + \frac{J_{s,i}}{\rho_w C_{pw} H_i} \left( \frac{m}{100 cm} \right) \end{aligned} \quad (23)$$

เมื่อ  $T_i$  = อุณหภูมิของ element  $i$  ( $^{\circ}C$ ),

$t$  = เวลา (d)

$E'_i$  = ค่าสัมประสิทธิ์ปริมาณการแพร่กระจายระหว่าง element  $i$  และ  $i+1$  ( $m^3/d$ )

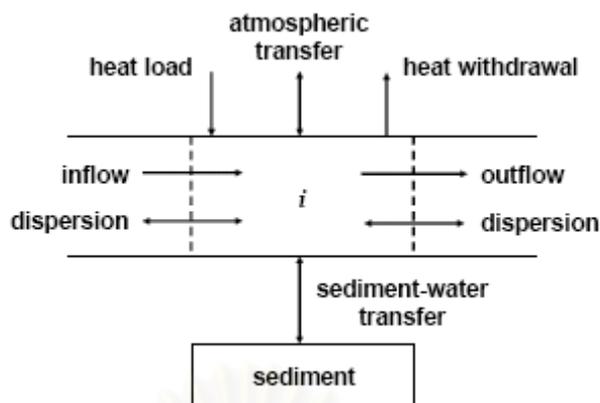
$W_{h,i}$  = heat load ทั้งหมดจาก point และ non-point source ที่ลง element  $i$  (cal/d)

$\rho_w$  = ความหนาแน่นของน้ำ ( $g/cm^3$ )

$C_{pw}$  = ลักษณะเฉพาะ heat ของน้ำ (cal/(g  $^{\circ}C$ ))

$J_{a,i}$  = อัตราการไหลของอากาศ-น้ำ ที่ heat (cal/(cm<sup>2</sup> d))

$J_{s,i}$  = อัตราการไหลของตะกอน-น้ำที่ heat (cal/(cm<sup>2</sup> d))



ภาพที่ 3.8 การแพร่กระจาย heat balance ของ element

ตัวเลขสัมประสิทธิ์ที่ได้สามารถคำนวณได้จาก

$$E_i' = \frac{E_i A_{c,i}}{(\Delta x_i + \Delta x_{i+1})/2} \quad (24)$$

heat load รวมจากแหล่งกำเนิดสามารถคำนวณได้จาก

$$W_{h,i} = \rho C_p \left[ \sum_{j=1}^{psi} Q_{ps,i,j} T_{psi,j} + \sum_{j=1}^{npsi} Q_{nps,i,j} T_{npsi,j} \right] \quad (25)$$

เมื่อ  $T_{spi,j}$  =  $j$ th point source temperature สำหรับ element  $i$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$T_{npsi,j}$  =  $j$ th non-point source temperature สำหรับ element  $i$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]

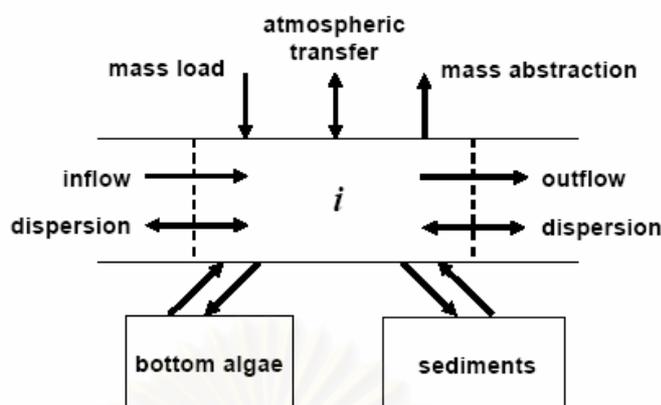
### 3.1.5.6 Constituents and General Mass Balance

สิ่งที่เปลี่ยนแปลงของ bottom algae mass balance ขรรดาค่าทั่วไปของ ส่วนประกอบใน element แสดงดังภาพที่ 3.9

$$\frac{dc_i}{dt} = \frac{Q_{i-1}}{V_i} c_{i-1} - \frac{Q_i}{V_i} c_i - \frac{Q_{out,i}}{V_i} c_i + \frac{E_{i-1}}{V_i} (c_{i-1} - c_i) + \frac{E_i}{V_i} (c_{i+1} - c_i) + \frac{W_i}{V_i} + S_i \quad (26)$$

เมื่อ  $W_i$  = loading ภายนอกของส่วนประกอบ element  $i$  [g/d หรือ mg/d]

$S_i$  = แหล่งกำเนิดและการจมตัวของส่วนประกอบที่เหมาะสมต่อปฏิกิริยา และกลไกการทำงานการเคลื่อนที่ของวัตถุ [g/m<sup>3</sup>/d หรือ mg/m<sup>3</sup>/d]



ภาพที่ 3.9 Mass balance

load ภายนอกสามารถคำนวณได้จาก

$$W_i = \sum_{j=1}^{psi} Q_{ps,j} c_{psi,j} + \sum_{j=1}^{npsi} Q_{nps,i,j} c_{npsi,j} \quad (27)$$

เมื่อ  $c_{ps,i,j}$  =  $j_{th}$  ความเข้มข้น point source ของ element i [mg/L หรือ  $\mu\text{g/L}$ ]

$c_{npsi,j}$  =  $j_{th}$  ความเข้มข้น non – point source ของ element I [mg/L หรือ  $\mu\text{g/L}$ ]

เมื่อมีการเคลื่อนที่ bottom algae และ loading ได้กำหนดไว้

$$\frac{da_{b,i}}{dt} = S_{b,i} \quad (28)$$

$$\frac{dIN_b}{dt} = S_{bN,i} \quad (29)$$

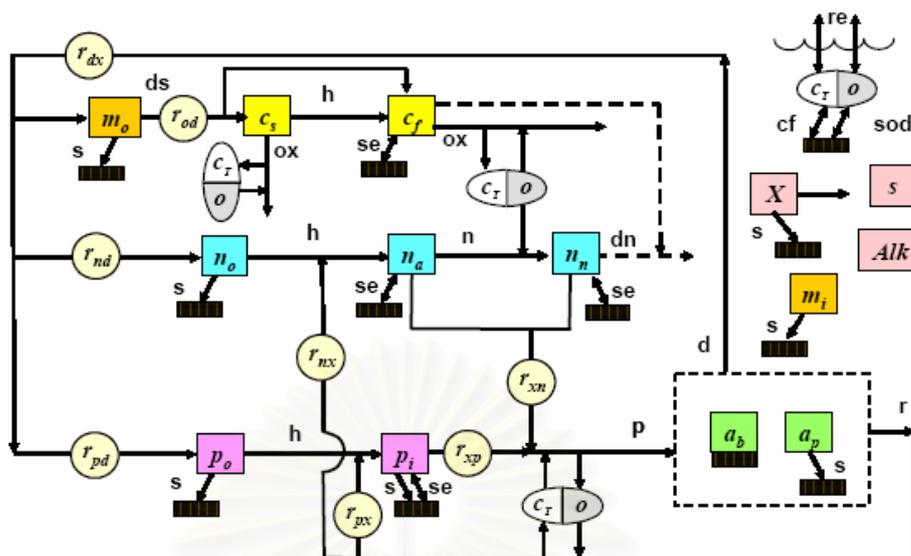
$$\frac{dIP_b}{dt} = S_{bP,i} \quad (30)$$

เมื่อ  $S_{b,i}$  = source และการจมตัวของ bottom algae ปฏิกริยา biomass ที่เหมาะสม

$S_{bN,i}$  = source และการจมตัวของ bottom algae ที่ทำให้เกิดปฏิกริยาที่เหมาะสมที่ทำให้เกิด nitrogen [mgN/m<sup>2</sup>/d]

$S_{bP,i}$  = source และการจมตัวของ bottom algae ที่ทำให้เกิดปฏิกริยาที่เหมาะสม phosphorus [mgP/m<sup>2</sup>/d]

source และการจมตัวของที่เปลี่ยนแปลงสามารถอธิบายดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 model kinetics และกระบวนการ mass transfer kinetic processes เป็น dissolution(ds), hydrolysis(h), oxidation(ox), death(d) และ respiration/excretion(r), Mass transfer processes are reaeration(re), settling(s), sediment oxygen demand(SOD), sediment exchange(se) และ sediment inorganic carbon flux(cf)

### 3.1.5.6.1 Dissolved Oxygen (o)

dissolved oxygen จะเพิ่มขึ้นโดยตรงจากกระบวนการ plant photosynthesis โดยการสูญเสียโดยผ่านกระบวนการ fast CBOD oxidation, nitrification และ plant respiration ที่อาศัยบนน้ำหรือภายใต้ความชุ่มชื้นหรือความชุ่มชื้นที่มากเป็นการสูญเสียโดยผ่านกระบวนการ reaeration

$$S_o = r_{oa} \text{PhytoPhoto} + r_{od} \text{BotAlgPhoto} - r_{oc} \text{FastCOxid} - r_{on} \text{NH4Nitr} - r_{oa} \text{PhytoResp} - r_{od} \text{BotAlgResp} + \text{OxReaer} \quad (31)$$

เมื่อ

$$\text{OxReaer} = k_a(T)(o_s(T, elev) - o) \quad (32)$$

เมื่อ  $k_a(T)$  = ค่าสัมประสิทธิ์ temperature – dependent oxygen reaeration [1/d]

$O_s(T, elev)$  = ความเข้มข้นจุดอิ่มตัวของ oxygen [mgO<sub>2</sub>/L] ที่อุณหภูมิ T และความสูงจากระดับน้ำทะเล(elev)

### 3.1.5.6.2 Fast Reacting CBOD (cf)

Fast reacting CBOD เป็นการเพิ่มขึ้นโดยผ่านการละลายของการย่อยสลายและปฏิกิริยา hydrolysis ของ solely – reacting CBOD และเป็นการสูญเสียโดยผ่านปฏิกิริยา oxidation และ denitrification

$$S_{cf} = F_f r_{od} \text{ DetrDiss} + \text{SlowCHydr} - \text{FastCOxid} - r_{onitr} \text{ Denitr} \quad (33)$$

เมื่อ

$$\text{FastCOxid} = F_{oxc} k_{dc}(T) c_f \quad (34)$$

เมื่อ  $k_{dc}(T)$  = รัศมี temperature – dependent fast CBOD oxidation [1/d]

$F_{oxc}$  = ความเหมาะสมของการลดระดับของ oxygen [dimensionless]

3 สูตรนี้ใช้ในการเป็นตัวแทนการทำให้ลดลง oxygen

#### Half – Saturation

$$F_{oxp} = \frac{o}{K_{socf} + o} \quad (35)$$

เมื่อ  $k_{socf}$  = ค่าคงที่ half – saturation ของผลกระทบจาก oxygen บนปฏิกิริยา oxidation fast CBOD [mgO<sub>2</sub>/L]

#### Exponential

$$F_{oxp} = (1 - e^{-K_{socf} o}) \quad (36)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวกับตัวเลขจากผลกระทบของปฏิกิริยา oxidation บน fast CBOD[L/mgO<sub>2</sub>]

#### Second – Order Half Saturation

$$F_{oxp} = \frac{o^2}{K_{socf} + o^2} \quad (37)$$

เมื่อ  $k_{socf}$  = ค่าคงที่ half – saturation จากผลกระทบ second – order ของ oxygen บน fast CBOD oxidation[mgO<sub>2</sub><sup>2</sup>/L<sup>2</sup>]

### 3.1.5.6.3 Organic Nitrogen ( $n_o$ )

การเพิ่มขึ้นอย่างเหมาะสมของ Organic nitrogen ที่ทำให้ plant death โดยจะสูญหายโดยผ่านกระบวนการ hydrolysis และ settling

$$S_{n_o} = r_{na} \text{PhytoDeath} + q_{0N} \text{BotAlgDeath} - \text{ONHydr} - \text{ONSettl} \quad (38)$$

ระดับ organic nitrogen กระบวนการ hydrolysis สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ONHydr} = k_{hm}(T)n_o \quad (39)$$

เมื่อ  $k_{hm}(T)$  = ระดับ temperature – dependent ที่กระบวนการ hydrolysis organic nitrogen [1/d]

$$\text{ONSettl} = \frac{v_{on}}{H} n_o \quad (40)$$

เมื่อ  $v_{on}$  = ความเร็วในการ settling organic nitrogen [m/d]

### 3.1.5.6.4 Nitrate Nitrogen ( $n_n$ )

การเพิ่มขึ้น nitrate nitrogen ที่เหมาะสมของกระบวนการ nitrification ของ ammonia มันจะสูญหายโดยผ่านกระบวนการ denitrification และ plant photosynthesis

$$S_{n_n} = \text{NH4Nitrif} - \text{Denitr} - r_{na}(1 - P_{ep}) \text{PhytoPhoto} - (1 - P_{ab}) \text{BotAlgUptakeN} \quad (41)$$

ระดับ denitrification สามารถคำนวณได้จาก

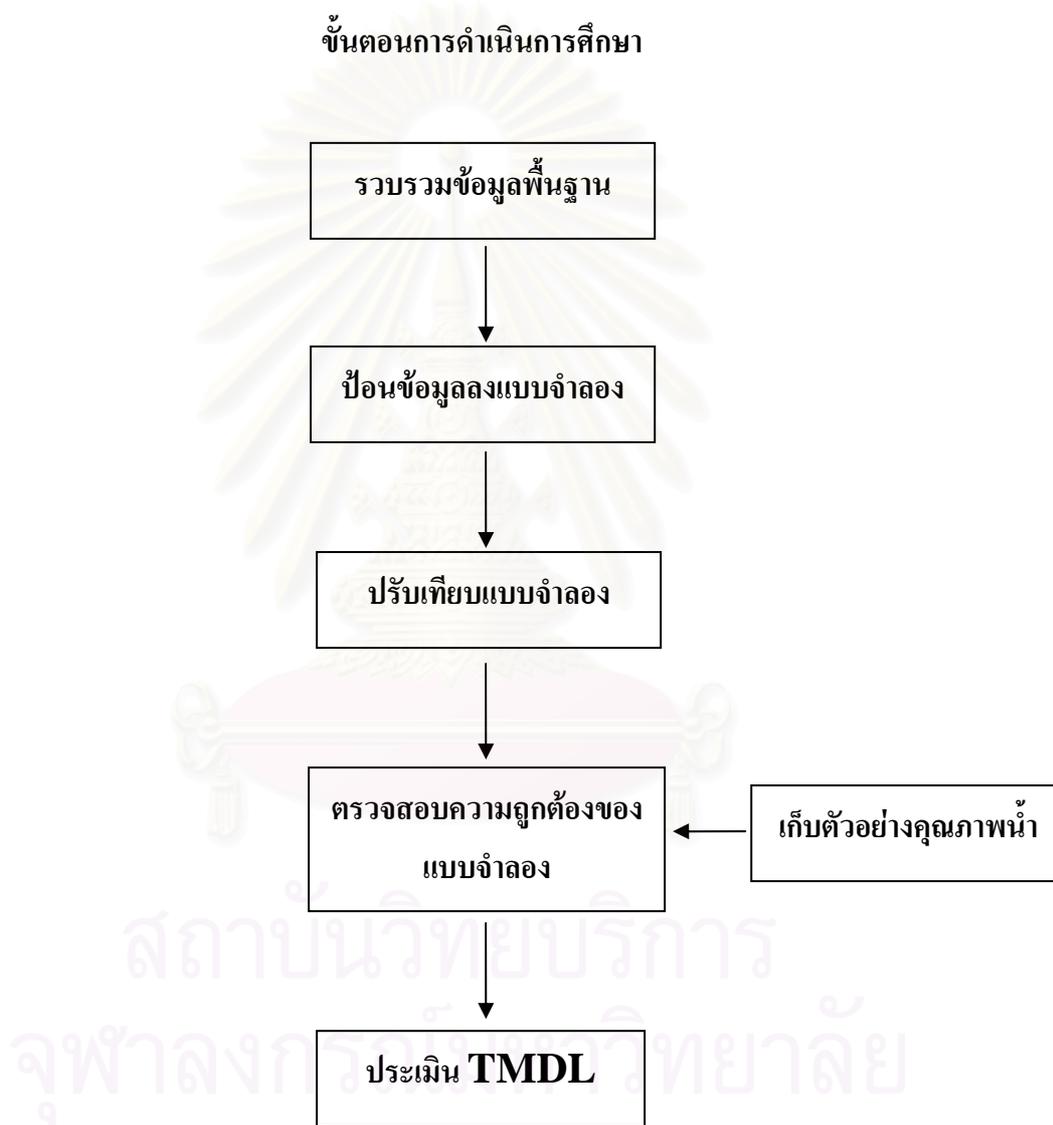
$$\text{Denitr} = (1 - F_{oxdn})k_{dn}(T)n_n \quad (42)$$

เมื่อ  $k_{dn}(T)$  = ระดับ temperature – dependent ของปฏิกิริยา denitrification ของ nitrate nitrogen [1/d]

$F_{oxdn}$  = ผลกระทบของ low oxygen บน denitrification [dimensionless]

### 3.2 วิธีดำเนินการศึกษา

การดำเนินการศึกษาได้ทำการสำรวจพื้นที่เพื่อศึกษาแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง ปัญหาที่เกิดขึ้นต่อคุณภาพน้ำของลำน้ำพอง โดยทำการรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน ป้อนข้อมูลลงแบบจำลอง เก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ปรับเทียบแบบจำลองและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองก่อนทำการประเมิน TMDL แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 แผนผังการดำเนินการศึกษา

### 3.2.1 รวบรวมข้อมูลพื้นฐาน

- 1) ข้อมูลพื้นที่หน้าตัดลำน้ำ (Cross section) จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
- 2) ปริมาณน้ำ (Discharge) และระดับน้ำ (Water level) จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและกรมชลประทาน โดยมีรายละเอียดดังนี้
  - ปริมาณน้ำจากเขื่อนอุบลรัตน์ ปี พ.ศ.2537-2547
  - ปริมาณน้ำจากฝายหนองหวาย ปี พ.ศ.2537-2547
  - สถานีตรวจวัดระดับน้ำและปริมาณน้ำ บ้านหินกองน้อย อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น ปี พ.ศ. 2537-2547
  - สถานีตรวจวัดระดับน้ำ บ้านท่าเมา อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น ปี พ.ศ.2537-2547
- 3) ข้อมูลคุณภาพน้ำที่เก็บรวบรวมโดยกรมควบคุมมลพิษ ระหว่างปี พ.ศ. 2538-2548
- 4) ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษ ได้แก่ แหล่งกำเนิดที่แน่นอน (point source) และแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (non-point source) จากการประเมินและการประมาณมลพิษจากเอกสารงานวิจัยต่างๆ
- 5) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use) จากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
- 6) ข้อมูลที่ได้จากการออกภาคสนามจากการเก็บตัวอย่าง

### 3.2.2 ป้อนข้อมูลลงในแบบจำลอง QUAL2K

#### 3.2.2.1 แบ่ง Reach ของลำน้ำ

เป็นขั้นตอนแรกของการทำแบบจำลอง โดยแบ่งลำน้ำออกเป็นช่วงระยะทาง (reach) และมีลักษณะของ Hydraulic characteristics แบบเดียวกัน นอกจากนี้ในแต่ละช่วงระยะทาง (reach) สามารถแบ่งย่อยเป็น element ได้

#### 3.2.2.2 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ

ป้อนข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลำน้ำพองตอนล่างเพื่อคำนวณลักษณะการไหลของน้ำ โดยข้อมูลเหล่านี้สามารถหาได้จากกรมชลประทานและการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

#### 3.2.2.3 ข้อมูลปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำ

ป้อนข้อมูลปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำในแต่ละช่วงระยะทาง (reach) โดยข้อมูลปริมาณน้ำได้จากสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำของกรมชลประทานและข้อมูลคุณภาพน้ำได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำกรมควบคุมมลพิษ

### 3.2.2.4 ข้อมูลมลพิษที่ส่งสู่ลำน้ำ

ป้อนข้อมูลปริมาณมลพิษจากการคำนวณปริมาณมลพิษของแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (point source) แหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน (non-point source) และจากเอกสารรายงานวิจัยต่างๆ

### 3.2.2.5 กำหนดค่าคงที่ในแบบจำลอง (Model Parameters)

ทำการกำหนดค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ในแบบจำลอง QUAL2K ให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา

### 3.2.3 การปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration)

ปรับเทียบแบบจำลอง โดยนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากข้อมูลสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ โดยผลที่ได้จากการปรับเทียบค่าทั้งสองต้องใกล้เคียงกันมากที่สุด

### 3.2.4 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification)

ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองจากค่าที่คำนวณได้กับค่าที่ได้จากการเก็บตัวอย่างจริงการออกภาคสนาม โดยเก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 19 เมษายน 2549 เพื่อเป็นตัวแทนคุณภาพน้ำฤดูแล้ง และเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2549 เพื่อเป็นตัวแทนคุณภาพน้ำฤดูฝน นำข้อมูลคุณภาพน้ำมาตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ทำการเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณกลางลำน้ำที่ความลึก 0.5 จากผิวน้ำ (D) เมื่อ D คือ ความลึกของตำแหน่งนั้นๆ พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ อุณหภูมิ, pH, Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD), ไนเตรตไนโตรเจน (NO<sub>3</sub>-N) แสดงดังตารางที่ 3.4

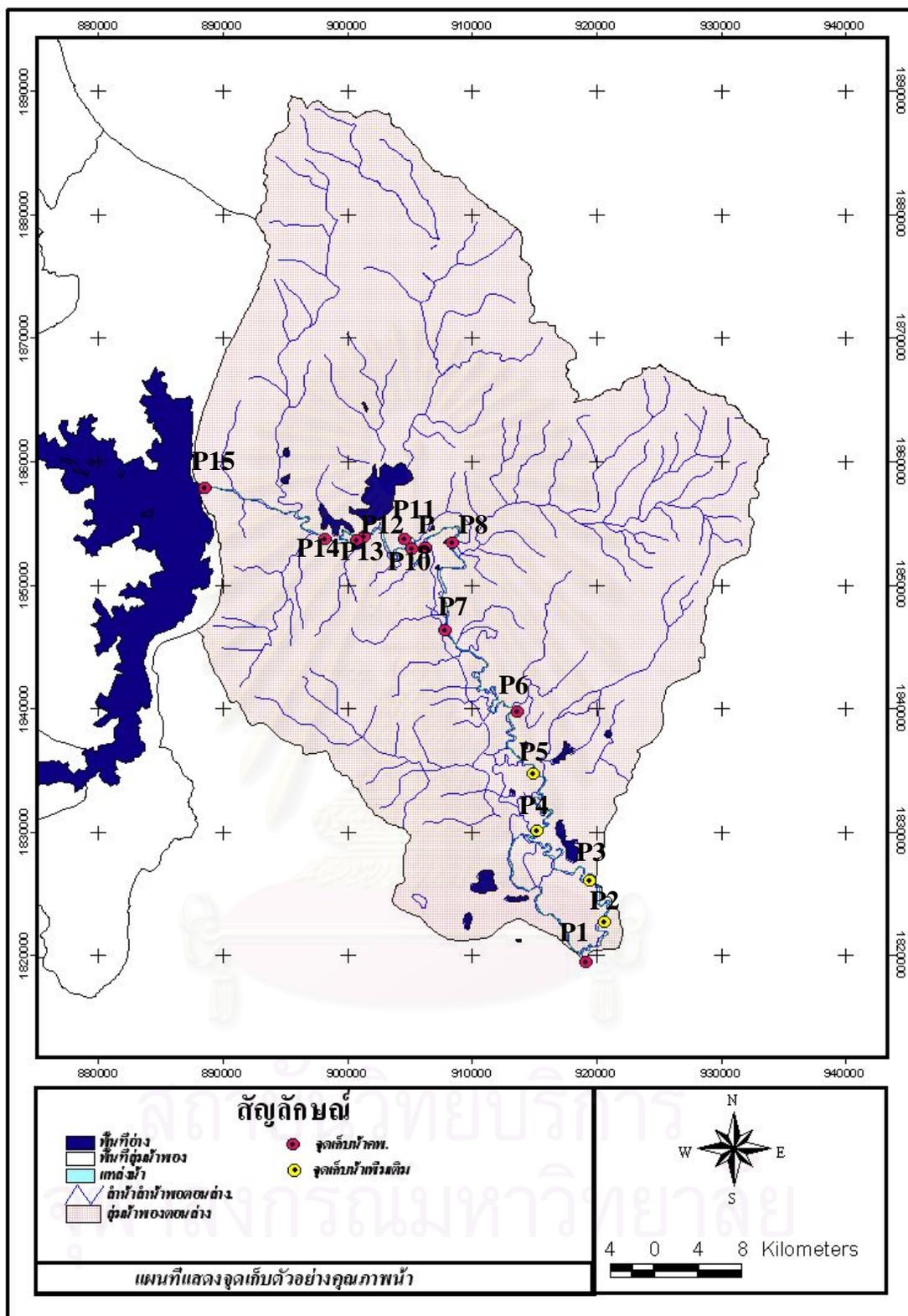
การเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำได้ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 15 จุด เป็นบริเวณเดียวกับกรมควบคุมมลพิษ 11 จุด และเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำเพิ่มเติม 4 จุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

- |    |   |
|----|---|
| P1 | บริเวณวชิรยารีสอร์ท อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น(กรมควบคุมมลพิษ)<br>(พิกัด UTM 48Q N0279549,E1812049 ระวัง 5541I)    |
| P2 | บริเวณวัดโพธิ์นิมิตร อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น (พิกัด UTM 48Q N0280347,E1813509 ระวัง 5541I)                      |
| P3 | บริเวณสะพาน ถ.สาย209 กาฬสินธุ์-ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น<br>(พิกัด UTM 48Q N0280593,E1818807 ระวัง 5541I) |
| P4 | บริเวณวัดท่ายางชุม อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น<br>(พิกัด UTM 48Q N0275452,E1823650 ระวัง 5541I)                     |
| P5 | สะพานบ้านโคกท่า อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น   |

- (พิกัด UTM 48Q N0276515,E1828619 ระวัง 5542II)
- P6 วัดท่าอุทุมพร บ้านท่ามะเดื่อ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น(กรมควบคุมมลพิษ)  
(พิกัด UTM 48Q N0274199,E1834609 ระวัง 5542II)
- P7 สะพานท่าเมา-วังชัย อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น(กรมควบคุมมลพิษ)  
(พิกัด UTM 48Q N0267910,E1834270ระวัง 5542II)
- P8 ใต้โรงงานน้ำตาล บ้านกุดน้ำใส อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น(กรมควบคุมมลพิษ)  
(พิกัด UTM 48Q N0269391,E1848869 ระวัง 5542II)
- P9 ศาลเจ้าปู่ท่งเทียว อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น(กรมควบคุมมลพิษ)  
(พิกัด UTM 48Q N0269358,E1851813 ระวัง 5542II)
- P10 ฝ่ายหนองหวาย อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น(กรมควบคุมมลพิษ)  
(พิกัด UTM 48Q N0265730,E1850511ระวัง 5542II)
- P11 จุดสูบน้ำประปน้ำพอง อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น(กรมควบคุมมลพิษ)  
(พิกัด UTM 48Q N0264315,E1850659 ระวัง 5542II)
- P12 ใต้บึงห้วยโจด อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น(กรมควบคุมมลพิษ)  
(พิกัด UTM 48Q N0260331,E1850868 ระวัง 5542II)
- P13 เหนือปากบึงห้วยโจด อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น(กรมควบคุมมลพิษ)  
(พิกัด UTM 48Q N0259838,E1851399 ระวัง 5542III)
- P14 สะพานบ้านคำบอน อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น(กรมควบคุมมลพิษ)  
(พิกัด UTM 48Q N0257252,E1851044 ระวัง 5542III)
- P15 สะพานบ้านบ่อนกเขา อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น(กรมควบคุมมลพิษ)  
(พิกัด UTM 48Q N0247897,E18557744 ระวัง 5542VI)
- แผนที่จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำแสดงดังภาพที่ 3.12

ตารางที่ 3.3 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ วิธีวิเคราะห์และการเก็บรักษาตัวอย่าง

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์	การเก็บรักษาตัวอย่าง
Temperature	DO meter	-
pH	pH meter	-
DO	DO meter	-
BOD	Azide Modification Method	ice
NO <sub>3</sub> -N	Cadmium Reduction Method	ice



ภาพที่ 3.12 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

### 3.2.5 ประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวัน (Total Maximum Daily Load ; TMDL)

1) กำหนดเป้าหมายของพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา โดยอ้างอิงจากมาตรฐานคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษที่กำหนดให้ลำน้ำพองตอนล่างเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 (ภาคผนวก ก) ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งผิวดินประเภทที่ 3

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้
DO	ไม่ต่ำกว่า 4.0 mg/l
BOD	ไม่เกิน 2.0 mg/l
NO <sub>3</sub> -N	ไม่เกิน 5.0 mg/l

(กรมควบคุมมลพิษ, 2542)

2) นำค่าที่ได้จากการทำนายคุณภาพน้ำด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำการทดสอบความสามารถในการรองรับมลพิษมากที่สุดระดับที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำของกรมควบคุมมลพิษ โดยกำหนดค่าสูงสุดในการรองรับมลพิษของแม่น้ำตามที่มาตรฐานกำหนดไว้

3) ป้อนข้อมูลปริมาณของเสียรวม (loading) ของแหล่งน้ำที่มีอยู่ปัจจุบันลงไปและค่อยๆปรับค่าปริมาณความสกปรกให้เพิ่มขึ้นทีละน้อยจนได้เท่ากับค่าตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ นำข้อมูลนั้นเป็นพื้นฐานในการคำนวณ TMDL ของค่า BOD และ NO<sub>3</sub>N โดยการคำนวณ TMDL สามารถทำได้ดังนี้

$$\text{TMDL} = \text{Existing Load} + \text{Point source (ที่ยังสามารถรองรับได้)}$$

## 3.3 การป้อนข้อมูลลงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

### 3.3.1 แบ่ง Reach ของลำน้ำ

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวันของลำน้ำพองตอนล่าง ตั้งแต่ช่วงท้ายเขื่อนอุบลรัตน์จนถึงจุดบรรจบลำน้ำชีบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น รวมความยาวประมาณ 140 กิโลเมตร โดยได้แบ่งน้ำพองตอนล่างออกเป็น 26 reaches ตามลักษณะทางกายภาพของลำน้ำและตำแหน่งสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำกรมชลประทานและสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำกรมควบคุมมลพิษ โดยมีรายละเอียดดังนี้

สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำกรมชลประทานของลำน้ำพองตอนล่าง

- E. 30 สถานีตรวจวัดระดับน้ำและปริมาณน้ำท้ายเขื่อนอุบลรัตน์ อ.อุบลรัตน์ จ.ขอนแก่น  
 E. 22A สถานีตรวจวัดระดับน้ำและปริมาณน้ำ บ้านหินกองน้อย อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น

สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำกรมควบคุมมลพิษของลำน้ำพองตอนล่าง

- PO01 คือ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำวชิรยารีสอร์ท อ.เมืองขอนแก่น จ.ขอนแก่น  
 PO04 คือ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำวัดอุทุมพร อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น  
 PO05 คือ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำสะพานท่าแม่-วังชัย อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น  
 PO06 คือ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำใต้โรงงานน้ำตาลขอนแก่น อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น  
 PO07 คือ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำศาลเจ้าปู่ถุงเทียว อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น  
 PO08 คือ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำฝายหนองหวาย อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น  
 PO09 คือ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำจุดสูบน้ำประป่าน้ำพอง อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น  
 PO10 คือ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำใต้ปากบึงห้วยโจด 100 เมตร อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น  
 PO11 คือ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำเหนือปากบึงห้วยโจด 100 เมตร อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น  
 PO12 คือ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำบ้านคำบอน อ.อุบลรัตน์ จ.ขอนแก่น  
 PO13 คือ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำสะพานบ้านบ่อนกเขา อ.อุบลรัตน์ จ.ขอนแก่น

นอกจากนี้ในแต่ละช่วงลำน้ำ (Reach) ได้ทำการแบ่งเป็นชองย่อย (Element) ของแต่ละ reach เพื่อความสะดวกและความเหมาะสมต่อการประเมินแหล่งกำเนิดมลพิษที่ไหลลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างแสดงดังภาพที่ 3.13

สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## Head Water

<b>๑ PO13</b>	<b>1</b>	<b>E30</b>
	<b>2</b>	
	<b>3</b>	
<b>๑ PO12</b>	<b>4</b>	
<b>๑ PO11</b>	<b>5</b>	
	<b>6</b>	
<b>๑ PO10</b>	<b>7</b>	
	<b>8</b>	
	<b>9</b>	
	<b>10</b>	
<b>๑ PO9</b>	<b>11</b>	
	<b>12</b>	
<b>๑ PO8</b>	<b>13</b>	
	<b>14</b>	ฝ่ายหนองหวาย
	<b>15</b>	<b>E22A</b>
<b>๑ PO7</b>	<b>16</b>	
<b>๑ PO6</b>	<b>17</b>	
	<b>18</b>	
<b>๑ PO5</b>	<b>19</b>	
	<b>20</b>	
<b>๑ PO4</b>	<b>21</b>	
	<b>22</b>	
<b>๑ PO3</b>	<b>23</b>	
<b>๑ PO2</b>	<b>24</b>	
	<b>25</b>	
<b>๑ PO1</b>	<b>26</b>	

หมายเหตุ: ๑ จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

ภาพที่ 3.13 การแบ่ง Reach ของลำน้ำพองตอนล่าง

### 3.3.2 ป้อนข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ

การคำนวณลักษณะการไหลของลำน้ำพองตอนล่างแบบจำลอง QUAL2K ได้ใช้การคำนวณลักษณะการไหลแบบ Manning Equations โดยสมมุติให้รูปร่างลักษณะหน้าตัดของลำน้ำเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูมาใช้ในการคำนวณลักษณะการไหลของน้ำ ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลำน้ำที่ป้อน ได้แก่ ความชันของลำน้ำ (channel slope) ความชันทั้งสองข้างของลำน้ำ (side slope) และความกว้างของท้องน้ำ (bottom width) ข้อมูลหน้าตัดลำน้ำพองตอนล่างแสดงในภาคผนวก ข

### 3.3.3 ป้อนข้อมูลปริมาณน้ำท่าและคุณภาพน้ำที่ต้นน้ำ

ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากต้นน้ำ คือ ปริมาณน้ำที่ไหลออกจากเขื่อนอุบลรัตน์ โดยใช้ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลรักษาและควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลออกจากเขื่อนอุบลรัตน์ ข้อมูลปริมาณน้ำที่ใช้เป็นข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2537-2547 โดยได้กำหนดช่วงฤดูออกเป็น 2 ฤดู คือ ช่วงฤดูแล้งตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมิถุนายนและช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม (ภาคผนวก ค.) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.5 ตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.5 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย สถานี E30 ในช่วงปี พ.ศ.2537-2547

สถานี	ฤดูฝน (ลบ.ม./วินาที)	ฤดูแล้ง (ลบ.ม./วินาที)
E 30	515.9	288.38

ข้อมูลคุณภาพน้ำที่ต้นน้ำได้ใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำกรมควบคุมมลพิษ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำต้นน้ำคือ สถานี PO13 บริเวณสะพานบ้านบ่อนกเขา อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น โดยแบ่งข้อมูลคุณภาพน้ำออกเป็น 2 ฤดู คือ ช่วงฤดูแล้งและช่วงฤดูฝน และได้ใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำเฉลี่ยในระหว่างปี พ.ศ. 2537-2547 แสดงดังตารางที่ 3.8 จากข้อมูลคุณภาพน้ำ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำกรมควบคุมมลพิษแสดงในภาคผนวก ง. ได้ผลการคำนวณเฉลี่ยดังนี้

ตารางที่ 3.6 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยที่ปล่อยจากเขื่อนอุบลรัตน์ในช่วงปี พ.ศ. 2537-2547

สถานี	ที่ตั้ง	ช่วงปีสถิติ ข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน, ล้าน ลบ.ม											
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
E 30	UBOLRAT DAM, UBOLRAT KHON KAEN	2537-2547	111.62	102.55	134.40	115.93	128.21	186.57	221.43	213.04	316.61	271.36	197.83	85.14

(การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2548)

แบบจำลอง QUAL2K ต้องป้อนข้อมูลอัตราการไหลของน้ำที่ต้นน้ำเป็น ลบ.ม./วินาที ดังนั้นจึงได้คำนวณเป็น ลบ.ม./วินาที ได้ค่าดังนี้

ตารางที่ 3.7 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยที่ปล่อยจากเขื่อนอุบลรัตน์ในช่วงปี พ.ศ. 2537-2547

สถานี	ที่ตั้ง	ช่วงปีสถิติ ข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน, ลบ.ม./วินาที											
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
E 30	UBOLRAT DAM, UBOLRAT KHON KAEN	2537-2547	43.06	39.56	51.58	44.73	49.46	71.98	85.43	82.19	122.15	104.69	76.33	32.85

(การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2548)

ตารางที่ 3.8 คุณภาพน้ำเฉลี่ยสถานีตรวจวัดบ้านบ่อนกเขา ช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งในระหว่างปี พ.ศ. 2538-2548

ฤดู	Temp (°C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	NH <sub>3</sub> -N (mg/l)
เฉลี่ยฤดูฝน	32.26	7.14	3.91	1.61	0.03	0.012	0.191
เฉลี่ยฤดูแล้ง	29.72	7.33	5.64	1.39	0.09	0.016	0.075

(กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

### 3.3.4 ป้อนข้อมูลมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำ

ข้อมูลมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำได้ทำการแบ่งประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษออกเป็น 2 ประเภท คือ แหล่งกำเนิดมลพิษที่แน่นอน (point source) และแหล่งกำเนิดมลพิษที่ไม่แน่นอน (non-point source) โดยการประเมินมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำของตอนล่างได้แบ่งประเภทแหล่งกำเนิดดังนี้

**3.3.4.1 แหล่งกำเนิดมลพิษที่แน่นอน (point source)** คือแหล่งกำเนิดมลพิษที่ทราบตำแหน่งที่ตั้งที่แน่นอน ขนาดและกิจกรรมของแหล่งกำเนิดน้ำเสีย รวมถึงรายละเอียดการใช้งานและระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ ชุมชนเขตเทศบาล โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

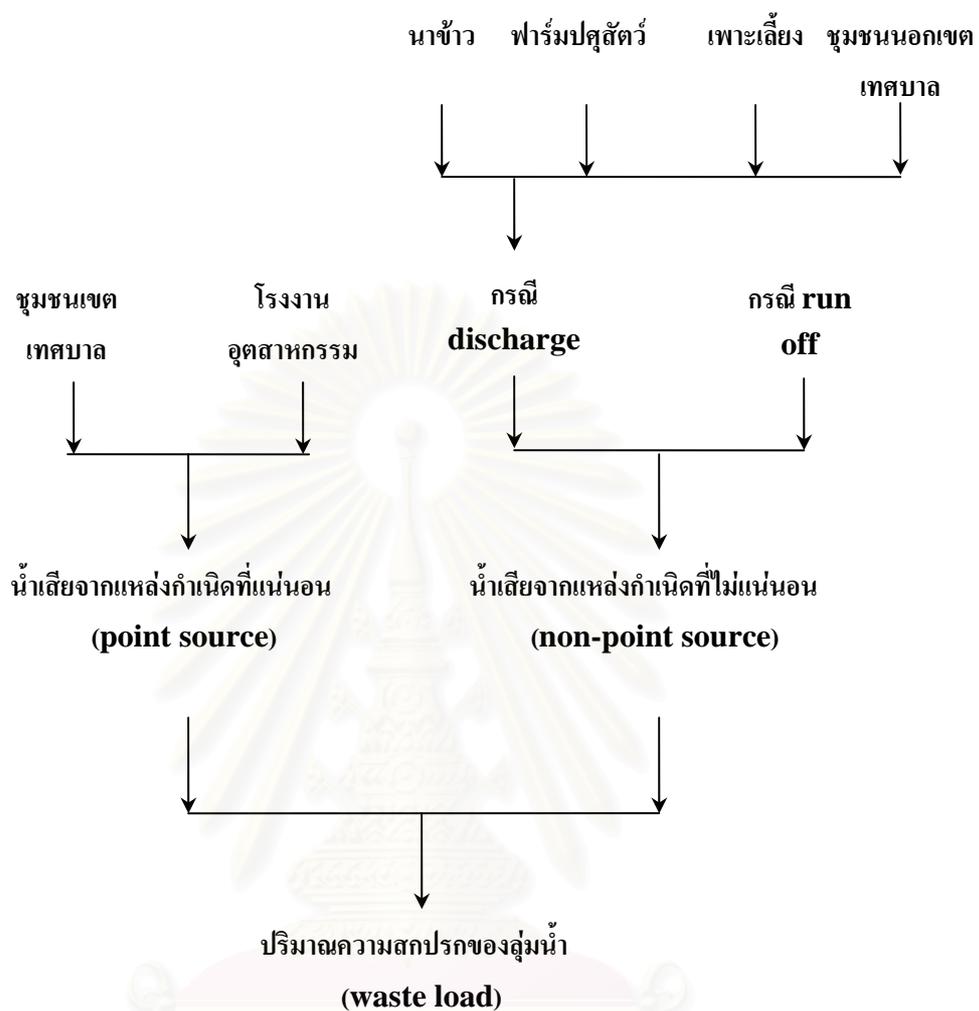
**3.3.4.2 แหล่งกำเนิดมลพิษที่ไม่แน่นอน (non-point source)** ได้แบ่งแหล่งกำเนิดมลพิษที่ไม่แน่นอนออกเป็น 2 กรณี

1) กรณี run off คือ มลพิษที่เกิดจากการชะล้างบนผิวดินของน้ำฝน โดยนำเอามลสารต่างๆในพื้นที่ลุ่มน้ำไหลลงสู่ลำน้ำหลัก

2) กรณี discharge คือ มลพิษที่เกิดจากการปล่อยมลสารจากแหล่งกำเนิดลงสู่พื้นที่ต่างๆใกล้เคียง โดยไม่มีการควบคุมดูแลและบำบัดก่อนปล่อย เช่น ปล่อยลงสู่พื้นดินที่ว่างเปล่า หรือลงสู่คลองต่างๆ โดยมลสารเหล่านี้จะไหลลงสู่ลำน้ำหลักต่อไป แหล่งกำเนิดประเภทนี้ได้แก่ นาข้าว ฟาร์มปศุสัตว์ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและชุมชนนอกเขตเทศบาล รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 3.14 และตารางที่ 3.9

การแบ่งประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษ ประเภทการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและฟาร์มปศุสัตว์เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ไม่แน่นอนได้แบ่งเป็นแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน เนื่องจากในพื้นที่ลุ่มน้ำของตอนล่างมีการกระจายตัวของ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและฟาร์มปศุสัตว์เป็นไปอย่างกระจัดกระจาย อีกทั้งไม่สามารถบอกตำแหน่งที่ไม่ชัดเจนและไม่มีการควบคุมการจัดการมลสารที่ปล่อยออกมาได้

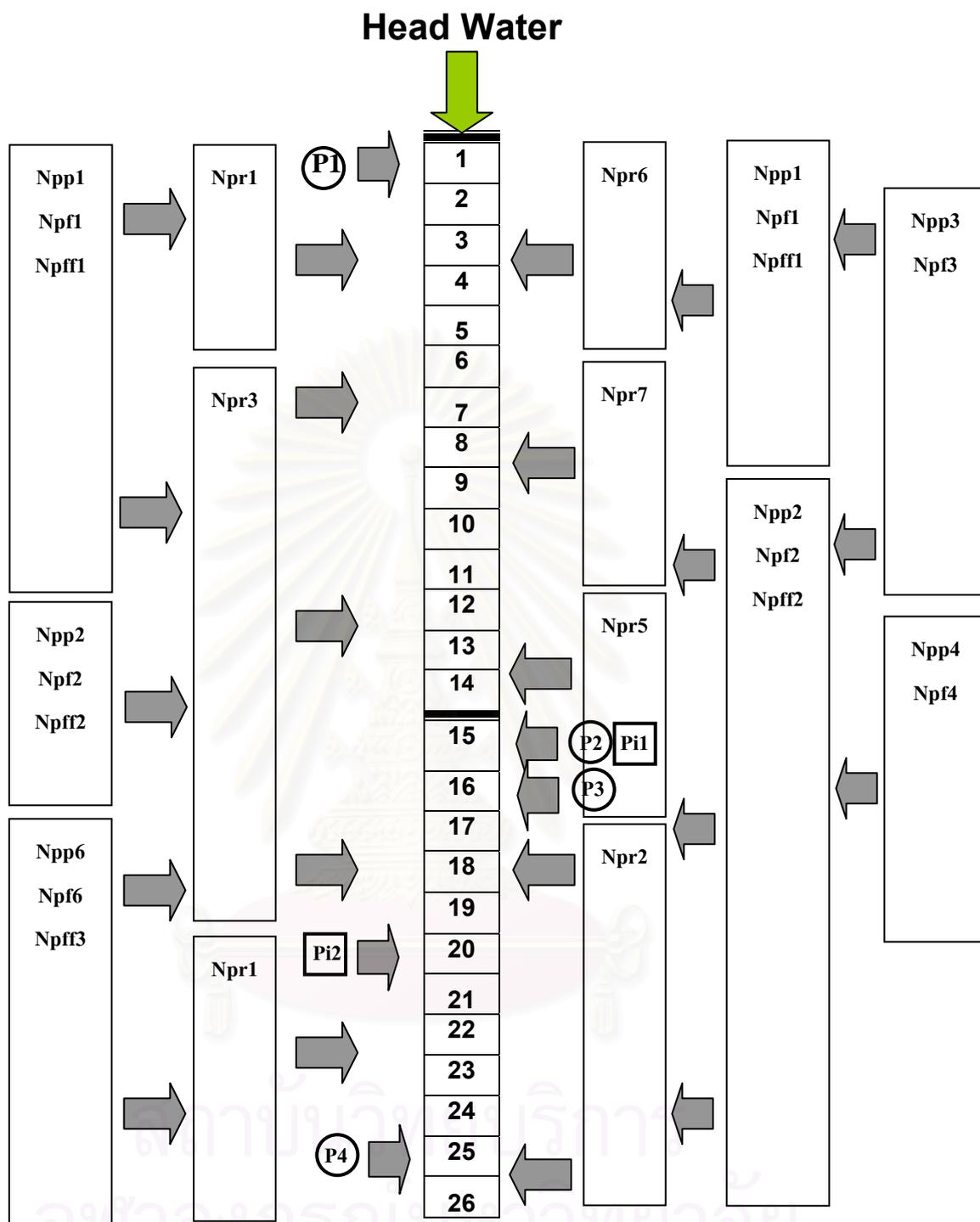
ส่วนการแบ่งแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำของตอนล่างเพื่อการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้แบ่งแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ดังภาพที่ 3.15 โดยบอกตำแหน่งของแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆที่ไหลลงสู่ลำน้ำของตอนล่าง



ภาพที่ 3.14 การแบ่งประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง

ตารางที่ 3.9 ประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง

แหล่งกำเนิดมลพิษ	ประเภท	สัญลักษณ์	รายละเอียด	
แหล่งกำเนิดที่แน่นอน	1. ชุมชนเขตเทศบาล	P1	เทศบาลตำบลอุบลรัตน์	
		P2	เทศบาลตำบลน้ำพอง	
		P3	เทศบาลตำบลวังชัย	
		P4	เทศบาลนครขอนแก่น	
2. อุตสาหกรรม	Pi1	โรงงานสุรา		
	Pi2	โรงงานแป่งมันสำปะหลัง		
แหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน	1. Run off	Npr1	ห้วยพระกือ (1)	
		Npr2	หนองเลิง (2)	
		Npr3	ห้วยโจด (3)	
		Npr4	ห้วยยาง (4)	
		Npr5	ห้วยเสียว (5)	
		Npr6	ห้วยคำเม็ก (6)	
		Npr7	ห้วยเสือเต็น (7)	
	2. ปศุสัตว์	Npp1	อ.อุบลรัตน์	
		Npp2	อ.น้ำพอง	
		Npp3	อ.เขาสวนกวาง	
		Npp4	อ.โนนสะอาด	
		Npp5	อ.กระนวน	
		Npp6	อ.เมืองขอนแก่น	
	3. ประมง	3.1 ปลาบ่อ	Npf1	อ.อุบลรัตน์
			Npf2	อ.น้ำพอง
			Npf3	อ.เขาสวนกวาง
			Npf4	อ.กระนวน
			Npf5	อ.เมือง
	3.2 ปลากระชัง		Npff1	อ.อุบลรัตน์
Npff2			อ.น้ำพอง	
Npff3			อ.เมือง	



ภาพที่ 3.15 รูปแบบการแบ่งแหล่งกำเนิดมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่าง

### 3.3.5 การกำหนดค่า(Model parameters)

#### 3.3.5.1 ที่ตั้งของกลุ่มน้ำและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

##### 3.3.5.1.1 ที่ตั้งของกลุ่มน้ำ

แม่น้ำพองตั้งอยู่ระหว่าง ละติจูด  $102^{\circ} - 37' - 39''$  E ถึง  $103^{\circ} - 00' - 30''$  E และ ลองจิจูด  $16^{\circ} - 46' - 23''$  N ถึง  $16^{\circ} - 28' - 00''$  N

##### 3.3.5.1.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาที่ต้องในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้

- (1) อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature)
- (2) Dew point temperature
- (3) ความเร็วลม (Wind Speed)
- (4) Cloud cover
- (5) Shade

พื้นที่กลุ่มน้ำพองตอนล่างมีสถานีตรวจวัดภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาทั้งหมด 1 สถานี ได้แก่ สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดขอนแก่น โดยมีรายละเอียดด้านอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่กลุ่มน้ำพองตอนล่างดังนี้

ตารางที่ 3.10 สภาพภูมิอากาศเฉลี่ยที่สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดขอนแก่นในช่วงปี พ.ศ. 2509-2538

ตัวแปรภูมิอากาศ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	23.0	25.6	28.5	30.1	29.0	28.5	28.0	27.5	27.1	26.3	24.5	22.6
ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	64	62	59	62	72	76	77	80	82	77	70	66
เมฆปกคลุม (0-10)	2.9	3.0	3.4	4.8	6.8	7.9	7.9	8.4	7.4	5.6	4.0	3.0
ความเร็วลม (น็อต)	1.5	1.7	2.1	2.1	2.2	2.6	2.6	2.4	1.4	1.6	1.9	1.8
ปริมาณการ ระเหยจากผิวดิน (มิลลิเมตร)	144.1	150.9	202.0	210.5	190.0	160.8	159.7	136.8	128.2	141.6	143.5	143.1

(สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดขอนแก่น, 2540)

ข้อมูลทางอุทกนิยมนิยามวิทยาที่ป้อนลงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้คำนวณค่าเฉลี่ยของแต่ละฤดูได้ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 ข้อมูลทางอุทกนิยมนิยามวิทยาที่ป้อนลงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ตัวแปรภูมิอากาศ	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.7	25.21
ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	77.33	63.83
เมฆปกคลุม (0-10)	7.33	4.08
ความเร็วลม (น็อต)	1.99	1.85
ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำ (มิลลิเมตร)	152.85	165.68

(สถานีอุทกนิยมนิยามวิทยาจังหวัดขอนแก่น, 2540)

### 3.3.5.2 Light and Heat parameter

การปรับค่าพารามิเตอร์ของแสงและความร้อนที่ป้อนลงในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้พิจารณาจากการศึกษาและการประเมินมลพิษในแม่น้ำปราจีนบุรี โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (นฤชัย, 2548) เป็นพื้นฐาน โดยได้กำหนดค่าคงที่ดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 ค่าพารามิเตอร์ของแสงและความร้อนที่ป้อนลงในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของลำน้ำพองตอนล่าง

Parameter	Value	Unit	symbol
Photosynthetically Available Radiation	0.47		
Background light extinction	0.2	/m	$k_{eb}$
Linear chlorophyll light extinction	0.0088	1/m-(ugA/L)	$a_p$
Nonlinear chlorophyll light extinction	0.054	1/m-(ugA/L) <sup>2/3</sup>	$a_{pn}$
ISS light extinction	0.052	1/m-(mgD/L)	$a_i$
Detritus light extinction	0.174	1/m-(mgD/L)	$a_o$
Bras solar parameter			
atmospheric turbidity coefficient	2		$n_{fac}$
Ryan-Stolzenbach solar parameter			
atmospheric transmission coefficient	0.8		$a_{tc}$

ตารางที่ 3.12 ค่าพารามิเตอร์ของแสงและความร้อนที่ป้อนลงในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของลำน้ำพองตอนล่าง(ต่อ)

Sediment heat parameters			
Sediment thermal thickness	15	cm	$H_s$
Sediment thermal diffusivity	0.0064	$\text{cm}^2/\text{s}$	$a_s$
Sediment density	1.6	$\text{g}/\text{cm}^3$	$r_s$
Water density	1	$\text{g}/\text{cm}^3$	$r_w$
Sediment heat capacity	0.4	$\text{cal}/(\text{g } ^\circ\text{C})$	$C_{ps}$
Water heat capacity	1	$\text{cal}/(\text{g } ^\circ\text{C})$	$C_{pw}$

### 3.3.5.3 Rate

การปรับค่าคงที่ของแบบจำลอง QUAL2K ได้พิจารณาจากการศึกษาพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ศึกษา คือ Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD) และไนเตรตในรูปไนโตรเจน ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) โดยกำหนดค่าคงที่ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องในแบบจำลอง QUAL2K ได้แก่

- 1)  $K_{dc}$  ( the temperature-dependent fast CBOD hydrolysis rate) [1/d]
- 2)  $K_{hn}$  (the temperature-dependent organic nitrogen hydrolysis rate) [1/d]
- 3)  $K_{dn}$  (the temperature-dependent denitrification rate for nitrate nitrogen) [1/d]
- 4) Prescribed Reaeration [1/d]

การปรับค่าคงที่ที่ใช้ในแบบจำลองได้พิจารณาจากการศึกษา A water quality modeling modeling study of the Nadong River, Korea (Park and Lee, 2001) แสดงในตารางที่ 3.14 และการประเมินมลพิษในแม่น้ำปราจีนบุรีโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (นฤชัย, 2548) แสดงในตารางที่ 3.14 เป็นพื้นฐานในการปรับค่าคงที่ในแบบจำลอง QUAL2K ของการศึกษาคั้งนี้

ตารางที่ 3.13 ค่า coefficients ของแบบจำลอง QUAL2K ที่ได้จากการศึกษา Nakdong River

Description	Value	Unit	Range <sup>b</sup>	Symbol
<u>Algae</u>				
Respiration rate (dead + living)	0.25	1/day	0.05-0.5	$\rho$
Death rate	0.08	1/day	-	$\rho_1$
Respiration (living)	0.17	1/day	-	$\rho_2$
Oxygen Production	1.6	mg-O <sub>2</sub> /mgA	1.4-1.8	$\alpha_3$
Oxygen uptake	1.6	mg-O <sub>2</sub> /mgA	1.6-2.3	$\alpha_4$
<u>BOD and DO</u>				
Deoxygenation rate	0.2-0.4	1/day	0.02-3.4	$K_1$
Settling rate	0.05-0.98	1/day	-0.36-3.6	$K_3$
Benthos source	0.0	g O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per day	-	$K_4$
O <sub>2</sub> production by fixed plant	2.0-5.0	g O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> per day	-	$\lambda_2$
<u>Nitrogen and phosphorus</u>				
Organic-N decay	0.1-0.3	1/day	0.02-0.4	$\beta_0$
Organic-N settling rate	0.01-0.1	1/day	0.001-0.1	$\sigma_4$
Oxidation of NH <sub>3</sub> -N	0.4-0.8	1/day	0.10-1.00	$\beta_1$
Oxidation of NO <sub>2</sub> -N	1.0-2.0	1/day	0.02-2.0	$\beta_2$
Denitrification	0.0-0.35	1/day	-	$\beta_3$
Organic-P decay	0.1-0.5	1/day	0.01-0.7	$\beta_4$
Organic-P settling	0.01-0.1	1/day	0.001-0.1	$\sigma_5$

(Park and Lee, 2002)

ตารางที่ 3.14 การปรับค่า coefficients ของแบบจำลอง QUAL2K ที่ได้จากการศึกษาแม่น้ำ  
ปราจีนบุรี

Description	Value	Unit	Symbol
Oxygen			
- Reaeration model	Internal		
- Temp. correction	1.024		$q_a$
- O <sub>2</sub> for carbon oxidation	2.69	gO <sub>2</sub> /gC	$r_{oc}$
- O <sub>2</sub> for NH <sub>4</sub> nitrification	4.57	gO <sub>2</sub> /gN	$r_{on}$
- Oxygen inhib CBOD oxidation model	2nd order		
- Oxygen inhib CBOD oxidation parameter	0.60	mgO <sub>2</sub> /L	$K_{socf}$
- Oxygen inhib nitrification model	2nd order		
- Oxygen inhib nitrification parameter	0.60	mgO <sub>2</sub> /L	$K_{sona}$
- Oxygen enhance denitrification model	2nd order		
- Oxygen enhance denitrification parameter	0.60	mgO <sub>2</sub> /L	$K_{sodn}$
Fast CBOD			
- Temp. correction	1.047		$q_{dc}$
Organic N			
- Temp. correction	1.07		$q_{hn}$
Ammonium			
- Temp. correction	1.07		$q_{na}$
Nitrate			
- Temp. correction	1.07		$q_{dn}$
- Sed denitrification transfer coeff	0	m/d	$v_{di}$
- Temp. correction	1.07		$q_{di}$
pH			
- Partial pressure of carbon dioxide	347	ppm	$p_{CO_2}$

(นฤชัย คุณทอง, 2548)

ตารางที่ 3.15 การปรับค่า coefficients ของแบบจำลอง QUAL2K ที่ใช้ในการศึกษาของลำน้ำพอง  
ตอนล่าง

Parameter	Value	Units	Symbol
Oxygen:			
Reaeration model	Internal		
Temp. correction	1.024		$q_a$
Reaeration wind effect	None		
O2 for carbon oxidation	2.69	gO <sub>2</sub> /gC	$r_{oc}$
O2 for NH4 nitrification	4.57	gO <sub>2</sub> /gN	$r_{on}$
Oxygen inhib model CBOD oxidation	2nd order		
Oxygen inhib parameter CBOD oxidation	0.60	mgO <sub>2</sub> /L	$K_{socf}$
Oxygen inhib model nitrification	2nd order		
Oxygen inhib parameter nitrification	0.60	mgO <sub>2</sub> /L	$K_{sona}$
Oxygen enhance model denitrification	2nd order		
Oxygen enhance parameter denitrification	0.60	mgO <sub>2</sub> /L	$K_{sodn}$
Oxygen inhib model phyto resp	2nd order		
Oxygen inhib parameter phyto resp	0.60	mgO <sub>2</sub> /L	$K_{sop}$
Oxygen enhance model bot alg resp	2nd order		
Oxygen enhance parameter bot alg resp	0.60	mgO <sub>2</sub> /L	$K_{sob}$
Fast CBOD:			
Oxidation rate	0.3	/d	$k_{dc}$
Temp. correction	1.047		$q_{dc}$
Organic N:			
Temp. correction	1.07		$q_{hn}$

ตารางที่ 3.15 การปรับค่าcoefficients ของแบบจำลอง QUAL2K ที่ใช้ในการศึกษาของลำน้ำพอง  
ตอนล่าง(ต่อ)

Parameter	Value	Units	Symbol
Nitrate:			
Denitrification	0.1	/d	$k_{dn}$
Temp correction	1.07		$q_{dn}$
Sed denitrification transfer coeff	0.001	m/d	$v_{di}$
Temp correction	1.07		$q_{di}$
pH:			
Partial pressure of carbon dioxide	347	ppm	$p_{CO_2}$

### 3.4 การประเมินข้อมูลปริมาณมลพิษลงแบบจำลอง

#### 3.4.1 แหล่งกำเนิดมลพิษที่แน่นอน (point source)

##### 3.4.1.1 ชุมชนเขตเทศบาล

น้ำเสียจากชุมชนที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่แน่นอน คือ ชุมชนขนาดใหญ่หรือชุมชนขนาดกลางที่มีระบบรวบรวมน้ำทิ้งของเทศบาลเพื่อระบายลงสู่แหล่งน้ำหรือมีจุดระบายน้ำที่แน่นอน ชุมชนเขตเทศบาลในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างที่ระบายน้ำทิ้งลงสู่ลำน้ำพองตอนล่าง ได้แก่ เทศบาลนครขอนแก่น เทศบาลตำบลวังชัย เทศบาลตำบลน้ำพอง เทศบาลตำบลอุบลรัตน์ โดยชุมชนเขตเทศบาลที่มีระบบบำบัดน้ำเสีย คือ เทศบาลนครขอนแก่น ระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลนครขอนแก่นเป็นระบบบำบัดแบบระบบเติมอากาศ (Aerated Lagoon) สร้างเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2546 เปิดใช้งานเมื่อปี พ.ศ. 2547 โดยสามารถรองรับน้ำเสียได้สูงถึง 78,000 ลบ.ม./วัน ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำเสียในเขตเทศบาลนครขอนแก่นทั้งหมด

ชุมชนเขตเทศบาลที่มีระบบรวบรวมน้ำเสียแต่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ เทศบาลตำบลวังชัย เทศบาลตำบลน้ำพองและเทศบาลตำบลอุบลรัตน์ โดยน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะถูกรวบรวมเข้าสู่ระบบที่รับน้ำเสียและระบายลงสู่ลำน้ำพองต่อไป การศึกษาปริมาณน้ำเสียและค่าความสกปรกของน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนเขตเทศบาลต่างๆ ได้ประเมินจากปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยทุกกิจกรรมในพื้นที่เขตเทศบาลที่ได้รับปริมาณน้ำประปาจากการประปาส่วนภูมิภาคในแต่ละพื้นที่ โดยอ้างอิงอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยจากจากโครงการการจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\text{อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อจำนวนประชากร} = \frac{\text{ปริมาณการใช้น้ำรวม(ลบ.ม./วัน)}}{\text{จำนวนครัวเรือนที่ได้รับบริการน้ำประปา (คิดเป็นจำนวนคน)}}$$

การประเมินอัตราการเกิดน้ำเสียใช้เกณฑ์เดียวกับการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียของกรมโยธาธิการและผังเมืองสำหรับเทศบาลและสุขาภิบาลดังนี้

ปริมาณการเกิดน้ำเสียเฉลี่ย	=	80% ของปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย
ปริมาณซึมเข้าที่รวบรวมน้ำเสีย	=	20% ของปริมาณการเกิดน้ำเสีย
ปริมาณน้ำเสียรวมจากพื้นที่	=	ปริมาณการเกิดน้ำเสีย+ปริมาณน้ำเสียซึมเข้าที่รวบรวมน้ำเสีย
หรือ	=	96% ของปริมาณน้ำใช้

วิธีการประเมินข้างต้นจะนำมาใช้ในการประเมินปริมาณน้ำเสียที่ระบายทิ้งของเทศบาลเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินและนำเข้าแบบจำลอง รายละเอียดข้อมูลที่ประเมินจากข้อมูลปัจจุบันมีดังนี้

ตารางที่ 3.16 ปริมาณน้ำเสียรวมที่เกิดจากแต่ละเทศบาลในกลุ่มน้ำฟองตอนล่าง

ชุมชนเทศบาล	จำนวนประชากร ปี 2548	อัตราการใช้น้ำ เฉลี่ย(ล./คน/วัน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)
เทศบาลนครขอนแก่น	122,370	270	31,718.3	0.367
ทต.น้ำพอง	6,035	120	695.23	0.008
ทต.วังชัย	6,979	120	803.98	0.009
ทต.เขื่อนอุบลรัตน์	4,199	120	483.73	0.006

คุณลักษณะของน้ำเสียชุมชนที่นำมาใช้ในการประเมินค่าความสกปรกของน้ำทิ้งชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำฟองตอนล่างที่ป้อนลงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ได้อ้างอิงจากโครงการการจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีค่าภาระมลพิษจากน้ำทิ้งชุมชน (BOD) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเท่ากับ 167 มิลลิกรัม/ลิตร และได้อ้างอิงค่าเฉลี่ยความสกปรกของน้ำทิ้งจากเทศบาลต่างๆ ในลุ่มน้ำท่าจีนมาใช้ประเมินมลพิษที่เกิดจากชุมชนในเขตเทศบาลในพื้นที่ลุ่มน้ำฟองตอนล่างมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.17 ค่าเฉลี่ยความสกปรกของน้ำทิ้งจากเทศบาลต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)
pH	7.5
BOD	167*
SS	209
NO <sub>3</sub> -N	0.10
NO <sub>2</sub> -N	0.03
TKN	32.41
NH <sub>3</sub> -N	26.00
Oil & Grease	12.28
PO <sub>4</sub> -P	7.32

\*ค่าความสกปรกจากการศึกษาโครงการการจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (บริษัท โพร เอ็น เทคโนโลยี, 2545)

#### 3.4.1.2 อุตสาหกรรม

การศึกษาปริมาณน้ำเสียและค่าความสกปรกของน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดประเภทอุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง จากการสำรวจเก็บข้อมูลและรวบรวมเอกสารงานวิจัยต่างๆ โรงงานอุตสาหกรรมที่มีปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอและมีปริมาณที่อาจมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในลำน้ำพองตอนล่างแสดงดังตารางที่ 3.18

ตารางที่ 3.18 ปริมาณมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง

โรงงานอุตสาหกรรม	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	BOD Loading (กก./วัน)	ระบบบำบัด	การจัดการน้ำที่ผ่านระบบบำบัด
1. โรงงานผลิตเชื้อกระดาษ (บริษัท ฟินิกซ์ พัลลแอนด์ เพอร์ จำกัด)	18,000	180	Activated Sludge Land Treatment Cooling Tower Septic Tank	60% เข้าระบบ Treatment 40% เก็บกัก ไม่ปล่อยออก หมุนเวียนมาใช้ ปล่อยทิ้งน้ำพอง
2. โรงงานผลิตสุรา (บริษัท สุราทิพย์มหาสิน จำกัด)	100	2	Oxidation Pond	หมุนเวียนในโรงงาน
3. โรงงานน้ำตาล (บริษัท น้ำตาลขอนแก่น จำกัด)	240	5	Oxidation Pond	ไม่ปล่อยออก
4. โรงงานผลิตไม้อัดและเฟอร์นิเจอร์ (บริษัท ขอนแก่น เอ็มดี เอฟ บอร์ด จำกัด)	120	2.4	Oxidation Pond Land Treatment	ปล่อยลงลำห้วยใหญ่ออกสู่ ลำน้ำพอง
5. โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง (บริษัทขอนแก่นพืชผล จำกัด)	1,200	24		

(โครงการวิจัยการจัดการสิ่งแวดล้อมลุ่มน้ำพอง มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546)

### 3.4.2 แหล่งกำเนิดมลพิษที่ไม่แน่นอน(Non-point source)

น้ำเสียจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน คือ น้ำเสียที่มาจากแหล่งต่างๆ ที่ไม่ได้ถูกรวบรวมโดยท่อระบายน้ำ แต่จะถูกน้ำฝนชะล้างลงพื้น (runoff) แล้วไหลลงสู่แหล่งน้ำ รวมทั้งน้ำเสียจากพื้นที่ชุมชน (discharge) ที่ไม่มีท่อรับน้ำเสียแต่ปล่อยทิ้งลงดินหรือคูคลองโดยตรง น้ำทิ้งจากนาข้าวที่ปล่อยทิ้งช่วงฤดูเก็บเกี่ยว รวมทั้งน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์และเพาะเลี้ยง ดังนั้นในการศึกษาแหล่งกำเนิดแบบไม่แน่นอนจึงแบ่งแหล่งกำเนิดน้ำเสียออกเป็น 2 ประเภท คือ น้ำฝนชะล้างบนพื้นดิน (rainfall runoff) และน้ำระบายทิ้ง (discharge) จากน้ำเสียฟาร์มปศุสัตว์ น้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

### 3.4.2.1 ปริมาณและความสกปรกของน้ำฝนชะล้างบนพื้น (rainfall runoff loading)

การศึกษาประเมินความสกปรก (loading) ของน้ำฝนชะล้างบนพื้นดิน ได้ทำการศึกษาโดยแบ่งออกเป็นช่วง 2 ฤดู คือฤดูแล้งและฤดูฝน สำหรับวิธีการประเมินปริมาณความสกปรกในพื้นที่ลุ่มน้ำที่นิยมใช้มีอยู่ 4 วิธี ได้แก่

1. Event Mean Concentration Method
2. Pollution Export Rate Method
3. Build-up and wash-off Method
4. USLE Method

การหาปริมาณและความสกปรกของน้ำฝนชะล้างบนพื้นครั้งนี้ได้ใช้วิธี Event Mean Concentration Method คือ

$$L = 10^{-6} \bar{C} \cdot V_R \cdot A$$

- โดยที่
- L = ปริมาณสารมลพิษที่เกิดขึ้น(กิโลกรัม)
  - $\bar{C}$  = ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารมลพิษในน้ำไหลบ่าหน้าดิน
  - $V_R$  = ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินต่อปี(มิลลิเมตร)
  - A = พื้นที่ลุ่มน้ำ(ตารางเมตร)

สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินในช่วงเวลา ( $V_R$ ) สามารถได้จากปริมาณน้ำฝนรายปี (P) กับค่าสัมประสิทธิ์การไหลบ่าหน้าดิน ( $C_V$ ) ดังสมการ

$$V_R = P C_V$$

การประเมินน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดไม่แน่นอน ต้องทำการคำนวณหาปริมาณน้ำฝนที่ไหลบ่าบนผิวดินของกลุ่มน้ำพองตอนล่างทั้งหมด โดยแบ่งตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 6 ประเภท และหาค่าความเข้มข้นของมลสารในน้ำไหลบ่าบนผิวดินตามประเภทการใช้ที่ดินรายละเอียดการคำนวณและค่าความสกปรกของน้ำชะล้างบนพื้นดินมีรายละเอียดดังนี้

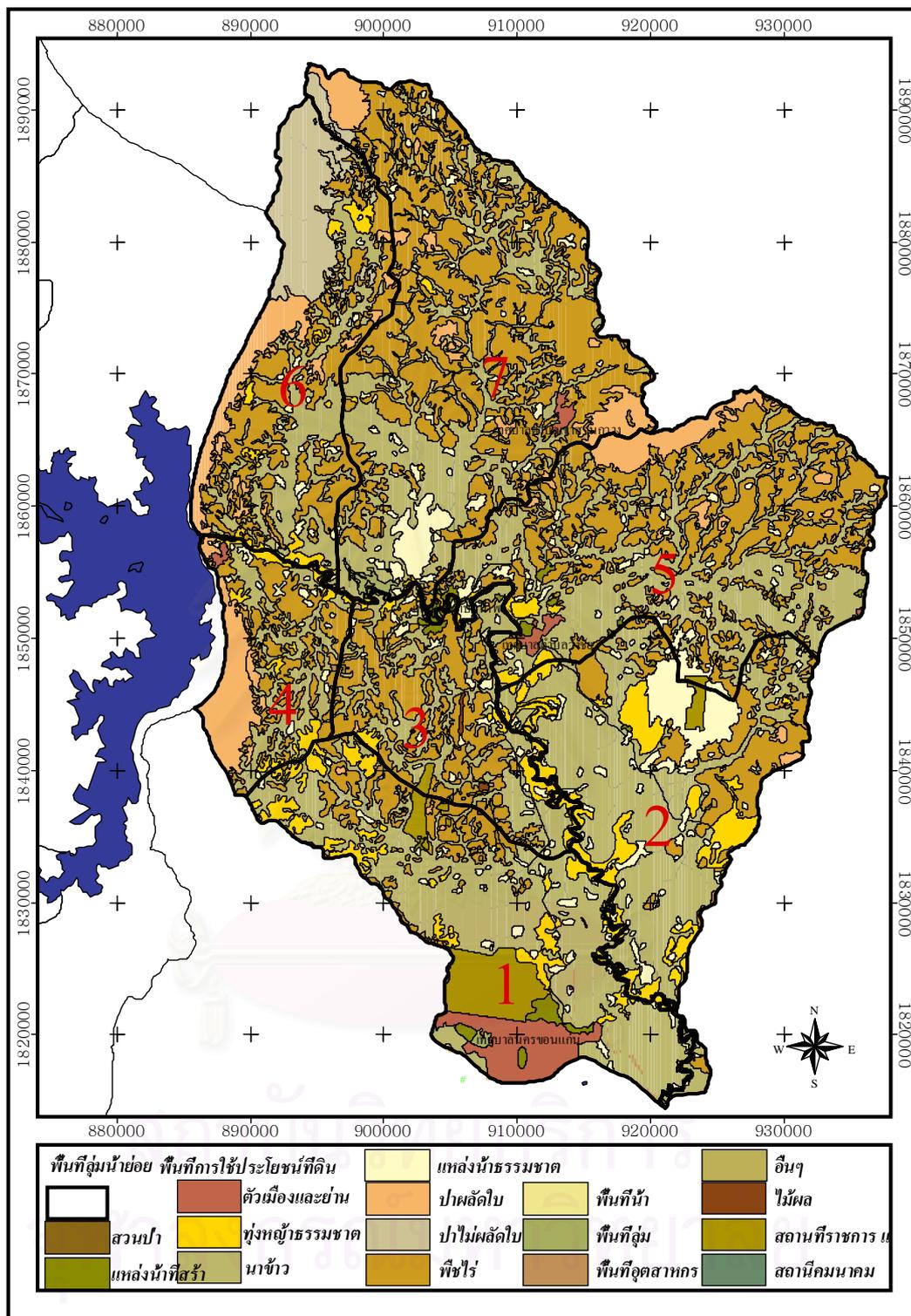
### 3.4.2.1.1 แบ่งขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (A)

การแบ่งขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำพองตอนล่าง ได้แบ่งโดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) เป็นเครื่องมือในการแบ่งและใช้ฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการคำนวณพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 6 รายละเอียดดังตารางที่ 3.19 และภาพที่ 3.16 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำพองตอนล่าง

ตารางที่ 3.19 พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำพองตอนล่าง

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)
ลุ่มน้ำย่อย 1 (ห้วยพระค้อ)	375
ลุ่มน้ำย่อย 2 (หนองเลิง)	463
ลุ่มน้ำย่อย 3 (ห้วยโจด)	260
ลุ่มน้ำย่อย 4 (ห้วยยาง)	196
ลุ่มน้ำย่อย 5 (ห้วยเสียว)	611
ลุ่มน้ำย่อย 6 (ห้วยคำเม็ก)	383
ลุ่มน้ำย่อย 7 (ห้วยเสือเต้น)	714
รวม	3,100

(กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2547)



ภาพที่ 3.16 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำพองตอนล่าง

### 3.4.2.1.2 จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็นประเภทหลัก 6 ประเภทและแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยออกตามประเภทกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยสามารถแบ่งพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินตามลุ่มน้ำย่อยได้ดังตารางที่ 3.20

ตารางที่ 3.20 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของแต่ละลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย/ การใช้ประโยชน์ที่ดิน	เกษตรกรรม	แหล่ง น้ำ	ชุมชน เมือง	ป่าไม้	นาข้าว	อื่นๆ	รวม
ห้วยพระค้อ (1)	68.21	8.47	77.85	3.42	202.20	14.85	375
หนองเลิง (2)	345.49	9.35	13.84	53.20	240.00	20.56	463
ห้วยโจด (3)	77.19	2.73	5.90	0.86	2.30	11.01	260
ห้วยยาง (4)	73.99	0.98	8.94	43.75	53.14	15.20	196
ห้วยเสียว (5)	347.84	5.74	20.96	43.01	172.00	21.45	611
ห้วยคำเม็ก (6)	151.87	108.04	8.73	1.76	73.38	39.22	383
ห้วยเสือเต้น (7)	473.24	27.35	22.35	32.20	151.51	7.35	714
รวม	1537.83	162.66	158.57	178.20	894.53	129.64	3100

### 3.4.2.1.3 กำหนดปริมาณน้ำท่าที่ไหลบ่าหน้าดิน ( $V_R$ )

การคำนวณปริมาณน้ำท่าที่ไหลบ่าหน้าดินสามารถหาได้จากค่าปริมาณน้ำฝนรายปี (P) กับค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำในรูปแบบการใช้ประโยชน์แต่ละประเภท โดยปริมาณน้ำฝนสามารถหาได้จากปริมาณน้ำฝนในคาบ 30 ปี จากสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนกรมอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดขอนแก่น สามารถสรุปค่าได้ดังตารางที่ 3.21 และตารางที่ 3.22

ตารางที่ 3.21 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนกรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดขอนแก่น ระหว่างปี พ.ศ.2509-2538

ปริมาณฝน (มิลลิเมตร)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ค่าเฉลี่ย	4.8	17.2	33.1	59.1	170.3	184.5	170.1	201.2	242.1	98.5	12.2	6.0

(การจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 10, 2540)

เมื่อนำมาเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนในแต่ละฤดูกาลได้ดังนี้

ตารางที่ 3.22 ปริมาณฝนในแต่ละฤดูกาล

ปริมาณฝนเฉลี่ย(มิลลิเมตร)	
ช่วงฤดูฝน	ช่วงฤดูแล้ง
1066.7	132.4

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า ( $C_v$ ) เป็นค่าที่แสดงถึงสัดส่วนการเปลี่ยนปริมาณน้ำฝนเป็นปริมาณน้ำท่าซึ่งขึ้นกับปัจจัยหลายด้าน ได้แก่ ชนิดดิน ประเภทการใช้ที่ดิน ความเข้มของปริมาณฝนและความลาดเทของพื้นที่ เป็นต้น โดยค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใช้ในการคำนวณแสดงดังตารางที่ 3.23

ตารางที่ 3.23 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า ( $C_v$ ) ของแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน

ประเภทการใช้ที่ดิน	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า
1. พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป	0.25
2. ไม้ผล ไม้ยืนต้น	0.25
3. นาข้าว	0.15
4. ป่าไม้	0.40
5. ชุมชนชนบท	0.25
6. ชุมชนเมือง	0.55
7. พื้นที่ชุ่มน้ำ	0.15
8. แหล่งน้ำ	0.10
9. พื้นที่อื่นๆ	0.25

(วิระพล แต่สมบัติ, 2538)

ปริมาณน้ำท่าที่ไหลบ่าบนหน้าดินในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำรองตอนล่างตามประเภทการใช้ที่ดินในช่วงฤดูฝนสามารถคำนวณได้จาก

ปริมาณน้ำท่า ( $V_R$ ) =	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (A)	x ปริมาณน้ำฝนฤดูฝน (P)	ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบ่าหน้าดินตามประเภทการใช้ที่ดิน ( $C_v$ )
--------------------------	---	------------------------	--

ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าที่ไหลบ่าบนหน้าดินในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำรองตอนล่างตามประเภทการใช้ที่ดินในช่วงฤดูฝนแสดงดังตารางที่ 3.24

ตารางที่ 3.24 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำพองตอนล่าง

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม./วินาที)						
	เพาะปลูก	แหล่งน้ำ	ชุมชนเมือง	ป่าไม้	นาข้าว	อื่นๆ	รวม
ห้วยพระค้อ (1)	1.1142	0.05683	2.87298	0.09179	2.03509	0.24910	6.44998
หนองเลิง (2)	5.79544	0.06274	0.51075	1.42785	2.41553	0.34489	10.55719
ห้วยโจด (3)	1.29483	0.01832	0.21773	0.02308	0.02315	0.18469	1.76180
ห้วยยาง (4)	1.24115	0.00658	0.32992	1.17422	0.53484	0.25497	3.54168
ห้วยเสียว (5)	5.83486	0.03851	0.77351	1.15436	1.73113	0.35981	9.89218
ห้วยคำเม็ก (6)	2.54755	0.72493	0.32217	0.04724	0.73855	0.65790	5.03833
ห้วยเสือเต็น (7)	7.93839	0.18351	0.82480	0.86422	1.52490	0.12329	11.45913

#### 3.4.2.1.4 ความเข้มข้นของมลสารตามประเภทการใช้ที่ดิน (runoff concentration)

จากการศึกษาทบทวนข้อมูลความเข้มข้นของสารมลพิษต่างๆ ในน้ำฝนไหลบ่าที่สำคัญจากเอกสารอ้างอิงและรายงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการคำนวณแสดงดังตารางที่ 3.25 โดยได้เลือกใช้ค่าความเข้มข้นเหมาะสมกับพื้นที่ศึกษามีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.25 ค่าความเข้มข้นของสารพิษต่างๆ ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใช้ในการคำนวณ

ประเภทการใช้ที่ดิน	Mean Run off Concentration (มิลลิกรัม/ลิตร)		
	BOD	TN	TP
ชุมชนหนาแน่นหรือชุมชนเมือง	10.60	2.22	0.47
ชุมชนชนบท	4.40	1.77	0.18
พื้นที่นาข้าว	3.83	2.68	0.42
พื้นที่เพาะปลูกอื่นๆ	3.83	2.05	0.14
ป่าไม้	6.00	0.83	0.06
พื้นที่ชุ่มน้ำ	6.00	0.83	0.06
อื่นๆ	13.00	5.20	0.59

(Mekong River commission, 2000)

การป้อนความเข้มข้นลงในแบบจำลอง QUAL2K จะต้องป้อนข้อมูลค่าไนโตรเจนในรูปของ Organic N, NH<sub>3</sub>-N และ NO<sub>3</sub>-N โดยความเข้มข้นที่คำนวณได้อยู่ในรูปของ TN ดังนั้นจึงต้องทำการประเมินสัดส่วนของไนโตรเจนรูปต่างๆ โดยทำการประมาณสัดส่วนของไนโตรเจนในรูปต่างๆ จากการศึกษาเรื่อง Patterns in the Chemical Fraction of Organic Nitrogen in Rocky Mountain Streams (Kaushal and Lewis Jr.2002) ได้ทำการศึกษาไนโตรเจนรูปต่างๆ ในลำธาร 2 สาย ที่ไหลจากภูเขา Rocky ซึ่งค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำในลำธารทั้ง 2 โดยเฉลี่ยเป็นเวลา 2 ปี ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3.26 คุณภาพน้ำจากการทำลองเก็บตัวอย่างของลำธารทั้ง 2 สายจากภูเขา Rocky

พารามิเตอร์	Discharge – weighted Concentration(ug/l)	
	ลำธาร spruce	ลำธาร mccullough
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	6	6
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	83	80
DON	118	121
TDN	200	207
PON	19	17
TN	219	224

(Kaushal and Lewis, 2002)

การคำนวณเปอร์เซ็นต์สัดส่วนของไนโตรเจนในรูปต่างๆ เทียบกับ Total nitrogen (TN) ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3.27 เปอร์เซนต์สัดส่วนของไนโตรเจนในรูปต่างๆเทียบกับ Total nitrogen (TN)

พารามิเตอร์	Discharge – weighted Concentration(ug/l)		
	ลำธาร spurce	ลำธาร mccullough	เฉลี่ย
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2.74	2.68	2.71
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	37.90	35.71	36.81
DON	53.88	54.02	53.95
TDN	91.32	92.41	91.87
PON	91.32	7.59	8.13

(นฤชัย คุณทอง, 2548)

สัดส่วนของไนโตรเจนที่ได้จะใช้ในการคำนวณหาปริมาณของไนโตรเจนทั้ง Organic N, NH<sub>3</sub>-N และ NO<sub>3</sub>-N ที่จะป้อนลงในแบบจำลอง จากข้อมูล TN ที่ได้จากการหาค่าความเข้มข้นของมลสารที่เกิดจากกรณี Runoff เมื่อคำนวณความเข้มข้นของ Organic N, NH<sub>3</sub>-N และ NO<sub>3</sub>-N ด้วยเปอร์เซนต์สัดส่วนของไนโตรเจนดังตารางที่ 3.28 ได้ค่าความเข้มข้นของมลสารจาก Runoff ดังนี้

ตารางที่ 3.28 ปริมาณความเข้มข้นของมลสาร ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเภทการใช้ที่ดิน	Mean Runoff Concentration (มิลลิกรัม/ลิตร)					
	BOD	TN	*Org N	*NH <sub>3</sub> -N	*NO <sub>3</sub> -N	TP
ชุมชนหนาแน่นหรือชุมชนเมือง	10.6	2.22	1.20	0.0060	0.71	0.47
ชุมชนชนบท	4.4	1.77	0.95	0.0048	0.65	0.18
พื้นที่นาข้าว	3.83	2.68	1.45	0.0073	0.99	0.42
พื้นที่เพาะปลูกอื่นๆ	3.83	2.05	1.11	0.0056	0.75	0.14
ป่าไม้	6	0.83	0.45	0.0022	0.31	0.06
พื้นที่ชุ่มน้ำ	6	0.83	0.28	0.0141	0.19	0.06
อื่นๆ	13	5.2	0.45	0.0022	0.31	0.59

(นฤชัย คุณทอง, 2548)

การคำนวณปริมาณความสกปรกจากสมการดังกล่าวจะมีการคิดคำนวณตามประเภทการใช้ที่ดินเพียง 6 ประเภท โดยได้รวมประเภทการใช้ที่ดินประเภทการเพาะปลูกอื่นๆ กับการใช้ที่ดินประเภทไม้ผลไม้ยืนต้นเข้าด้วยกัน และได้พิจารณาการใช้ที่ดินประเภทพื้นที่แหล่งน้ำให้เป็นบริเวณที่มีการรวบรวมน้ำไว้ไม่มีการระบายออก

### 3.4.2.2 กรณี Discharge

#### 3.4.2.2.1 ชุมชนนอกเขตเทศบาล

จากการสำรวจสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง พบว่าประชากรที่อาศัยนอกเขตพื้นที่เทศบาลมีการกระจายค่อนข้างมาก โดยรูปแบบของบ้านเรือนจะอาศัยอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรมของตัวเองและอยู่กระจัดกระจายในพื้นที่ลุ่มน้ำและบางชุมชนก็อยู่ห่างไกลจากลำน้ำพองตอนล่าง ทำให้การชะล้างน้ำเสียจากบ้านเรือนประชากรมีน้อย ดังนั้นจึงไม่ทำการประมาณมลพิษที่เกิดจากชุมชนที่อยู่นอกเขตเทศบาล

#### 3.4.2.2.2. การทำฟาร์มปศุสัตว์

การทำฟาร์มปศุสัตว์ในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างมีการทำฟาร์มปศุสัตว์หลายชนิด โดยฟาร์มปศุสัตว์ที่สำคัญ คือ ฟาร์มสุกร ซึ่งฟาร์มสุกรได้ระบายน้ำทิ้งทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำของลำน้ำพองตอนล่าง ทำให้การศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาฟาร์มสุกรที่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำมากที่สุด นอกจากฟาร์มสุกรในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างการทำปศุสัตว์อื่นๆในพื้นที่มีรูปแบบการปล่อยหากินเองตามธรรมชาติ ทำให้มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำน้อย

ตารางที่ 3.29 จำนวนและการกระจายตัวของปศุสัตว์ในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง

อำเภอ/กิ่งอำเภอ	สุกร (ตัว)
เมืองขอนแก่น	43,197
น้ำพอง	5,453
อุบลรัตน์	11,196
กระนวน	3,627
เขาสวนกวาง	22,135
โนนสะอาด	428

(สำนักงานสถิติจังหวัดขอนแก่นและสำนักงานสถิติจังหวัดอุดรธานี, 2547)

การศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลการศึกษาของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วท.) เป็นฐานข้อมูลการคำนวณอัตราการเกิดน้ำเสีย พบว่าอัตราการเกิดน้ำเสียของสุกรเท่ากับ 40 ลิตร/วัน/ตัว และปริมาณมลพิษของสุกรเท่ากับ (BOD Loading)เท่ากับ 136 กรัม/ตัว/วัน โดยการศึกษาการเกิดน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากสุกรและค่าความสกปรกของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสุกรครั้งนี้ได้สมการ

$$\text{ปริมาณน้ำเสียจากปศุสัตว์(ลิตร/วัน)} = \text{จำนวนตัว} \times \text{อัตราการเกิดน้ำเสีย}$$

การคำนวณค่าความสกปรกของ BOD (มิลลิกรัม/ลิตร) เพื่อป้อนลงสู่แบบจำลองสามารถคำนวณได้จาก

$$(136 \text{ กรัม/ตัว/วัน} \times 1000 \text{ มิลลิกรัม}) / (40 \text{ ลิตร/ตัว/วัน}) = 3,400 \text{ มิลลิกรัม/ลิตร}$$

ผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงสุกรแสดงดังตารางที่ 3.30

ตารางที่ 3.30 อัตราการเกิดน้ำเสียจากการเลี้ยงสุกร

อำเภอ/กิ่งอำเภอ	ปริมาณน้ำเสีย (ลิตร/วัน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วินาที)
เมืองขอนแก่น	1,727,880	0.0200
น้ำพอง	218,120	0.0025
อุบลรัตน์	447,840	0.0052
กระนวน	145,080	0.0017
เขาสวนกวาง	885,400	0.0102
โนนสะอาด	17120	0.0002

#### 3.4.2.2.3 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

จากข้อมูลสำนักงานประมงจังหวัดขอนแก่นพบว่า การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างสามารถแยกได้ 2 ประเภท คือ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อและการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง โดยสัตว์ที่นิยมเลี้ยงได้แก่ ปลานิล ปลาตะเพียน ปลาดุก ปลาสลิด ปลานวลจันทร์ เป็นต้น ดังนั้นการประเมินปริมาณน้ำจืดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดได้ดังนี้

### 1) การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อ

สัตว์ที่นิยมเพาะเลี้ยงในบ่อได้แก่ ปลานิล ปลาดุก ปลาช่อน ปลา  
คูก ปลาปลาดุก เป็นต้น จำนวนราย จำนวนบ่อและพื้นที่เลี้ยงในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างแยกตาม  
อำเภอได้ดังตารางที่ 3.31

ตารางที่ 3.31 ปริมาณการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อของพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง

จังหวัด/ชนิดสัตว์น้ำ	บ่อ		
	จำนวน(ราย)	เนื้อที่ (ตรม)	ผลผลิต (กก.)
อำเภอเมือง	6,365	13,401,280	1,085,981.09
อำเภอกระนวน	1,649	627,632.00	54,141.28
อำเภออุบลรัตน์	1,028	1,480,208.20	118,000.23
อำเภอเขาสวนกวาง	1,078	2,195,760.00	142,002.76
อำเภอน้ำพอง	1,838	1,121,328.00	110,837.59

(สำนักงานประมงจังหวัดขอนแก่น, 2548)

จากการสำรวจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อของพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง ส่วน  
ใหญ่นิยมเลี้ยงปลานิลมากที่สุด นอกจากนั้นจะเลี้ยงปลาชนิดอื่นๆ เช่น ปลาดุก ปลาช่อน ปลา  
คูก ปลาปลาดุก เป็นส่วนน้อย ดังนั้นการประเมินมลพิษจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อจะใช้ปลา  
นิลเป็นตัวแทน โดยใช้ข้อมูลความเข้มข้นของมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลานิลของ บริษัท โปร  
เอ็น เทคโนโลยี จำกัด, 2543-2544 ใช้ในการคำนวณแสดงดังตารางที่ 3.32

ตารางที่ 3.32 ความเข้มข้นของมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลานิล

ปริมาณน้ำทิ้ง (ลบ.ม./ตารางเมตร/ปี)	ความเข้มข้นของสารมลพิษในน้ำทิ้ง(มิลลิกรัม/ลิตร)			
	BOD	TKN	NH <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
4.38	18	3.3	1.92	3.55

(บริษัท โปร เอ็น เทคโนโลยี, 2545)

การประเมินปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อ ที่ถูกถ่ายทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

$$\text{ปริมาณน้ำเสีย(ลบ.ม./วินาที)} = \text{พื้นที่เพาะเลี้ยง(ตร.ม.)} \times \text{ปริมาณน้ำทิ้ง(ลบ.ม./ตร.ม./ปี)}$$

ผลการประเมินปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อแสดงดังตารางที่ 3.33

ตารางที่ 3.33 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อ

อำเภอ	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วินาที)
อำเภอเมือง	1.86
อำเภอกระนวน	0.087
อำเภออุบลรัตน์	0.206
อำเภอเขาสวนกวาง	0.305
อำเภอน้ำพอง	0.156

## 2) การเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง

การเพาะเลี้ยงปลาในกระชังในลำน้ำพองตอนล่างสามารถเลี้ยงได้ตลอดทั้งลำน้ำ บริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงปลามากที่สุดคือ ช่วงตั้งแต่ท้ายเขื่อนอุบลรัตน์จนถึงฝายหนองหาว โดยปลาที่นิยมเลี้ยงมากที่สุดคือ ปลานิลดำและปลานิลแดง ปริมาณการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังแสดงดังตารางที่ 3.34

การเพาะเลี้ยงปลาในกระชังของลำน้ำพองตอนล่างจะมีขนาดที่หลากหลาย จากรายงานการศึกษาโครงการศึกษาเพื่อลดผลกระทบจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด: กรณีศึกษาการเลี้ยงปลาในกระชังในลุ่มน้ำพองของกรมควบคุมมลพิษ พบว่าการเลี้ยงปลาในกระชังส่วนใหญ่จะใช้ขนาด 4x4x4 ม เท่ากับ 64 ตารางเมตร ความหนาแน่นที่เกษตรกรปล่อยปลาเลี้ยงในกระชังเฉลี่ยประมาณ 1,300 ตัว ทำให้สามารถคำนวณปลาในกระชังได้ดังนี้

ตารางที่ 3.34 ปริมาณการเลี้ยงปลาในกระชังในลำน้ำพองตอนล่าง

อำเภอ	ปลากระชัง			
	จำนวน ราย	เนื้อที่ (ตรม.)	ผลผลิต (กก.)	*จำนวนปลา (ตัว)
อำเภอเมือง	14	3,574.00	717,447.41	72,597
อำเภออุบลรัตน์	37	5,440.00	437,418.23	110,500
อำเภอน้ำพอง	105	18,336.50	2,022,908.87	372,461
รวม	156	27,351	3,177,775	555,558

(สำนักงานประมงจังหวัดขอนแก่น, 2548)

การประเมินมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง ได้ใช้ข้อมูลจากโครงการศึกษาเพื่อลดผลกระทบจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด:กรณีศึกษาการเลี้ยงปลาในกระชังในลุ่มน้ำพองของกรมควบคุมมลพิษ โดยได้ศึกษาถึงปริมาณมลพิษที่ปล่อยออกมาจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เกิดจากการเลี้ยงปลานิลในกระชังเท่ากับ 1.821 กรัม/ตัว/วัน และอัตราการปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำเท่ากับ 1.107 กรัม/ตัว/วัน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.35

ผลการประเมินปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังของลำน้ำพองตอนล่างดังตารางที่ 3.35

ตารางที่ 3.35 ปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังของลำน้ำพองตอนล่าง

อำเภอ	จำนวนปลา (ตัว)	ปริมาณของเสีย (กรัม/วัน)	ปริมาณของเสีย (ลบ.ม./วินาที)
อำเภอเมือง	72,597	80,364.88	0.08035
อำเภออุบลรัตน์	110,500	122,323.50	0.12232
อำเภอน้ำพอง	372,461	412,314.33	0.41231

ช่วงเวลาการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังตามลำน้ำพองตอนล่างมีช่วงระยะเวลา 4 เดือน โดยฤดูกาลเพาะเลี้ยงปลาในกระชังเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน – เดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งและอัตราการไหลของน้ำค่อนข้างนิ่ง ดังนั้นการประเมินจึงคำนวณเพาะช่วงฤดูแล้ง ส่วนปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ที่ป้อนลงแบบจำลอง QUAL2K แสดงดังภาคผนวก จ.

### 3.5 การประเมินปริมาณมลพิษของกลุ่มน้ำพองตอนล่างในปัจจุบัน

#### 3.5.1 ประเมินปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน

##### 3.5.1.1 ชุมชนเขตเทศบาล

การประเมินปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนประเภทชุมชนเขตเทศบาลได้ใช้ข้อมูลการประเมินปริมาณน้ำเสียดังหัวข้อที่ 3.4.1 โดยข้อมูลการประเมินแสดงดังตารางที่ 3.36

ตารางที่ 3.36 ปริมาณน้ำเสียรวมที่เกิดขึ้นแต่ละเทศบาลในกลุ่มน้ำพองตอนล่าง

ชุมชนเทศบาล	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)
เทศบาลนครขอนแก่น	31,718.3
ทต.น้ำพอง	695.23
ทต.วังชัย	803.98
ทต.เขื่อนอุบลรัตน์	483.73

การประเมินค่าความสกปรกจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนประเภทชุมชนเขตเทศบาลได้อ้างอิงข้อมูลค่าเฉลี่ยความสกปรกของน้ำทิ้งจากเทศบาลต่างๆ ในลุ่มน้ำท่าจีนมาใช้ประเมินมลพิษที่เกิดจากชุมชนในเขตเทศบาลในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างแสดงดังตารางที่ 3.37

ตารางที่ 3.37 ค่าเฉลี่ยความสกปรกของน้ำทิ้งจากเทศบาลที่ใช้ประเมินมลพิษของลำน้ำพองตอนล่าง

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ยความสกปรก (มิลลิกรัม/ลิตร)
BOD	167*
NO <sub>3</sub> -N	0.10

\*ค่าความสกปรกจากการศึกษาโครงการการจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(บริษัท โปร์ เอ็น เทคโนโลยี, 2545)

การประเมินปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนประเภทชุมชนเขตเทศบาลที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างสามารถคำนวณได้จาก

ปริมาณมลพิษ(กก./วัน)	=ปริมาณน้ำเสีย( ลบ.ม./วัน)xค่าเฉลี่ยความสกปรก(มก./ล.)
	1,000

ผลการประเมินมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนประเภทชุมชนเขตเทศบาลเนื่องจากเทศบาลนครขอนแก่นมีระบบบำบัดน้ำเสียจึงได้คำนวณ BOD ที่ปล่อยออกจากระบบเท่ากับ 22 มก./ล. แสดงดังตารางที่ 3.38

ตารางที่ 3.38 ผลการประเมินมลพิษจากชุมชนเขตเทศบาลที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่าง

ชุมชนเทศบาล	ปริมาณมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่าง (กก./วัน)	
	BOD	NO <sub>3</sub> -N
เทศบาลนครขอนแก่น	697.8	3.17
ทต.น้ำพอง	116.10	0.07
ทต.วังชัย	134.27	0.08
ทต.เขื่อนอุบลรัตน์	80.78	0.05
รวม	1,028.95	3.37

### 3.5.1.2 โรงงานอุตสาหกรรม

การประเมินปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนประเภทโรงงานอุตสาหกรรมที่ระบายลงสู่ลำน้ำพองตอนล่าง ได้ใช้ฐานข้อมูลจากการศึกษาโครงการวิจัยการจัดการสิ่งแวดล้อมลุ่มน้ำพอง สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.39

ตารางที่ 3.39 ปริมาณมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง

โรงงานอุตสาหกรรม	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	BOD Loading (กก./วัน)
1. โรงงานผลิตสุรา (บริษัทสุราทิพย์มหาสิน จำกัด)	100	2
2. โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง (บริษัทขอนแก่นพืชผล จำกัด)	1,200	24
รวม	1,300	26

(โครงการวิจัยการจัดการสิ่งแวดล้อมลุ่มน้ำพอง มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546)

การประเมินปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนประเภทโรงงานอุตสาหกรรมที่ระบายลงสู่ลำน้ำพองตอนล่าง พารามิเตอร์  $\text{NO}_3\text{-N}$  ไม่ทำการศึกษาเนื่องจากขาดข้อมูลการศึกษาถึงความเข้มข้นคุณภาพน้ำของแต่ละประเภทโรงงาน

### 3.5.2 การประเมินปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน

#### 3.5.2.1 กรณี run off

การคำนวณปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอนจากน้ำฝนชะล้างบนพื้น (run off loading) สมการที่ใช้คำนวณหาปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของน้ำฝนชะล้างบนพื้น คือ

Total Runoff Loading=	Rainfall Runoff X Mean Runoff Concentration
	1,000

โดยที่ Total Loading = ปริมาณความสกปรกของน้ำฝนไหลบ่า(กก./วัน)

Rainfall Runoff = ปริมาณน้ำฝนไหลบ่า (ลบ.ม./วัน)

Mean Runoff Concentration = ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของความสกปรกใน  
น้ำฝนไหลป่า(mg/l)

การประเมินปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอนประเภท Runoff ได้ใช้ข้อมูล  
จากหัวข้อ 3.4.2 และข้อมูลปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นโดยแบ่งออกเป็น 2 ฤดูกาลแสดงดังตารางที่ 3.40  
และตารางที่ 3.41

ตารางที่ 3.40 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำฟองตอนล่างช่วง  
ฤดูฝน (พฤษภาคม-ตุลาคม)

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม./วัน)					
	เกษตรกรรม	แหล่งน้ำ	ชุมชนเมือง	ป่าไม้	นาข้าว	อื่นๆ
ห้วยพระค้อ (1)	98,858.02	4,910.11	248,225.47	7,930.66	175,831.78	21,522.24
หนองเล็ง (2)	500,726.02	5,420.74	44,128.80	123,366.24	208,701.79	29,798.50
ห้วยโจด (3)	111,873.31	1,582.85	18,811.87	1,994.11	2,000.16	15,957.22
ห้วยยาง (4)	107,235.36	568.51	28,505.09	101,452.61	46,210.18	22,029.41
ห้วยเสียว (5)	504,131.90	3,327.26	66,831.26	99,736.70	149,569.63	31,087.58
ห้วยคำเม็ก (6)	220,108.32	62,633.95	27,835.49	4,081.54	63,810.72	56,842.56
ห้วยเสือเต้น (7)	685,876.90	15,855.26	71,262.72	74,668.61	131,751.36	10,652.26

ตารางที่ 3.41 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำฟองตอนล่างช่วง  
ฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-เมษายน)

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม./วัน)					
	เกษตรกรรม	แหล่งน้ำ	ชุมชนเมือง	ป่าไม้	นาข้าว	อื่นๆ
ห้วยพระค้อ (1)	12,270.39	609.12	30,810.24	984.10	21,824.64	2,671.49
หนองเล็ง (2)	62,150.98	673.06	5,476.90	15,312.67	25,904.45	3,698.78
ห้วยโจด (3)	13,885.34	196.13	2,334.53	247.97	247.97	1,980.29
ห้วยยาง (4)	13,309.92	70.85	3,538.08	12,591.94	5,736.10	2,734.56
ห้วยเสียว (5)	62,573.47	412.99	8,295.26	12,379.39	18,564.77	3,858.62
ห้วยคำเม็ก (6)	27,319.68	7,774.27	3,455.14	506.30	7,920.29	7,055.42
ห้วยเสือเต้น (7)	85,131.65	1,968.19	8,845.63	9,268.13	16,352.93	1,321.92

ปริมาณความเข้มข้นของมลสารตามประเภทการใช้ที่ดิน (run off concentration) ได้จากการศึกษาทบทวนข้อมูลความเข้มข้นของสารมลพิษต่างๆ ในน้ำฝนไหลบ่าที่สำคัญจากเอกสารอ้างอิงและรายงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการคำนวณ โดยสามารถสรุปความเข้มข้นของมลสารจากหัวข้อ 3.4.2 ได้ดังตารางที่ 3.42

ตารางที่ 3.42 ค่าความเข้มข้นของสารพิษต่างๆ ตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเภทการใช้ที่ดิน	Mean Run off Concentration (มิลลิกรัม/ลิตร)	
	BOD	NO <sub>3</sub> -N
ชุมชนหนาแน่นหรือชุมชนเมือง	10.60	0.71
ชุมชนชนบท	4.40	0.65
พื้นที่นาข้าว	3.83	0.99
พื้นที่เพาะปลูกอื่นๆ	3.83	0.75
ป่าไม้	6.00	0.31
พื้นที่ชุ่มน้ำ	6.00	0.19
อื่นๆ	13.00	0.31

(Mekong River commission, 2000)

ผลการประเมินมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอนกรณี run off ที่ลงสู่ลำน้ำพอง ตอนล่างในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งแสดงดังตารางที่ 3.43 และตารางที่ 3.44

ตารางที่ 3.43 ปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอนกรณี run off ในช่วงฤดูฝน

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	ปริมาณมลพิษจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน (กก./วัน)	
	BOD	NO3-N
ห้วยพระค้อ (1)	4,040.09	434.52
หนองเล็ง (2)	4,344.98	662.00
ห้วยโจด (3)	864.45	105.11
ห้วยยาง (4)	1,788.36	184.80
ห้วยเสียว (5)	4,234.61	614.81
ห้วยคำเม็ก (6)	2,521.71	278.80
ห้วยเสือเต้น (7)	4,568.52	724.90
รวม	22,362.71	3,004.94

ตารางที่ 3.44 ปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอนกรณี run off ในช่วงฤดูแล้ง

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	ปริมาณมลพิษจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน (กก./วัน)	
	BOD	NO3-N
ห้วยพระค้อ (1)	509.77	54.83
หนองเล็ง (2)	548.24	83.53
ห้วยโจด (3)	109.07	13.26
ห้วยยาง (4)	225.65	23.32
ห้วยเสียว (5)	534.32	77.58
ห้วยคำเม็ก (6)	318.19	35.18
ห้วยเสือเต้น (7)	576.45	91.47
รวม	2,821.69	379.16

### 3.5.2.2 การทำฟาร์มปศุสัตว์

การคำนวณปริมาณความสกปรกของแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอนประเภท discharge จากการทำปศุสัตว์ สมการที่ใช้คำนวณหาปริมาณมลพิษ คือ

$$\text{ปริมาณมลพิษ(กก./วัน)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำเสียจากปศุสัตว์(ลิตร/วัน)} \times \text{ค่าความสกปรก (มก./ล.)}{1,000,000}$$

การประเมินปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอนประเภท Discharge จากการทำปศุสัตว์ ได้ใช้ข้อมูลจากหัวข้อ 3.4.2 และข้อมูลปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นแสดงดังตารางที่ 3.45

ตารางที่ 3.45 จำนวนสุกรและอัตราการเกิดน้ำเสียของพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง

อำเภอ/กิ่งอำเภอ	จำนวนสุกร (ตัว)	ปริมาณน้ำเสีย (ลิตร/วัน)
เมืองขอนแก่น	43,197	1,727,880
น้ำพอง	5,453	218,120
อุบลรัตน์	11,196	447,840
กระนวน	3,627	145,080
เขาสวนกวาง	22,135	885,400
โนนสะอาด	428	17,120

ความเข้มข้นในการประเมินปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นได้ใช้ข้อมูลการศึกษาของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วท.) เป็นฐานข้อมูลในการศึกษา โดยการคำนวณค่าความสกปรกของ BOD น้ำทิ้งจากการเลี้ยงสุกรได้เท่ากับ 3,400 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับการประเมินปริมาณมลพิษประเภท NO<sub>3</sub>-N ไม่ได้ทำการคำนวณเนื่องจากขาดฐานข้อมูลมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงสุกรอย่างเพียงพอ ผลการประเมินมลพิษที่เกิดขึ้นจากการทำปศุสัตว์ประเภทสุกรแสดงดังตารางที่ 3.46

ตารางที่ 3.46 ผลการประเมินมลพิษจากการเลี้ยงสุกร

อำเภอ/กิ่งอำเภอ	ปริมาณมลพิษ BOD (กก./วัน)
เมืองขอนแก่น	5,875
น้ำพอง	742
อุบลรัตน์	1,523
กระนวน	493
เขาสวนกวาง	3,010
โนนสะอาด	58
รวม	11,701

### 3.5.2.3 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

การประเมินมลพิษจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ประเมินจากข้อมูลสำนักงานประมงจังหวัดขอนแก่น พบว่าการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่างสามารถแยกได้ 2 ประเภท คือ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อและการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง การคำนวณปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ปริมาณมลพิษ(กก./วัน)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เพาะเลี้ยง(ลบ.ม./วัน)} \times \text{ค่าความสกปรก(มก./ล.)}}{1,000}$$

การประเมินปริมาณมลพิษจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างใช้ข้อมูลจากหัวข้อ 3.4.2 โดยการประเมินมลพิษที่เกิดขึ้นแสดงดังรายละเอียดดังนี้

#### 3.5.2.3.1 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อ

ปลาที่นิยมเพาะเลี้ยงในบ่อได้แก่ ปลานิล ปลาดุก ปลาช่อน ปลาหมอ ปลาสร้อย เป็นต้น ดังนั้นการประเมินมลพิษได้ใช้ปลานิลเป็นฐานในการประเมิน ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการเพาะเลี้ยงปลาบ่อแสดงตารางที่ 3.47

ตารางที่ 3.47 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดในบ่อ

อำเภอ	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)
อำเภอเมือง	160,704.0
อำเภอกระนวน	7,516.8
อำเภออุบลรัตน์	17,798.4
อำเภอเขาสวนกวาง	26,352.0
อำเภอน้ำพอง	13,478.4

การประเมินปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเพาะเลี้ยงปลาบ่อประเมินมลพิษประเภท BOD ข้อมูลความเข้มข้นของมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลานิลได้ใช้ฐานข้อมูลของบริษัท โพร เอ็น เทคโนโลยี จำกัด, 2543-2544 มาใช้ในการคำนวณแสดงดังตารางที่ 3.48

ตารางที่ 3.48 ความเข้มข้นของมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลานิล

ปริมาณน้ำทิ้ง (ลบ.ม./ตารางเมตร/ปี)	ความเข้มข้น BOD สารมลพิษใน น้ำทิ้ง(มิลลิกรัม/ลิตร)
4.38	18

(บริษัท โพร เอ็น เทคโนโลยี, 2545)

ผลการประเมินปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อแสดงดัง  
ตารางที่ 3.49

ตารางที่ 3.49 ผลการประเมินมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในบ่อ

อำเภอ	ปริมาณมลพิษ BOD (กก./วัน)
อำเภอเมือง	2,892.67
อำเภอกระนวน	135.30
อำเภออุบลรัตน์	320.37
อำเภอเขาสวนกวาง	474.34
อำเภอน้ำพอง	242.61
รวม	4,065.29

### 3.5.2.3.2 การเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง

การประเมินปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังของลำน้ำพองตอนล่างใช้ฐานข้อมูลจากรายงานการศึกษาโครงการศึกษาเพื่อลดผลกระทบจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด:กรณีศึกษาการเลี้ยงปลาในกระชังในลุ่มน้ำพองของกรมควบคุมมลพิษ โดยจำนวนการเลี้ยงปลาในกระชังของลำน้ำพองตอนล่างแสดงดังตารางที่ 3.50

ตารางที่ 3.50 จำนวนปลานิลที่เลี้ยงในกระชังของลำน้ำพองตอนล่าง

อำเภอ	กระชัง	
	เนื้อที่ (ตรม.)	*จำนวนปลา(ตัว)
อำเภอเมือง	3,574	72,597
อำเภออุบลรัตน์	5,440	110,500
อำเภอน้ำพอง	18,336.50	372,461

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ที่เกิดจากการเลี้ยงปลานิลในกระชังเท่ากับ 1.821 กรัม/ตัว/วัน ส่วนการประเมินมลพิษประเภท DO และ  $\text{NO}_3\text{-N}$  ไม่ได้ทำการคิด เนื่องจากขาดข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดมลพิษจากการเลี้ยงปลาในกระชัง

โดยผลการประเมินปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังของลำน้ำพองตอนล่างดังตารางที่ 3.51

ตารางที่ 3.51 ผลการประเมินปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังของลำน้ำพองตอนล่าง

อำเภอ	ปริมาณมลพิษBOD (กก./วัน)
อำเภอเมือง	132
อำเภออุบลรัตน์	201
อำเภอ น้ำพอง	678
รวม	1,011

### 3.5.3 การประเมินปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่าง

การประเมินมลพิษที่เกิดขึ้นคิดรวมจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (point source) และแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน (non- point source) โดยแบ่งประเภทพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาคือ BOD และ  $\text{NO}_3\text{-N}$  ผลการประเมินมลพิษทั้งหมดที่เกิดขึ้นและลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างได้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงฤดูกาล แสดงดังตารางที่ 3.52

ตารางที่ 3.52 ผลการประเมินมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างในปัจจุบัน

ช่วงฤดูกาล	ปริมาณมลพิษ(กก./วัน)	
	BOD	$\text{NO}_3\text{-N}$
<u>ช่วงฤดูฝน(พ.ค.-ต.ค.)</u>		
แหล่งกำเนิดที่แน่นอน	1,054.95	3.37
แหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน	38,129.00	3,004.94
รวม	39,183.95	3,008.31
<u>ช่วงฤดูแล้ง(พ.ย.-เม.ย.)</u>		
แหล่งกำเนิดที่แน่นอน	1,054.95	3.37

แหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน	19,598.98	379.16
รวม	20,653.93	382.53

### 3.6 การประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณมลพิษต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่าง (Total Maximum Daily Load ; TMDL)

#### 3.6.1 กำหนดเป้าหมาย

กำหนดเป้าหมายการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษของแม่น้ำพองตอนล่าง โดยอ้างอิงจากประกาศกรมควบคุมมลพิษที่กำหนดให้แม่น้ำพองตอนล่างเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 มีคุณภาพน้ำ แสดงดังตารางที่ 3.53

ตารางที่ 3.53 มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้
BOD	ไม่เกิน 2.0 mg/l
NO <sub>3</sub> -N	ไม่เกิน 5.0 mg/l

(กรมควบคุมมลพิษ, ปี 2542)

#### 3.6.2 ทดสอบความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณมลพิษ

ทำการทดสอบความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณมลพิษของลำน้ำพองตอนล่าง โดยการปรับเพิ่ม-ลดปริมาณมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่าง ซึ่งคุณภาพน้ำต้องไม่เกินระดับเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำที่กำหนดไว้ตามประกาศของกรมควบคุมมลพิษ การปรับเพิ่มลดปริมาณมลพิษสามารถทำได้ 2 แนวทาง คือ

##### 3.6.2.1 การปรับเพิ่มลดมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน

วิธีนี้ทำการปรับเพิ่ม-ลดมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน(point source) ที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างและมีผลต่อคุณภาพน้ำพารามิเตอร์ BOD การปล่อยมลพิษลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างได้ทำการสำรวจเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่คาดการณ์สถานการณ์คุณภาพในอนาคต เพื่อเป็นแนวทางในการปรับเพิ่มลดมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน โดยสามารถทำได้จากการปรับเพิ่ม-ลดมลพิษจากชุมชนเขตเทศบาลและ โรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการปรับเพิ่มมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างจากเทศบาลตำบลอุบลรัตน์เป็นตัวแทนในการประเมิน TMDL

### 3.6.2.2 การปรับเพิ่มมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน

วิธีนี้ทำการปรับเพิ่ม-ลดปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน(non-point source) ที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างและมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำพารามิเตอร์  $\text{NO}_3\text{-N}$  โดยทำการสำรวจสภาพพื้นที่ เอกสารและงานวิจัยต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับเพิ่ม-ลดมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอนที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำพองตอนล่าง เช่น จากการทำการเกษตรประเภทต่างๆ เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการปรับเพิ่มมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างจากการทำเกษตรกรรมบนพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยเม็กเป็นตัวแทนในการประเมิน TMDL

### 3.6.3 กำหนดความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณมลพิษต่อวัน

การกำหนดค่า TMDL ของลำน้ำพองตอนล่าง นำค่าปริมาณน้ำเสียจากการปรับเพิ่ม-ลดปริมาณมลพิษที่ไหลลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างในแบบจำลอง มาคำนวณย้อนกลับเพื่อหาปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นต่อวัน(point source) จากแหล่งกำเนิดต่างๆ ที่เป็นเป้าหมายในการปรับเพิ่ม-ลด จากนั้นนำค่าปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นต่อวันในปัจจุบัน(existing load) มาคำนวณ TMDL ได้ดังนี้

$$\text{TMDL} = \text{Existing Load} + \text{Point Source} \text{ (ที่ยังสามารถรองรับได้จากแบบจำลอง)}$$

โดยผลรวมจากปริมาณมลพิษต่อวันที่ได้จากการแบบจำลองและปริมาณมลพิษต่อวันที่เกิดขึ้นในปัจจุบันคือ ความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณมลพิษต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่าง (Total Maximum Daily Load ; TMDL)

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### ผลการศึกษาและการวิจารณ์ผล

#### 4.1 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง

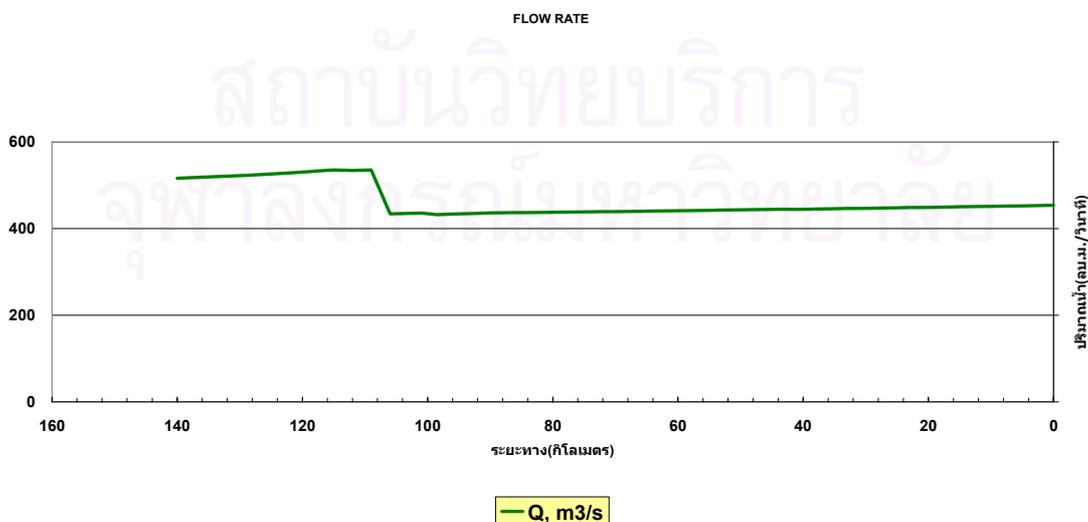
##### 4.1.1 ปริมาณการไหลของน้ำ

การศึกษาปริมาณการไหลของลำน้ำพองตอนล่างได้นำผลการศึกษาปริมาณน้ำที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำที่ได้จากกรมชลประทาน โดยข้อมูลปริมาณน้ำของลำน้ำพองตอนล่างที่นำมาเปรียบเทียบได้จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวาย สำนักงานชลประทานที่ 4

การเปรียบเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาปริมาณน้ำของลำน้ำพองตอนล่าง ทำได้โดยการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง (Manning's  $n$ ) การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งอยู่ในช่วง 0.2-2 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งที่เหมาะสมที่สุดต่อการปริมาณน้ำ คือ 0.3 ผลการศึกษาปริมาณน้ำแสดงรายละเอียดดังนี้

##### 4.1.1.1 ช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม – ตุลาคม)

ผลการคำนวณปริมาณน้ำของลำน้ำพองตอนล่างโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในช่วงฤดูฝน(พฤษภาคม - ตุลาคม) เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่ได้จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวาย แสดงดังดังนี้



ภาพที่ 4.1 ปริมาณน้ำช่วงฤดูฝน(พฤษภาคม - ตุลาคม) จากการคำนวณแบบจำลอง

จากภาพที่ 4.1 ปริมาณน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วงตั้งแต่เขื่อนอุบลรัตน์จนถึงฝายหนองหวายอยู่ในระดับปริมาณ 515.90-535.29 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ซึ่งแนวโน้มปริมาณน้ำช่วงนี้มีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อยและผลการคำนวณปริมาณน้ำไม่แตกต่างกันมาก จากข้อมูลที่ปล่อยจากเขื่อนอุบลรัตน์และข้อมูลการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน ส่วนผลการคำนวณปริมาณน้ำโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วงตั้งแต่ท้ายเขื่อนอุบลรัตน์จนถึงฝายหนองหวายและช่วงท้ายฝายหนองหวายมีปริมาณที่แตกต่างกัน เนื่องจากลำน้ำพองตอนล่างมีฝายหนองหวายกั้นลำน้ำไว้ทำให้มีปริมาณน้ำมากกว่าช่วงตั้งแต่ท้ายฝายหนองหวาย

ผลการคำนวณปริมาณน้ำโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วงท้ายฝายหนองหวายกับข้อมูลที่ได้จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวายมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ค่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองอยู่ในช่วง 432.13 – 453.84 ลูกบาศก์เมตร/วินาทีและข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลผ่านฝายหนองหวายประมาณ 442.19 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และข้อมูลที่ได้จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวาย แสดงดังตารางที่ 4.1

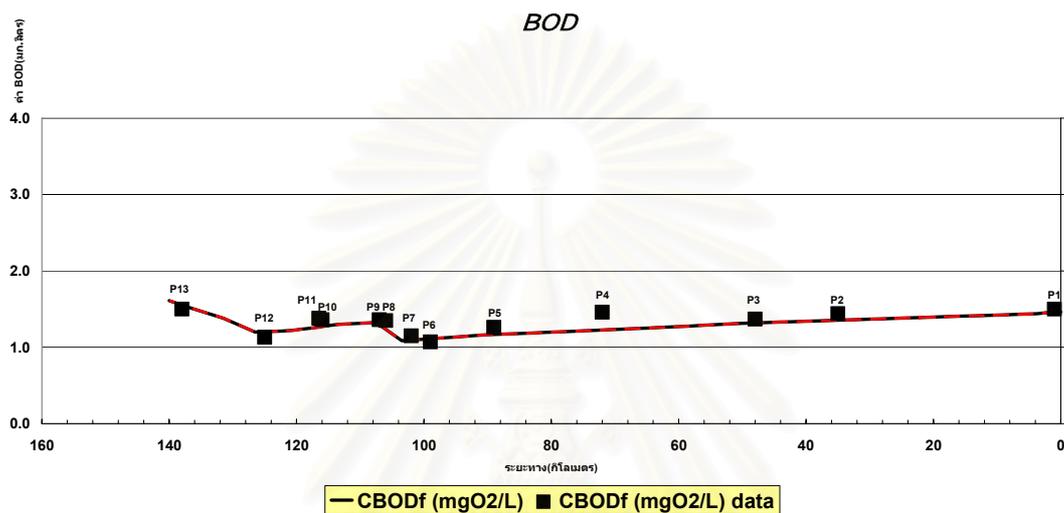
ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและข้อมูลจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวาย ช่วงฤดูฝน(พฤษภาคม – ตุลาคม )

ข้อมูลปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนอุบลรัตน์(m <sup>3</sup> /s)	ปริมาณน้ำที่ได้จากแบบจำลอง(m <sup>3</sup> /s)	ข้อมูลปริมาณน้ำฝายหนองหวาย(m <sup>3</sup> /s)	ปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลง(m <sup>3</sup> /s)
ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลผ่านฝายหนองหวาย	515.19	435.75	442.19	-7.04

จากตารางที่ 4.1 ปริมาณน้ำที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 435.75 ลูกบาศก์เมตร/วินาทีและปริมาณน้ำที่ได้จากข้อมูลของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวายเท่ากับ 442.19 ลูกบาศก์เมตร/วินาที โดยมีปริมาณแตกต่างกันเท่ากับ -7.04 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองและข้อมูลที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนัก

#### 4.1.1.2 ช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน – เมษายน)

ผลการคำนวณปริมาณน้ำของลำน้ำพองตอนล่างโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน – เมษายน) เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่ได้จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวาย แสดงดังดังนี้



ภาพที่ 4.2 ปริมาณน้ำช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน - เมษายน) จากการคำนวณแบบจำลอง

จากภาพที่ 4.2 ปริมาณน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วงตั้งแต่เขื่อนอุบลรัตน์จนถึงฝายหนองหวายอยู่ในระดับปริมาณ 288.38-288.64 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ซึ่งแนวโน้มปริมาณน้ำช่วงนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและผลการคำนวณปริมาณน้ำจากแบบจำลองไม่แตกต่างมากจากข้อมูลที่ปล่อยจากเขื่อนอุบลรัตน์และข้อมูลการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน

ผลการคำนวณปริมาณน้ำโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วงท้ายฝายหนองหวายกับข้อมูลที่ได้จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวายมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมาก ค่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองอยู่ในช่วง 161.01-164.82 ลูกบาศก์เมตร/วินาทีและข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลผ่านฝายหนองหวายประมาณ 155.39 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และข้อมูลที่ได้จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวาย แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากโครงการ  
ส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวาย ช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน – เมษายน)

ข้อมูลปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำที่ ปล่อยจากเขื่อน อุบลรัตน์(m <sup>3</sup> /s)	ปริมาณน้ำที่ได้ จากแบบจำลอง (m <sup>3</sup> /s)	ข้อมูลปริมาณน้ำ ฝายหนองหวาย (m <sup>3</sup> /s)	ปริมาณน้ำที่ เปลี่ยนแปลง (m <sup>3</sup> /s)
ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหล ผ่านฝายหนองหวาย	288.34	162.79	155.39	+7.4

จากตารางที่ 4.2 ปริมาณน้ำที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 162.79 ลูกบาศก์เมตร/วินาทีและปริมาณน้ำที่ได้จากข้อมูลของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวายเท่ากับ 155.39 ลูกบาศก์เมตร/วินาที โดยมีปริมาณแตกต่างกันเท่ากับ +7.4 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

#### 4.1.2 คุณภาพน้ำ

การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ใช้ข้อมูลคุณภาพของลำน้ำ  
พองตอนล่างของกรมควบคุมมลพิษจำนวนทั้งหมด 13 สถานี ระหว่างปี 2537-2547 เป็นข้อมูล  
พื้นฐานในการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

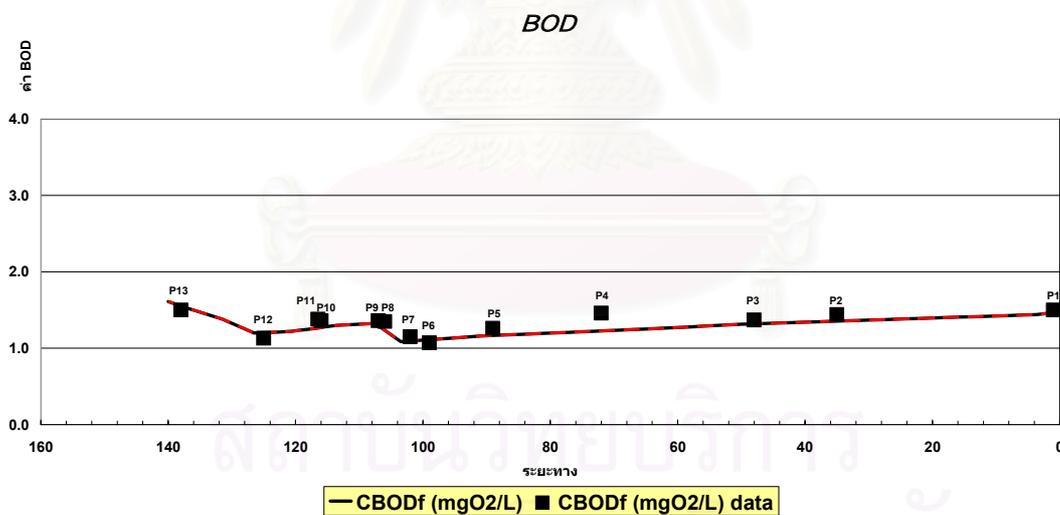
- P1 บริเวณวนขันธ์ฮาร์ต อ.เมือง จ.ขอนแก่น
- P2 บริเวณสะพาน ถ.สาย209 กาฬสินธุ์-ขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น
- P3 สะพานบ้านโคกท่า อ.เมือง จ.ขอนแก่น
- P4 วัดท่าอุทุมพร บ้านท่ามะเดื่อ อ.เมือง จ.ขอนแก่น
- P5 สะพานท่าเมา-วังชัย อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น
- P6 ใต้โรงงานน้ำตาล บ้านกุดน้ำใส อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น
- P7 ศาลเจ้าปู่ทุ่งเทียว อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น
- P8 ฝายหนองหวาย อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น
- P9 จุดสูบน้ำประป่าน้ำพอง อ.น้ำพอง จังหวัดขอนแก่น
- P10 ใต้บึงห้วยโจด อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น
- P11 เหนือปากบึงห้วยโจด อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น
- P12 สะพานบ้านคำบอน อ.อุบลรัตน์ จ.ขอนแก่น
- P13 สะพานบ้านบ่อนกเขา อ.อุบลรัตน์ จ.ขอนแก่น

#### 4.1.2.1 ช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม – ตุลาคม)

การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คือ การปรับค่าคงที่ของแบบจำลองที่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแบบจำลอง โดยคุณภาพน้ำที่ปรับเทียบมีค่าที่ใกล้เคียงกับข้อมูลคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษมากที่สุด พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ทำการปรับเทียบแสดงรายละเอียดดังนี้

##### 4.1.2.1.1 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยต่างๆ การปรับเทียบค่าคงที่ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พารามิเตอร์ Biochemical Oxygen Demand (BOD) ได้ทำการปรับค่าคงที่ของแบบจำลอง QUAL2K ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า BOD คือ the temperature-dependent fast CBOD hydrolysis rate ( $K_{dc}$ ) ซึ่งการปรับเทียบค่าคงที่ของ BOD ได้ปรับเทียบค่าคงที่ของแบบจำลอง QUAL2K ให้มีคุณภาพน้ำใกล้เคียงกับคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ โดยทำการสุ่มค่า  $K_{dc}$  ตั้งแต่  $0.2-3 \text{ day}^{-1}$  ซึ่งที่มีผลทำให้แบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลคุณภาพน้ำมากที่สุดคือ  $0.3 \text{ day}^{-1}$  แสดงดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ค่า BOD จากการปรับเทียบค่าคงที่  $K_{dc}$  ช่วงฤดูฝน

ผลการคำนวณคุณภาพน้ำของลำน้ำพองตอนล่าง โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากกับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ โดยผลการคำนวณคุณภาพน้ำจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษ แสดงดังตารางที่ 4.3

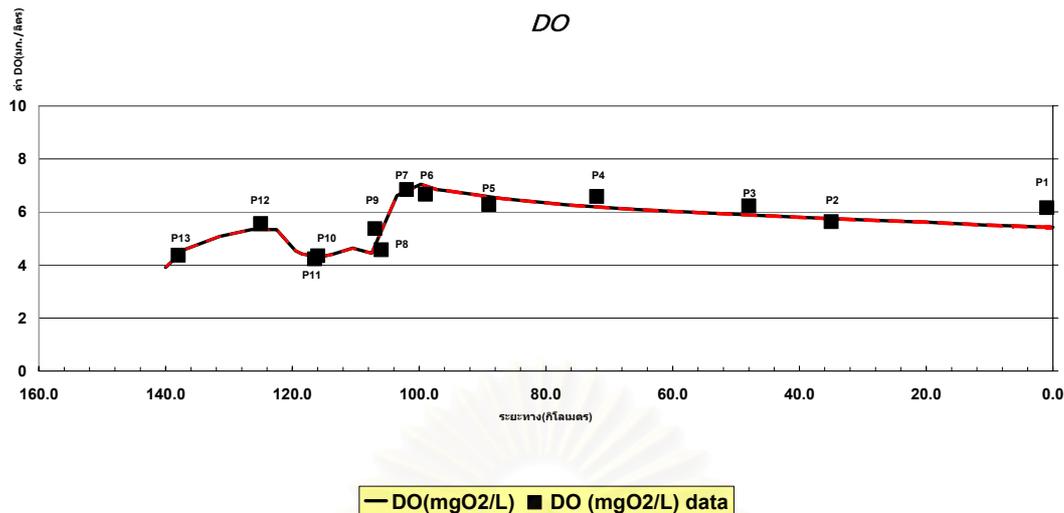
ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ BOD ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากข้อมูล  
กรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูฝน

สถานี	ค่า BOD (mg/l)		ความแตกต่าง BOD	ความแตกต่าง (%)
	measured	simulated		
P01	1.50	1.46	0.04	2.67
P02	1.44	1.35	0.09	6.25
P03	1.37	1.32	0.05	3.65
P04	1.46	1.22	0.24	16.44
P05	1.26	1.17	0.09	7.14
P06	1.07	1.11	0.04	3.74
P07	1.15	1.09	0.06	5.22
P08	1.35	1.32	0.03	2.22
P09	1.36	1.31	0.05	3.68
P10	1.36	1.26	0.10	7.35
P11	1.38	1.25	0.13	9.42
P12	1.13	1.20	0.07	6.19
P13	1.50	1.53	0.03	2.00

ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ BOD ที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าในช่วงตั้งแต่ 0.03 – 0.24 สถานีที่มีค่าช่วงต่างมากที่สุดคือ P04 และสถานีที่มีค่าช่วงต่างน้อยที่สุดคือ P08, P13

#### 4.1.2.1.2 Dissolved Oxygen (DO)

จากการศึกษาเอกสารและโปรแกรมแบบจำลอง QUAL2K ค่าคงที่ที่มีผลต่อ DO มากที่สุด คือ Prescribed Reaeration Oxygen ซึ่งการปรับเทียบค่าคงที่ของ DO ได้ปรับเทียบค่าคงที่ของแบบจำลอง QUAL2K ให้มีคุณภาพน้ำใกล้เคียงกับคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ โดยทำการสุ่มค่า Prescribed Reaeration ตั้งแต่  $0.02-50 \text{ day}^{-1}$  ซึ่งค่าที่มีผลทำให้แบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลคุณภาพน้ำมากที่สุดคือช่วงค่า  $0.05-40 \text{ day}^{-1}$  แสดงดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ค่า DO จากการปรับเทียบค่าคงที่ Prescribed Reaeration Oxygen ในช่วงฤดูฝน

ผลการคำนวณ DO ของลำน้ำพองตอนล่างโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากกับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ โดยผลการคำนวณคุณภาพน้ำจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษ แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการปรับเทียบ DO ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูฝน

สถานี	ค่า DO (mg/l)		ความแตกต่าง DO	ความแตกต่าง (%)
	measured	simulated		
P01	6.16	5.42	0.74	12.01
P02	5.63	5.76	0.13	2.31
P03	6.23	5.89	0.34	5.46
P04	6.58	6.24	0.34	5.17
P05	6.28	6.58	0.30	4.78
P06	6.67	7.04	0.37	5.55
P07	6.84	6.62	0.22	3.22
P08	4.57	4.44	0.13	2.84

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบ DO ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูฝน(ต่อ)

สถานี	ค่า DO (mg/l)		ความแตกต่าง DO	ความแตกต่าง (%)
	measured	simulated		
P09	5.37	4.63	0.74	13.78
P10	4.35	4.33	0.02	0.46
P11	4.23	4.37	0.14	3.31
P12	5.56	5.33	0.23	4.14
P13	4.37	4.58	0.21	4.81

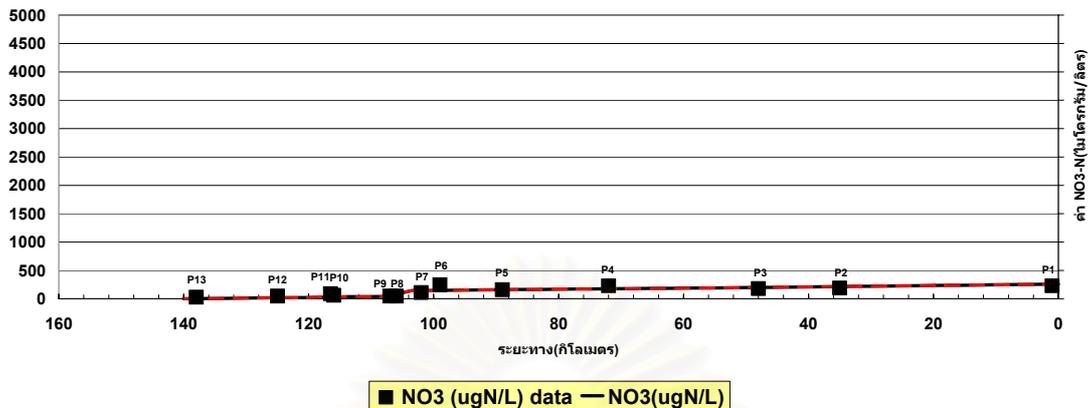
ผลการเปรียบเทียบค่า DO ที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าในช่วงตั้งแต่ 0.02-0.74 สถานีที่มีค่าช่วงต่างมากที่สุดคือ P01, P09 และสถานีที่มีค่าช่วงต่างน้อยที่สุดคือ P10

#### 4.1.2.1.3 Nitrate Nitrogen (NO<sub>3</sub>-N)

จากการศึกษาเอกสารและโปรแกรมแบบจำลอง QUAL2K ค่าคงที่ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง NO<sub>3</sub>-N มากที่สุด คือ temperature-dependent nitrification rate for ammonia nitrogen ( $K_{dn}$ ) ซึ่งเป็นกระบวนการเกี่ยวกับ Denitrification ที่มีผลต่อการลดลงของ NO<sub>3</sub>-N กระบวนการ Denitrification จะเกิดขึ้นที่ชั้นตะกอนที่น้ำที่ปราศจากออกซิเจนหรือออกซิเจนน้อย ทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ NO<sub>3</sub>-N ในแหล่งน้ำ จากการศึกษาได้ทำการสุ่มค่าคงที่  $K_{dn}$  ตั้งแต่ 0.01-3 day<sup>-1</sup> โดยค่าที่มีผลคุณภาพน้ำ NO<sub>3</sub>-N ใกล้เคียงมากที่สุดคือ 0.1 day<sup>-1</sup> แสดงดังภาพที่ 4.5

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

NO<sub>3</sub>-N



ภาพที่ 4.5 ค่า NO<sub>3</sub>-N จากการปรับเทียบค่าคงที่ K<sub>dn</sub> ในช่วงฤดูฝน

ผลการคำนวณค่า NO<sub>3</sub>-N ของลำน้ำพองตอนล่างโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากกับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ โดยผลการคำนวณคุณภาพน้ำจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษ แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการปรับเทียบค่า NO<sub>3</sub>-N ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูฝน

สถานี	ค่า NO <sub>3</sub> -N (ug/l)		ความแตกต่าง NO <sub>3</sub> -N	ความแตกต่าง (%)
	measured	simulated		
P01	230	257.89	27.89	12.13
P02	190	215.01	25.01	13.16
P03	180	200.66	20.66	11.48
P04	230	173.85	56.15	24.41
P05	160	160.38	0.38	0.24
P06	250	147.5	102.5	41.00
P07	110	144.57	34.57	31.43
P08	50	42.37	7.63	15.26
P09	50	38.81	11.19	22.38

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบค่า  $\text{NO}_3\text{-N}$  ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูฝน(ต่อ)

สถานี	ค่า $\text{NO}_3\text{-N}$ (ug/l)		ความแตกต่าง $\text{NO}_3\text{-N}$	ความแตกต่าง (%)
	measured	simulated		
P10	60	29.73	30.27	50.45
P11	90	27.98	62.02	68.91
P12	50	16.25	33.75	67.50
P13	30	5	25	83.33

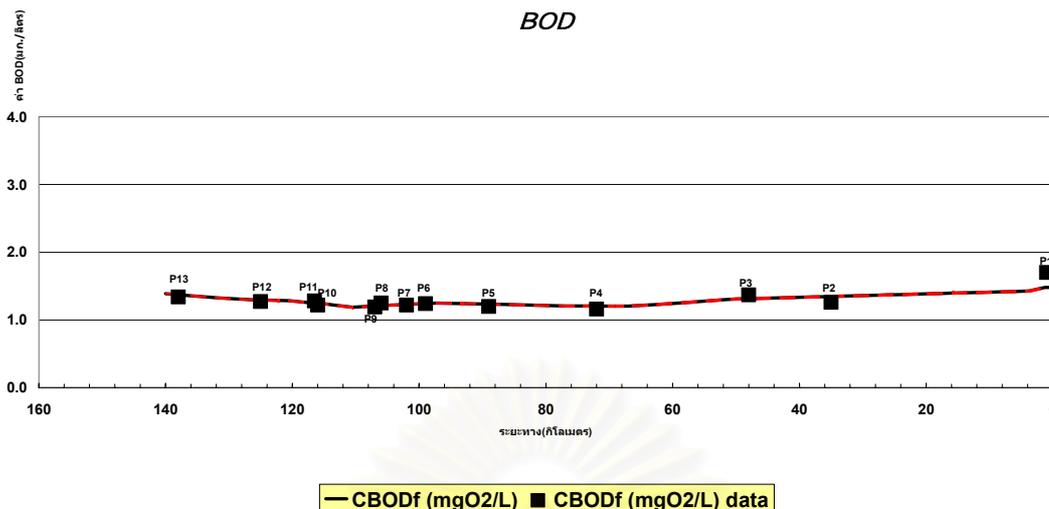
ผลการเปรียบเทียบค่า  $\text{NO}_3\text{-N}$  ที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าในช่วงตั้งแต่ 7.63 – 102.50 ซึ่งเป็นช่วงค่าที่สามารถยอมรับได้ สถานีที่มีค่าช่วงต่างมากที่สุดคือ P06 และสถานีที่มีค่าช่วงต่างน้อยที่สุดคือ P05

#### 4.1.2.2 ช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน – เมษายน)

การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในช่วงฤดูแล้ง คือ การปรับค่าคงที่ของแบบจำลองที่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในฤดูแล้งของแบบจำลอง โดยคุณภาพน้ำที่ปรับเทียบมีค่าที่ใกล้เคียงกับข้อมูลคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษมากที่สุด พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ทำการปรับเทียบแสดงรายละเอียดดังนี้

##### 4.1.2.2.1 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

การปรับเทียบค่าคงที่ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พารามิเตอร์ Biochemical Oxygen Demand (BOD) ได้ทำการปรับค่าคงที่ของแบบจำลอง QUAL2K ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า BOD คือ the temperature-dependent fast CBOD hydrolysis rate ( $K_{dc}$ ) เช่นเดียวกับช่วงฤดูฝน ซึ่งการปรับเทียบค่าคงที่ของ BOD ได้ปรับเทียบค่าคงที่ของแบบจำลอง QUAL2K ให้มีคุณภาพน้ำใกล้เคียงกับคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ โดยทำการสุ่มค่า  $K_{dc}$  ตั้งแต่  $0.2\text{-}3\text{ day}^{-1}$  ซึ่งที่มีผลทำให้แบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลคุณภาพน้ำในช่วงฤดูแล้งมากที่สุดคือ  $0.5\text{ day}^{-1}$  แสดงดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ค่า BOD จากการปรับเทียบค่า  $K_{dc}$  ในช่วงฤดูแล้ง

ผลการคำนวณค่า BOD ของลำน้ำพองตอนล่างในช่วงฤดูแล้งโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากกับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ โดยผลการคำนวณคุณภาพน้ำจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษ แสดงดังตารางที่ 4.6.

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบค่า BOD ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูแล้ง

สถานี	ค่า BOD (mg/l)		ความแตกต่าง BOD	ความแตกต่าง (%)
	simulated	measured		
P01	1.48	1.70	0.22	12.94
P02	1.34	1.26	0.08	6.35
P03	1.31	1.37	0.06	4.38
P04	1.21	1.16	0.05	4.31
P05	1.23	1.20	0.03	2.50
P06	1.24	1.24	0.00	0.00
P07	1.22	1.22	0.00	0.00
P08	1.20	1.25	0.05	4.00
P09	1.19	1.19	0.00	0.00

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบค่า BOD ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูแล้ง(ต่อ)

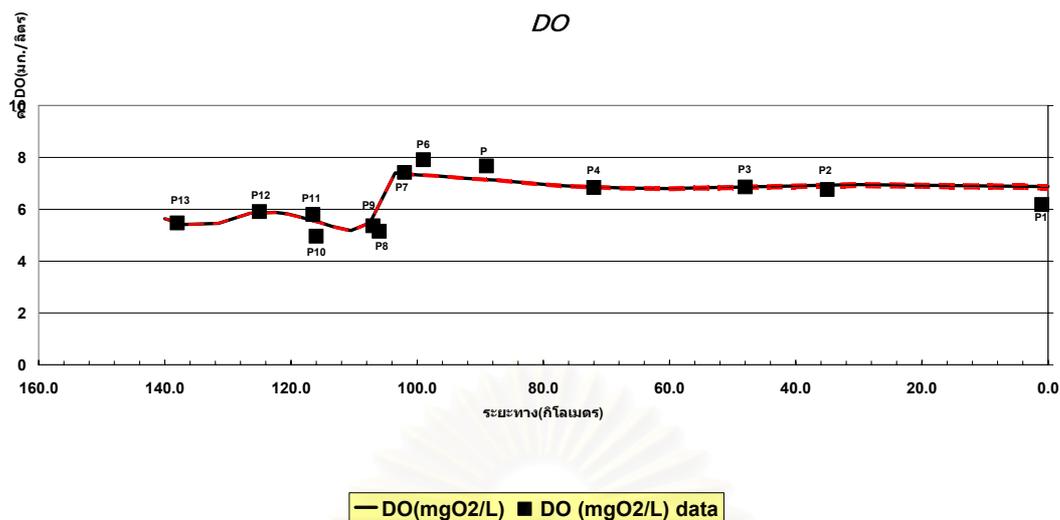
สถานี	ค่า BOD (mg/l)		ความแตกต่าง BOD	ความแตกต่าง (%)
	simulated	measured		
P10	1.25	1.22	0.03	2.46
P11	1.25	1.28	0.03	2.34
P12	1.30	1.27	0.03	2.36
P13	1.37	1.34	0.03	2.24

ผลการเปรียบเทียบ BOD ที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษในช่วงฤดูแล้งมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าในช่วงตั้งแต่ 0.00 – 0.22 สถานีที่มีค่าช่วงต่างมากที่สุดคือ P01 และสถานีที่มีค่าช่วงต่างน้อยที่สุดคือ P06, P07, P09

#### 4.1.2.2.2 Dissolved Oxygen (DO)

ค่าคงที่ที่มีผลต่อ DO มากที่สุด คือ Prescribed Reaeration Oxygen ซึ่งการปรับเทียบค่าคงที่ของ DO ได้ปรับเทียบค่าคงที่ของแบบจำลอง QUAL2K ให้มีคุณภาพน้ำใกล้เคียงกับคุณภาพน้ำช่วงฤดูแล้งของกรมควบคุมมลพิษ โดยทำการสุ่มค่า Prescribed Reaeration ตั้งแต่  $0.02-70 \text{ day}^{-1}$  ซึ่งค่าที่มีผลทำให้แบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลคุณภาพน้ำมากที่สุดคือช่วงค่า  $0.05-60 \text{ day}^{-1}$  แสดงดังภาพที่ 4.7

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.7 ค่า DO จากการปรับเทียบค่า Prescribed Reaeration Oxygen ในช่วงฤดูแล้ง

ผลการคำนวณค่า DO ของลำน้ำพองตอนล่างโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากกับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ โดยผลการคำนวณคุณภาพน้ำจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษ แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการปรับเทียบค่า DO ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูแล้ง

สถานี	ค่า DO (mg/l)		ความแตกต่าง DO	ความแตกต่าง (%)
	measured	simulated		
P01	6.18	6.87	0.69	11.17
P02	6.76	6.92	0.16	2.37
P03	6.86	6.86	0.00	0.00
P04	6.84	6.87	0.03	0.44
P05	7.67	7.14	0.53	6.91
P06	7.91	7.32	0.59	7.46
P07	7.42	7.41	0.01	0.13
P08	5.15	5.48	0.33	6.41
P09	5.36	5.18	0.18	3.36

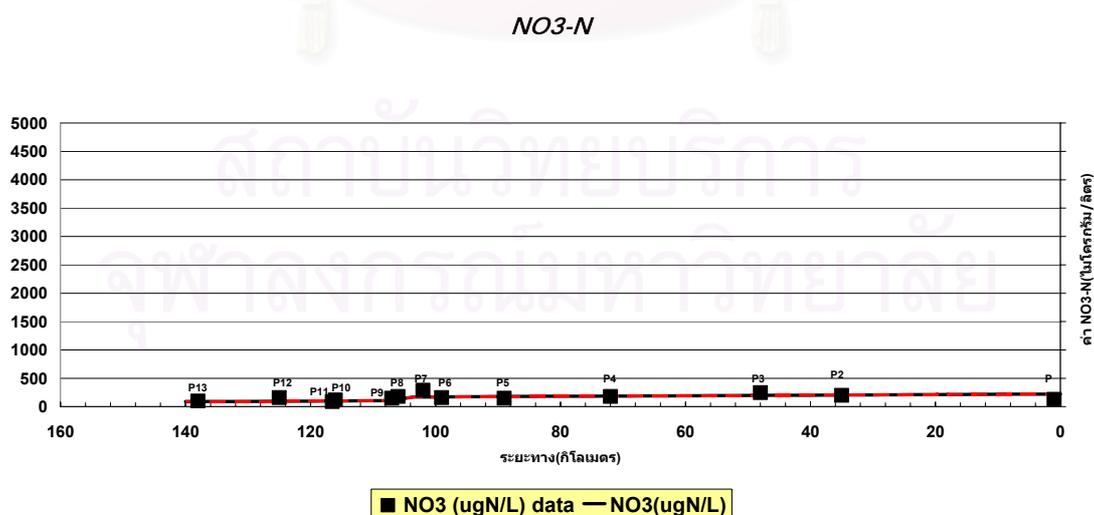
ตารางที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบค่า DO ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูแล้ง(ต่อ)

สถานี	ค่า DO (mg/l)		ความแตกต่าง DO	ความแตกต่าง (%)
	measured	simulated		
P10	4.96	5.50	0.54	10.89
P11	5.80	5.56	0.36	6.21
P12	5.91	5.85	0.06	1.02
P13	5.47	5.41	0.06	1.10

ผลการเปรียบเทียบค่า DO ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าในช่วงตั้งแต่ 0.00 – 0.69 สถานีที่มีค่าช่วงต่างมากที่สุดคือ P01 และสถานีที่มีค่าช่วงต่างน้อยที่สุดคือ P03

#### 4.1.2.2.3 Nitrate Nitrogen (NO<sub>3</sub>-N)

ค่าคงที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง NO<sub>3</sub>-N ในช่วงฤดูแล้งมากที่สุด คือ temperature-dependent nitrification rate for ammonia nitrogen ( $K_{dn}$ ) ซึ่งเป็นกระบวนการเกี่ยวกับ Denitrification จากการศึกษาได้ทำการหาค่าคงที่  $K_{dn}$  ตั้งแต่ 0.01-3 day<sup>-1</sup> โดยค่าที่มีผลคุณภาพน้ำ NO<sub>3</sub>-N ใกล้เคียงมากที่สุดคือ 0.3 day<sup>-1</sup> แสดงดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 ค่า NO<sub>3</sub>-N จากการเปรียบเทียบค่า  $K_{dn}$  ในช่วงฤดูฝน

ผลการคำนวณค่า  $\text{NO}_3\text{-N}$  ในช่วงฤดูแล้งของลำน้ำพองตอนล่างโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากกับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ โดยผลการคำนวณคุณภาพน้ำจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษ แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบค่า  $\text{NO}_3\text{-N}$  ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูฝน

สถานี	ค่า $\text{NO}_3\text{-N}$ (ug/l)		ความแตกต่าง $\text{NO}_3\text{-N}$	ความแตกต่าง (%)
	measured	simulated		
P01	130.00	223.09	93.09	71.61
P02	200.00	205.15	5.15	2.58
P03	250.00	198.49	51.51	20.60
P04	180.00	187.50	7.50	4.17
P05	150.00	178.61	28.61	19.07
P06	160.00	171.92	11.92	7.45
P07	290.00	170.42	119.58	41.23
P08	180.00	105.70	74.30	41.28
P09	150.00	104.14	45.86	30.57
P10	120.00	101.02	18.98	15.82
P11	90.00	100.40	10.40	11.56
P12	160.00	95.96	64.04	40.03
P13	100.00	91.71	8.29	8.29

ผลการเปรียบเทียบค่า  $\text{NO}_3\text{-N}$  ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าในช่วงตั้งแต่ 5.15 – 119.58 สถานีที่มีค่าช่วงต่างมากที่สุดคือ P07 และสถานีที่มีค่าช่วงต่างน้อยที่สุดคือ P02

## 4.2 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองด้านลักษณะการไหลของลำน้ำได้ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำจากกรมชลประทาน และการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองด้านคุณภาพน้ำได้ใช้ข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำในช่วงฤดูฝนเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2549 และในช่วงฤดูแล้งเมื่อวันที่ 17 เมษายน 2549 เป็นข้อมูลพื้นฐานในการตรวจสอบ โดยการตรวจสอบความถูกต้องได้แบ่งเป็น 2 ช่วงฤดูกาล รายละเอียดดังนี้

### 4.2.1 ลักษณะการไหลของน้ำ

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านลักษณะการไหลของลำน้ำได้ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวายเฉลี่ยปี 2537-2547 แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปริมาณน้ำจากสถานีฝายหนองหวายเฉลี่ย ปี 2537-2547

ข้อมูล	ปริมาณน้ำ(ลบ.ม./วินาที)	
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
แบบจำลอง	435.75	162.79
ฝายหนองหวาย	442.19	155.39
ความแตกต่าง	6.44	7.4
ความแตกต่าง(%)	1.52	4.76

จากการตรวจสอบปริมาณน้ำที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีค่าไม่แตกต่างจากข้อมูลปริมาณน้ำจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาฝายหนองหวาย โดยการเปรียบเทียบปริมาณน้ำช่วงฤดูฝนมีความแตกต่างเท่ากับ 6.44 ลบ.ม./วินาที และปริมาณน้ำช่วงฤดูแล้งมีความแตกต่างเท่ากับ 7.4 ลบ.ม./วินาที ส่วนข้อมูลจากสถานีตรวจวัดระดับน้ำและปริมาณน้ำสถานี E. 22B มีข้อมูลที่เพียงพอ ส่วนสถานี E. 22A อยู่ใกล้ฝายหนองหวายจึงใช้ข้อมูลจากฝายหนองหวายเปรียบเทียบแทน

## 4.2.2 คุณภาพน้ำ

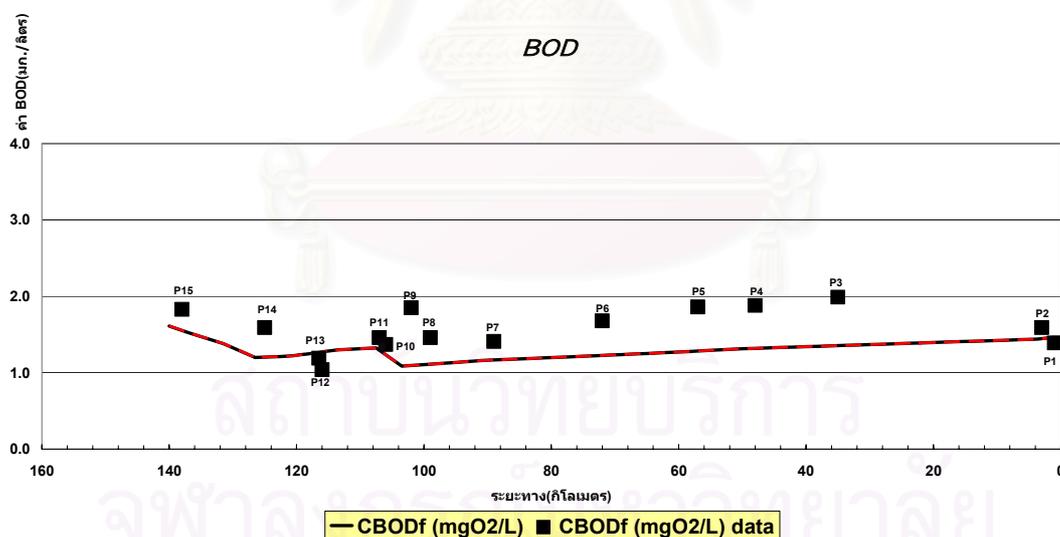
การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพน้ำของลำน้ำพองตอนล่าง ได้ใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำจากการเก็บตัวอย่างช่วงฤดูฝนเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2549 และช่วงฤดูแล้งเมื่อวันที่ 17 เมษายน 2549 เป็นข้อมูลในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยมีจำนวนทั้งหมด 15 สถานี แสดงรายละเอียดดังนี้

### 4.2.2.1 ช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม-ตุลาคม)

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพน้ำในช่วงฤดูฝน ได้นำค่าที่ได้จากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2549 เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง โดยแบ่งพารามิเตอร์คุณภาพน้ำดังนี้

#### 4.2.2.1.1 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่า BOD ที่ได้จากการตรวจวัดและจากแบบจำลอง แสดงดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 การตรวจสอบแบบจำลองค่า BOD ในช่วงฤดูฝน

ผลการตรวจสอบค่า BOD ในช่วงฤดูฝนจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีค่าที่ไม่แตกต่างกับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดเอง โดยผลการคำนวณคุณภาพน้ำจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพน้ำจากการตรวจวัด แสดงดังตารางที่ 4.10

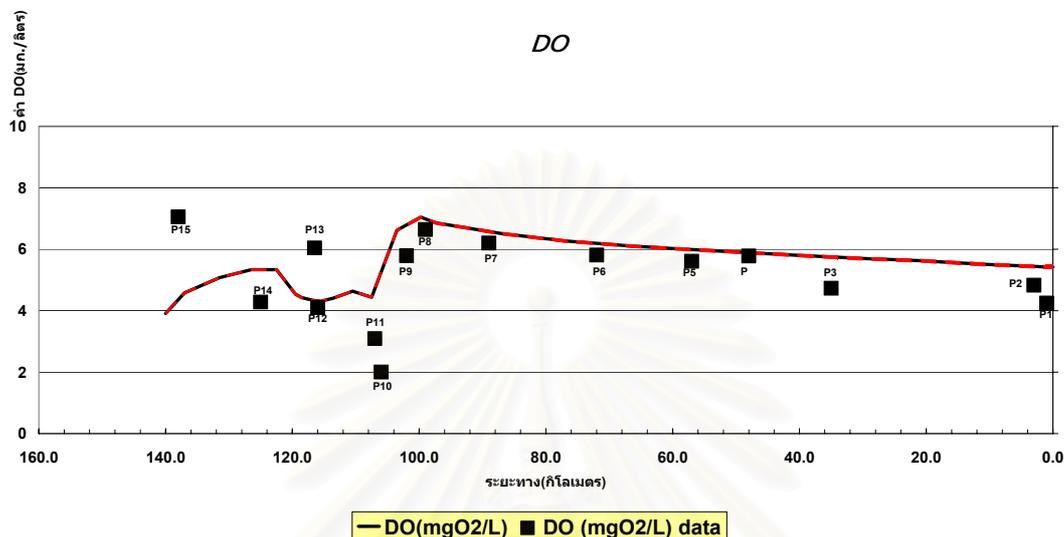
ตารางที่ 4.10 ผลการตรวจสอบค่า BOD ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากการตรวจวัดเอง ช่วงฤดูฝน

สถานี	ค่า BOD (mg/l)		ความแตกต่าง BOD	ความแตกต่าง (%)
	measured	simulated		
P01	1.39	1.46	0.07	5.04
P02	1.59	1.44	0.15	9.43
P03	1.99	1.36	0.63	31.66
P04	1.88	1.32	0.56	29.79
P05	1.86	1.29	0.57	30.65
P06	1.68	1.22	0.46	27.38
P07	1.41	1.17	0.24	17.02
P08	1.46	1.11	0.35	23.97
P09	1.85	1.09	0.76	41.08
P10	1.37	1.32	0.05	3.65
P11	1.46	1.31	0.15	10.27
P12	1.04	1.28	0.24	23.08
P13	1.19	1.26	0.07	5.88
P14	1.59	1.20	0.39	24.53
P15	1.83	1.53	0.30	16.39

ผลการเปรียบเทียบค่า BOD ที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากการตรวจวัดเองมีค่าในช่วงตั้งแต่ 0.05-0.76 สถานีที่มีค่าช่วงต่างมากที่สุดคือ P09 และสถานีที่มีค่าช่วงต่างน้อยที่สุดคือ P10

#### 4.2.2.1.2 Dissolved Oxygen (DO)

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่า DO ที่ได้จากการตรวจวัดและจากแบบจำลอง แสดงดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 การตรวจสอบแบบจำลอง ค่า DO ในช่วงฤดูฝน

ผลการตรวจสอบค่า DO ในช่วงฤดูฝนจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีค่าที่ไม่แตกต่างกับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดเอง โดยผลการคำนวณคุณภาพน้ำจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพน้ำจากการตรวจวัด แสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการตรวจสอบค่า DO ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากการตรวจวัดเอง ช่วงฤดูฝน

สถานี	ค่า DO (mg/l)		ความแตกต่าง DO	ความแตกต่าง (%)
	measured	simulated		
P01	4.25	5.42	1.17	27.53
P02	4.83	5.45	0.63	13.04
P03	4.73	5.76	1.03	21.78
P04	5.78	5.89	0.11	1.90
P05	5.61	5.98	0.37	6.60
P06	5.81	6.17	0.36	6.20

ตารางที่ 4.11 ผลการตรวจสอบค่า DO ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากการตรวจวัดเอง ช่วงฤดูฝน(ต่อ)

สถานี	ค่า DO (mg/l)		ความแตกต่าง DO	ความแตกต่าง (%)
	measured	simulated		
P07	6.2	6.58	0.38	6.13
P08	6.64	7.04	0.40	6.02
P09	5.79	6.62	0.83	14.34
P10	2.00	4.44	2.44	122.00
P11	3.09	4.63	1.54	49.84
P12	4.10	4.31	0.21	5.12
P13	6.04	4.33	1.71	28.31
P14	4.28	5.33	1.05	24.53
P15	7.05	4.58	2.47	35.04

ผลการเปรียบเทียบค่า DO ที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากการตรวจวัดเองมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าในช่วงตั้งแต่ 0.11-2.47 สถานีที่มีค่าช่วงต่างมากที่สุดคือ P15 และสถานีที่มีค่าช่วงต่างน้อยที่สุดคือ P04

#### 4.2.2.1.3 Nitrate Nitrogen (NO<sub>3</sub>-N)

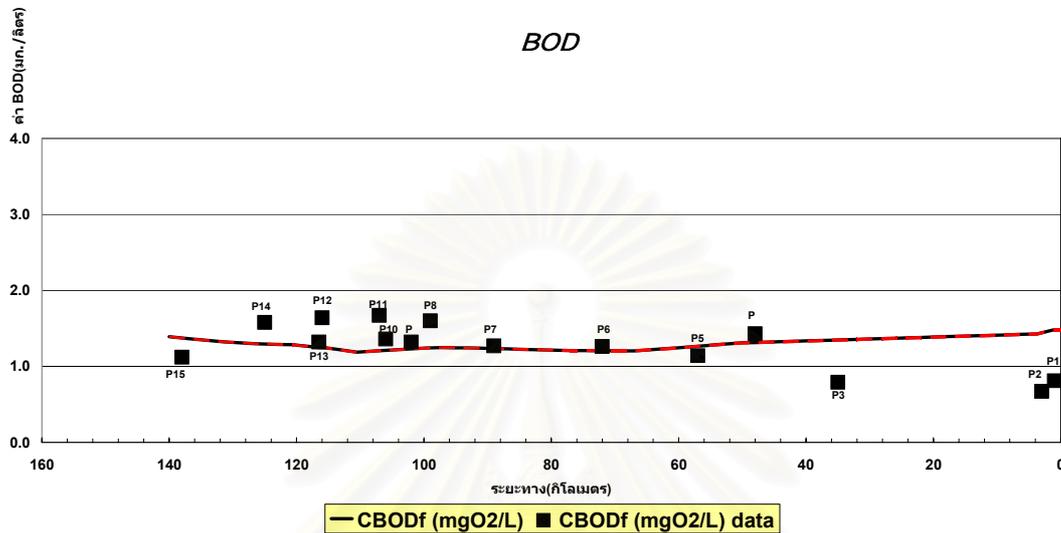
การตรวจสอบ NO<sub>3</sub>-N ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ทำการตรวจสอบเนื่องจากผลการตรวจวัดเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2549 ไม่มีค่าปริมาณ NO<sub>3</sub>-N ที่ปนเปื้อนในน้ำในบางสถานีหรือมีค่าน้อยมากจนไม่สามารถตรวจวัดได้ ดังนั้นจึงไม่ทำการตรวจสอบค่า NO<sub>3</sub>-N

#### 4.2.2.2 ช่วงฤดูแล้ง (พฤษภาคม – เมษายน)

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพน้ำในช่วงฤดูแล้ง ได้นำค่าที่ได้จากการตรวจวัดเมื่อวันที่ 17 เมษายน 2549 เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากแบบจำลองโดยแบ่งพารามิเตอร์คุณภาพน้ำดังนี้

#### 4.2.2.2.1 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่า BOD ที่ได้จากการตรวจวัดและจากแบบจำลอง แสดงดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 การตรวจสอบแบบจำลอง ค่า BOD ในช่วงฤดูแล้ง

ผลการตรวจสอบค่า BOD ในช่วงฤดูแล้งจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีค่าที่ไม่แตกต่างกับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดเอง โดยผลการคำนวณคุณภาพน้ำจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพน้ำจากการตรวจวัด แสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการตรวจสอบค่า BOD ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากการตรวจวัดเอง ช่วงฤดูแล้ง

สถานี	ค่า BOD (mg/l)		ความแตกต่าง BOD	ความแตกต่าง (%)
	measured	simulated		
P01	0.81	1.48	0.67	82.72
P02	0.67	1.43	0.76	113.43
P03	0.79	1.34	0.55	69.62
P04	1.43	1.31	0.12	8.39
P05	1.14	1.26	0.12	10.53
P06	1.26	1.21	0.05	3.97

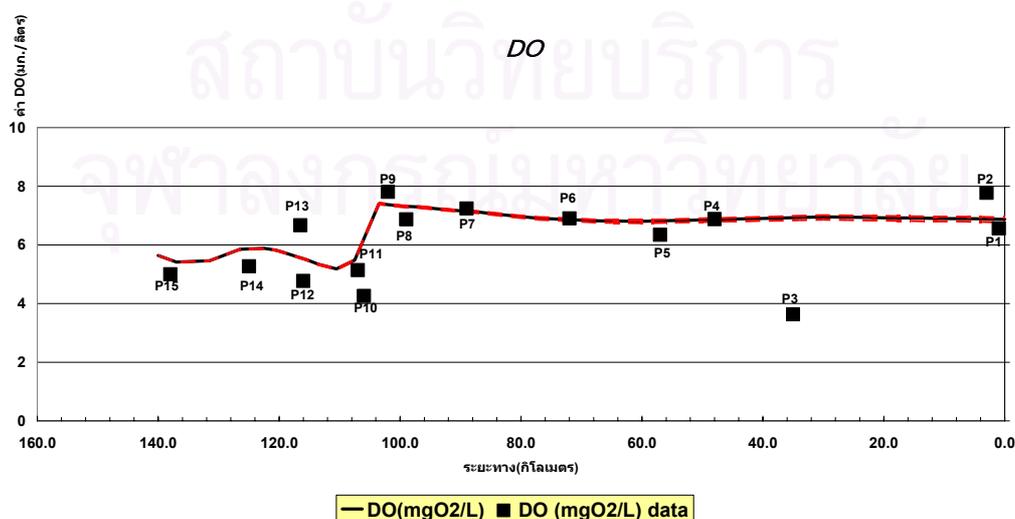
ตารางที่ 4.12 ผลการตรวจสอบค่า BOD ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากการตรวจวัดเอง ช่วงฤดูแล้ง(ต่อ)

สถานี	ค่า BOD (mg/l)		ความแตกต่าง BOD	ความแตกต่าง (%)
	measured	simulated		
P07	1.27	1.23	0.04	3.15
P08	1.60	1.24	0.36	22.50
P09	1.32	1.22	0.10	7.58
P10	1.36	1.20	0.16	11.76
P11	1.67	1.19	0.48	28.74
P12	1.64	1.25	0.39	23.78
P13	1.32	1.25	0.07	5.30
P14	1.58	1.30	0.28	17.72
P13	1.12	1.37	0.25	22.32

ผลการเปรียบเทียบค่า BOD ช่วงฤดูแล้งที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากการตรวจวัดเองมีค่าในช่วงตั้งแต่ 0.04-0.76 สถานีที่มีค่าช่วงต่างมากที่สุดคือ P02 และสถานีที่มีค่าช่วงต่างน้อยที่สุดคือ P07

#### 4.2.2.2.2 Dissolved Oxygen (DO)

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่า DO ที่ได้จากการตรวจวัดและจากแบบจำลอง แสดงดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 การตรวจสอบแบบจำลอง ค่า DO ในช่วงฤดูแล้ง

ผลการตรวจสอบค่า DO ในช่วงฤดูแล้งจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีค่าที่ไม่แตกต่างกับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดเอง โดยผลการคำนวณคุณภาพน้ำจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพน้ำจากการตรวจวัด แสดงดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลการเปรียบเทียบค่า DO ที่ได้จากการคำนวณแบบจำลองและจากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ช่วงฤดูแล้ง

สถานี	ค่า DO (mg/l)		ความแตกต่าง BOD	ความแตกต่าง (%)
	measured	simulated		
P01	6.56	6.87	0.31	4.73
P02	7.77	6.89	0.88	11.33
P03	3.63	6.92	3.29	90.63
P04	6.88	6.86	0.02	0.29
P05	6.34	6.81	0.47	7.41
P06	6.90	6.87	0.03	0.43
P07	7.24	7.14	0.10	1.38
P08	6.87	7.32	0.45	6.55
P09	7.81	7.41	0.40	5.12
P10	4.26	5.48	1.22	28.64
P11	5.14	5.18	0.04	0.78
P12	4.77	5.50	0.73	15.30
P13	6.67	5.56	1.11	16.64
P14	5.27	5.85	0.58	11.01
P15	5.00	5.41	0.41	8.20

ผลการเปรียบเทียบค่า DO ช่วงฤดูแล้งที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากการตรวจวัดเองมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าในช่วงตั้งแต่ 0.02-3.29 สถานีที่มีค่าช่วงต่างมากที่สุดคือ P03 และสถานีที่มีค่าช่วงต่างน้อยที่สุดคือ P06

#### 4.2.2.2.3 Nitrate Nitrogen (NO<sub>3</sub>-N)

การตรวจสอบค่า NO<sub>3</sub>-N ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ทำการตรวจสอบเนื่องจากผลการตรวจวัดเมื่อวันที่ 17 เมษายน 2549 ไม่มีค่าปริมาณ NO<sub>3</sub>-N ที่ปนเปื้อนในน้ำในบางสถานีหรือมีค่าน้อยมากจนไม่สามารถตรวจวัดได้เช่นเดียวกับช่วงฤดูฝน ดังนั้นจึงไม่ทำการตรวจสอบค่า NO<sub>3</sub>-N

### 4.3 ผลการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณมลพิษต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่าง (Total Maximum Daily Load : TMDL)

ผลการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวันของลำน้ำพองตอนล่าง ได้ทำการปรับเพิ่ม-ลดมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน(point source) ที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างเพื่อศึกษาคุณภาพน้ำ BOD ส่วนคุณภาพน้ำ NO<sub>3</sub>-N ได้ทำการปรับเพิ่ม-ลดมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน(non-point source) การปรับเพิ่ม-ลดมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างได้ปรับเพิ่มมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่บริเวณต้นน้ำที่มีผลต่อคุณภาพท้ายลำน้ำ สำหรับ DO ไม่ได้ทำการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษเนื่องจาก DO ไม่ได้เป็นมลพิษต่อคุณภาพน้ำ โดยการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษได้ออกเป็น 2 ฤดูกาลดังนี้

#### 4.3.1 ช่วงฤดูฝน(พฤษภาคม-ตุลาคม)

การประเมิน TMDL ช่วงฤดูฝน ได้กำหนดเป้าหมายคุณภาพน้ำของแบบจำลองใน BOD และ NO<sub>3</sub>-N ตามที่กำหนดไว้โดยกรมควบคุมมลพิษที่กำหนดให้แม่น้ำพองตอนล่างเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งผิวดินประเภทที่ 3 ที่ใช้ประเมิน TMDL

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้
BOD	ไม่เกิน 2.0 mg/l
NO <sub>3</sub> -N	ไม่เกิน 5.0 mg/l

(กรมควบคุมมลพิษ, 2542)

การประเมิน TMDL คุณภาพน้ำ BOD ได้ปรับเพิ่มปริมาณน้ำเสียในแบบจำลอง QUAL2K ที่เลือกเป็นตัวแทนแหล่งกำเนิดมลพิษทั้งหมดในแบบจำลองที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างคือเทศบาลตำบลอุบลรัตน์และคุณภาพน้ำ  $\text{NO}_3\text{-N}$  ได้ทำเช่นเดียวกันกับ BOD แต่ได้ปรับเพิ่มปริมาณน้ำเสียจากการทำนาข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยเม็กซึ่งอยู่บริเวณต้นน้ำ จนได้คุณภาพน้ำในแบบจำลองเท่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ โดยผลการปรับเพิ่มปริมาณน้ำเสียก่อนและหลังแสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลการปรับเพิ่มปริมาณน้ำเสียช่วงฤดูฝน

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ	ปริมาณน้ำเสียในแบบจำลอง(ลบ.ม./วินาที)	
	ปัจจุบัน	ประเมินTMDL
BOD	0.006	1.65
$\text{NO}_3\text{-N}$	0.7386	440

การประเมิน TMDL ช่วงฤดูฝน คุณภาพน้ำ BOD และ  $\text{NO}_3\text{-N}$  ปริมาณน้ำเสียที่ลงลำน้ำพองในปัจจุบันเท่ากับ 0.006 และ 0.7386 ตามลำดับ ปริมาณน้ำเสียที่ปรับในแบบจำลองจนคุณภาพน้ำเท่าเกณฑ์มาตรฐานเท่ากับ 1.65 และ 440 ตามลำดับ

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นหลังการปรับเพิ่มในแบบจำลองได้นำมาคำนวณย้อนกลับเพื่อหาปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้น โดยใช้หลักการเดียวกันในหัวข้อ 3.5.1 ซึ่งผลการคำนวณหาปริมาณมลพิษ คือ point source ที่แหล่งน้ำสามารถรองรับได้และเมื่อรวมกับ Existing Load ที่เกิดขึ้น คือ TMDL

$$\text{TMDL} = \text{Existing Load} + \text{Point Source (ที่ยังสามารถรองรับได้จากแบบจำลอง)}$$

ผลการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษของลำน้ำพองตอนล่างพารามิเตอร์ BOD และ  $\text{NO}_3\text{-N}$  ช่วงฤดูฝน แสดงดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่าง ช่วงฤดูฝน

มลพิษ	ปริมาณมลพิษ(กก./วัน)	
	BOD	NO <sub>3</sub> -N
Existing Load	39,184	3,008
Point Load	23,721	37,573
TMDL	62,905	40,581

#### 4.3.2 ช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-เมษายน)

การประเมิน TMDL ช่วงฤดูแล้ง ได้ทำเช่นเดียวกับช่วงฤดูฝน โดยผลการปรับเพิ่มปริมาณน้ำเสียในแบบจำลองพารามิเตอร์ BOD และ NO<sub>3</sub>-N แสดงดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ผลการปรับเพิ่มปริมาณน้ำเสียช่วงฤดูแล้ง

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ	ปริมาณน้ำเสียในแบบจำลอง(ลบ.ม./วินาที)	
	ก่อน	หลัง
BOD	0.006	1.2
NO <sub>3</sub> -N	0.0917	425

การประเมิน TMDL ช่วงฤดูแล้ง คุณภาพน้ำ BOD และ NO<sub>3</sub>-N ปริมาณน้ำเสียที่ลงลำน้ำพองในปัจจุบันเท่ากับ 0.006 และ 0.0917 ตามลำดับ ปริมาณน้ำเสียที่ปรับในแบบจำลองจนคุณภาพน้ำท่าเกณฑ์มาตรฐานเท่ากับ 1.2 และ 425 ตามลำดับ

จากนั้นได้คำนวณย้อนกลับเพื่อหาปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นเช่นเดียวกับฤดูฝน โดยผลการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษของลำน้ำพองตอนล่าง พารามิเตอร์ BOD และ NO<sub>3</sub>-N ช่วงฤดูแล้ง แสดงดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ผลการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่าง  
ช่วงฤดูแล้ง

มลพิษ	ปริมาณมลพิษ(กก./วัน)	
	BOD	NO <sub>3</sub> -N
Existing Load	20,652	383
Point Load	17,228	36,345
TMDL	37,880	36,728

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 5

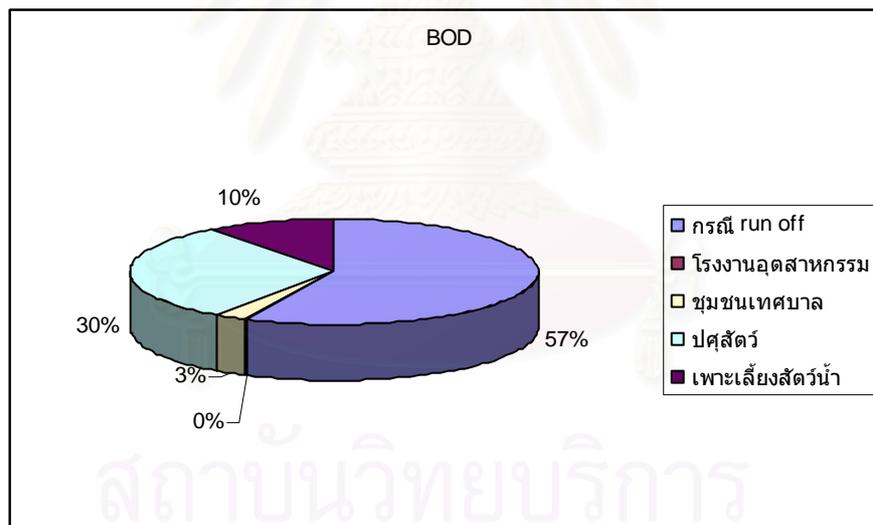
### สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการศึกษา

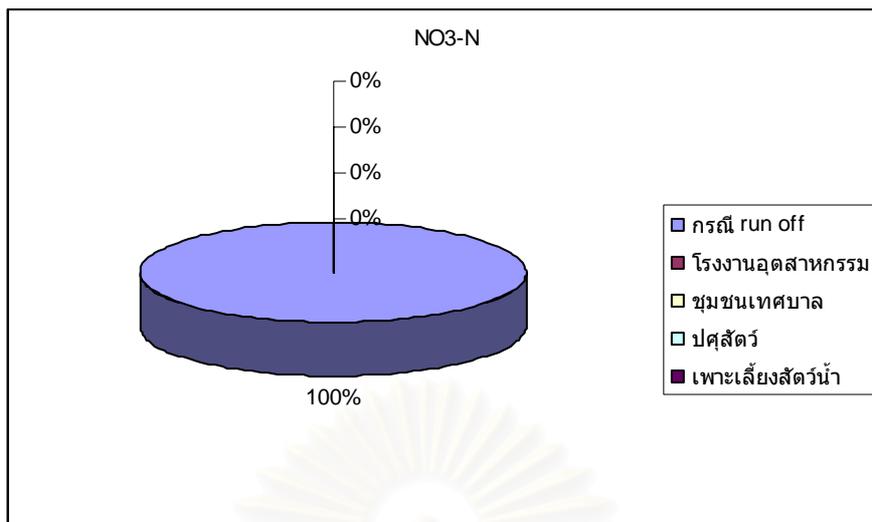
##### 5.1.1 ผลการประเมินมลพิษในปัจจุบัน

###### 5.1.1.1 ช่วงฤดูฝน

ผลการประเมินมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง ที่ลงสู่แม่น้ำพองช่วงตั้งแต่ท้ายเขื่อนอุบลรัตน์จนถึงจุดบรรจบแม่น้ำชี โดยการประเมินครั้งนี้ได้ทำการศึกษาคูณภาพน้ำ BOD และ  $\text{NO}_3\text{-N}$  พบว่าปริมาณมลพิษ BOD ที่ลงสู่แม่น้ำพองมากที่สุดคือ จากกรณี run off มีปริมาณมลพิษรวมเท่ากับ 39,184 กก./วัน และปริมาณมลพิษ  $\text{NO}_3\text{-N}$  ที่ลงสู่แม่น้ำพองมากที่สุดคือ จากกรณี run off มีปริมาณมลพิษรวมเท่ากับ 3,008 กก./วัน แสดงดังภาพที่ 5.1 และภาพที่ 5.2



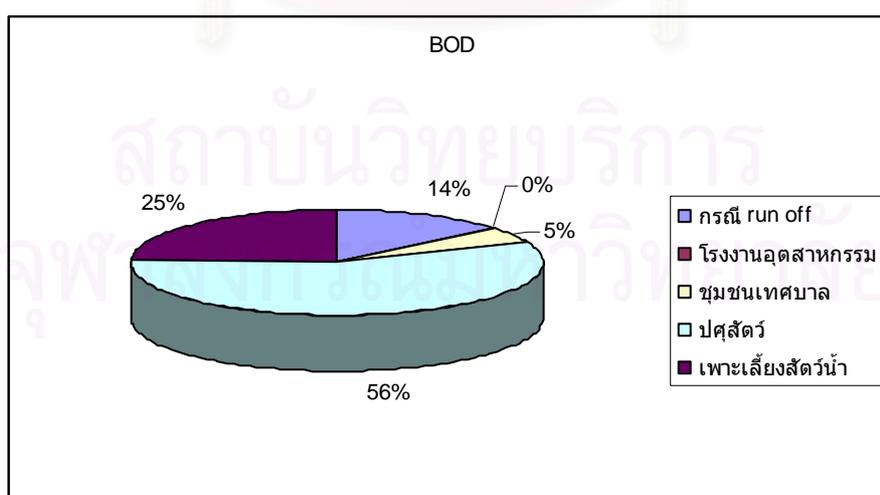
ภาพที่ 5.1 สรุปปริมาณมลพิษ BOD จากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ที่ลงสู่แม่น้ำพองตอนล่าง



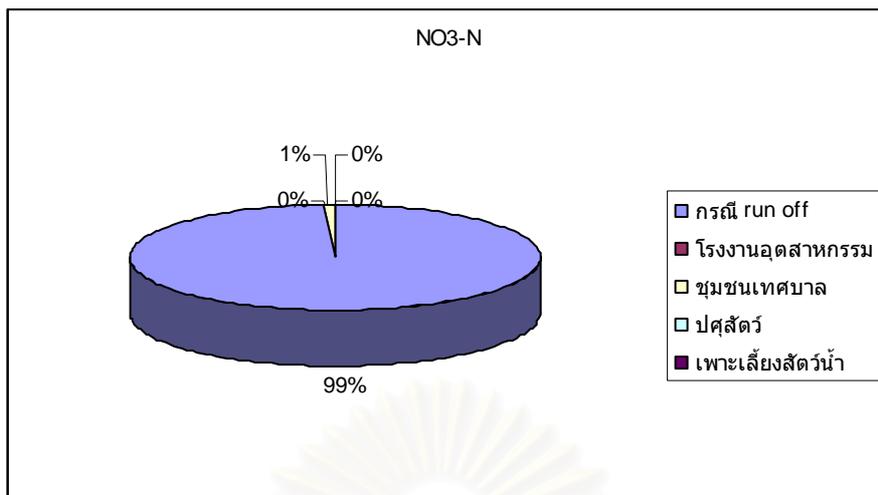
ภาพที่ 5.2 สรุปปริมาณมลพิษ NO<sub>3</sub>-N จากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ที่ลงสู่แม่น้ำพองตอนล่าง

#### 5.1.1.2 ช่วงฤดูแล้ง

ผลการประเมินมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนล่าง ที่ลงสู่แม่น้ำพองช่วงตั้งแต่ท้ายเขื่อนอุบลรัตน์จนถึงจุดบรรจบแม่น้ำชี โดยการประเมินครั้งนี้ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำ BOD และ NO<sub>3</sub>-N พบว่าปริมาณมลพิษ BOD ที่ลงสู่แม่น้ำพองมากที่สุดคือ จากการทำปศุสัตว์ มีปริมาณมลพิษรวมเท่ากับ 20,652 กก./วัน และปริมาณมลพิษ NO<sub>3</sub>-N ที่ลงสู่แม่น้ำพองมากที่สุดคือ จากกรณี run off มีปริมาณมลพิษรวมเท่ากับ 383 กก./วัน แสดงดังภาพที่ 5.3 และภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.3 สรุปปริมาณมลพิษ BOD จากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ที่ลงสู่แม่น้ำพองตอนล่าง



ภาพที่ 5.4 สรุปปริมาณมลพิษ  $\text{NO}_3\text{-N}$  จากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ที่ลงสู่แม่น้ำพองตอนล่าง

### 5.1.2 ผลการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่าง

ผลการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่างด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2K ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำ BOD และ  $\text{NO}_3\text{-N}$  โดยได้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงฤดูกาล คือช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม-ตุลาคม) และช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-เมษายน) ซึ่งผลการประเมินแสดงรายละเอียดดังนี้

#### 5.1.2.1 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

ผลการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่างคุณภาพน้ำ BOD ช่วงฤดูฝน พบว่า ความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษ (TMDL) มีค่าประมาณ 62,905 กก./วัน และมีปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน (Existing Load) ประมาณ 39,184 กก./วัน ซึ่งทำให้แม่น้ำพองตอนล่างมีความสามารถในการรองรับมลพิษเพิ่มได้อีกประมาณ 23,721 กก./วัน

ส่วนในช่วงฤดูแล้ง พบว่า ความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษ (TMDL) มีค่าประมาณ 37,880 กก./วัน โดยมี Existing Load .ในปัจจุบันประมาณ 20,652 กก./วัน ซึ่งทำให้แม่น้ำพองตอนล่างมีความสามารถในการรองรับมลพิษเพิ่มได้อีกประมาณ 17,228 กก./วัน

ตารางที่ 5.1 ผลการประเมิน TMDL คุณภาพน้ำพารามิเตอร์ BOD (กก./วัน)

มลพิษ	ปริมาณมลพิษ BOD (กก./วัน)	
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
Existing Load	39,184	20,652
Point Load	23,721	17,228
TMDL	62,905	37,880

#### 5.1.2.2 Nitrate Nitrogen (NO<sub>3</sub>-N)

ผลการประเมินความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษต่อวันของแม่น้ำพองตอนล่าง ค่า NO<sub>3</sub>-N ในช่วงฤดูฝน พบว่า ความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษ (TMDL) มีค่าประมาณ 40,216 กก./วัน และมีปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน (Existing Load) ประมาณ 3,008 กก./วัน ซึ่งทำให้แม่น้ำพองตอนล่างมีความสามารถในการรองรับมลพิษเพิ่มได้อีกประมาณ 37,208 กก./วัน

ส่วนในช่วงฤดูแล้ง พบว่า ความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษ (TMDL) มีค่าประมาณ 37,591 กก./วัน โดยมี ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน (Existing Load) ในปัจจุบันประมาณ 383 กก./วัน ซึ่งทำให้แม่น้ำพองตอนล่างมีความสามารถในการรองรับมลพิษเพิ่มได้อีกประมาณ 37,208 กก./วัน

ตารางที่ 5.3 ผลการประเมิน TMDL คุณภาพน้ำพารามิเตอร์ NO<sub>3</sub>-N (กก./วัน)

มลพิษ	ปริมาณมลพิษ NO <sub>3</sub> -N (กก./วัน)	
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
Existing Load	3,008	383
Point Load	37,573	36,345
TMDL	40,581	36,728

### 5.1.3 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การศึกษาคูณภาพน้ำโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2K ของแม่น้ำพองตอนล่าง ได้แบ่งช่วงการศึกษา 2 ช่วง คือฤดูฝน(พฤษภาคม-ตุลาคม)และฤดูแล้ง(พฤศจิกายน-เมษายน) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาปริมาณการไหลของลำน้ำและคุณภาพน้ำ โดยสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

#### 5.1.3.1 ปริมาณการไหลของลำน้ำ

ผลการจำลองลักษณะการไหลของลำน้ำโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำการปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง (Manning's n) ในแบบจำลอง ปริมาณน้ำที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจากโครงการบำรุงรักษาฝายหนองหาว

#### 5.1.3.2 คุณภาพน้ำ

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ได้ทำการปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมสำหรับคุณภาพน้ำของแม่น้ำพองตอนล่าง พบว่าค่าที่ the temperature-dependent fast CBOD hydrolysis rate ( $K_{dc}$ ) ช่วงฤดูฝนเท่ากับ  $0.3 \text{ day}^{-1}$  และช่วงฤดูแล้งเท่ากับ  $0.5 \text{ day}^{-1}$  ค่า temperature-dependent nitrification rate for ammonia nitrogen ( $K_{am}$ ) ช่วงฤดูฝนเท่ากับ  $0.1 \text{ day}^{-1}$  และช่วงฤดูแล้งเท่ากับ  $0.3 \text{ day}^{-1}$  และค่า Prescribed Reaeration ช่วงฤดูฝนเท่ากับ  $0.05-40 \text{ day}^{-1}$  และช่วงฤดูแล้งเท่ากับ  $0.05-60 \text{ day}^{-1}$

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1) การป้อนค่าความเข้มข้นของ Biochemical Oxygen Demand (BOD) ลงในแบบจำลอง QUAL 2 K ต้องทำการแปลงค่า BOD ให้อยู่ในรูปของ carbonaceous biochemical demand (CBOD) ซึ่งค่า CBOD คือ การใช้ออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้ในการย่อยสลายสารประกอบคาร์บอนที่ย่อยสลายได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนในน้ำ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้ป้อนค่า BOD ลงในแบบจำลอง QUAL2K ใ้ในรูปของ fast CBOD โดยไม่ได้แปลงค่าดังกล่าว ทำให้อาจได้ค่า DO ที่ได้จากแบบจำลองมีค่าผิดไปจากค่าที่แท้จริง จึงต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมในรายละเอียดต่อไป

2) การศึกษาแบบจำลองครั้งนี้ไม่ได้คำนึงถึงกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจของ phytoplankton รวมทั้ง Bottom algae ที่อาจมีผลต่อคุณภาพน้ำ ดังนั้นเพื่อความถูกต้องของแบบจำลองต้องทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของ phytoplankton รวมทั้ง Bottom algae ในน้ำที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ

3) การศึกษาปริมาณมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่าง ควรทำการศึกษาถึงการใช้น้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำและเพื่อความถูกต้องของการประเมินปริมาณมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำ

4) การเปรียบเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2K กับข้อมูลคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษ ได้ตัดคุณภาพน้ำที่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนดให้แม่น้ำพองตอนล่างเป็นแหล่งน้ำประเภท 3 เพื่อให้ตรงตามต้องการหาความสามารถสูงสุดต่อวันในการรองรับมลพิษของลำน้ำพองตอนล่าง

5) การประเมิน TMDL ครั้งนี้ได้ทำการปรับเพิ่มปริมาณน้ำเสียบริเวณต้นน้ำ เนื่องจากบริเวณต้นน้ำมีปริมาณมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างมีปริมาณที่น้อยกว่าช่วงบริเวณอื่นๆ ของลำน้ำพองตอนล่าง จึงทำให้ค่า TMDL ของแต่ละช่วงลำน้ำอาจมีค่าที่ไม่เท่ากัน

6) การศึกษาปริมาณมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำพองตอนล่างด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ไม่ได้ทำการศึกษาเรื่องเวลาของการระบายลงสู่ลำน้ำเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้ปริมาณมลพิษที่ระบายลงสู่ลำน้ำพองตอนล่าง อาจจะมีอัตราส่วนที่เกินจริง

7) การศึกษาปริมาณมลพิษที่อยู่ในลำน้ำด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2K ได้จำลองลักษณะการไหลของลำน้ำแบบทิศทางเดียว ซึ่งทำให้การกระจายตัวของมลพิษที่อยู่ในลำน้ำไม่สม่ำเสมอ ทำให้ผลคุณภาพน้ำที่ได้ อาจคาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กิริติ สิวังกุล. 2543. อุทกวิทยา. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ควบคุมมลพิษ, กรม. 2540. การจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- ควบคุมมลพิษ, กรม. 2545. โครงการสำรวจความสามารถในการรองรับมลพิษของแหล่งน้ำเพื่อการจัดการมลพิษจากกิจกรรมขนาดเล็กในพื้นที่อนุรักษ์น้ำดิบเพื่อการประปา. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- ควบคุมมลพิษ, กรม. 2548. โครงการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม:กิจกรรมปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งอุตสาหกรรม. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- ส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กรม. 2547. โครงการศึกษาและจัดทำข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์จังหวัด ชานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดขอนแก่น. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- นฤชัย คุณทอง. 2548. การประเมินมลพิษในแม่น้ำปราจีนบุรีโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขอนแก่น, มหาวิทยาลัย. 2538. โครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการฟื้นฟูและบำบัดคุณภาพน้ำในลำน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ขอนแก่น, มหาวิทยาลัย. 2546. โครงการวิจัยการจัดการสิ่งแวดล้อมลุ่มน้ำพอง. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ขอนแก่น, มหาวิทยาลัย. 2545. โครงการศึกษาเพื่อลดผลกระทบจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด  
กรณีศึกษาการเลี้ยงปลาในกระชังในกลุ่มน้ำพอง. กรมควบคุมมลพิษ.

วีระพล เต็มสมบัติ. 2538. หลักสูตรทฤษฎี. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิ่งแวดล้อมภาคที่ 10, สำนักงาน. 2548. คุณภาพน้ำเพื่อคุณภาพชีวิตลุ่มน้ำชีตอนบน. สำนัก  
ปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สถิติแห่งชาติ, สำนักงาน. 2547. สมุดรายงานสถิติจังหวัดขอนแก่น พ.ศ.2547. สำนักงานสถิติ  
แห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

ภัทรา เฟงธรรมกิริติ. 2541. การเปรียบเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 ในการคาดการณ์  
คุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์  
สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อิสรา พิริยะพิเศษพงศ์. 2540. การเปรียบเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำ  
ผิวดินบริเวณโรงไฟฟ้าและเหมืองแม่เมาะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขา  
วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาษาอังกฤษ

Brian Zalewsky. 2002. Quality Assurance Project Plan Woodland Creek Temperature Total Maximum Daily Load. Washington State Department of Ecology Environmental Assessment Program.

Carl W. Chen, Laura H.Z. Weintrub, Joe Herr, and Robert A. Goldstein. 2000. Impacts of a Thermal Power Plant on the Phosphorus TMDL of a Reservoir. Environmental Science & Policy 3 (2000) s217-s223.

Dustin Bilhimer, Jim Carroll, Sarah O'Neal, and Greg Pelletier. 2002. Quality Assurance Project Plan Wenatchee River Temperature, Dissolved Oxygen, and pH Total Maximum Daily Load. Washington State Department of Ecology Environmental Assessment Program.

Lawa Department of Natural Resource. 2000. Total Maximum Daily Load for Ammonia and NOx Rock Creek. Lawa Department of Natural Resources.

Lawa Department of Natural Resource Watershed In Provement. 2004. Total Maximum Daily Loads for Sediment, Nutrients, and Ammonia. Lawa Department of Natural Resource Watershed In Provement.

USEPA. 2004. Nutrient and Dissolved Oxygen TMDLs for Lake Hoskins in McIntosh County. USEPA.

Water Resources Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control. 2005. Total Maximum Daily Loads (TMDLs) Analysisfor Pocomoke River. Water Resources Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control.



**ภาคผนวก**

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก.  
มาตรฐานคุณภาพน้ำ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ฉบับที่ ๘ (พ.ศ. ๒๕๓๓)

ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

พ.ศ. ๒๕๓๕

เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๒ (๑) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติประกาศกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ไว้ดังต่อไปนี้

หมวด ๑

บททั่วไป

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

“แหล่งน้ำผิวดิน” หมายถึง แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ในพื้นแผ่นดิน ซึ่งหมายความรวมถึงแหล่งน้ำสาธารณะที่อยู่ในพื้นแผ่นดินบนเกาะด้วย แต่ไม่รวมถึงน้ำบาดาล และในกรณีที่แหล่งน้ำนั้นอยู่ติดกับทะเลให้หมายความถึงแหล่งน้ำที่อยู่ในปากแม่น้ำหรือปากทะเลสาบ ปากแม่น้ำและปากทะเลสาบให้อธิบายเขตตามที่กรมเจ้าท่ากำหนด

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
๒๓๔

## หมวด ๒

ประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ข้อ ๒ ให้แบ่งแหล่งน้ำผิวดินออกเป็น ๕ ประเภทคือ แหล่งน้ำประเภทที่ ๑ แหล่งน้ำประเภทที่ ๒ แหล่งน้ำประเภทที่ ๓ แหล่งน้ำประเภทที่ ๔ และแหล่งน้ำประเภทที่ ๕

(๑) แหล่งน้ำประเภทที่ ๑ ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำที่จากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (ก) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- (ข) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
- (ค) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

(๒) แหล่งน้ำประเภทที่ ๒ ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำที่จากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

- (ข) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
- (ค) การประมง
- (ง) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

(๓) แหล่งน้ำประเภทที่ ๓ ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำที่จากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

- (ข) การเกษตร

(๔) แหล่งน้ำประเภทที่ ๔ ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำที่จากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

- (ข) การอุตสาหกรรม

(๕) แหล่งน้ำประเภทที่ ๕ ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ข้อ ๓ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๑ ต้องมีสภาพตามธรรมชาติ และสามารถ  
ใช้ประโยชน์ได้ตามข้อ ๒ (๑)

ข้อ ๔ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๒ ต้องมีมาตรฐานดังต่อไปนี้

(๑) ไม่มีวัตถุหรือสิ่งของที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ซึ่งจะทำให้ สี กลิ่น  
และรสของน้ำเปลี่ยนไปตามธรรมชาติ

(๒) อุณหภูมิ (Temperature) ไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน ๓  
องศาเซลเซียส

(๓) ความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าระหว่าง ๕.๐-๙.๐

(๔) ออกซิเจนละลาย (DO) มีค่าไม่น้อยกว่า ๖.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๕) บีโอดี (BOD) มีค่าไม่เกินกว่า ๑.๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๖) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) มีค่าไม่  
เกินกว่า ๕,๐๐๐ เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร

(๗) แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลลีฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria) มีค่าไม่  
เกินกว่า ๑,๐๐๐ เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร

(๘) ไนเตรต ( $\text{NO}_3$ ) ในหน่วยไนโตรเจน มีค่าไม่เกินกว่า ๕.๐ มิลลิกรัม  
ต่อลิตร

(๙) แอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) ในหน่วยไนโตรเจน มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๕ มิลลิกรัม  
ต่อลิตร

(๑๐) ฟีนอล (Phenols) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๑) ทองแดง (Cu) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๒) นิกเกิล (Ni) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๓) แมงกานีส (Mn) มีค่าไม่เกินกว่า ๑.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๔) สังกะสี (Zn) มีค่าไม่เกินกว่า ๑.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๕) แคดเมียม (Cd) ในน้ำที่มีความกระด้างในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  ไม่เกินกว่า  
๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร และในน้ำที่มีความกระด้าง  
ในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  เกินกว่า ๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๖) โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๗) ตะกั่ว (Pb) มีค่าไม่เกิน ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๘) พรอททั้งหมด (Total Hg) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๐๒ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๙) สารหนู (As) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒๐) ไซยาไนด์ (Cyanide) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒๑) กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) มีค่ารังสีแอลฟา (Alpha) ไม่เกินกว่า ๐.๑ เบคเคอเรลต่อลิตร และรังสีเบตา (Beta) ไม่เกินกว่า ๑.๐ เบคเคอเรลต่อลิตร

(๒๒) สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒๓) ดีดีที (DDT) มีค่าไม่เกินกว่า ๑.๐ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๔) บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๒ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๕) ดีลด์ริน (Dieldrin) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๑ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๖) อัลดริน (Aldrin) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๑ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๗) เฮปตาคลอร์ (Heptachlor) และเฮปตาคลอร์อีพอกไซด์ (Heptachlorepoxyde) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๒ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๘) เอนดริน (Endrin) ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด

ข้อ ๕ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๓ ต้องมีมาตรฐานตาม ข้อ ๔ เว้นแต่

(๑) ออกซิเจนละลาย มีค่าไม่น้อยกว่า ๔.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒) บีโอดี มีค่าไม่เกินกว่า ๒.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๓) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด มีค่าไม่เกินกว่า ๒๐,๐๐๐ เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร

(๔) แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลลโคลิฟอร์ม มีค่าไม่เกินกว่า ๔,๐๐๐ เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร

ข้อ ๖ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๔ ต้องมีมาตรฐานตามข้อ ๔ (๑) ถึง (๕) และ (๘) ถึง (๒๘) เว้นแต่

(๑) ออกซิเจนละลาย มีค่าไม่น้อยกว่า ๒.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒) บีโอดี มีค่าไม่เกินกว่า ๔.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ ๗ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๕ ต้องมีมาตรฐานต่ำกว่าคุณภาพน้ำ ในแหล่งน้ำประเภทที่ ๔

ข้อ ๘ การกำหนดให้แหล่งน้ำผิวดินแหล่งใดแหล่งหนึ่งเป็นประเภทใดตามข้อ ๒ ให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษประกาศในราชกิจจานุเบกษา

#### หมวด ๓

#### วิธีการเก็บตัวอย่างและตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ข้อ ๙ การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจสอบคุณภาพตามข้อ ๓ ถึง ข้อ ๗ ให้ใช้วิธีการดังต่อไปนี้

(๑) แหล่งน้ำไหล ซึ่งได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง เป็นต้น ให้เก็บที่จุดกึ่งกลาง ความกว้างของแหล่งน้ำที่ระดับกึ่งกลางความลึก ณ จุดตรวจสอบ เว้นแต่แบบที่เรียกกลุ่ม โคลิฟอร์มทั้งหมดและแบบที่เรียกกลุ่มฟีคอล โคลิฟอร์ม ให้เก็บที่ระดับความลึก ๓๐ เซนติเมตร ณ จุดตรวจสอบ

(๒) แหล่งน้ำนิ่ง ซึ่งได้แก่ ทะเลสาบ หนอง บึง อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น ให้เก็บที่ระดับความลึก ๑ เมตร ณ จุดตรวจสอบสำหรับแหล่งน้ำที่มีความลึกเกินกว่า ๒ เมตร และให้เก็บที่จุดกึ่งกลางความลึก ณ จุดตรวจสอบสำหรับแหล่งน้ำที่มีความลึกไม่เกิน ๒ เมตร เว้นแต่แบบที่เรียกกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบบที่เรียกกลุ่มฟีคอล โคลิฟอร์ม ให้เก็บที่ระดับความลึก ๓๐ เซนติเมตร ณ จุดตรวจสอบ

จุดตรวจสอบตาม (๑) และ (๒) ของแหล่งน้ำที่กำหนดตามข้อ ๘ ให้เป็นไปตามที่ กรมควบคุมมลพิษกำหนด

ข้อ ๑๐ การตรวจสอบคุณภาพน้ำตามข้อ ๓ ถึงข้อ ๗ ให้ใช้วิธีการดังต่อไปนี้

(๑) การตรวจสอบอุณหภูมิ ให้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) วัดขณะ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ

(๒) การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่าง ให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรด และด่างของน้ำ (pH meter) ตามวิธีการหาค่าแบบอิเล็กโตรเมตริก (Electrometric)

(๓) การตรวจสอบค่าออกซิเจนละลาย ให้ใช้วิธีอะไซด์โมดิฟิเคชัน (Azide Modification)

(๔) การตรวจสอบค่าบีไอดี ให้ใช้วิธีอะไซด์โมดิฟิเคชัน (Azide Modification) ที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๕ วันติดต่อกัน

(๕) การตรวจสอบค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและค่าแบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม ให้ใช้วิธีมัลติเทิล ทิวบ์ เฟอ์เมนเตชัน เทคนิก (Multiple Tube Fermentation Technique)

(๖) การตรวจสอบค่าไนเตรดในหน่วยไนโตรเจน ให้ใช้วิธีแคดเมียมรีดักชัน (Cadmium Reduction)

(๗) การตรวจสอบค่าแอมโมเนียในหน่วยไนโตรเจน ให้ใช้วิธีดิสทิลเลชันเนสสเลอร์ไรเซชัน (Distillation Nesslerization)

(๘) การตรวจสอบค่าฟีนอล ให้ใช้วิธีดิสทิลเลชัน ๔ - อะมิโนแอนติไพรีน (Distillation, 4-Amino antipyrine)

(๙) การตรวจสอบค่าทองแดง นิกเกิล แมงกานีส สังกะสี แคดเมียม โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ และตะกั่ว ให้ใช้วิธีอะตอมิก แอบซอร์ปชัน ไดเรกต์ แอสไพเรชัน (Atomic Absorption - Direct Aspiration)

(๑๐) การตรวจสอบค่าปรอททั้งหมด ให้ใช้วิธีอะตอมิก แอบซอร์ปชัน โคลด์เวปเปอร์ เทคนิก (Atomic Absorption-Cold Vapour Technique)

(๑๑) การตรวจสอบค่าสารหนู ให้ใช้วิธีอะตอมิก แอบซอร์ปชัน แก๊สไฮไดรด์ (Atomic Absorption - Gaseous Hydride)

(๑๒) การตรวจสอบค่าไซยาไนด์ ให้ใช้วิธีไพริดีน บาร์บิทูริก แอซิด (Pyridine - Barbituric Acid)

(๑๓) การตรวจสอบค่ากัมมันตภาพรังสี ให้ใช้วิธีโลว์ แบ็กกราวด์พร็อพอร์ชันนอล เคาน์เตอร์ (Low Background Proportional Counter)

(๑๔) การตรวจค่าสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด คีลิกที บีเอชซีชนิดแอลฟา ดีลคริน อัลคริน เฮปคาคลอร์อีพอกไซด์ และเอนคริน ให้ใช้วิธีแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas - Chromatography)

ข้อ ๑๑ การตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายให้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ ๒๐ (20<sup>th</sup> Percentile Value) ส่วนการตรวจสอบค่าบีไอดี แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด และแบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม ให้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ ๘๐ โดยจำนวนและระยะเวลาสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำดังกล่าว ให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด

ข้อ ๑๒ การเก็บตัวอย่างน้ำตามข้อ ๘ และการตรวจสอบคุณภาพน้ำตามข้อ ๑๐ จะต้องเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (Standard Methods for Examination of Water and Wastewater) ซึ่ง American Public Health Association และ American Water Works Association กับ Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนดไว้ด้วย

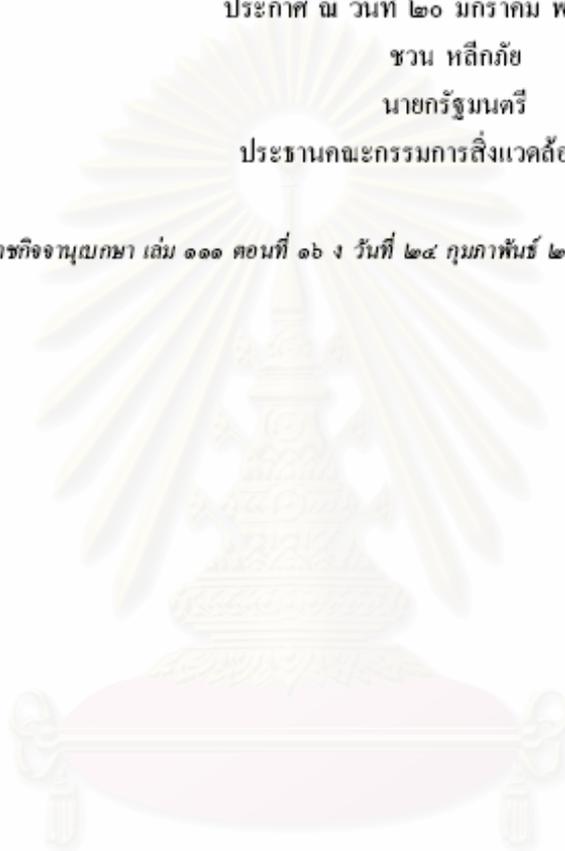
ประกาศ ณ วันที่ ๒๐ มกราคม พ.ศ. ๒๕๓๗

ชวน หลีกภัย

นายกรัฐมนตรี

ประธานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๑๑ ตอนที่ ๑๖ ง วันที่ ๒๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๓๗)



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**ประกาศกรมควบคุมมลพิษ**  
เรื่อง กำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำพอง แม่น้ำชี  
แม่น้ำมูล และลำตะคอง

ด้วยประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ ๘ (พ.ศ. ๒๕๓๗) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ข้อ ๘ ได้กำหนดว่า “การกำหนดให้แหล่งน้ำผิวดินแหล่งใดแหล่งหนึ่งเป็นประเภทใดตามข้อ ๒ ให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษประกาศในราชกิจจานุเบกษา” ฉะนั้น เพื่อให้การเป็นไปตามความในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติดังกล่าว และเพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์คุณภาพน้ำในแม่น้ำพอง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล และลำตะคอง กรมควบคุมมลพิษ จึงกำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำพอง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล และลำตะคอง ไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้แม่น้ำพองตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างแม่น้ำพองกับแม่น้ำชีบริเวณบ้านคุชเชือก ตำบลหนองบึง อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม กิโลเมตรที่ ๐ จนถึงแม่น้ำพองบริเวณท้ายเขื่อนอุบลรัตน์ บ้านบ่อนกเขา ตำบลบ้านคง อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น กิโลเมตรที่ ๑๔๐ เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ ๓

ข้อ ๒ ให้แม่น้ำชีตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างแม่น้ำชีกับแม่น้ำมูลบริเวณบ้านท่าขอนไผ่ ตำบลปทุมวาชัย อำเภอรินจ่าราบ จังหวัดอุบลราชธานี กิโลเมตรที่ ๐ จนถึงแม่น้ำชีบริเวณสะพานเวชศาสตร์ บ้านโนนน้อย ตำบลลุ่มน้ำชี อำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ กิโลเมตรที่ ๔๒๕ เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ ๓

ข้อ ๓ ให้แม่น้ำมูลตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างแม่น้ำมูลกับแม่น้ำโขง บริเวณบ้านท่าแพ ตำบลโขงเจียม อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี กิโลเมตรที่ ๐ จนถึงแม่น้ำมูล

บริเวณสะพานบ้านโนนเพชร ตำบลท่าเยี่ยม อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา กิโลเมตรที่ ๑๘๗ เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ ๓

ข้อ ๔ ให้ลำตะคองตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างลำตะคองกับแม่น้ำมูล บริเวณตำบลพะเนา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา กิโลเมตรที่ ๐ จนถึงลำตะคอง บริเวณฝายคนชุม บ้านคนชุม ตำบลพรุใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา กิโลเมตรที่ ๒๔ เป็นช่วงที่ ๑ และเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ ๔

ข้อ ๕ ให้ลำตะคองตั้งแต่บริเวณฝายคนชุม บ้านคนชุม ตำบลพรุใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา กิโลเมตรที่ ๒๔ จนถึงลำตะคอง บริเวณบ้านบุกระเจ็ด ตำบลชนงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา กิโลเมตรที่ ๑๘๐ เป็นช่วงที่ ๒ และเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ ๓

ทั้งนี้ ดังปรากฏตามแผนที่ท้ายประกาศนี้

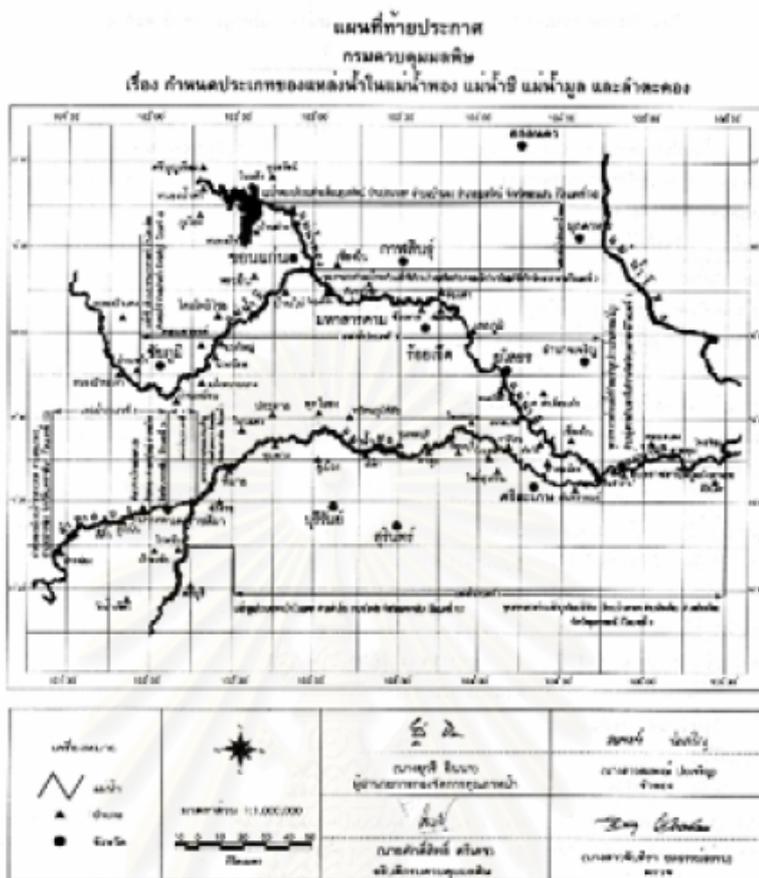
ประกาศ ณ วันที่ ๓๑ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๔๒

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีเดช

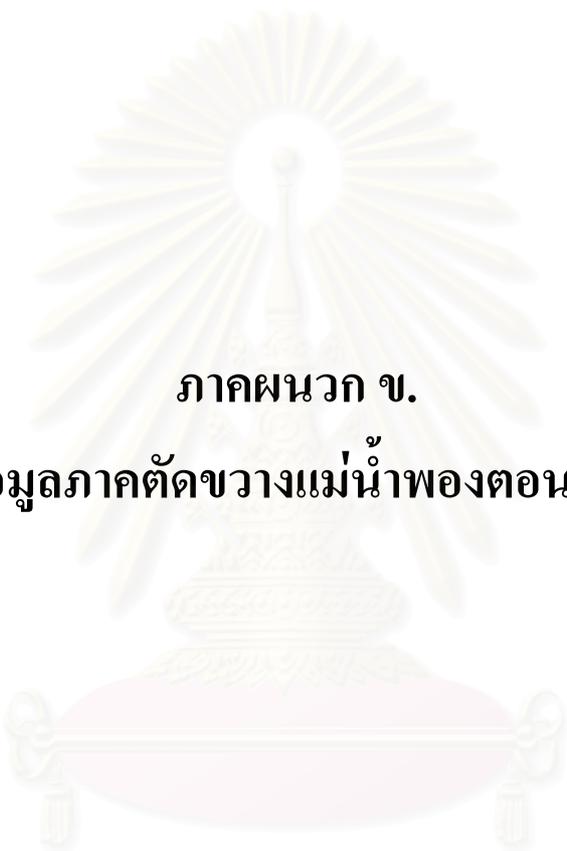
อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๑๖ ตอนที่ ๕๓ ง วันที่ ๖ กรกฎาคม ๒๕๔๒)

สถาบันวิทยบริการ  
๓๑๑  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ  
๓๑๒  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



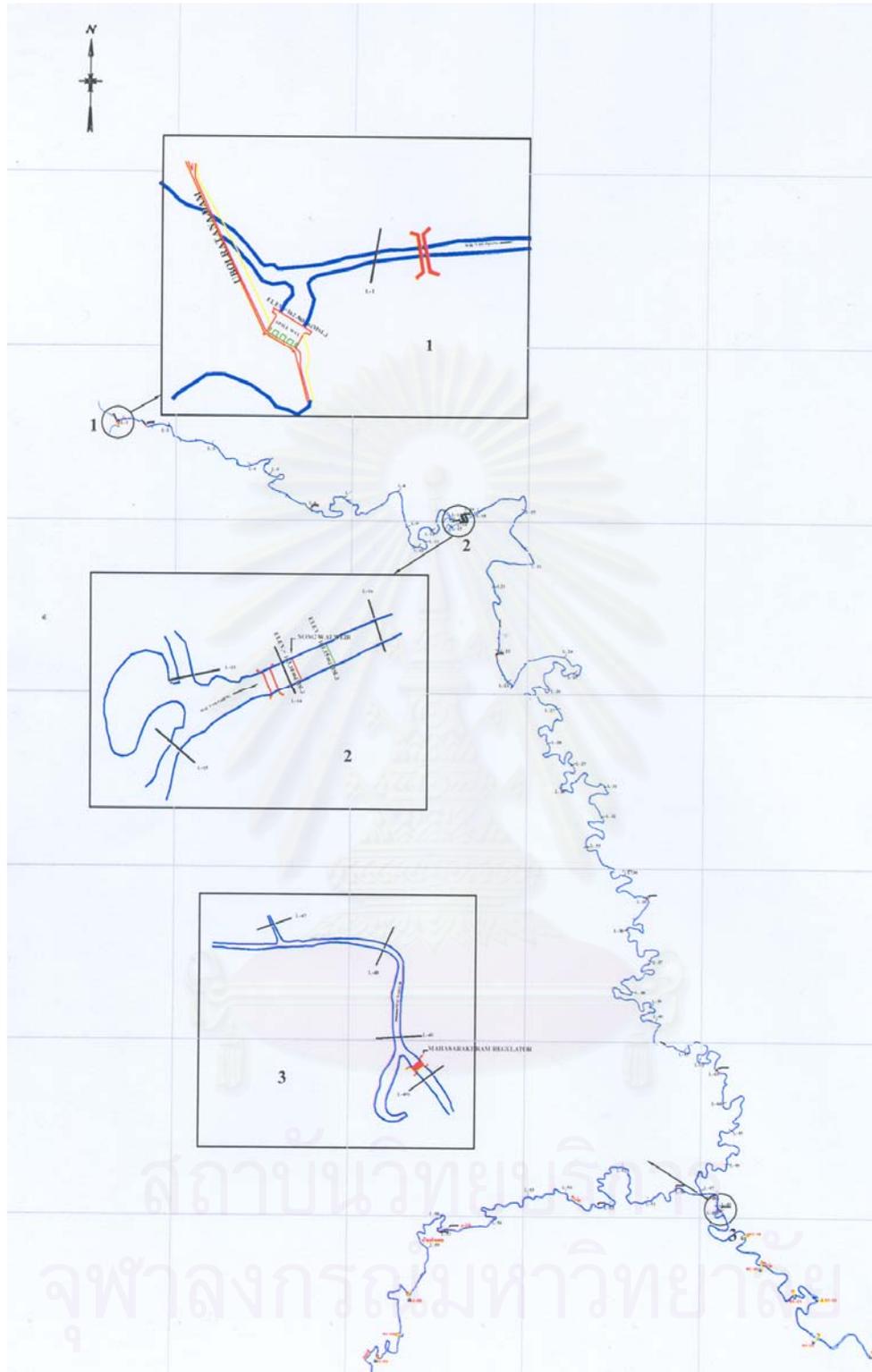
ภาคผนวก ข.  
ข้อมูลภาคตัดขวางแม่น้ำพองตอนล่าง

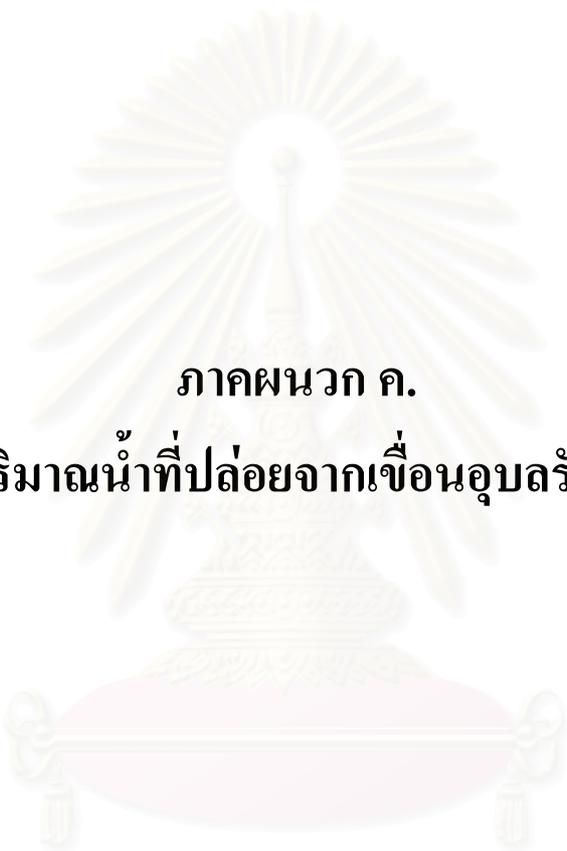
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

STA.	COORDINATE (UTM)		INTER SECTION DISTANCE ( m. )	CHAINAGE ( m. )	ELEVATION ( m. )		
	N ( m. )	E ( m. )			LEFT BANK	RIGHT BANK	BED ELEVATION
DAM	1,855,569.586	246,672.405	0.00	0.00	186.77	186.77	186.77
L1	1,855,682.601	246,958.226	468.05	468.05	171.61	170.06	151.66
L2	1,855,455.976	249,571.166	2766.79	3234.84	166.46	169.64	152.53
L3	1,854,420.661	252,080.980	3034.61	6269.45	168.94	168.21	153.75
L4	1,853,210.144	254,167.222	2767.10	9036.55	167.41	169.24	153.41
L5	1,852,684.298	255,392.478	2507.18	11543.73	167.19	167.54	153.94
L6	1,850,715.989	257,736.935	4972.60	16516.33	166.30	165.56	152.23
L7	1,851,367.115	259,643.417	4444.51	20960.84	165.62	165.20	151.78
L8	1,851,778.126	262,674.331	4393.11	25353.95	164.86	164.18	152.31
L9	1,849,700.287	263,224.272	2174.31	27528.26	166.27	166.12	150.58
L10	1,848,687.603	263,878.316	1573.22	29101.49	166.51	164.34	151.79
L11	1,848,835.107	264,168.930	762.54	29864.03	164.66	165.86	150.36
L12	1,849,528.479	264,615.964	1879.00	31743.02	165.73	163.53	150.14
L13	1,850,134.025	265,694.009	2691.45	34434.48	169.40	164.78	149.05
L14	1,850,257.046	266,167.678	706.63	35141.11	169.16	169.51	160.05
WEIR	1,850,261.805	266,270.084	104.12	35245.23	163.10	163.10	163.10

STA.	COORDINATE (UTM)		INTER SECTION DISTANCE ( m. )	CHAINAGE ( m. )	ELEVATION ( m. )		
	N ( m. )	E ( m. )			LEFT BANK	RIGHT BANK	BED ELEVATION
WEIR	1,850,347.258	266,423.271	173.77	35419.00	161.15	161.15	161.15
L16	1,850,577.135	266,669.705	302.34	35721.34	164.52	164.53	148.35
L18	1,850,780.011	267,090.387	479.49	36200.83	164.75	163.96	149.17
L19	1,850,596.263	269,827.379	3839.41	40040.25	164.63	164.25	148.36
L20	1,847,565.530	270,341.417	3749.91	43790.16	162.41	164.39	145.70
L21	1,846,250.771	268,231.654	4079.35	47869.51	162.25	162.59	147.93
L22	1,842,508.175	268,463.210	4311.15	52180.66	162.37	159.85	148.34
L23	1,840,938.482	269,079.819	1921.72	54102.38	159.39	160.76	146.93
L24	1,842,409.978	272,197.737	4192.83	58295.21	161.27	160.77	147.84
L25	1,841,259.247	272,605.365	1963.66	60258.86	160.91	160.15	148.62
L26	1,840,228.086	271,308.435	4312.14	64571.00	161.22	158.58	147.62
L27	1,839,213.580	271,895.992	3418.79	67989.79	160.24	159.85	148.12
L28	1,837,251.993	271,372.344	4108.45	72098.24	159.58	159.19	147.99
L29	1,836,046.787	272,754.126	4367.97	76466.21	158.83	159.32	145.68
L30	1,834,752.928	272,042.113	2242.95	78709.16	158.07	158.38	146.23
L31	1,834,756.590	274,589.517	4282.52	82991.68	158.82	157.55	144.76

STA.	COORDINATE (UTM)		INTER SECTION DISTANCE ( m. )	CHAINAGE ( m. )	ELEVATION ( m. )		
	N ( m. )	E ( m. )			LEFT BANK	RIGHT BANK	BED ELEVATION
L32	1,833,053.465	274,435.700	3015.61	86007.29	156.97	157.27	144.03
L33	1,831,261.620	273,582.714	4239.16	90246.45	156.27	155.79	144.92
L34	1,829,794.835	275,645.556	3718.16	93964.61	156.73	155.99	144.35
L35	1,828,489.662	276,953.119	3583.42	97548.04	155.92	155.82	143.59
L36	1,826,520.760	275,856.630	4045.12	101593.16	154.26	155.00	143.29
L37	1,824,651.446	277,206.907	4274.09	105867.24	154.56	153.52	143.47
L38	1822889.865	276218.421	4889.41	110756.65	153.33	152.95	139.31
L39	1822273.437	277251.587	5110.74	115867.39	152.36	152.72	141.82
L40	1,821,433.591	277,488.107	2313.98	118181.37	151.92	152.90	140.89
L41	1,819,659.865	279,127.150	3394.03	121575.39	151.45	152.33	139.94
L42	1,819,090.974	279,927.126	3396.13	124971.52	150.95	152.39	137.11
L43	1,818,603.455	281,001.968	3118.74	128090.26	150.52	151.27	139.91
L44	1,816,587.721	281,445.755	2522.91	130613.17	150.45	151.65	139.66
L45	1,814,920.422	281,826.162	4507.28	135120.45	150.01	149.88	139.62
L46	1,813,050.225	281,667.995	4382.87	139503.32	151.67	149.45	138.92
L47	1,811,638.904	280,211.162	4500.01	144003.33	149.30	149.82	138.26





ภาคผนวก ก.  
ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนอุบลรัตน์

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ปล่อยออกจากเขื่อนอุบลรัตน์(ล้าน ลบ.ม.)

	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
ปี2537	9.59	9.97	9.95	6.07	0	3.8	55.69	48.4	10.16	77.04	30.97	7.31
ปี2538	51.94	30.95	32.67	25.11	21.71	22.83	72.87	372.66	457.31	247.49	45.91	20.16
ปี2539	87.24	82.66	90.48	70.62	165.1	237.65	212.92	150.39	79.94	285.87	352.51	137.64
ปี2540	115.02	104.63	170.74	182.49	204.67	184.07	118.22	114.77	78.51	64.98	23.87	9.28
ปี2541	66.77	39.12	81.39	62.03	13.59	6.54	115.37	80.55	35.53	101.45	10.13	15.64
ปี2542	57.77	76.56	97.77	49.79	14.25	113.95	367.27	140.29	203.86	98.69	225.69	56.45
ปี2543	114.03	157.67	213.78	205.1	501.68	772.07	714.44	495.5	394.63	115.8	39.97	91.94
ปี2544	138.02	158.74	177.29	190.76	117.35	185.72	158.02	307.6	683.51	654.01	699.52	300.73
ปี2545	197.31	176.4	194.14	140.19	214.87	239.47	152.88	54.76	1024.8	775.6	552.01	179.33
ปี2546	177.16	160.04	237.8	200.43	94.33	251.82	260.72	169.26	336.54	399.55	131.18	83.28
ปี2547	213.01	131.33	172.47	142.66	62.8	34.37	207.37	409.3	177.88	164.48	64.42	34.81

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ไหลผ่านฝายหนองหวาย (ล้าน ลบ.ม.)

เดือน	ปี 37	ปี 38	ปี 39	ปี 40	ปี 41	ปี 42	ปี 43	ปี 44	ปี 45	ปี 46	ปี 47
ม.ค.	5.307	5.068	20.435	32.831	6.334	5.99	20.218	20.582	93.265	46.582	73.773
ก.พ.	5.937	2.854	25.235	20.898	5.063	9.489	49.559	45.111	73.097	43.936	26.552
มี.ค.	8.364	6.521	26.068	53.896	11.857	20.911	83.409	56.059	76.863	81.302	23.118
เม.ย.	7.896	7.921	19.284	80.957	13.163	13.996	163.396	115.86	59.438	138.906	15.93
พ.ค.	5.109	16.275	142.673	183.95	17.786	67.496	533.726	136.959	246.794	70.142	47.466
มิ.ย.	5.178	21.711	221.226	158.813	19.061	106.214	787.428	203.298	284.563	164.408	100.127
ก.ค.	4.92	12.394	104.518	53.829	15.27	298.523	734.808	88.06	56.543	124.652	174.285
ธ.ค.	3.802	368.631	25.304	32.453	14.664	64.796	498.177	464.08	29.156	123.318	300.062
ก.ย.	36.027	449.747	138.046	20.425	18.23	154.757	366.645	726.305	1080.754	424.599	96.022
ต.ค.	10.537	184.094	236.558	16.458	8.089	31.469	69.718	547.762	824.488	248.699	18.851
พ.ย.	6.41	47.948	358.813	7.113	5.814	242.351	48.036	725.667	546.523	62.473	35.855
ธ.ค.	6.326	17.174	140.133	5.396	6.502	19.93	24.678	252.871	101.591	55.599	25.601



**ภาคผนวก ง.  
คุณภาพแม่น้ำพองตอนล่าง**

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาค	แหล่งน้ำ	รหัส	บริเวณ	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
อีสาน	พอง	PO01	วธันยารีสอร์ทฯ	พระลับ	เมือง	ขอนแก่น
อีสาน	พอง	PO02	สะพานพรหมนิมิตร	โคกสี	เมือง	ขอนแก่น
อีสาน	พอง	PO03	จุดสูบน้ำประปาบ้านหนองหิน		เมือง	ขอนแก่น
อีสาน	พอง	PO04	วัดอุทุมพร บ้านท่ามะเคื่อ		น้ำพอง	ขอนแก่น
อีสาน	พอง	PO05	สะพานท่าแม่-วังชัย		น้ำพอง	ขอนแก่น
อีสาน	พอง	PO06	ใต้โรงงานน้ำตาลขอนแก่น บ้านกุดน้ำใสน้อย		น้ำพอง	ขอนแก่น
อีสาน	พอง	PO07	ศาลเจ้าปู่ถุงเทียว		น้ำพอง	ขอนแก่น
อีสาน	พอง	PO08	ฝายหนองหวาย		น้ำพอง	ขอนแก่น
อีสาน	พอง	PO09	จุดสูบน้ำประป่าน้ำพอง		น้ำพอง	ขอนแก่น
อีสาน	พอง	PO10	ใต้ปากบึงห้วยโจด 100 เมตร		น้ำพอง	ขอนแก่น
อีสาน	พอง	PO11	เหนือปากบึงห้วยโจด 100 เมตร		น้ำพอง	ขอนแก่น
อีสาน	พอง	PO9.1	บ้านหนองบัวน้อย		น้ำพอง	ขอนแก่น
อีสาน	พอง	PO9.2	บ้านเสื่อเต็น		น้ำพอง	ขอนแก่น
อีสาน	พอง	PO12	บ้านคำบอน	โคกสูง	อุบลรัตน์	ขอนแก่น
อีสาน	พอง	PO13	สะพานบ้านบ่อนกเขา		อุบลรัตน์	ขอนแก่น

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO01	18/4/1995	30	6.4	2.7	2.1	0.2
PO01	9/4/1996	30	6.75	3.8	2.1	0.04
PO01	27/1/1997	27.2	8.3	7	3.2	0.01
PO01	11/4/1998	27	6.3	3.6	2.9	49
PO01	18/5/1999	28	6	3.4	2.9	0.31
PO01	19/4/2000	27.8	7.25	4.8	1.5	0.87
PO01	15/5/2002	29	7.5	4.8	3	-
PO01	6/5/2003	34	8	9.5	1	0.01
PO01	5/3/2004	26	7.4	4.7	2	0.19

ฤดูแล้ง

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO01	13/9/1995	29.1	7.13	4	2.4	0.28
PO01	17/1/1996	24	6.8	2.5	2.9	0.01
PO01	11/12/1997	28.2	6.8	6.8	2.4	0.04
PO01	18/5/1998	31	7	5.5	1.8	0.02
PO01	16/11/1999	26.1	6.85	6.6	1.5	0.24
PO01	15/11/2000	27.6	7.3	8	1.98	0.08
PO01	7/11/2001	26	6.6	5.4	1.6	0.16
PO01	20/11/2002	26	7.4	4.5	2	0.36
PO01	11/11/2003	29	7.5	8.1	1.6	0.07
PO01	23/5/2004	31	7.8	6.7	2.5	0.02

ฤดูฝน

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO02	18/4/1995	32	7.38	3.9	1.2	0.01
PO02	9/3/1996	28	6.9	5.9	1.2	0.01
PO02	27/1/1997	24.8	7.5	6.1	1.7	0.01
PO02	11/4/1998	28	6.5	4.5	1.7	57
PO02	18/5/1999	29	6.2	4.1	1.7	0.31
PO02	19/4/2000	28.5	7.3	6.1	1	0.79
PO02	15/5/2002	29	7.6	5.5	2.6	-
PO02	7/5/2003	32	7.6	6.2	1.2	0.01
PO02	5/3/2004	21	7.5	6.6	1.8	0.17

ฤดูแล้ง

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO02	13/9/1995	28.7	7.4	4.9	3.3	0.59
PO02	16/1/1996	24	7.4	5.6	1.4	0.03
PO02	11/12/1997	27.5	7.1	5.9	1.3	0.05
PO02	19/5/1998	31	6.8	2.7	1.2	0.03
PO02	16/11/1999	26.7	6.96	7	1.2	0.23
PO02	15/11/2000	27.2	7.3	10.5	1.36	0.1
PO02	7/11/2001	26	6.5	5.5	1.5	0.17
PO02	20/11/2002	26	7.5	6.1	0.9	0.52
PO02	11/11/2003	29	7.3	7.7	0.8	0.1
PO02	21/12/2004	23	7.3	7.6	1.7	0.22

## ฤดูฝน

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO03	18/4/1995	35	7.3	4.9	1.6	0.11
PO03	9/4/1996	29.4	6.58	6.1	1.9	0.01
PO03	27/1/1997	24	7.6	6.7	2.3	0.01
PO03	19/5/1998	31	6.8	5.6	1.2	0.03
PO03	18/5/1999	28	6.9	4.8	1.6	0.33
PO03	19/4/2000	28.1	7.39	6	1	0.88
PO03	15/5/2002	28	7.5	5.5	2.7	-
PO03	6/5/2003	33	7.9	8.5	1.3	0.01
PO03	23/5/2004	31	8.1	8	1	0.04

## ฤดูแล้ง

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO03	9/12/1995	29	8.3	5.6	2.2	0.72
PO03	16/1/1996	27	7.4	9.3	1.9	0.05
PO03	11/12/1997	27.6	6.9	7.6	1.3	0.09
PO03	11/4/1998	26	6.6	5.2	1.4	2.3
PO03	16/11/1999	26.2	6.84	6.8	1	0.23
PO03	15/11/2000	27.5	7.2	6.7	1.14	0.19
PO03	7/11/2001	27	7	5.8	1.8	0.21
PO03	20/11/2002	26	7.6	6.4	1	0.46
PO03	11/11/2003	28	7	8	1	0.09
PO03	5/3/2004	27	7.4	7.2	1.8	0.18

ฤดูฝน

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO04	18/4/1995					
PO04	9/3/1996	29.9	7.75	7.9	1.9	0.01
PO04	27/1/1997	24.6	7.7	7.2	3.4	0.01
PO04	19/5/1998	30	7	6.5	1.1	0.09
PO04	18/5/1999	29	6.4	4.6	1.5	0.32
PO04	19/4/2000	28.7	7.3	6.3	2.2	0.83
PO04	15/5/2002	29	7.6	5.7	1.7	-
PO04	7/5/2003	32	7.4	6.7	0.6	0.16
PO04	23/5/2004	31	8.2	7.7	1.2	0.21

ฤดูแล้ง

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO04	9/12/1995					
PO04	16/1/1996					
PO04	11/12/1997	29.5	7.1	6.6	1.1	0.09
PO04	11/4/1998	28	6.6	6.4	1.3	0.02
PO04	16/11/1999	26.7	6.99	7.3	1.1	0.27
PO04	15/11/2000	26.2	7.2	6.5	0.6	0.1
PO04	7/11/2001	26	6.6	6	1.3	0.16
PO04	20/11/2002	26	7.5	6.5	0.9	0.48
PO04	12/11/2003	28	7.5	7.8	1	0.13
PO04	5/3/2004	21.5	7.7	7.6	2	0.22

## ฤดูฝน

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO05	18/4/1995	35	7.35	7.2	1.9	0.01
PO05	9/3/1996	27.1	7.54	6.2	0.9	0.01
PO05	27/1/1997	22.1	7.78	6.7	2.1	0.01
PO05	18/5/1998	31	7	5.5	1.2	0.23
PO05	18/5/1999	29	6.6	4.7	2.6	0.24
PO05	19/4/2000	28.1	7.2	6.7	1.2	0.47
PO05	15/5/2002	29	7.7	6.2	1.6	-
PO05	7/5/2003	32	7.5	6.7	1.3	0.17
PO05	23/5/2004	31	8.1	6.6	0.7	0.15

## ฤดูแล้ง

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO05	9/12/1995	29	6.13	6.7	2.5	0.3
PO05	16/1/1996	27	7.9	10.2	1.6	0.03
PO05	11/11/1997	28.6	7.5	8.7	0.4	0.13
PO05	11/4/1998	29	7.2	8.4	1.7	0.01
PO05	16/11/1999	26.4	7.14	7.8	1.3	0.25
PO05	15/11/2000	27.7	7.2	6.5	0.6	0.04
PO05	7/11/2001	26	6.8	6.1	1.3	0.15
PO05	20/11/2002	26	7.7	7.2	1.5	0.37
PO05	12/11/2003	27	7.4	7.8	0.9	0.1
PO05	5/3/2004	22	7.8	7.3	1.5	0.12

ฤดูฝน

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO06	18/4/1995	32	7.36	7.3	4.2	0.69
PO06	9/3/1996	29.5	7.31	6.7	2.3	0.01
PO06	27/1/1997	24.9	7.95	8.3	1.5	0.01
PO06	18/5/1998	30	7.1	6.2	0.8	0.36
PO06	18/5/1999	29	6.4	5.1	2.2	0.24
PO06	19/4/2000	28.2	7.46	7	0.9	0.49
PO06	15/5/2002	29	7.7	6.3	1.7	-
PO06	7/5/2003	32	7.5	6	1	0.11
PO06	23/5/2004	32	8	7.1	0.5	0.1

ฤดูแล้ง

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO06	9/12/1995					
PO06	16/1/1996	26	6.4	10.3	1	0.05
PO06	11/11/1997	29.8	7.6	10.5	1.4	0.26
PO06	11/4/1998	28	7.2	8	1.4	0.19
PO06	16/11/1999	27.2	6.92	7.5	1.1	0.24
PO06	15/11/2000	27.9	7.3	6.5	0.6	0.03
PO06	7/11/2001	26	6.7	5.8	1.7	0.17
PO06	20/11/2002	26	7.7	7.1	0.9	0.31
PO06	12/11/2003	29	7.5	8.2	1.2	0.09
PO06	6/3/2004	24	7.9	7.3	1.9	0.1

ฤดูฝน

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO07	18/4/1995	33	7.08	7.1	2.7	0.11
PO07	9/3/1996	29.2	7.22	6.5	1.7	0.02
PO07	27/1/1997	25.05	7.8	7.6	1.6	0.01
PO07	18/5/1998	30	7	6.1	1.1	0.2
PO07	18/5/1999	28	6.4	5.9	1.4	0.1
PO07	19/4/2000	30	7.5	7.8	1.2	0.24
PO07	15/5/2002	29	7.7	6.7	0.9	-
PO07	7/5/2003	32	7.6	6.8	0.8	0.08
PO07	23/5/2004	32	8.1	7.1	0.5	0.08

ฤดูแล้ง

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO07	9/12/1995	29	8	7.1	1.7	0.41
PO07	16/1/1996	26	6.6	8.7	1.3	0.05
PO07	11/11/1997	29.4	7.4	7.7	1.2	0.41
PO07	11/4/1998	28	7	7.6	2.1	0.99
PO07	16/11/1999	26.7	6.94	7.8	0.9	0.21
PO07	15/11/2000	27.4	7.4	7.5	0.78	0.03
PO07	7/11/2001	26	6.4	5.5	1.7	0.14
PO07	20/11/2002	26	7.6	7.1	1.1	0.23
PO07	12/11/2003	28	7.6	8.3	0.9	0.11
PO07	6/3/2004	24	7	6.9	1.4	0.3

ฤดูฝน

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO08	18/4/1995	31	7.86	1.4	1.8	0.01
PO08	9/3/1996	28.5	6.58	1.5	1.6	0.01
PO08	27/1/1997	24.5	7.66	5.1	3	0.01
PO08	18/5/1998	31	6.7	2.2	1.8	0.01
PO08	18/5/1999	30	6.3	1.2	1.5	0.13
PO08	19/4/2000	28.6	7.3	3.4	0.9	0.15
PO08	15/5/2002	29	7.4	3.7	1.8	-
PO08	7/5/2003	32	7.2	4	0.6	0.06
PO08	20/5/2004	30	7.5	4.6	0.8	0.05

ฤดูแล้ง

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO08	9/12/1995	30.8	7.5	4.7	1.8	0.29
PO08	16/1/1996	26	6.8	6	1.7	0.03
PO08	11/11/1997	29.1	6.8	2.8	1.5	0.15
PO08	11/4/1998	27	6.9	2.8	2.2	0.34
PO08	16/11/1999	26.8	6.96	4.8	0.9	0.22
PO08	15/11/2000	28.5	7.26	5.7	1.08	0.03
PO08	7/11/2001	26	6.4	6.2	1.4	0.14
PO08	20/11/2002	26	7.5	4.9	0.8	0.31
PO08	12/11/2003	28	7.1	4.5	0.8	0.1
PO08	6/3/2004	22	7	4.4	1.3	0.15

## ฤดูฝน

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO09	18/4/1995	32	6.71	2.5	2.6	0.01
PO09	9/3/1996	30.6	7.12	2.5	2.1	0.01
PO09	27/1/1997	24.6	7.79	6.1	2.9	0.01
PO09	18/5/1998	31	6.8	3.2	1.9	0.03
PO09	18/5/1999	29	6.2	3.1	2.1	0.15
PO09	19/4/2000	29	7.38	4.7	1.7	0.07
PO09	15/5/2002	29	7.4	3.9	1.6	-
PO09	7/5/2003	33	7.4	5.3	0.6	0.05
PO09	20/5/2004	30	7.4	3.1	1	0.06

## ฤดูแล้ง

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO09	9/12/1995	29	7.6	4.6	2.1	0.38
PO09	16/1/1996	26	6.2	7.7	1.2	0.02
PO09	11/11/1997	28.3	6.9	3	1.4	0.27
PO09	11/4/1998	28	6.9	3.8	1.7	0.05
PO09	16/11/1999	26.5	6.93	4.6	1	0.17
PO09	15/11/2000	27.7	7.3	6.4	1.65	0.03
PO09	7/11/2001	26	6.3	5.4	1.2	0.13
PO09	20/11/2002	26	7.5	4.7	0.7	0.33
PO09	12/11/2003	28	7.2	4.9	0.7	0.11
PO09	7/3/2004	22	5.6	4.6	1.2	0.05

ฤดูฝน

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO10	18/4/1995	31	6.4	0	7.4	0.01
PO10	9/3/1996	29.3	6.7	2.8	2	0.01
PO10	27/1/1997	23.8	7.59	4	1.6	0.01
PO10	18/5/1998	31	6.6	1	2.1	0.13
PO10	18/5/1999	28	6.9	0.6	1.8	0.14
PO10	19/4/2000	29	7.16	4.7	2	0.08
PO10	15/5/2002	28	7.6	3	1.8	-
PO10	7/5/2003	31	7.3	3.7	0.6	0.01
PO10	20/5/2004	31	7.6	2.7	1	0.07

ฤดูแล้ง

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO10	9/12/1995					
PO10	16/1/1996	26	7	7.6	1.2	0.06
PO10	11/11/1997	27.8	7.3	4.6	1.6	0.1
PO10	11/4/1998	28	6.9	3.2	1.8	0.07
PO10	16/11/1999	26.9	6.88	4.3	1	0.17
PO10	15/11/2000	26.3	7.5	5.1	1.28	0.03
PO10	20/11/2002	26	7.6	5.4	0.6	0.3
PO10	12/11/2003	27	7.2	5	0.9	0.16
PO10	7/3/2004	25	6.6	4.5	1.4	0.06

ฤดูฝน

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO11	18/4/1995	31	6.5	0.1	1.8	0.19
PO11	9/3/1996	29.3	6.66	2.7	2.2	0.01
PO11	27/1/1997	23.5	7.63	4.2	1.9	0.01
PO11	18/5/1998	31	6.7	1.3	2.5	0.02
PO11	18/5/1999	28	6.3	0.7	1.8	0.38
PO11	19/4/2000	28.8	7.6	4	1.4	0.01
PO11	15/5/2002	28	7.8	4.5	2.8	-
PO11	7/5/2003	31	7.3	3.5	0.6	0.01
PO11	20/5/2004	31	7.6	2.9	0.8	0.07

ฤดูแล้ง

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO11	9/12/1995					
PO11	16/1/1996	25	7	7.6	2.1	0.01
PO11	11/11/1997	27.5	7.4	6.5	1.8	0.06
PO11	11/4/1998	28	6.9	3	2.6	0.05
PO11	16/11/1999	26.3	7	5	1.1	0.18
PO11	15/11/2000	27.8	7.6	6.1	1.8	0.02
PO11	20/11/2002	26	7.6	6	0.8	0.2
PO11	12/11/2003	27	7.3	5.1	0.9	0.15
PO11	7/3/2004	26	7	4.3	1.3	0.05

ฤดูฝน

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO12	18/4/1995					
PO12	9/3/1996	29.8	7.2	3	2.5	0.01
PO12	27/1/1997	23.5	7.96	6.1	3.3	0.01
PO12	18/5/1998	32	7.1	6	2.8	0.02
PO12	18/5/1999	33	6.9	6	3.5	0.13
PO12	19/4/2000	28.3	7.6	5.3	1.5	0.01
PO12	15/5/2002	29	7.6	4.4	2.6	-
PO12	7/5/2003	31	7.2	3.4	0.6	0.12
PO12	19/5/2004	31	7.6	3.6	1.3	0.03

ฤดูแล้ง

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO12	9/12/1995	29.7	7.65	5.1	1.9	0.69
PO12	16/1/1996	20	6.8	7.7	1.3	0.01
PO12	11/11/1997	28	7.5	7.1	2.7	0.05
PO12	11/4/1998	29	7.5	7.1	2.8	0.02
PO12	16/11/1999	26.6	6.99	4.8	0.8	0.18
PO12	15/11/2000	27.8	7.4	7.2	1.87	0.02
PO12	7/11/2001	27	6.4	6.2	1.3	0.1
PO12	20/11/2002	26	7.5	4.8	0.9	0.34
PO12	12/11/2003	28	7.2	4.5	0.9	0.16
PO12	7/3/2004	24	6.4	4.6	1.2	0.05

ฤดูฝน

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO13	18/4/1995	28	6.14	0.1	1.4	0.01
PO13	9/3/1996	29.6	7.22	4.1	1.1	0.01
PO13	27/1/1997	23	7.8	5	2.2	0.01
PO13	18/5/1998	30	6.8	2.2	2.4	0.03
PO13	18/5/1999	29	6.8	3.9	3	0.15
PO13	19/4/2000	27.8	7.69	5	1.2	0.01
PO13	15/5/2002	28	7.9	4.8	2.1	-
PO13	7/5/2003	31	7.4	4	0.6	0.01
PO13	19/5/2004	32	7.9	3.8	1.1	0.01

ฤดูแล้ง

Station Code	Date	Temp(w) (องศาเซลเซียส (c))	pH ( )	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO3-N (mg/l)
PO13	9/12/1995	29.7	7.81	5.5	2.7	0.06
PO13	16/1/1996	18	7.1	6.4	1	0.01
PO13	11/11/1997	26.7	7.8	6.1	2.1	0.15
PO13	11/4/1998	28	7.4	4.6	1.8	0.01
PO13	16/11/1999	26.2	7.05	4.6	1	0.08
PO13	15/11/2000	26	7.5	6.7	1.35	0.02
PO13	7/11/2001	27	6.6	6.5	1	0.01
PO13	20/11/2002	26	7.6	4.9	1.2	0.27
PO13	12/11/2003	28	7.3	5.2	0.9	0.15
PO13	7/3/2004	23	6.4	4.2	1.7	0.22



ภาคผนวก จ.

ข้อมูลปริมาณมลพิษที่ปล่อยแบบจำลอง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### ข้อมูลมลพิษจากแหล่งกำเนิด point source

ข้อมูลมลพิษจากแหล่งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมที่ใส่ในแบบจำลอง

ตำบลอำเภอ	สัญลักษณ์	location (km)	Point Inflow m <sup>3</sup> /s	Fast CBOD mean mgC/L	Ammonia N mean ugN/L	TKN ugN/L	Organic N mean ugN/L	Nitrate N ugN/L
ตด.เขื่อนอุบลรัตน์	P 1	137.00	0.006	167	26000	32410	6410	100
ตด.น้ำพอง	P 3	103.00	0.008	167	26000	32410	6410	100
ตด.วังชัย	P 2	99.00	0.009	167	26000	32410	6410	100
เทศบาลนครขอนแก่น	P 4	2.00	0.367	167	26000	32410	6410	100
โรงงานสุรา		104.00	0.0012	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
รง.แป้งมัน		60.00	0.0139	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00

โดยค่า organic N ที่ใส่ในแบบจำลองนั้นหาโดยวิธีการประมาณดังนี้

TKN = Organic N + Ammonia ion

Organic N = TKN - Ammonia ion

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ข้อมูลมลพิษจากแหล่งกำเนิด non point source

ข้อมูลปริมาณมลพิษจากการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ป้อนลงแบบจำลอง ฤดูแล้ง

name	สัญลักษณ์	Location km		Diffuse m3/s	fast CBOD mgC/L	Ammonia N ugN/L	Organic N ugN/L	Inorganic P ugP/L	Diss Oxygen mg/L	Nitrate N ugN/L
		Up	Down							
ห้วยพระคือ-เพาะปลูก	Npr1	60.00	0.00	0.0192	3.83	56.00	1110.00	140.00	6.45	750.00
ห้วยพระคือ-แหล่งน้ำ	Npr1	60.00	0.00	0.0568	6.00	14.10	280.00	6.00	6.45	190.00
ห้วยพระคือ-ชุมชนเมือง	Npr1	60.00	0.00	2.8730	10.60	60.00	1200.00	470.00	6.45	710.00
ห้วยพระคือ-ป่าไม้	Npr1	60.00	0.00	0.0918	6.00	22.00	450.00	60.00	6.45	310.00
ห้วยพระคือ-นาข้าว	Npr1	60.00	0.00	2.0351	3.83	73.00	1450.00	420.00	6.45	990.00
ห้วยพระคือ-อื่นๆ	Npr1	60.00	0.00	0.2491	13.00	22.00	450.00	59.00	6.45	310.00
หนองเลิง-เพาะปลูก	Npr2	90.00	0.00	5.7954	3.83	56.00	1110.00	140.00	6.45	750.00
หนองเลิง-แหล่งน้ำ	Npr2	90.00	0.00	0.0627	6.00	14.10	280.00	6.00	6.45	190.00
หนองเลิง-ชุมชนเมือง	Npr2	90.00	0.00	0.5108	10.60	60.00	1200.00	470.00	6.45	710.00
หนองเลิง-ป่าไม้	Npr2	90.00	0.00	1.4279	6.00	22.00	450.00	60.00	6.45	310.00
หนองเลิง-นาข้าว	Npr2	90.00	0.00	2.4155	3.83	73.00	1450.00	420.00	6.45	990.00
หนองเลิงอื่นๆ	Npr2	90.00	0.00	0.3449	13.00	22.00	450.00	59.00	6.45	310.00
ห้วยโจด-เพาะปลูก	Npr3	124.00	60.00	1.2948	3.83	56.00	1110.00	140.00	6.45	750.00
ห้วยโจด-แหล่งน้ำ	Npr3	124.00	60.00	0.0183	6.00	14.10	280.00	6.00	6.45	190.00
ห้วยโจด-ชุมชนเมือง	Npr3	124.00	60.00	0.2177	10.60	60.00	1200.00	470.00	6.45	710.00
ห้วยโจด-ป่าไม้	Npr3	124.00	60.00	0.0231	6.00	22.00	450.00	60.00	6.45	310.00
ห้วยโจด-นาข้าว	Npr3	124.00	60.00	0.0232	3.83	73.00	1450.00	420.00	6.45	990.00
ห้วยโจด-อื่นๆ	Npr3	124.00	60.00	0.1847	13.00	22.00	450.00	59.00	6.45	310.00
ห้วยยาง-เพาะปลูก	Npr4	140.00	124.00	1.2412	3.83	56.00	1110.00	140.00	6.45	750.00
ห้วยยาง-แหล่งน้ำ	Npr4	140.00	124.00	0.0066	6.00	14.10	280.00	6.00	6.45	190.00
ห้วยยาง-ชุมชนเมือง	Npr4	140.00	124.00	0.3299	10.60	60.00	1200.00	470.00	6.45	710.00
ห้วยยาง-ป่าไม้	Npr4	140.00	124.00	1.1742	6.00	22.00	450.00	60.00	6.45	310.00
ห้วยยาง-นาข้าว	Npr4	140.00	124.00	0.5348	3.83	73.00	1450.00	420.00	6.45	990.00
ห้วยยาง-อื่นๆ	Npr4	140.00	124.00	0.2550	13.00	22.00	450.00	59.00	6.45	310.00
ห้วยเสียว-เพาะปลูก	Npr5	114.00	90.00	5.8349	3.83	56.00	1110.00	140.00	6.45	750.00

name	สัญลักษณ์	Location km		Diffuse m3/s	fast CBOD mgC/L	Ammonia N ugN/L	Organic N ugN/L	Inorganic P ugP/L	Diss Oxygen mg/L	Nitrate N ugN/L
		Up	Down							
ห้วยเสียว-แหล่งน้ำ	Npr5	114.00	90.00	0.0385	6.00	14.10	280.00	6.00	6.45	190.00
ห้วยเสียว-ชุมชนเมือง	Npr5	114.00	90.00	0.7735	10.60	60.00	1200.00	470.00	6.45	710.00
ห้วยเสียว-ป่าไม้	Npr5	114.00	90.00	1.1544	6.00	22.00	450.00	60.00	6.45	310.00
ห้วยเสียว-นาข้าว	Npr5	114.00	90.00	1.7311	3.83	73.00	1450.00	420.00	6.45	990.00
ห้วยเสียว-อื่นๆ	Npr5	114.00	90.00	0.3598	13.00	22.00	450.00	59.00	6.45	310.00
ห้วยคำเม็ก-เพาะปลูก	Npr6	140.00	126.00	2.5476	3.83	56.00	1110.00	140.00	6.45	750.00
ห้วยคำเม็ก-แหล่งน้ำ	Npr6	140.00	126.00	0.7249	6.00	14.10	280.00	6.00	6.45	190.00
ห้วยคำเม็ก-ชุมชนเมือง	Npr6	140.00	126.00	0.3222	10.60	60.00	1200.00	470.00	6.45	710.00
ห้วยคำเม็ก-ป่าไม้	Npr6	140.00	126.00	0.0472	6.00	22.00	450.00	60.00	6.45	310.00
ห้วยคำเม็ก-นาข้าว	Npr6	140.00	126.00	0.7386	3.83	73.00	1450.00	420.00	6.45	990.00
ห้วยคำเม็ก-อื่นๆ	Npr6	140.00	126.00	0.6579	13.00	22.00	450.00	59.00	6.45	310.00
ห้วยเสือเต้น-เพาะปลูก	Npr7	126.00	114.00	7.9384	3.83	56.00	1110.00	140.00	6.45	750.00
ห้วยเสือเต้น-แหล่งน้ำ	Npr7	126.00	114.00	0.1835	6.00	14.10	280.00	6.00	6.45	190.00
ห้วยเสือเต้น-ชุมชนเมือง	Npr7	126.00	114.00	0.8248	10.60	60.00	1200.00	470.00	6.45	710.00
ห้วยเสือเต้น-ป่าไม้	Npr7	126.00	114.00	0.8642	6.00	22.00	450.00	60.00	6.45	310.00
ห้วยเสือเต้น-นาข้าว	Npr7	126.00	114.00	1.5249	3.83	73.00	1450.00	420.00	6.45	990.00
ห้วยเสือเต้น-อื่นๆ	Npr7	126.00	114.00	0.1233	13.00	22.00	450.00	59.00	6.45	310.00

โดยค่า organic N ที่ใส่ในแบบจำลองนั้นหาโดยวิธีการประมาณดังนี้

TKN = Organic N + Ammonia ion

Organic N = TKN - Ammonia ion

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ข้อมูลปริมาณมลพิษจากการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ป้อนลงแบบจำลอง ฤดูแล้ง

name	สัญลักษณ์	Location km		Diffuse m3/s	fast CBOD mgC/L	Ammonia N ugN/L	Organic N ugN/L	Inorganic P ugP/L	Diss Oxygen mg/L	Nitrate N ugN/L
		Up	Down							
ห้วยพระคือ-เพาะปลุก	Npr1	60.00	0.00	0.0024	3.83	56.00	1110.00	140.00	6.45	750.00
ห้วยพระคือ-แหล่งน้ำ	Npr1	60.00	0.00	0.0071	6.00	14.10	280.00	6.00	6.45	190.00
ห้วยพระคือ-ชุมชนเมือง	Npr1	60.00	0.00	0.3566	10.60	60.00	1200.00	470.00	6.45	710.00
ห้วยพระคือ-ป่าไม้	Npr1	60.00	0.00	0.0114	6.00	22.00	450.00	60.00	6.45	310.00
ห้วยพระคือ-นาข้าว	Npr1	60.00	0.00	0.2526	3.83	73.00	1450.00	420.00	6.45	990.00
ห้วยพระคือ-อื่นๆ	Npr1	60.00	0.00	0.0309	13.00	22.00	450.00	59.00	6.45	310.00
หนองเล็ง-เพาะปลุก	Npr2	90.00	0.00	0.7193	3.83	56.00	1110.00	140.00	6.45	750.00
หนองเล็ง-แหล่งน้ำ	Npr2	90.00	0.00	0.0078	6.00	14.10	280.00	6.00	6.45	190.00
หนองเล็ง-ชุมชนเมือง	Npr2	90.00	0.00	0.0634	10.60	60.00	1200.00	470.00	6.45	710.00
หนองเล็ง-ป่าไม้	Npr2	90.00	0.00	0.1772	6.00	22.00	450.00	60.00	6.45	310.00
หนองเล็ง-นาข้าว	Npr2	90.00	0.00	0.2998	3.83	73.00	1450.00	420.00	6.45	990.00
หนองเล็งอื่นๆ	Npr2	90.00	0.00	0.0428	13.00	22.00	450.00	59.00	6.45	310.00
ห้วยโจด-เพาะปลุก	Npr3	124.00	60.00	0.1607	3.83	56.00	1110.00	140.00	6.45	750.00
ห้วยโจด-แหล่งน้ำ	Npr3	124.00	60.00	0.0023	6.00	14.10	280.00	6.00	6.45	190.00
ห้วยโจด-ชุมชนเมือง	Npr3	124.00	60.00	0.0270	10.60	60.00	1200.00	470.00	6.45	710.00
ห้วยโจด-ป่าไม้	Npr3	124.00	60.00	0.0029	6.00	22.00	450.00	60.00	6.45	310.00
ห้วยโจด-นาข้าว	Npr3	124.00	60.00	0.0029	3.83	73.00	1450.00	420.00	6.45	990.00
ห้วยโจด-อื่นๆ	Npr3	124.00	60.00	0.0229	13.00	22.00	450.00	59.00	6.45	310.00
ห้วยยาง-เพาะปลุก	Npr4	140.00	124.00	0.1541	3.83	56.00	1110.00	140.00	6.45	750.00
ห้วยยาง-แหล่งน้ำ	Npr4	140.00	124.00	0.0008	6.00	14.10	280.00	6.00	6.45	190.00
ห้วยยาง-ชุมชนเมือง	Npr4	140.00	124.00	0.0410	10.60	60.00	1200.00	470.00	6.45	710.00
ห้วยยาง-ป่าไม้	Npr4	140.00	124.00	0.1457	6.00	22.00	450.00	60.00	6.45	310.00
ห้วยยาง-นาข้าว	Npr4	140.00	124.00	0.0664	3.83	73.00	1450.00	420.00	6.45	990.00
ห้วยยาง-อื่นๆ	Npr4	140.00	124.00	0.0317	13.00	22.00	450.00	59.00	6.45	310.00
ห้วยเสียว-เพาะปลุก	Npr5	114.00	90.00	0.7242	3.83	56.00	1110.00	140.00	6.45	750.00
ห้วยเสียว-แหล่งน้ำ	Npr5	114.00	90.00	0.0048	6.00	14.10	280.00	6.00	6.45	190.00

name	สัญลักษณ์	Location km		Diffuse m3/s	fast CBOD mgC/L	Ammonia N ugN/L	Organic N ugN/L	Inorganic P ugP/L	Diss Oxygen mg/L	Nitrate N ugN/L
		Up	Down							
ห้วยเสียว-ชุมชนเมือง	Npr5	114.00	90.00	0.0960	10.60	60.00	1200.00	470.00	6.45	710.00
ห้วยเสียว-ป่าไม้	Npr5	114.00	90.00	0.1433	6.00	22.00	450.00	60.00	6.45	310.00
ห้วยเสียว-นาข้าว	Npr5	114.00	90.00	0.2149	3.83	73.00	1450.00	420.00	6.45	990.00
ห้วยเสียว-อื่นๆ	Npr5	114.00	90.00	0.0447	13.00	22.00	450.00	59.00	6.45	310.00
ห้วยคำเม็ก-เพาะปลูก	Npr6	140.00	126.00	0.3162	3.83	56.00	1110.00	140.00	6.45	750.00
ห้วยคำเม็ก-แหล่งน้ำ	Npr6	140.00	126.00	0.0900	6.00	14.10	280.00	6.00	6.45	190.00
ห้วยคำเม็ก-ชุมชนเมือง	Npr6	140.00	126.00	0.0400	10.60	60.00	1200.00	470.00	6.45	710.00
ห้วยเม็ก-ป่าไม้	Npr6	140.00	126.00	0.0059	6.00	22.00	450.00	60.00	6.45	310.00
ห้วยคำเม็ก-นาข้าว	Npr6	140.00	126.00	0.0917	3.83	73.00	1450.00	420.00	6.45	990.00
ห้วยคำเม็ก-อื่นๆ	Npr6	140.00	126.00	0.0816	13.00	22.00	450.00	59.00	6.45	310.00
ห้วยเสือเต้น-เพาะปลูก	Npr7	126.00	114.00	0.9853	3.83	56.00	1110.00	140.00	6.45	750.00
ห้วยเสือเต้น-แหล่งน้ำ	Npr7	126.00	114.00	0.0228	6.00	14.10	280.00	6.00	6.45	190.00
ห้วยเสือเต้น-ชุมชนเมือง	Npr7	126.00	114.00	0.1024	10.60	60.00	1200.00	470.00	6.45	710.00
ห้วยเสือเต้น-ป่าไม้	Npr7	126.00	114.00	0.1073	6.00	22.00	450.00	60.00	6.45	310.00
ห้วยเสือเต้น-นาข้าว	Npr7	126.00	114.00	0.1893	3.83	73.00	1450.00	420.00	6.45	990.00
ห้วยเสือเต้น-อื่นๆ	Npr7	126.00	114.00	0.0153	13.00	22.00	450.00	59.00	6.45	310.00

โดยค่า organic N ที่ใส่ในแบบจำลองนั้นหาโดยวิธีการประมาณดังนี้

TKN = Organic N + Ammonia ion

Organic N = TKN - Ammonia ion

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลปริมาณมลพิษจากการเลี้ยงสุกรที่ปล่อยแบบจำลอง

name	สัญลักษณ์	Location km		Diffuse m <sup>3</sup> /s	fast CBOD mean mgC/L
		Up	Down		
สุกร อ.อุบลรัตน์	Npp1	140.00	120.00	0.0200	3400.00
สุกร อ.น้ำพอง	Npp2	120.00	106.00	0.0025	3400.00
สุกร อ.เขาสวนกวาง	Npp3	120.00	97.00	0.0052	3400.00
สุกร อ.โนนสะอาด	Npp4	116.00	114.00	0.0017	3400.00
สุกร อ.กระนวน	Npp5	97.00	50.00	0.0102	3400.00
สุกร อ.เมืองขอนแก่น	Npp6	117.00	0.00	0.0002	3400.00

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลปริมาณมลพิษจากการเลี้ยงปลาบ่อที่ปล่อยแบบจำลอง

name	สัญลักษณ์	Location km		Diffuse m <sup>3</sup> /s	fast CBOD mean mgC/L	Ammonia N mean ugN/L	TKN ugN/L	Organic N ugN/L	Inorganic P ugP/L
		Up	Down						
ปลาบ่อ อ.อุบลรัตน์	Npf1	140.00	120.00	0.2060	18.00	1920.00	3300	1380.00	3550.00
ปลาบ่อ อ.น้ำพอง	Npf2	120.00	116.00	0.1560	18.00	1920.00	3300	1380.00	3550.00
ปลาบ่อ อ.เขาสวนกวาง	Npf3	120.00	97.00	0.3050	18.00	1920.00	3300	1380.00	3550.00
ปลาบ่อ อ.กระนวน	Npf4	97.00	50.00	0.0870	18.00	1920.00	3300	1380.00	3550.00
ปลาบ่อ อ.เมือง	Npf5	97.00	0.00	1.8600	18.00	1920.00	3300	1380.00	3550.00

ข้อมูลปริมาณมลพิษจากการเลี้ยงปลากระชังที่ปล่อยแบบจำลอง

name	สัญลักษณ์	Location km		Diffuse m3/s	fast CBOD mean mgC/L	Ammonia N mean ugN/L	TKN ugN/L	Organic N ugN/L	Inorganic P ugP/L
		Up	Down						
ปลากระชัง-อุบลรัตน์	Npff1	140.00	120.00	0.00000142	1821	1920.00	3300	1380.00	3550.00
ปลากระชัง-น้ำพอง	Npff2	120.00	116.00	0.00000477	1821	1920.00	3300	1380.00	3550.00
ปลากระชัง-เมือง	Npff3	97.00	0.00	0.00000097	1821	1920.00	3300	1380.00	3550.00

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกฤษฎา จันทรเสนา เกิดเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2522 ที่อยู่ปัจจุบัน หมู่ที่ 15 ซอยศรีพินิจ ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี เข้าการศึกษาที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุดรธานี สำเร็จการศึกษาได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม) ในปีการศึกษา 2545 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรสหสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย