เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2541). **คู่มือการเก็บตัวอย่างน้ำในภาคสนาม.** กรุงเทพฯ: ฝ่ายวิเคราะห์ตัวอย่าง กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

_____. (2543). **มาตรฐานคุณภาพน้ำและเกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

_____. (2545). **รายงานการสำรวจความสามารถในการรองรับมลพิษของแหล่งน้ำเพื่อการจัดการมลพิษจากกิจกรรมขนาดเล็กในพื้นที่อนุรักษ์น้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปา.** กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมทรัพยากรน้ำ. (2550). **คู่มือ การเลือกรูปแบบและขนาดระบบประปาหมู่บ้านในโครงการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค.** กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรน้ำ.

กรมอุตุนิยมวิทยา นครราชสีมา. (2550). ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง นครราชสีมา: กรมอุตุนิยมวิทยา. (เอกสารอัดสำเนา).

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2545). **ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ.** กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศ.

_____. (2547). **สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2546.** กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรรณิการ์ สิริสิงห. (2544). **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** กรุงเทพฯ: ประยูรวงศ์.

กฤษฎา มหาสันทนะ. (2538). **ทำนายคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11.** กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธ์. (2541). **มลพิษทางน้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 3. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

กาญนิถา ครองธรรมชาติ. (2545). **เทคโนโลยีน้ำเสีย (Wastewater Technology).** ขอนแก่น: ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กีรติ ลีวัจนกุล. (2537). **อุทกวิทยา (Hydrology).** กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต.

โกวิท บุญรอด. (2547). **การทำนายปริมาณน้ำท่าของอ่างเก็บน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำอูน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กำธร อุณหกาญจน์กิจ. (2540). **แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำจันทบุรี.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2543). **วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสียเล่ม 4: การกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพ.** กรุงเทพฯ: มิตรนราการพิมพ์.

ฉัตรไชย รัตนไชย. (2539). **การจัดการคุณภาพน้ำ.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชวลิต รัตนธรรมสกุล, & ทรงฤทธิ์ นนทนำ. (2545). **การศึกษาความสามารถในการรองรับมลพิษแม่น้ำแม่กลองโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2E.** กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม.

โชคชัย เกตุสถิต. (2549). **การประเมินคุณภาพแม่น้ำน่านในจังหวัดพิษณุโลกโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทวีวงศ์ ศรีบุรี. (2541). **การประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำในลำน้ำธรรมชาติ.** กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิพาพร เวชกามา. (2550). **การประยุกต์ใช้แบบจำลอง QUAL2k สำหรับประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันและคาดการณ์คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำลำเซบาย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มั่นสิน ตันฑุลเวศน์. (2540). **คู่มือวิเคราะห์น้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตน์เกล้า อินทรสัตยพงศ์. (2547). **การศึกษาสมรรถนะการรองรับปริมาณอินทรีย์สารในแม่น้ำยม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์. (2537). **หลักการจัดการทรัพยากรน้ำ.** ขอนแก่น: ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิชัย จี้เพชร. (2549). **โครงการนำร่องการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเป็นระบบลุ่มน้ำลำตะคอง.** กรุงเทพฯ: สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 5 กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. (2540). **การจำลองแบบปัญหา**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรมหาวิทยาลัย.

ศิริหทัย แสนบัณฑิต. (2551). **การประเมินคุณภาพน้ำน่านในจังหวัดอุตรดิตถ์ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง นครราชสีมา. (2550). ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของลำน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (เอกสารอัดสำเนา).

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (2549). **การจัดลำดับปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย**. ค้นเมื่อ 10 มกราคม 2551, จาก www.tdri.or.th/th/php/index.php.

สร้อยดาว วินิจนันทรัตน์. (2549). **EV 621 Water Quality**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์. (2549). **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทธิพร อนันต์พิพัฒน์กิจ. (2541). **แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำในลำตะคอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทัศน์ วีสกุล. (2545). **แบบจำลองคุณภาพน้ำกรณีศึกษา : ลุ่มน้ำท่าจีนโดยการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษของแม่น้ำท่าจีน**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำและการจัดการ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย.

สำนักงานสถิตินครราชสีมา. (2551). **สมุดรายงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา.** กรุงเทพฯ: สำนักงานสถิติแห่งชาติ.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 (นครราชสีมา). (2549). **รายงานผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประจำปี 2549 พื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนบน นครราสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ**. นครราชสีมา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11.

———. (2550). **รายงานผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประจำปี 2550 พื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนบน นครราสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ**. นครราชสีมา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11.

———. (2551). **รายงานผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประจำปี 2551 พื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนบน นครราสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ**. นครราชสีมา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11.

อัญชลี เพ็งหัวรอ. (2547). **การคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมในลุ่มน้ำป่าสักโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ : กรณีศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน.** กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

อิศรา พิริยะพิเศษพงศ์. (2540). **การปรับเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำผิวดินบริเวณโรงไฟฟ้าและเหมืองแม่เมาะ.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุไรวรรณ อินทร์ม่วง. (2545). **มลพิษทางน้ำ.** ขอนแก่น: ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

APHA, AWWA, & WEF. (2005). **Standard method of the examination of waste and Wastewater.** 21th ed. Washington, D.C.: American Public Health Assoc.

Brown, L. C., & T.O.Barnwell. (1987). **The enhanced stream water Quality models QUAL 2E and QUAL 2E-UNCAS : documentation and user manual.** 2nd ed. New York: Wiley.

Steve Chapara, & Greg Pelletier. (2003). **QUAL 2K : A modeling Framework for stimulating Stream water Quality : Documentation and User Manual.** MA., Steve: Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ตารางที่ 12 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1	สี กลิ่น และรส		-	ธ	ธ	ธ	ธ	-
2	อุณหภูมิ		°C	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
3	ความเป็นกรดและด่าง		mg/l	ธ	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	-
4	ออกซิเจนละลาย	P20	mg/l	ธ	≥6.0	≥4.0	≥2.0	-
5	บีโอดี	P80	mg/l	ธ	≤1.5	≤2.0	≤4.0	-
6	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด	P80	MPN/100ml	ธ	≤5000	≤20000		-
7	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม	P80	MPN/100ml	ธ	≤1000	≤4000		-
8	ไนเตรต(NO_3-) ในหน่วยไนโตรเจน		mg/l	ธ	≤	5.0		-
9	แอมโมเนีย (NH_3-) ในหน่วยไนโตรเจน		mg/l	ธ	≤	0.5		-
10	ฟีนอล		mg/l	ธ	≤	0.005		-
11	ทองแดง		mg/l	ธ	≤	0.1		-
12	นิคเกิล		mg/l	ธ	≤	0.1		-
13	แมงกานีส		mg/l	ธ	≤	1.0		-
14	สังกะสี		mg/l	ธ	≤	1.0		-
15	แคดเมียม		mg/l	ธ	≤	0.5*	0.05**	-
16	โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์		mg/l	ธ	≤	0.05		-
17	ตะกั่ว		mg/l	ธ	≤	0.05		-
18	ปรอททั้งหมด		mg/l	ธ	≤	0.002		-
19	สารหนู		mg/l	ธ	≤	0.01		-
20	ไซยาไนด์		mg/l	ธ		0.005		-
21	กัมมันตภาพรังสี		mg/l	ธ	≤	0.1		-
	- รังสีแอลฟา					1.0		
	- รังสรบีต้า							

ตารางที่ 12 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ต่อ)

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
22	สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด		µg/l	ธ	≤	0.05		-
23	ดีดีที		µg/l	ธ	≤	1.0		-
24	บีเอชซีชนิดแอลฟา		µg/l	ธ	≤	0.02		-
25	ดิลดริน		µg/l	ธ	≤	0.1		-
26	อัลดริน		µg/l	ธ	≤	0.1		-
27	เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอดีปอกไซด์		µg/l	ธ		0.2		-
28	เอนดริน		µg/l	ธ		ตรวจไม่พบ		-

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2548

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3°C

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 mg/l

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 mg/l

P20 ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P80 ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

ประเภท 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีคุณภาพมีสภาพดีตามธรรมชาติโดยไม่มีน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภค บริโภค (ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน) เพื่อการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน และเพื่อเป็นการอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภท 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภค บริโภค (ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน) เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

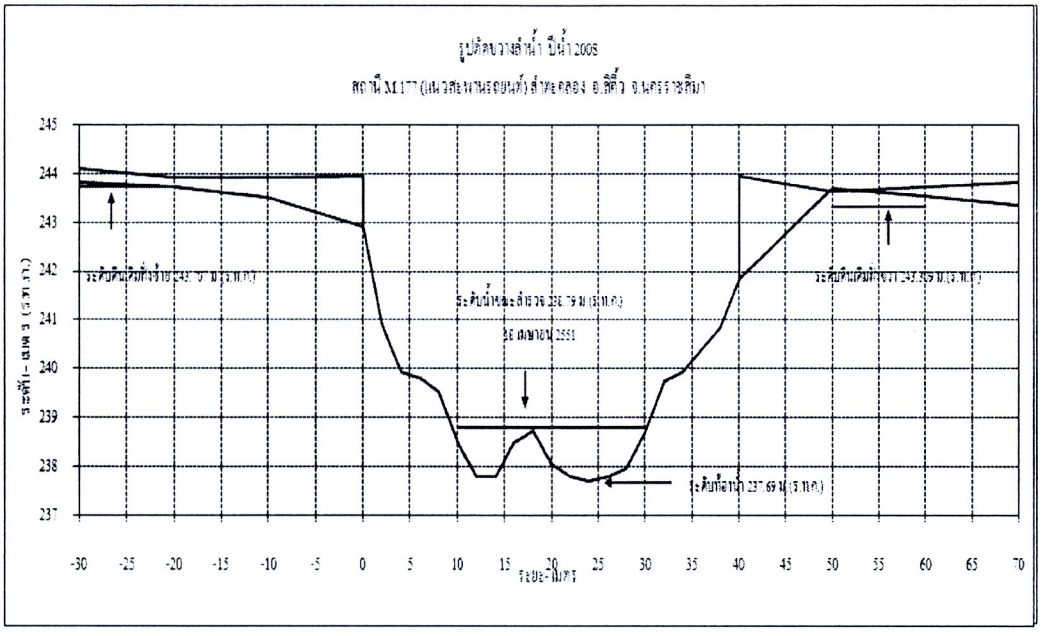
ประเภท 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภค บริโภค (ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน) และเพื่อการเกษตร

ประเภท 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภค บริโภค (ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน) และเพื่ออุตสาหกรรม

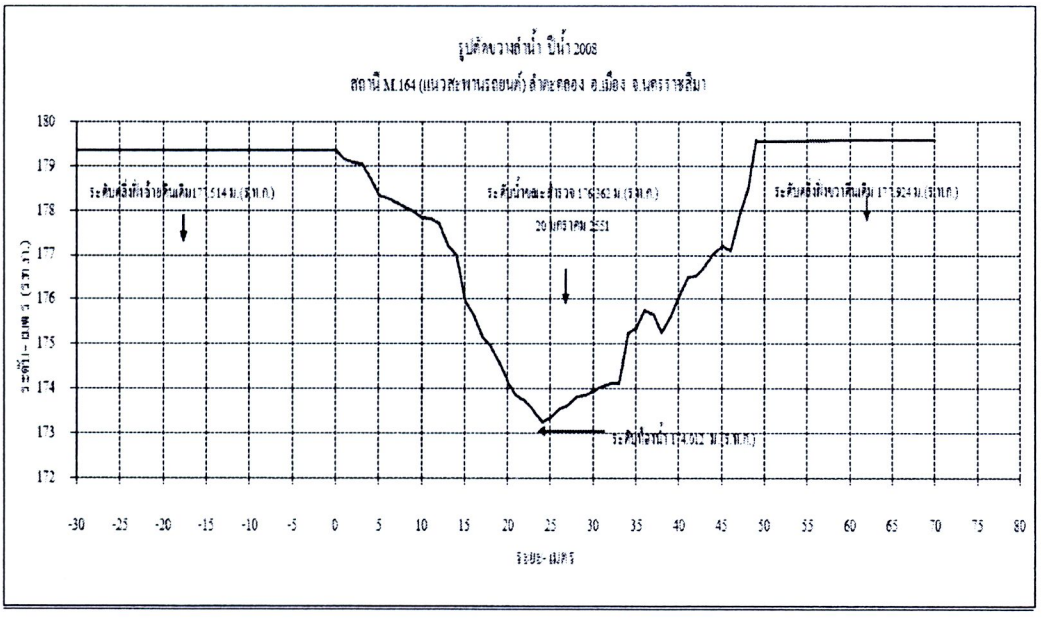
ประเภท 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และเพื่อการคมนาคม

ภาคผนวก ข

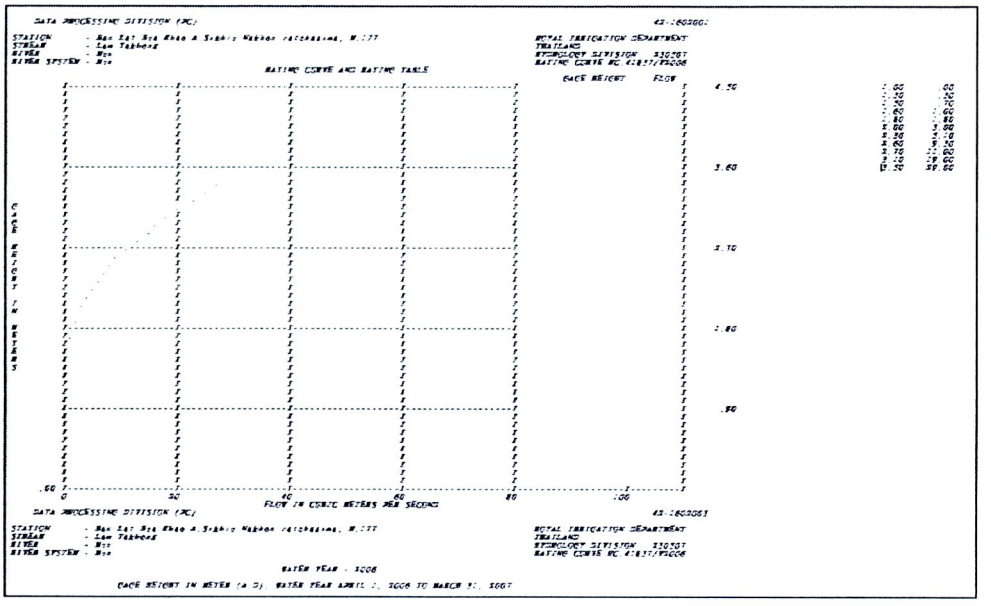
รูปตัดขวางลำตะคองและกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ



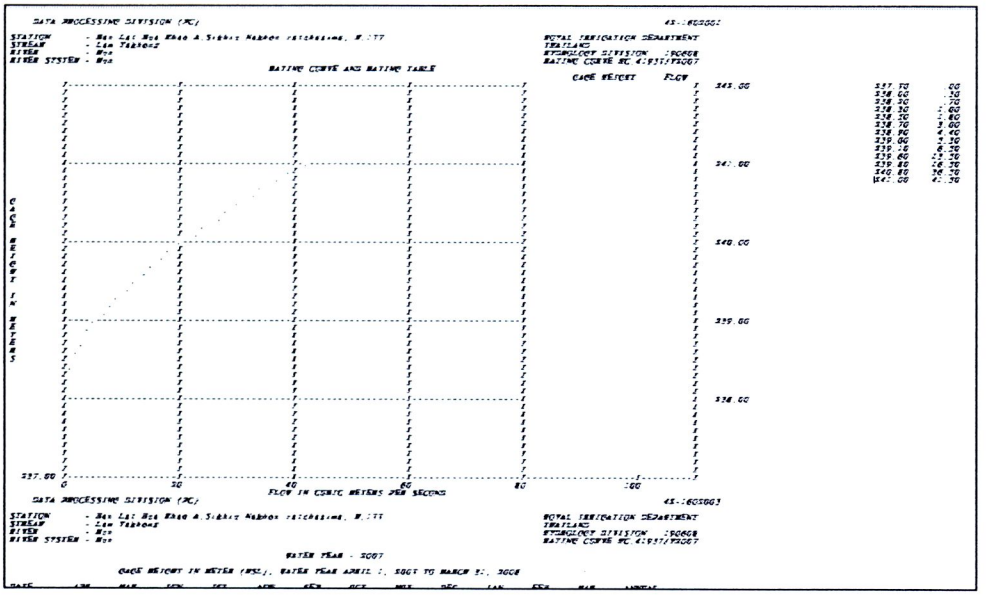
ภาพที่ 21 รูปตัดขวางลำตะคอง (M177) ปี พ.ศ.2551



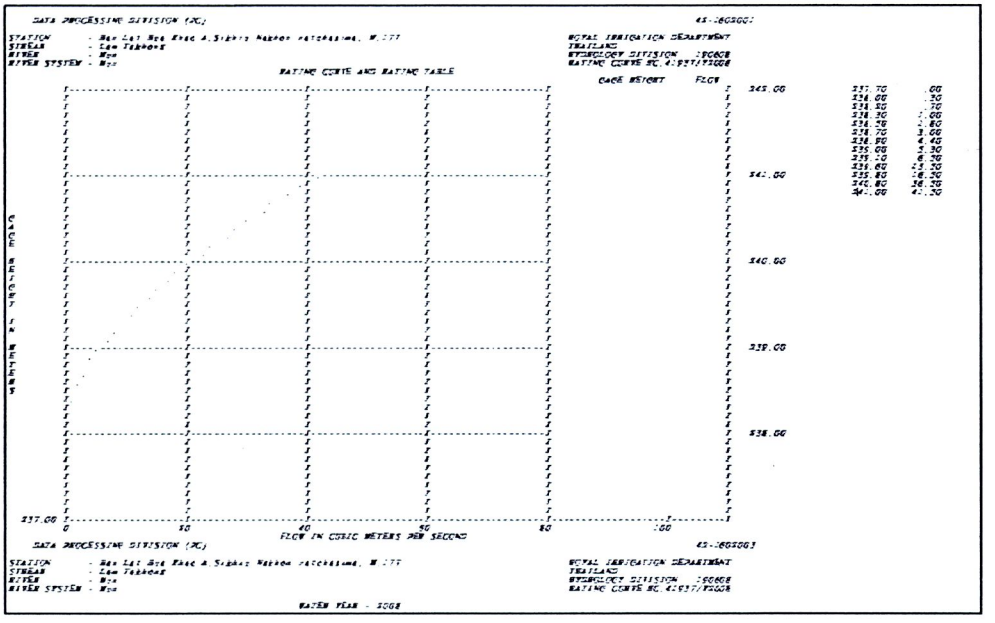
ภาพที่ 22 รูปตัดขวางลำตะคอง (M164) ปี พ.ศ. 2551



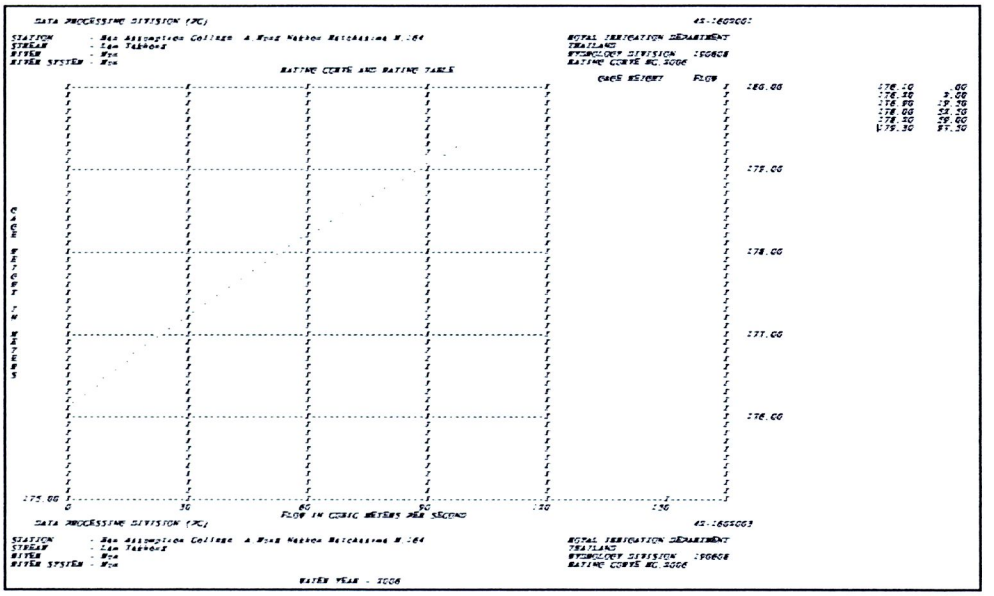
ภาพที่ 23 รูปกราฟอัตราไหลกับระดับน้ำลำตะคอง (M177) ปี พ.ศ. 2549



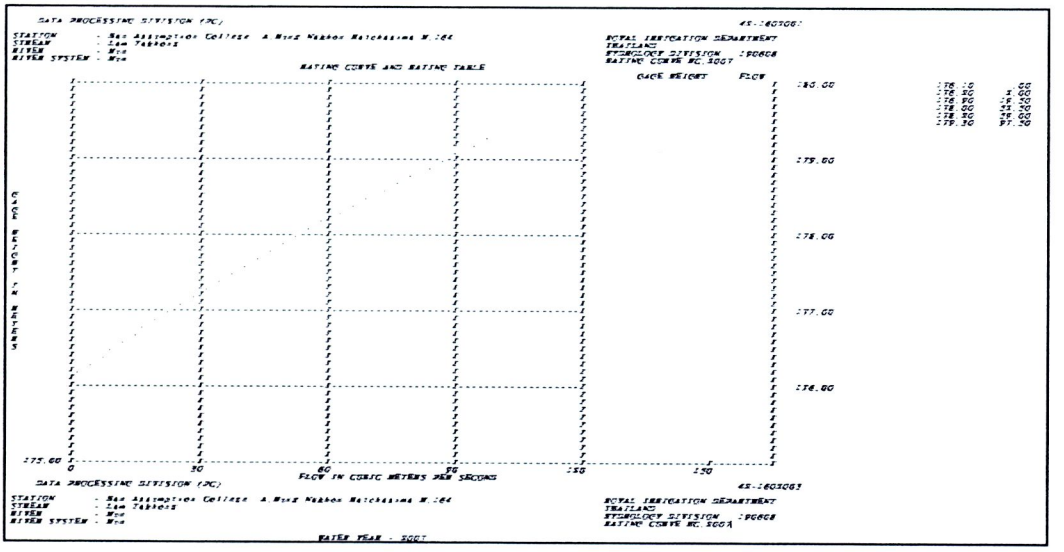
ภาพที่ 24 รูปกราฟอัตราไหลกับระดับน้ำลำตะคอง (M177) ปี พ.ศ. 2550



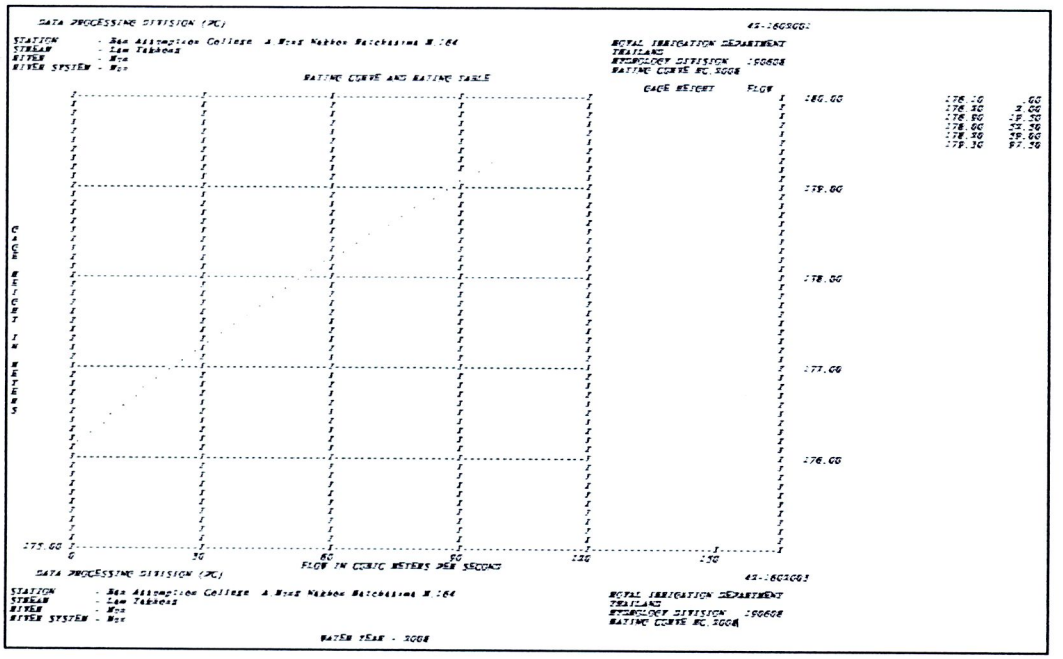
ภาพที่ 25 รูปกราฟอัตราไหลกับระดับน้ำลำตะคอง (M177) ปี พ.ศ. 2551



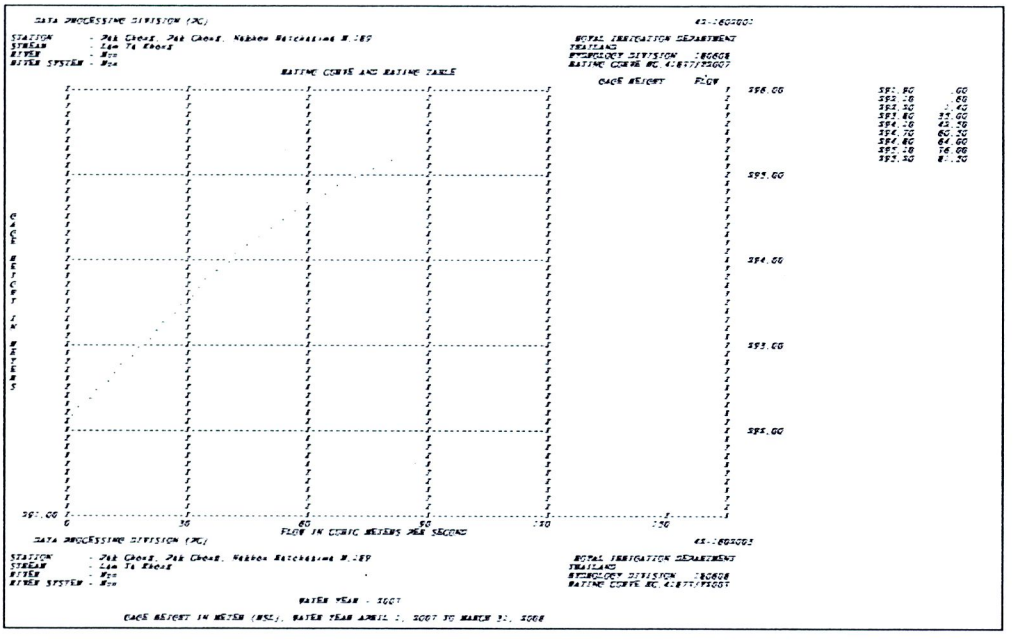
ภาพที่ 26 รูปกราฟอัตราไหลกับระดับน้ำลำตะคอง (M164) ปี พ.ศ. 2549



ภาพที่ 27 รูปกราฟอัตราไหลกับระดับน้ำลำตะคอง (M164) ปี พ.ศ. 2550



ภาพที่ 28 รูปกราฟอัตราไหลกับระดับน้ำลำตะคอง (M164) ปี พ.ศ. 2551



ภาพที่ 29 รูปกราฟอัตราไหลกับระดับน้ำลำตะคอง (M189) ปี พ.ศ. 2551

ภาคผนวก ค
การหาค่าสัมประสิทธิ์ทางชลศาสตร์

การหาค่าสัมประสิทธิ์ทางชลศาสตร์

การหาค่าสัมประสิทธิ์ของอัตราการไหลกับระดับน้ำ โดยใช้ข้อมูลจากกราฟอัตราไหลกับระดับน้ำลำตะคอง ทำการเปลี่ยนรูปแบบจำลองรีเกรซชั่นเชิงเส้นโค้งให้เป็นเส้นเชิงตรงในกรณีที่ x และ y มีความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้ง โดยเปลี่ยนค่า x และ y และใช้ค่าที่เปลี่ยนใหม่กับสมการรีเกรซชั่นเชิงเส้นตรง หาความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y เพื่อนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์ α และ β ได้จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ ดังสมการที่ 25

$$H = \alpha Q^{\beta} \quad \text{.....(25)}$$

เมื่อ H = Gage In Meters (MSL)

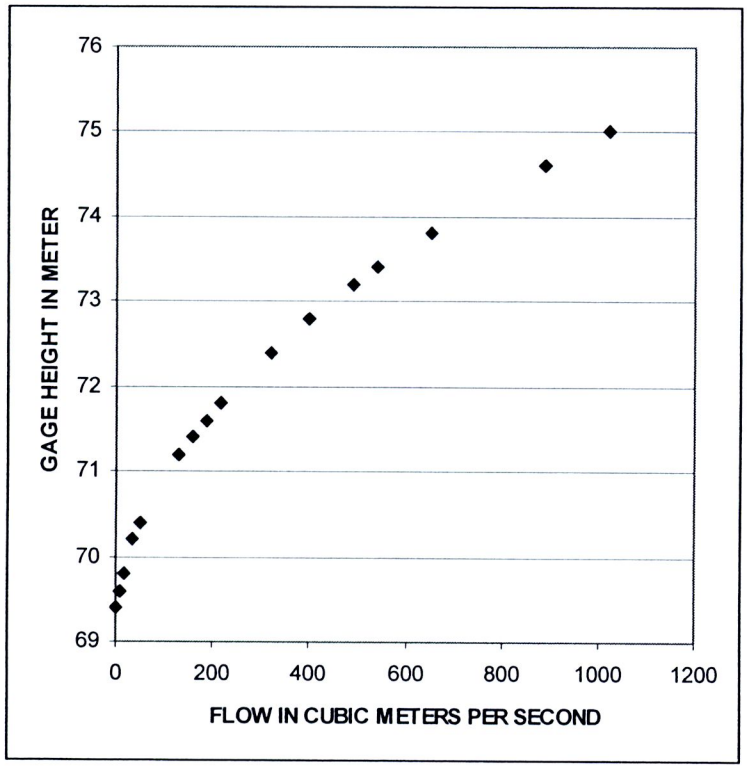
Q = Flow In Cubic Meters Per Second

α= Coefficient

β = Exponent

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

RATING CURVE AND RATING TABLE

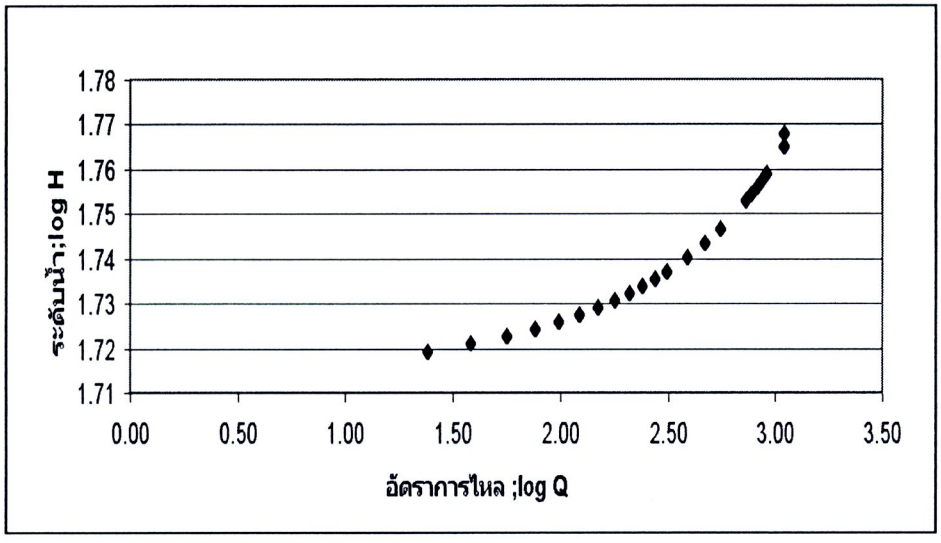


GAGE HEIGHT	FLOW
69.4	2
69.6	7
69.8	15
70.2	35
70.4	50
71.2	130
71.4	157
71.6	185
71.8	215
72.4	320
72.8	400
73.2	490
73.4	540
73.8	650
74.6	890
75	1020

ภาพที่ 30 รูปกราฟอัตราไหลกับระดับน้ำ

เมื่อสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์จะได้เส้นโค้ง เมื่อทำการเปลี่ยนตัวแปรให้อยู่ในรูปของลอกการิทึม จะได้เส้นตรงซึ่งสามารถหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงได้ดังสมการที่ 26

$$[\log H] = \log \alpha + \beta[\log Q] \quad \text{.....(26)}$$



ภาพที่ 31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ

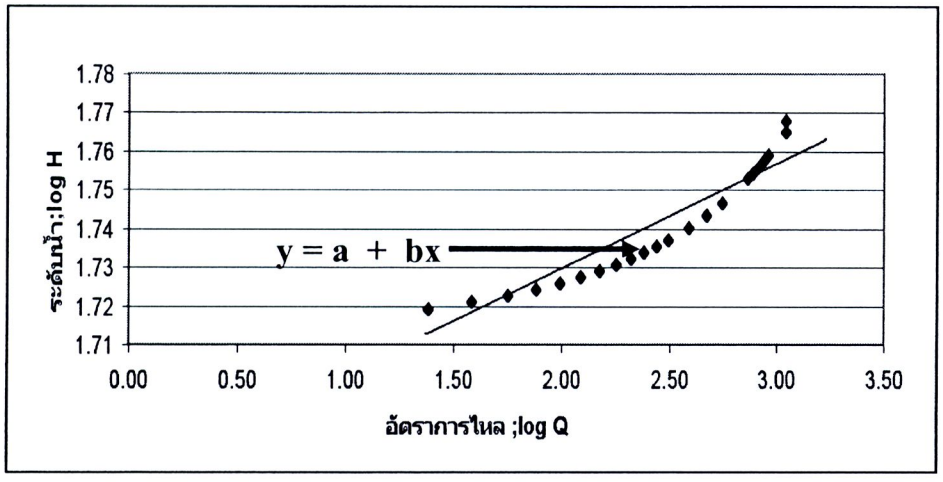
การหาค่าสัมประสิทธิ์โดยใช้สมการรีเกรซชั่นเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Liner regression) สามารถหาได้จากสมการที่ 27

$$y = a + bx \quad \text{.....(27)}$$

โดย y = ตัวแปรตาม

x = ตัวแปรอิสระ

a, b = ค่าสัมประสิทธิ์



ภาพที่ 32 เส้นรีเกรซชั่นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ

เมื่อ a และ b สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \qquad \text{.....(28)}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} \qquad \text{.....(29)}$$

โดย $\bar{x}$ และ $\bar{y}$ คือค่าเฉลี่ยของตัวแปร x และ y ตามลำดับ

ทำการเปรียบเทียบการกระจายของกลุ่มข้อมูลรอบเส้นรีเกรซชั่นพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 30

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n}(y_i = \bar{y})^2}} \qquad \text{.....(30)}$$

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าในช่วงระหว่าง $-1 \leq r \geq 1$ ถ้าค่า r เป็นบวก หมายถึง y และ x มีความสัมพันธ์แบบปฏิภาคตรง คือค่า y จะเพิ่มเมื่อ x เพิ่ม ถ้าค่า r เป็นลบ x และ y มีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคส่วนกลับ คือ y จะลดลงเมื่อ x เพิ่มขึ้น และในกรณีที่ค่า r 1 หรือ -1 ว่า x และ y มีความสัมพันธ์กันมาก ถ้าค่า r เข้าใกล้ 0 แสดงว่า y และ x มีความสัมพันธ์น้อยหรือแทบจะไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

การหาค่าสัมประสิทธิ์ของอัตราการไหลกับอัตราเร็ว

การหาค่าสัมประสิทธิ์ของอัตราการไหลกับอัตราเร็ว โดยใช้ข้อมูลจากกราฟอัตราไหลระดับน้ำ และรูปตัดขวางของลำตะคอง โดยต้องทำการหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำเพื่อนำไปคำนวณหาค่าอัตราเร็วของน้ำโดยใช้สมการ

$$U = \frac{Q}{A} \qquad \text{.....(31)}$$

เมื่อ U = VELOCITY IN METERS PER SECOND

Q = FLOW IN CUBIC METERS PER SECOND

A = AREA IN SQUARE METERS

ทำการเปลี่ยนรูปแบบจำลองรีเกรซชั่นเชิงเส้นโค้งให้เป็นเส้นเชิงตรงในกรณีที่ x และ y มีความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้งโดยเปลี่ยนค่า x และ y และใช้ค่าที่เปลี่ยนใหม่กับสมการรีเกรซชั่นเชิงเส้นตรง หาความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ a และ b ได้จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ ดังสมการต่อไปนี้

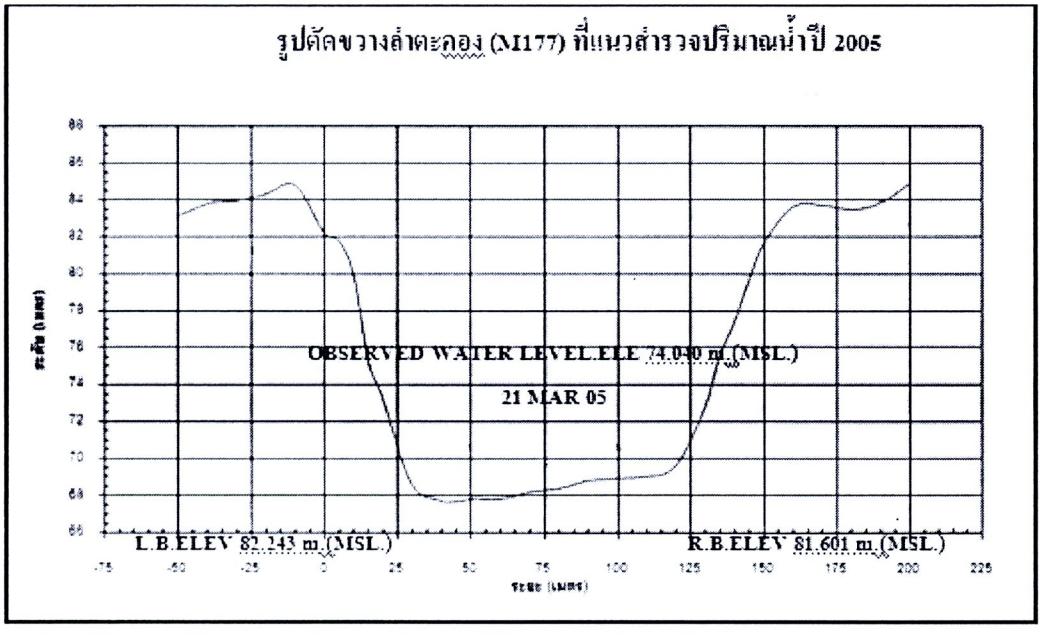
$$U = aQ^{b} \qquad \text{.....(32)}$$

เมื่อ U = VELOCITY IN METERS PER SECOND

Q = FLOW IN CUBIC METERS PER SECOND

a = COEFFICIENCE

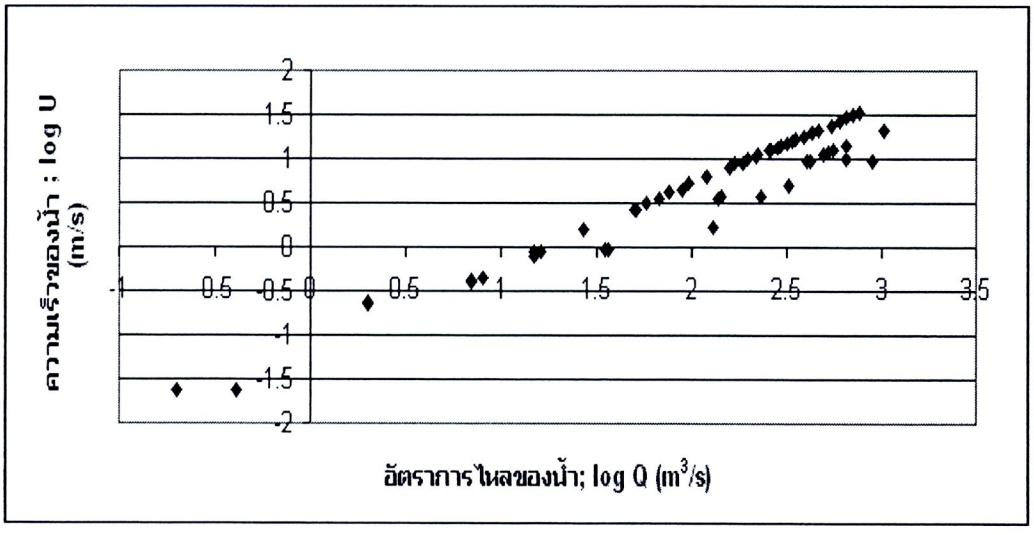
b = EXPONENTE



ภาพที่ 33 รูปตัดขวาง

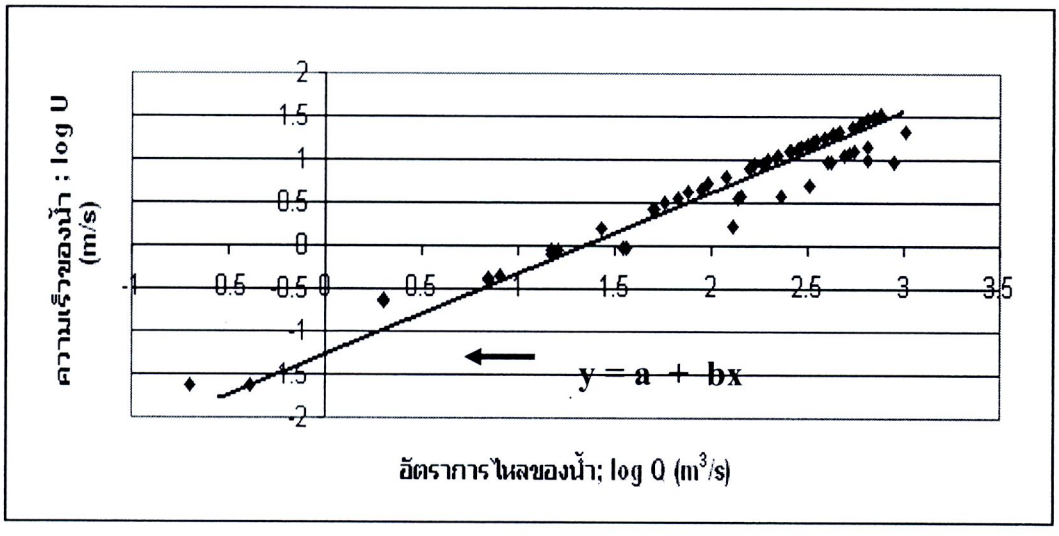
เมื่อสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์จะได้เส้นโค้ง เมื่อทำการเปลี่ยนตัวแปรให้อยู่ในรูปของลอกการิทึม จะได้เส้นตรงซึ่งสามารถหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงได้ดังสมการ

$$[\log U] = \log a + b[\log Q] \qquad \text{.....(33)}$$



ภาพที่ 34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับอัตราเร็ว

ทำการเปรียบเทียบการกระจายของกลุ่มข้อมูลรอบเส้นรีเกรซชั่น พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 33



ภาพที่ 35 เส้นรีเกรซชั่นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับอัตราเร็ว

ภาคผนวก ง

อัตราการไหล ระดับ พื้นที่หน้าตัด และอัตราเร็วของลำตะคอง ของสถานีอุทกวิทยา

ตารางที่ 13 แสดงอัตราการไหล ระดับ พื้นที่หน้าตัด และอัตราเร็วของลำตะคองของสถานี M164 ปี พ.ศ. 2550-2551

ปี 2550				ปี 2551			
H (m)	Q (m^3/s)	A (m^2)	U (m/s)	H (m)	Q (m^3/s)	A (m^2)	U (m/s)
2.30	0.10	5.04	0.019841	2.30	0.10	0.96	0.104167
2.40	2.00	9.44	0.211864	2.40	1.50	5.54	0.270758
2.49	4.25	13.41	0.316928	2.50	4.00	10.12	0.395257
2.57	6.25	16.93	0.369167	2.59	6.70	14.24	0.470506
2.64	8.00	20.01	0.399800	2.64	8.20	16.53	0.496068
2.66	8.50	20.89	0.406893	2.65	8.50	166.99	0.050901
2.72	10.00	23.53	0.424989	2.70	10.00	19.28	0.518672
2.98	16.50	34.97	0.471833	2.72	10.70	20.20	0.529703
3.10	19.50	40.25	0.484472	2.78	12.80	22.94	0.557977
3.29	25.20	48.61	0.518412	2.80	13.50	23.86	0.565801
3.40	28.50	53.45	0.533209	3.20	29.50	42.18	0.699384
4.20	52.50	88.66	0.592150	3.34	36.50	48.59	0.751183
4.40	59.00	94.46	0.624603	3.43	40.00	52.71	0.758869
4.89	76.15	119.02	0.639808	3.69	54.00	64.62	0.835655
5.50	97.50	145.87	0.668403	3.80	59.50	69.66	0.854149

ตารางที่ 14 แสดงอัตราการไหล ระดับ พื้นที่หน้าตัด และอัตราเร็วของน้ำลำตะคองของสถานี M177 ปี พ.ศ. 2549-2551

ปี 2549				ปี 2550				ปี 2551			
H (m)	Q (m^3/s)	A (m^2)	U (m/s)	H (m)	Q (m^3/s)	A (m^2)	U (m/s)	H (m)	Q (m^3/s)	A (m^2)	U (m/s)
1.80	1.50	6.98	0.214900	2.3	1.3	5.63	0.230906	2.40	3.2	6.93	0.46176
2.00	3.00	13.94	0.215208	2.4	3.2	9.82	0.325866	2.50	4.5	9.7	0.463918
2.30	5.10	23.45	0.217484	2.7	10.7	31.41	0.340656	2.58	6.85	14.72	0.465353
2.53	8.32	34.63	0.240254	2.74	12.16	34.29	0.354622	2.67	9.42	20.12	0.468191
2.60	9.30	37.33	0.249129	2.83	13.82	38.76	0.356553	2.70	9.92	20.75	0.478072
2.70	11.00	41.51	0.264996	2.9	14.8	40.81	0.362656	2.80	10.5	21.42	0.490196
2.88	14.60	48.62	0.300288	3.1	17.5	47.99	0.364659	2.90	12.3	24.99	0.492197
3.06	18.20	55.81	0.326106	3.21	19.7	51.107	0.385466	2.94	13.11	25.3	0.518182
3.10	19.00	57.42	0.330895	3.28	28.5	73.91	0.385604	2.99	14.16	27.19	0.52078
3.33	24.75	66.61	0.371566	3.44	30.1	78.01	0.385848	3.04	15.15	28.18	0.537615
3.50	29.00	73.14	0.396500	3.46	31.8	81.01	0.392544	3.15	17.32	32.23	0.537388
				3.67	39.9	101.203	0.394257	3.20	18.3	33.11	0.552703
				4.1	48.5	122.14	0.397085	3.30	21.5	37.89	0.567432
				4.3	51.9	130.12	0.398863	3.40	25	42.66	0.586029
								3.50	29	46.43	0.624596
								3.60	33.5	50.21	0.667198
								3.70	40	53.98	0.741015

ตารางที่ 15 แสดงอัตราการไหล ระดับ พื้นที่หน้าตัด และอัตราเร็วของน้ำลำตะคองของสถานี M189 ปี พ.ศ.2551

ปี 2551			
H (m)	Q (m3/s)	A (m2)	U (m/s)
1.40	2.70	7.93	0.340479
1.80	4.80	13.90	0.345324
2.10	6.60	18.87	0.349762
2.30	8.20	22.85	0.358862
2.40	9.10	24.85	0.366197
2.50	10.10	26.48	0.38142
2.60	11.30	28.38	0.398168
2.70	12.70	30.21	0.420391
2.80	14.20	32.08	0.442643
3.00	18.00	36.54	0.492611
3.10	20.20	38.79	0.520753
3.20	22.50	40.87	0.550526
3.30	25.00	42.77	0.584522

ภาคผนวก จ
วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen, DO) ในน้ำ โดยวิธี Azide Modification Method

หลักการ

การหาปริมาณออกซิเจนละลาย คือ การหาปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ เป็นลักษณะสำคัญที่จะบอกให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และแนวทางการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในน้ำว่าเป็นแบบประเภทใช้ออกซิเจนอิสระ (aerobic) หรือไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ (anaerobic) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความสัมพันธ์กับ อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ และสิ่งเจือปน (impurities) ในน้ำ

ขั้นตอนหลักจะแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน

1. **ขั้นตอน Fix Oxygen**

$$MnSO_4 + NaOH + O_2 \longrightarrow MnO(OH)_2 \text{ (ตะกอนสีน้ำตาล)}$$

2. **ขั้นตอน ละลายตะกอน**

$$Mn\,O(OH)_2 + H_2SO_4 + I^- \longrightarrow I_2 \text{ (สารละลายสีเหลือง)}$$

3. **ขั้นตอน การไตเตรท**

$$I_2 + Na_2S_2O_3 \xrightleftharpoons{\text{น้ำแป้ง}} I^- + S_4O_6^{-2} + Na^+$$

ข้อควรปฏิบัติ

1. ภาชนะที่ใช้เก็บตัวอย่างควรล้างด้วย
2. ควรเก็บน้ำตัวอย่างไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส ต้องวิเคราะห์ภายใน 6 ชั่วโมง
3. ควรวัดค่า pH ของน้ำทุกครั้ง pH ควรอยู่ระหว่าง 6.5 – 7.5 ถ้าไม่ได้ควรใช้ H_2SO_4 1N. หรือ NaOH1 N.

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดบีโอดีขนาด 300 ml.
2. Beaker ขนาด 50, 100 และ 250 ml.
3. Volumetric flask ขนาด 100 , 500 และ 1,000 ml.
4. Pipette ขนาด 1, 2, 5, 10, 25 และ 100 ml.

5. Burette ขนาด 50 ml.
6. Hot Plate

สารเคมี

1. H_2SO_4 conc.
2. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต (Manganess Sulfate Solotion)

ละลายแมงกานีสซัลเฟตเตตราไฮเดรต ($MnSO_4.4H_2O$) 480 g. หรือ แมงกานีสซัลเฟตไดไฮเดรต ($MnSO_4.2H_2O$) 400 g. หรือแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต ($MnSO_4.H_2O$) 364 g. ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรจนครบ 1,000 ml.

3. สารละลายอัลคาไลด์ ไอโอไดด์ เอไซด์ (Alkali-Iodide-Azide Solution)

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 500 g. และโซเดียมไอโอไดด์ (NaI) 135 g. ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรจนครบ 1,000 ml. จากนั้นเติมโซเดียมเอไซด์ (NAN_3) 10 g. ซึ่งละลายในน้ำกลั่น 40 ml. แล้วเทลงลงในสารละลายดังกล่าว

4. น้ำแป้ง (Starch Solution)

ละลายแป้ง 2.5 g. ในน้ำต้ม 400 ml. เติมน้ำจนครบ 500 ml. ต้มให้เดือด 2 – 3 นาที รอให้เย็นเติมSalicylic acid 0.625 g.คนให้เข้ากันจะได้น้ำแป้งขนาด 500 ml.

5. น้ำกลั่น หรือน้ำปราศจากออกซิเจน
6. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N.

ละลายสารโซเดียมไธโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($Na_2S_2O_3.5H_2O$) 6.205 g. โซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH) 0.4 g. ละลายด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 ml. แล้วทำการเทียบค่าความเข้มข้นที่แน่นอนด้วยโปแทสเซียมไอโอไดด์

การทำ Standardize

สารเคมี

1. โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI)
2. กรดซัลฟูลริก 1: 9 ในปริมาตร 100 ml ใช้กรดซัลฟูลริกเข้มข้น 10 ml.น้ำกลั่น 90 ml.
3. โพแทสเซียมไดโครเมรต ($K_2Cr_2O_7$) 0.025 N. ละลายสารโปแทสเซียมไดโครเมรต ที่อบแล้ว 1.226 g. ปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml.
4. น้ำแป้ง

วิธีทำ Standardize

ชั่ง โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2.0000 g. ละลายด้วยน้ำกลั่น 100 – 150 ml. เติมกรดซัลฟูลริก 1: 9 ml. เติมโปแทสเซียมไดโครเมรต ($K_2Cr_2O_7$) 0.025 N. 20 ml. เขย่าให้เข้ากันนำไปเก็บในที่มืด 5 นาที นำมาเติมน้ำกลั่นให้ครบ 400 ml. นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต เติมน้ำแป้ง 2 ml. ไตเตรทจนกระทั่งถึงจุดยุติจดปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้นำไปคำนวณ

วิธีการคำนวณ

$$\text{ความเข้มข้นของ } Na_2S_2O_3.5H_2(N.) = \frac{\text{ปริมาตรของ } K_2Cr_2O_7 \text{ 0.025 N. x ความเข้มข้นของ} K_2Cr_2O}{\text{ปริมาตรของ } Na_2S_2O_3.5H_2O \text{ ที่ใช้ไตเตรท}}$$

วิธีการวิเคราะห์

1. ใส่ตัวอย่างน้ำในขวดบีโอดี 300 ml. อย่าให้มีฟองอากาศ
2. นำตัวอย่างน้ำในขวดบีโอดีมาเติม Manganese Sulfate Solution และ Alkali-Iodide-Azide Solution อย่างละ 2 ml. จากนั้นปิดฝาเขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้จนตกตะกอนเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2 ml. เขย่าจนไม่มีตะกอน
3. นำตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 4. มา 203 ml. นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียม ไธโอซัลเฟต เติมน้ำแป้ง 2 ml. ไตเตรทจนกระทั่งถึงจุดยุติจดปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้นำไปคำนวณ

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณDO (mg/l)} = \frac{\text{ปริมาตรของ } Na_2S_2O_3.5H_2O\text{ที่ใช้ไตเตรท x ความเข้มข้นของ } Na_2S_2O_3.5H_2O \text{ x } 8000}{\text{ปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่ใช้ไตเตรท (200 ml.)}}$$

การวิเคราะห์หาปริมาณบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ในน้ำ โดยวิธี Azide Modification Method

หลักการ

การหาปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ (Microorganisms) คือ ต้องการใช้ในขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ใช้เป็นดัชนีชี้วัดความสกปรกของแหล่งน้ำการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ แบ่งเป็น 2 ระยะ

ระยะที่ 1 พวกแป้ง หรือคาร์โบไฮเดรตจะถูกย่อยสลายให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ และถ้าเป็นเนื้อสัตว์ หรือโปรตีนก็จะถูกย่อยสลายให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนีย ซึ่งค่าออกซิเจนที่ลดลงจากการย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านี้ก็คือ บีโอดี

ระยะที่ 2 เป็นการย่อยสลายของสารอนินทรีย์คือ แอมโมเนีย แป้ง ไนไตรท์ ไนเตรท กระบวนการในระยะที่ 2 ค่าออกซิเจนที่ลดลงไม่ถือว่าเป็นบีโอดี เพราะเนื่องจากการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายแอมโมเนียเป็นสารอนินทรีย์

การวิเคราะห์หาค่าบีโอดี หรือ DO_5 โดยทั่วไปเป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปในเวลา5 วัน ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับน้ำทั่วไป และเป็นอุณหภูมิที่การใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ (Nitrifying Bacteria) ย่อยสลายสารอนินทรีย์คือแอมโมเนียไนเตรทไนไตรท์น้อยมาก ส่วนที่ใช้เวลาเพียง 5 วัน ก็เนื่องจากจากจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำได้ 70% ซึ่งถ้าจะให้ย่อยสลาย 100% ต้องใช้เวลาถึง 20 วัน ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์บีโอดีเพียง 5 วัน ซึ่งในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำ คลอง บึง สระ จะใช้วิธีวิเคราะห์แบบโดยตรง (Direct Method) คือ ใช้ในกรณีตัวอย่างน้ำมีค่าบีโอดีน้อยกว่า 7

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดบีโอดีขนาด 300 ml.
2. Beaker ขนาด 50, 100 และ 250 ml.
3. Volumetric flask ขนาด 100 , 500 และ 1,000 ml.
4. Pipette ขนาด 1, 2, 5, 10, 25 และ 100 ml.
5. Burette ขนาด 50 ml.
6. Hot Plate

สารเคมี

1. H_2SO_4 conc.
2. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต (Manganese Sulfate Solution)
3. สารละลายอัลคาไลด์ ไอโอไดด์ เอไซด์ (Alkali-Iodide-Azide Solution)
4. น้ำแป้ง (Starch Solution)
5. น้ำกลั่น หรือน้ำปราศจากออกซิเจน
6. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N.

หมายเหตุ; วิธีการเตรียมสารเคมีเตรียมเหมือนการวิเคราะห์ออกซิเจนละลาย

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างน้ำ มาออกซิเจน 30 นาที จากนั้นค่อยเทตัวอย่างน้ำลงในขวดบีโอดีขนาด 300 ml. และอย่าให้มีฟองอากาศ และปิดฝาให้สนิทและมีน้ำหล่อที่ปากขวด โดยใส่น้ำตัวอย่างในขวดบีโอดีทั้งหมด 6 ขวด 3 ขวดแรกนำไปวิเคราะห์หาค่า DO_0 ส่วนอีก 3 ขวดนำไปบ่มที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน เพื่อวิเคราะห์หา DO_5
2. นำตัวอย่างในขวดบีโอดีมาเติม Manganese Sulfate Solution และ Alkali-Iodide-Azide Solution อย่างละ 2 ml. จากนั้นปิดฝาเขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้จนตกตะกอนเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2 ml. เขย่าจนไม่มีตะกอน
3. นำตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 4. มา 203 ml. นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียม ไธโอซัลเฟต เติมน้ำแป้ง 2 ml. ไตเตรทจนกระทั่งถึงจุดยุติจดปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้นำไปคำนวณ
4. พอครบ 5 วันก็นำมา DO_5 ทำการวิเคราะห์เหมือนกับ DO_0

วิธีการคำนวณ

ปริมาณBOD (mg/l) = $DO_0 - DO_5$

การวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนีย -ไนโตรเจน (Ammonia-Nitrogen) โดยวิธี Distillation

หลักการ

การกลั่นแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจะได้ผลดีต้องมี pH ให้ใกล้กับ 7.4 เนื่องจากน้ำตามธรรมชาติมี pH และขีดความสามารถเป็นบัฟเฟอร์ต่างกัน ดังนั้นในการกลั่นจำเป็นต้องใส่สารละลายบัฟเฟอร์เพื่อควบคุม pH ให้ใกล้กับ 7.4 โดยแอมโมเนียที่ถูกกลั่นออกมาทำปฏิกิริยากับ

กรดซัลฟูริก หรือ กรดบอริก โดยผ่านส่วนที่กลั่นออกมาลงไปในสารละลายแล้วจึงนำสารที่ได้ไปหาปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน โดยการ ไตเตรทกับสารละลายกรดที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน

ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 Distillation

$$NH_4(SO_4)_2 \xrightarrow{\text{Distill + NaOH}} NH_3$$

(cooled and diluted) (In excess boric acid solution 4%)

$$NH_3 + H_3BO_3 \longrightarrow NH_4^+ + H_2BO_3^-$$

(green)

ขั้นตอนที่ 2 Titration

$$H_2BO_3^- + H^+ \longrightarrow H_3BO_3$$

(green) (pink)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดกลั่น (Distillate Tube) ขนาด 250 ml.
2. ที่ใส่หลอด (Tube Stand)
3. Kjeltec Model 1002 Distilling Unit
4. Erlenmeyer Flask 250 มิลลิลิตร
5. อุปกรณ์การไตเตรท
6. pH meter

สารเคมี

1. Sulfuric Acid (H_2SO_4conc)
2. NaOH 50% ชั่ง NaOH 500 g. ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับให้เป็น 1 l
3. Boric acid 4% ชั่ง Boric acid 20 g. ละลายด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 l
4. Hydrochloric Acid (HCl) 0.1 M. ปิเปต HCl conc. มา 8.2 ml. เจือจางด้วยน้ำกลั่นปรับให้เป็น 1 l

5. Methyl red 0.1% ชั่ง Methyl red 0.1 g. ละลายด้วย ethanol 95% แล้วปรับปริมาตรด้วย ethanol 95 % จนปริมาตรครบ 100 ml.

6. Methylene blue 0.025% ชั่ง Methylene blue 0.025 g. ละลายด้วย ethanol 95% แล้ว ปรับปริมาตรด้วย ethanol 95 % จนปริมาตรครบ 100 ml.

7. Mixed Bromogelsol green : Methyl red ชั่งอย่างละ 0.1 g ละลายใน EtOH 95% 200 ml.

วิธีวิเคราะห์

1. ปิเปตตัวอย่างน้ำ 100 ml. ใส่ลงในหลอดกลั่น เติมน้ำกลั่น 50 ml.
2. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นน้ำไปกลั่น
3. เปิด Power ของเครื่องกลั่น (Kjeltec) นำ Erlenmeyer Flask เปล่ารอรับและใส่หลอดย่อยที่มีน้ำกลั่นประมาณครึ่งหลอดเพื่อเป็นการกลั่นล้างเครื่องก่อนใส่ตัวอย่าง
5. นำ Erlenmeyer Flask ซึ่งมี Boric Acid 4% ปริมาณ 25 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ Methyl red 0.1% และ Methylene blue 0.025 % ในอัตราส่วน 3 ต่อ 6 หยด ตามลำดับ ไปตั้งไว้ที่ตำแหน่งและเลื่อนฐานขึ้น ให้ปลายแท่งแก้วจุ่มอยู่ในสารละลาย
6. ใส่หลอดกลั่นที่เตรียมไว้ในเครื่องกลั่นปิดหน้าต่างป้องกันลงมา โยกคันโยกด่าง (NaOH 50%) ลงมา เปิด Steam โดยเลื่อนคันโยกของ Steam ไปอยู่ที่ตำแหน่งเปิด (Open) ทำการกลั่นจนได้สารใน Erlenmeyer Flask มีปริมาตร 200 ml. จากนั้นเลื่อนคันโยกของ Steam ไปอยู่ที่ตำแหน่งปิด (Close) เลื่อนหน้าต่างป้องกันขึ้น ไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียจะระเหยออกมาแล้วจะเปลี่ยนสีกรดบอริคจากสีม่วงเป็นสีเขียว
7. ถอดหลอดกลั่นออก และนำ Erlenmeyer Flask ที่มีปริมาตร 200 ml. มาไตเตรทกับสารมาตรฐานกรด HCl 0.1 N.จนได้สารละลายสีม่วง (ถึงจุดยุติ) จดปริมาตรสารละลายมาตรฐานกรด HCl 0.1 N. ที่ใช้ไปแล้วนำไปคำนวณในสูตร
8. ในการวิเคราะห์ควรทำ Blank ทุกครั้ง โดยใช้น้ำกลั่นแทนน้ำตัวอย่าง

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณ Ammonia-Nitrogen (mg/l)} = \frac{(A - B) \times 1{,}000 \times M \times 14}{V}$$

A = ปริมาตร HCl 0.1 N. ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

B = ปริมาตร HCl 0.1 N. ที่ใช้ไตเตรทกับ Blank

M = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน HCl

V = ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง

การ Standardize HCl 0.1 N

1. ชั่ง Na_2CO_3 0.13 g. (อบที่ 200 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง) เติมน้ำกลั่น 20 ml.
2. นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรด HCl 0.1 N. โดยใช้ Mixed Bromogelsol green : Methyl red 5 หยด เป็นIndicator ไทเทรตจนได้สารละลายสีชมพูจดปริมาตรไว้ จากนั้นนำสารไปต้มให้เดือดจนสาระลายเปลี่ยนเป็นสีเขียว
3. ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรด HCl อีกครั้ง โดยจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูอีกครั้ง จดปริมาตรที่ไทเทรตได้ รวมกับปริมาตรครั้งแรกนำไปคำนวณ

วิธีการคำนวณ

$$\text{ความเข้มข้นของ HCl} = \frac{2{,}000 \times \text{น้ำหนักละเอียดของ } Na_2CO_3}{\text{น้ำหนักโมเลกุลของ } Na_2CO_3 \times \text{ปริมาตรของ HCl}}$$

การวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) โดยวิธี Standard Multiple-Tube (MPN) Tests.

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย หมายถึง กลุ่มของพวก Aerobic Facultative และ Anaerobic Bacteria ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ย้อมติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ มีรูปร่างเป็นแท่งและสามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโทสที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายใน 24 –48 ชั่วโมง และให้ผลเป็นกรดและแก๊ส แบคทีเรียกลุ่มนี้พบทั่วไปใน ดิน น้ำ อากาศ โดยเฉพาะในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น กลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรียเหล่านี้ ได้แก่ กลุ่มของแบคทีเรีย Escherichia, Enterobacter, Klebsiella, Citrobacter และ Sarratia

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ขนาด 1 และ 10 ml.
3. หลอดทดลอง ขนาด 20 mm. x 150 mm.พร้อมฝาปิด
4. หลอดดูแรห์ม ขนาด 6 mm. x 50 mm.
5. wire loop

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

6. Incubator
7. Autoclave

อาหาร (Media)

1. อาหารเหลวแลคโทสบรอธ (Lactose Broth)
2. อาหารบริลเลียนท์กรีนแลคโทสไบล์ 2% (Brilliant Green Lactose Bile 2%)
3. อาหาร Eosin Methylene Blue (EMB)

วิธีการวิเคราะห์

วิธีการตรวจสอบขั้นแรก (Presumptive Tests)

1. ใส่ตัวอย่างน้ำปริมาณ 1 0.1 และ 0.01 แต่ละระดับความเจือจางลงในอาหารเหลวแลคโทสบรอธอย่างละ 5 หลอด เขย่าหลอดเบา ๆ เพื่อให้อาหารผสมกับตัวอย่างน้ำ

2. นำหลอดที่ใส่ตัวอย่างน้ำทั้งหมด ใส่ในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส 24-48 ชั่วโมง

3. อ่านผลครั้งแรกหลังจากเมื่อครบการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2ชั่วโมง ตรวจก๊าซในแต่ละหลอด มีก๊าซแสดงว่าได้ผลเป็นบวกไม่มีก๊าซแสดงว่าได้ผลเป็นลบ นำหลอดผลลบและนำไปบ่มเชื้อต่ออีก 24 ชั่วโมง แล้วตรวจวัดก๊าซเช่นเดียวกับข้างต้น และจะต้องนำไปตรวจซ้ำ (confirmed test)

วิธีการตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmed Tests)

1. เลือกหลอดที่ให้ผลบวกจากการตรวจสอบขั้นแรกมาตรวจสอบขั้นยืนยันถ่ายเชื้อทุกหลอดที่มีก๊าซ 0.1 ml. ลงในอาหารบริลเลียนท์กรีนแลคโทสไบล์ 2% บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 24 - 48 ชั่วโมง

2. เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำมาอ่านผลครั้งแรก โดยให้ผลบวกสำหรับหลอดที่มีความขุ่นและมีก๊าซส่วนหลอดที่ใส่และไม่มีฟองนำไปบ่มต่ออุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส ต่ออีก 24 ชั่วโมง นำมาอ่านผลครั้งที่สองอ่าน นำไปเปิดตารางอ่านค่า MPN

วิธีการตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed Tests)

1. นำหลอดอาหารบริลเลียนท์กรีนแลคโทสไบล์ 2% ที่ให้ก๊าซ streak ลงบนอาหาร Eosin Methylene Blue (EMB) บ่มที่ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 24 ± 2 ชั่วโมง

2. เลือก colony ที่สงสัยคือ โคโลนีสีปีกแมลงทับ (metallic sheen) หรือโคโลนีสีดำถ่าย ลงใน Nutrient agar (NA) slant บ่มที่ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง

3. นำเชื้อตาม ข้อ 2 ไปย้อมสีแบบแกรม (Gram's Stain) ถ้าเป็น colony ของโคลิฟอร์ม แบคทีเรียจะย้อมติดสีแกรมลบ หรือ สีแดงรูปร่างท่อนสั้น ไม่สร้างสปอร์

ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria) โดยวิธี Standard Multiple-Tube (MPN) Tests

ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรียที่มีแหล่งกำเนิดจากอุจจาระของคน และสัตว์เลือดอุ่น แบคทีเรียชนิดนี้สามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโทสที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศา เซลเซียสในเวลา 24 ชั่วโมง ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล Escherichia

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ขนาด 1 และ 10 ml.
3. หลอดทดลอง ขนาด 20 mm. x 150 mm.พร้อมฝาปิด
4. หลอดดูแรห์ม ขนาด 6 mm. x 50 mm.
5. wire loop
6. Incubator
7. Autoclave

อาหาร (Media)

1. อาหารเหลวแลคโทสบรอธ (Lactose Broth)
2. อาหารเหลวอีซีมีเดียม (EC Medium)

วิธีการวิเคราะห์

วิธีการตรวจสอบขั้นแรก (Presumptive Tests)

1. ใส่ตัวอย่างน้ำปริมาณ 1 0.1 และ 0.01 แต่ละระดับความเจือจางลงในอาหารเหลว แลคโทสบรอธอย่างละ 5 หลอด เขย่าหลอดเบา ๆ เพื่อให้อาหารผสมกับตัวอย่างน้ำ

2. นำหลอดที่ใส่ตัวอย่างน้ำทั้งหมด ใส่ในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส 24-48 ชั่วโมง

3. อ่านผลครั้งแรกหลังจากเมื่อครบการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2ชั่วโมง ตรวจก๊าซในแต่ละหลอด มีก๊าซแสดงว่าได้ผลเป็นบวกไม่มีก๊าซแสดงว่าได้ผลเป็นลบ นำหลอดผลลบและนำไปบ่มเชื้อต่ออีก 24 ชั่วโมง แล้วตรวจวัดก๊าซเช่นเดียวกับข้างต้น และจะต้องนำไปตรวจซ้ำ (confirmed test)

วิธีการตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmed Tests)

1. เลือกหลอดที่ให้ผลบวกจากการตรวจสอบขั้นแรกมาตรวจสอบขั้นยืนยันถ่ายเชื้อทุกหลอดที่มีก๊าซ 0.1 ml. ลงในอาหารเหลวอีซีมีเดียม บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

2. เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำมาอ่านผล นำผลที่ได้มาเทียบจำนวนฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียจากตาราง MPN

ตารางที่ 16 MPN Index and 95 Percent Confidence Limits for Various Combination of Position and Negative Results When Five 10-ML Portions, Five 1-ML Portions and Five 0.1-ML Portion are Used

Number of Tubes Giving Position Reaction Out of			MPN Index	95% Confidence Limits		Number of Tubes Giving Position Reaction Out of			MPN Index	95% Confidence Limits	
5 of 10 ML Each	5 of 1 ML Each	5 of 0.1 ML Each	ML Per 100	Lower	Upper	5 of 10 ML Each	5 of 1 ML Each	5 of 0.1 ML Each	ML Per 100	Lower	Upper
0	0	1	2	<0.5	7	4	2	1	26	9	78
0	1	0	2	<0.5	7	4	3	0	27	9	80
0	2	0	4	<0.5	11	4	3	1	33	11	93
1	0	0	2	<0.5	7	4	4	0	34	12	93
1	0	1	4	<0.5	11	5	0	0	23	7	70
1	1	0	4	<0.5	11	5	0	1	31	11	89
1	1	1	6	<0.5	15	5	0	2	43	15	114
1	2	0	6	<0.5	15	5	1	0	33	11	93
2	0	0	5	<0.5	13	5	1	1	46	16	120
2	0	1	7	1	17	5	1	2	63	21	150
2	1	0	7	1	17	5	2	0	49	17	130
2	1	1	9	2	21	5	2	1	70	23	170
2	2	0	9	2	21	5	2	2	94	28	220
2	3	0	12	3	28	5	3	0	79	25	190
3	0	0	8	1	19	5	3	1	109	31	250
3	0	1	11	2	25	5	3	2	141	37	340
3	1	0	11	2	25	5	3	3	175	44	500
3	1	1	14	4	34	5	4	0	130	35	300
3	2	0	14	4	34	5	4	1	172	43	490
3	2	1	17	5	46	5	4	2	221	57	700
3	3	0	17	5	46	5	4	3	278	90	850
4	0	0	13	3	31	5	4	4	345	120	1000
4	0	1	17	5	46	5	5	0	240	68	750
4	1	0	17	5	46	5	5	1	348	120	1000
4	1	1	21	7	63	5	5	2	542	180	1400
4	1	2	26	9	78	5	5	3	918	300	3200
4	2	0	22	7	67	5	5	4	1609	640	5800

ภาคผนวก ฉ
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ตารางที่ 17 สภาพภูมิอากาศของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2549

Description	Month												Annual
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1.Temperature (Celsius)													
Mean	23.6	26.3	28.1	31.0	30.6	28.6	28.4	28.5	27.9	28.5	26.9	23.5	27.7
Mean max.	31.0	34.8	35.6	37.6	37.1	33.5	33.8	33.6	33.3	34.6	34.4	31.8	34.3
Mean min.	18.3	20.1	22.5	25.3	25.6	25.0	25.0	25.1	24.8	24.1	21.5	17.5	22.9
2.Relative													
Humidity (%)													
Mean	73	66	6	66	69	80	81	81	84	75	70	65	73
Mean max.	92	86	86	86	87	92	93	93	95	91	88	85	90
Mean min.	48	40	44	46	48	63	63	65	66	51	43	38	51
3.Dew point (Celsius)													
Mean	18.0	18.8	20.8	23.4	23.7	24.4	24.6	24.7	24.8	23.	20.4	15.7	21.9
4.Cloundiness (1-10)													
Mean	3.9	3.1	4.6	2.6	5.6	8.4	7.8	7.9	7.9	4.1	2.2	2.6	5.1
5.Wind (Knots)													
Mean wind speed	0.4	0.4	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2549

ตารางที่ 18 สภาพภูมิอากาศของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2550

Description	Month												Annual
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1.Temperature (Celsius)													
Mean	24.4	25.2	29.3	31.4	29.2	28.4	28.2	28.1	27.8	27.7	26.4	23.1	27.4
Mean max.	33.	33.1	37.0	38.6	34.9	33.2	33.2	33.1	33.3	34.0	33.5	31.6	34.1
Mean min.	18.2	19.2	22.9	25.2	25.1	24.9	24.8	25.0	24.4	23.1	21.4	17.2	22.6
2.Relative Humidity (%)													
Mean	66	65	60	60	77	81	81	83	82	76	71	65	72
Mean max.	86	84	78	79	91	93	93	94	94	91	88	84	88
Mean min.	40	40	38	39	58	65	64	67	64	51	47	38	51
3.Dew point (Celsius)													
Mean	17.1	17.5	20.0	22.0	24.3	24.5	24.4	24.7	24.3	22.5	20.1	15.5	21.4
4.Cloundiness (1-10)													
Mean	2.7	2.8	1.6	3.6	7.7	7.9	8.9	8.8	7.8	3.1	2.9	0.8	4.9
5.Wind (Knots)													
Mean wind speed	0.4	0.6	0.8	1.0	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.4	0.6	0.5	0.6

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550

ตารางที่ 19 สภาพภูมิอากาศของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2551

Description	Month												Annual
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1.Temperature (Celsius)													
Mean	24.1	27.2	28.5	30.1	31.0	28.7	28.	27.7	27.8	28.1	26.7	24.4	27.8
Mean max.	31.9	35.2	35.6	36.6	37.2	33.6	33.9	32.0	32.7	34.0	33.0	30.8	33.9
Mean min.	18.2	20.8	22.5	24.9	26.3	25.5	25.4	25.0	24.8	24.1	22.7	20.0	23.4
2.Relative Humidity (%)													
Mean	70	68	62	69	67	82	78	84	84	76	77	68	74
Mean max.	88	85	80	86	84	94	91	94	95	92	91	85	89
Mean min.	45	44	41	48	47	64	62	70	68	54	54	46	54
3.Dew point (Celsius)													
Mean	17.7	20.2	20.0	23.3	23.7	25.1	24.5	24.6	24.7	23.2	21.9	17.8	22.2
4.Cloundiness (1-10)													
Mean	2.6	1.8	2.9	4.1	6.4	9.0	7.7	9.1	8.1	4.8	4.4	3.7	5.4
5.Wind (Knots)													
Mean wind speed	0.2	0.7	0.7	0.8	0.9	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.4	0.7	0.6

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2551

ภาคผนวก ช
ข้อมูลคุณภาพน้ำของสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ตารางที่ 20 แสดงผลคุณภาพน้ำลำตะคอง ปี 2549

Parameter	TLK01			TLK03			LTK04		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
pH	7.50	7.80	7.71	7.50	7.80	7.28	7.50	7.80	7.27
Conductivity	547	557	411	446	456	310	545	556	508
Sal	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DO	5.3	7.6	5.2	5.7	7.9	5.6	5.2	7.5	5.6
BOD	1.7	1.8	2.1	1.60	2.7	2.4	1.60	1.7	2.9
Total Colifrom	160,000	13,000	14,000	90,000	4,000	900	8,000	2,000	2,400
Fecal Colifrom	14,000	1,700	1,200	14,000	<2	140	700	2,000	170
TP	0.03	0.03	0.04	0.03	0.06	0.03	0.01	0.06	0.07
NO_3-N	0.04	<0.01	1.6	0.03	0.08	2.1	0.03	0.10	1.4
NO_2-N	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.02
NH_3-N	0.08	0.25	0.02	0.02	0.32	0.01	0.09	0.32	0.02
SS	12	22	3	6	45	11	2	42	5
TS	120	130	106	112	180	116	106	162	104
TDS	108	108	-	106	135	-	104	120	-
Cd(ug/L)	<0.50	-	0.0033	-	-	-	-	-	-
Cr(ug/L)	<2.0	-	0.0012	-	-	-	-	-	-
Mn(mg/L)	0.1	-	0.038	-	-	-	-	-	-
Ni(ug/L)	<5.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb(ug/L)	<5.0	-	0.018	-	-	-	-	-	-
Zn(mg/L)	<0.020	-	0.042	-	-	-	-	-	-
Cu(ug/L)	4.0	-	nil	-	-	-	-	-	-
Hg(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 21 แสดงผลคุณภาพน้ำลำตะคอง ปี 2550

Parameter	TLK01			TLK03			TLK04		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
pH	7.50	7.28	7.30	7.60	7.71	5.60	70	7.27	6.01
Conductivity	540	510	445	537	511	422	538	508	425
Sal	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0
DO	5.8	5.6	6.0	6.0	6.2	6.9	6.1	5.6	6.4
BOD	1.7	1.6	1.44	1.1	2.0	1.85	1.0	1.9	1.36
Total Colifrom	2,100	900	5,000	1,700	1,400	16,000	200	2,400	>= 1,600
Fecal Colifrom	700	140	1,700	400	1,200	5,000	<2	170	>= 1,600
TP	0.02	0.03	0.04	0.02	0.04	0.05	0.02	0.07	0.07
NO_3-N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO_2-N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH_3-N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS	23	11	66	7	3	135	2	5	58
TS	110	116	192	132	106	244	122	104	202
TDS	87	231	244	125	254	276	120	215	124
Cd(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn(mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn(mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 22 แสดงผลคุณภาพน้ำลำตะคอง ปี 2551

Parameter	TLK01			TLK03			TLK04		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
pH	6.80	7.30	7.10	6.80	7.30	6.80	6.80	7.30	7.40
Conductivity	549	503	449	531	500	437	594	538	443
Sal	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DO	5.4	6.2	5.6	4.6	5.2	6.0	4.8	4.8	5.1
BOD	1.22	0.94	1.63	1.09	0.54	1.60	1.46	0.63	1.02
Total Colifrom	1,600	16,000	5,000	210	140	1,100	3,000	1,400	5,000
Fecal Colifrom	500	3,300	3,000	110	120	800	340	1,400	800
TP	0.20	0.02	0.07	0.20	0.03	0.05	0.09	0.03	0.08
NO_3-N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO_2-N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH_3-N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS	20	19	30	6	14	25	9	7	18
TS	114	94	204	114	88	206	120	76	156
TDS	616	86	178	79	86	97	70	82	75
Cd(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn(mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn(mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As(ug/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ภาคผนวก ซ

ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง
กำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำพอง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล และลำตะคอง

ประกาศกรมควบคุมมลพิษ
เรื่อง กำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำพอง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล และลำตะคอง

ด้วยประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ ๔ (พ.ศ. ๒๕๓๗) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ข้อ ๔ ได้กำหนดว่า "การกำหนดให้แหล่งน้ำผิวดินแหล่งใดแหล่งหนึ่งเป็นประเภทใดตามข้อ ๒ ให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษประกาศในราชกิจจานุเบกษา" ฉะนั้น เพื่อให้การเป็นไปตามความในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติดังกล่าว และเพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์คุณภาพน้ำในแม่น้ำพอง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล และลำตะคอง กรมควบคุมมลพิษ จึงกำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำพอง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล และลำตะคอง ไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้แม่น้ำพองตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างแม่น้ำพองกับแม่น้ำชีบริเวณบ้านคุยเชือก ตำบลหนองบึง อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม กิโลเมตรที่ ๐ จนถึงแม่น้ำพองบริเวณท้ายเขื่อนอุบลรัตน์ บ้านปอนกเขา ตำบลบ้านคง อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น กิโลเมตรที่ ๑๔๐ เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ ๓

ข้อ ๒ ให้แม่น้ำชีตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างแม่น้ำชีกับแม่น้ำมูลบริเวณบ้านท่าขอนไม้ตูง ตำบลปุ่งหวาย อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี กิโลเมตรที่ ๐ จนถึงแม่น้ำชีบริเวณสะพานเวชศาสตร์ บ้านโนนน้อย ตำบลสุ่มน้ำชี อำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ กิโลเมตรที่ ๔๒๘ เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ ๓

ข้อ ๓ ให้แม่น้ำมูลตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างแม่น้ำมูลกับแม่น้ำโขง บริเวณบ้านท่าแพ ตำบลโขงเจียม อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี กิโลเมตรที่ ๐ จนถึงแม่น้ำมูล

บริเวณสะพานบ้านโนนเพชร ตำบลท่าเยี่ยม อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา กิโลเมตรที่ ๑๔๙ เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ ๓

ข้อ ๔ ให้ลำตะคองตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างลำตะคองกับแม่น้ำมูล บริเวณตำบลพะเนา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา กิโลเมตรที่ ๐ จนถึงลำตะคอง บริเวณฝายกนชุม บ้านกนชุม ตำบลพรุโหนู่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา กิโลเมตรที่ ๒๔ เป็นช่วงที่ ๑ และเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ ๔

ข้อ ๕ ให้ลำตะคองตั้งแต่บริเวณฝายกนชุม บ้านกนชุม ตำบลพรุโหนู่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา กิโลเมตรที่ ๒๔ จนถึงลำตะคอง บริเวณบ้านบุกระเฉด ตำบลขนงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา กิโลเมตรที่ ๑๔๐ เป็นช่วงที่ ๒ และเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ ๓

ทั้งนี้ ดังปรากฏตามแผนที่ท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๓๑ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๔๒

ศักดิ์สิทธิ์ ตรีเดช

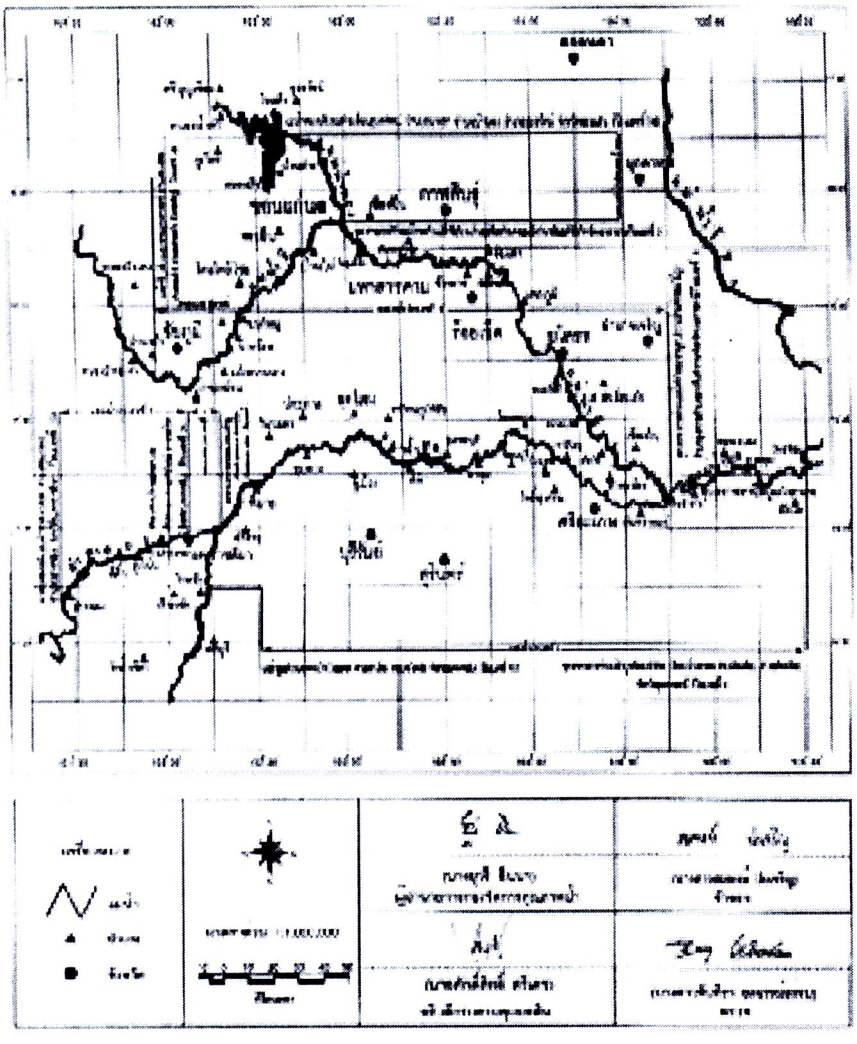
อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ

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

แผนที่ท้ายประกาศ

กรมควบคุมมลพิษ

เรื่อง กำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำทอง แม่น้ำยิ แม่น้ำมูล และลำตะคอง



ภาคผนวก ฌ
ประมาณการประชากรและปริมาณน้ำเสียชุมชนในอนาคต

การคาดคะเนประชากร (Population progression)

การคาดคะเนประชากร (Population progression) เป็นการใช้หลักการทางสถิติ ที่อาศัยข้อมูลต่างๆเข้ามาคำนวณได้แก่ อัตราการเพิ่มของประชากรในปีที่ผ่านมา การเปรียบเทียบกับประชากรของชุมชนในอดีต การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้สูตรตามสมการที่ 34 เป็นสูตรหนึ่งในการคาดการณ์ประชากรในพื้นที่ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 11 จังหวัดนครราชสีมา ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้ใช้สมการดังกล่าวคำนวณเพื่อให้สอดคล้องกับสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 11 จังหวัดนครราชสีมา

สูตร $Pn=Po\,(1+r)^n$ .....(34)

เมื่อ Pn = จำนวนประชากรปีที่ n ในอนาคตจากปัจจุบัน

Po = ประชากรเริ่มต้น

r = อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย

n = ช่วงเวลาที่คำนวณ

โดย หาค่า $r_{average}$ จากสูตรที่ 35

$$r_i = \frac{(P_n-(P_{n-1}))}{P_{n-1}} \quad .....(35)$$

เมื่อ r_i = อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากร

P_n = เป็นจำนวนประชากรในปีหลัง

P_{n-1} =เป็นจำนวนประชากรในปีก่อน

ดังนั้น $r_{average}$ = ผลรวมของ r_i/n

การคำนวณหาจำนวนประชากร ในแต่ละพื้นที่เพื่อคาดคะเนประชากร ปี 2556 และ 2561

ตารางที่ 23 แสดงจำนวนประชากรในแต่ละพื้นที่ ตั้งแต่ปี 2546-2550

พื้นที่	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	ปี 2550
อำเภอเมือง นครราชสีมา	422,675	397,861	421,653	422,099	429,853
อำเภอขามทะเลสอ	28,425	27,745	27,864	28,112	28,314
อำเภอสีคิ้ว	122,997	120,822	121,626	122,061	120,817
อำเภอสูงเนิน	78,331	77,743	78,120	78,610	78,503

ที่มา: สำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา, 2551

อำเภอเมืองนครราชสีมา

ค่า $r_{average}$ จากการคำนวณโดยใช้สูตรที่ 35 = 0.005

จากสูตรที่ 34 P2556 = $Po(1+r)^n$

= $429,853*(1+0.005)^6$

= **442,910 คน**

P2561 = $Po(1+r)^n$

= $429,853*(1+0.005)^{11}$

= **454,094 คน**

อำเภอขามทะเลสอ

ค่า $r_{average}$ จากการคำนวณโดยใช้สูตรที่ 35 = 0.001

จากสูตรที่ 34 P2556 = $Po(1+r)^n$

= $28,314*(1+0.001)^6$

= **28,484 คน**

P2561 = $Po(1+r)^n$

= $28,314*(1+0.001)^{11}$

= **28,627 คน**

อำเภอสีคิ้ว

ค่า $r_{average}$ จากการคำนวณโดยใช้สูตรที่ 35 = 0.004

จากสูตรที่ 34 P2556 = $Po(1+r)^n$

= $120,817*(1+0.004)^6$

= **123,745 คน**

P2561 = $Po(1+r)^n$

= $120,817*(1+0.004)^{11}$

= **126,240 คน**

อำเภอสูงเนิน

ค่า $r_{average}$ จากการคำนวณโดยใช้สูตรที่ 35 = 0.001

จากสูตรที่ 34 P2556 = $Po(1+r)^n$

= $78,503*(1+0.001)^6$

= **78,975 คน**

P2561 = $Po(1+r)^n$

= $78,503*(1+0.001)^{11}$

= **79,370 คน**

ตารางที่ 24 แสดงจำนวนประชากรปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี ปี 2549

อำเภอ	จำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษา ปี 2549				
	ประชากร (ปี2549)	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	ความเข้มข้นของบีโอดี (มก./ลิตร)	ความสกปรกในรูปบีโอดี (กิโลกรัม/วัน)
เมืองนครราชสีมา	427,099	51,251.88	41,001.50	105	4,305.158
ขามทะเลสอ	28,112	3,373.44	2,698.75	105	283.369
สีคิ้ว	122,061	14,647.32	11,717.86	105	1,230.375
สูงเนิน	78,610	9,433.20	7,546.56	105	792.3888
รวม	**655,882**	**78,705.84**	**62,964.67**		**6,611.291**

ตารางที่ 25 แสดงจำนวนประชากร ปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี ปี 2556

อำเภอ	จำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษา ปี 2556				
	ประชากร	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	ความเข้มข้นของบีโอดี (มก./ลิตร)	ความสกปรกในรูปบีโอดี (กิโลกรัม/วัน)
เมืองนครราชสีมา	442,910	53,149.20	42,519.36	105	4,464.533
ขามทะเลสอ	28,484	3,418.08	2,734.46	105	287.1187
สีคิ้ว	113,745	14,849.40	11,879.52	105	1247.35
สูงเนิน	78,975	9,477.00	7,581.60	105	496.068
รวม	**674,114**	**80,893.68**	**64,714.94**		**6,795.069**

ตารางที่ 26 แสดงจำนวนประชากร ปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี ปี 2561

อำเภอ	จำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษา ปี 2561				
	ประชากร	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	ความเข้มข้นของบีโอดี (มก./ลิตร)	ความสกปรกในรูปบีโอดี (กิโลกรัม/วัน)
เมืองนครราชสีมา	454,094	54,491.28	46,593.20	105	4,577.268
ขามทะเลสอ	28,627	3,435.24	2,748.19	105	288.5602
สีคิ้ว	126,240	15,148.80	12,119.04	105	1,272.499
สูงเนิน	79,370	9,524.40	7,619.52	105	800.0496
รวม	**688,331**	**82,599.72**	**66,079.78**		**6,938.376**

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวสรลักษณ์ รามโกมุท
เกิด	10 มกราคม 2526
ภูมิลำเนา	บ้านเลขที่ 266 ซอยเดชอุดม 14 ตำบลในเมือง
	อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2548	สำเร็จการศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2552	ศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต
	สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2550	นักวิชาการส่งเสริมสุขภาพ เทศบาลตำบลหนองไข่น้ำ
	ตำบลหนองไข่น้ำ อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา