เอกสารอ้างอิง

กนกทัศน์ ยลปราโมทย์. (2549). **การประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษของแม่น้ำแม่กลองตอนบนด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมควบคุมมลพิษ. (2537). **เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำ มาตรฐานคุณภาพน้ำในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

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

————. (2550). **รายงานประจำปี สำนักการจัดคุณภาพน้ำ พ.ศ. 2550.** กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

————. (2551). **สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2551.** กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2552). **ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจังหวัดชัยภูมิและจังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2548-2552.** ค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2553, จาก http://www.tmd.go.th.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2553). **ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ.2553.** ค้นเมื่อ 17 พฤษภาคม 2553, จาก http://www.diw.go.th.

กรรณิการ์ สิริสิงห์. (2544). **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ประยูรวงศ์.

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

กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธ์. (2540). **มลพิษทางน้ำ.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

กาญนิถา ครองธรรมชาติ. (2545). **เอกสารประกอบการสอนวิชา 512408 เทคโนโยลีน้ำเสีย Wastewater Technology.** ขอนแก่น: ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กิตติพงษ์ จันดาเบ้า. (2551). **การประเมินคุณภาพน้ำแม่น้ำชี โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2K.** วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

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

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

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. (2525). **มลพิษสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ทรงศักดิ์ วิชุมา. (2547). **สมรรถนะการรองรับความต้องออกซิเจนทางชีวเคมีและสารแขวนลอยในลุ่มน้ำวัง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรหาบัณฑิต (วนศาสตร์) สาขาวิชาการจัดการลุ่มน้ำ บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิพาพร เวชกามา. (2550). **การประยุกต์ใช้แบบจำลอง QUAL2K สำหรับประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันและคาดการณ์คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำเซบาย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นฤชัย คูณทอง. (2548). **การประเมินมลพิษในแม่น้ำปราจีนบุรีโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทนา คชเสนี. (2544). **คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

บัญชา ขวัญยืน. (2541). **การวิเคราะห์เพื่อการวางแผน และการจัดการโครงการชลประทาน.** นครปฐม: ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ปฏิวิชช์ สาระพิน. (2551). **การประยุกต์ใช้พันธุกรรมคอมพิวเตอร์ (Genetic Algoithm) ในการปรับเทียบแบบจำลอง QUAL2Kw เพื่อประเมินภาระมลพิษในลำน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

ประภาชื่น จันทไช้. (2549). **การประเมินคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่างโดยใช้แบบจำลอง WASP 7.0.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปราณี พันธุมสินชัย. (2535). **มลพิษอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: สถาบันวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

โปร เอ็น เทคโนโลยี. (2545). **การสำรวจความสามารถในการรองรับมลพิษของแหล่งน้ำเพื่อการจัดการมลพิษของแหล่งน้ำกิจกรรมขนาดเล็กในพื้นที่อนุรักษ์น้ำดิบเพื่อการประปา.** กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.

มนตรี ยะราไสย์. (2550). **การศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำชีบริเวณกระชังปลาในจังหวัดมหาสารคม.** มหาสารคาม: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์, & จารุวรรณ สมศิริ. (2528). **คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง.** กรุงเทพฯ: กรมประมง.

รัตน์เกล้า อินทรสัตยพงศ์. (2547). **สมรรถนะการรองรับปริมาณอินทรีย์สารในแม่น้ำยม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรหาบัณฑิต (วนศาสตร์) สาขาวิชาการจัดการลุ่มน้ำ บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชญาณ เจริญกุล. (2550). **คาดการณ์ออกซิเจนละลายน้ำ และความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในแม่น้ำปากพนังโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 กรณีเปิดประตูระบายน้ำอุทกวิภาชประสิทธิ.** กรุงเทพ ฯ: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วีระพล แต้สมบัติ. (2531). **อุทกวิทยาประยุกต์.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริหทัย แสนบัณฑิต. (2550). การประเมินคุณภาพน้ำแม่น้ำน่านในจังหวัดอุตรดิตถ์โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. **วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต** สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. (2553). **ข้อมูลน้ำท่ารายปี.** ค้นเมื่อ 22 พฤษภาคม 2553, จาก http://www.hydro-3.com.

สรัญกริช นามไพร. (2546). **ผลกระทบของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำชี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุทธิพร อนันต์พิพัฒน์กิจ. (2542). **แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำในลำตะคอง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

สุธิดา โรหิตรัตนะ. (2546). **การคาดการณ์คุณภาพน้ำในคลองประวัติศาสตร์โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11.** กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สำนักการจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2547). **ศูนย์แบบจำลองและประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม**. ค้นเมื่อ17 มีนาคม 2554, จาก http://www.pcd.go.th/about/water_cemra.html.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2537). **การศึกษาข้อมูลและศักยภาพของทรัพยากรในลุ่มน้ำมูล รายงานหลักเล่มที่ 1**. ขอนแก่น: สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักงานทะเบียนราษฎร์จังหวัดชัยภูมิ. (2552). **ข้อมูลประชากรจังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมา และขอนแก่น ปี 2542-2552.** ชัยภูมิ: สำนักงาน.

สำนักงานประมงน้ำจืดจังหวัดชัยภูมิ. (2552). **รายงานสรุปผลการดำเนินงานกิจกรรมการประเมินสัตว์น้ำต่อหน่วยการลงแรงประมงในแม่น้ำชี CPUE ประจำปี 2552 จังหวัดชัยภูมิ**. ชัยภูมิ: สำนักงาน.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 10. (2551). **รายงานสถานการณ์คุณภาพน้ำการติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชีตอนบนประจำปี 2551**. ขอนแก่น: สำนักงาน.

_____. (2552). **รายงานสถานการณ์ฐานข้อมูลสารสนเทศสิ่งแวดล้อมระดับภาค ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ลุ่มน้ำชีตอนบน)**. ขอนแก่น: สำนักงาน.

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. (2546). **คู่มือการติดตามตรวจสอบและประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน (Manual of Inland Water Quality Monitoring and Assessment).** กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

อชิระ วังไธสง. (2548). **การศึกษาความสามารถในการรองรับปริมาณสารอินทรีย์ในรูปบีโอดีและปริมาณออกซิเจนละลายในลุ่มน้ำปิง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการลุ่มน้ำ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

Ali Najah Ahmed, Ahmed Elshafie, Othman A. Karim, & Othman Jaafar. (2009). Prediction of Johor River Water Quality Parameters Using Artificial Neural Networks. **European Journal of Scientific Research**, **28**(3), 422-435.

APHA, AWWA, & WEF. (1998). **Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater.** 20th ed. Washington, D.C.: American Public Health Assocition.

———. (2005). **Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater.** 20th ed. Washington, D.C.: American Public Health Association.

Barnwell, T.O., Brown, L.C., & Mareck, W. (1989). Application of Expert Systems Technology in Water Quality Modeling. **Water Sci. Tech, 21**(8-9), 1045-1056.

Brown, L.C., & Barnwell T.O. (1987). **The Enhanced Stream Water Quality Models QUAL2E and QUAL2E – UNCAS: Documentation and Use Manual.** New York: United States Environmental Protection Agency.

Chatprasert, P. (2000). **Evaluation of Pollution in Nakhon Nayok River Using QUAL2EUNCAS and GIS**. Bangkok: Chulalongkorn University.

Covar, A.P. (1976). **Selecting the Proper Reaeration Coeffcient for Use in Water Quality Models.** Presented at the U.S. EPA Conference on Environmental Simulation and Modeling, April 19-22,1976, Cincinnati, OH.

Gregory J. Pelletier, & Steven C. Chapra. (2003). **QUAL2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality: Documentation and Users Manual**. [n.p]: Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University.

Gregory J. Pelletier, Steven C. Chapra, &Tao, H. (2005). QUAL2Kw A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality. **Journal of Environmental Modeling &Software, 21**(3), 419-425.

———. (2006). **Users Manual QUAL2K (Version 2.04): A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality**. Boston : Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University.

———. (2008a). **User Manual QUAL2Kw (Version 5.1). A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality**. Boston: Civil and Environmental Engineering Dept.,Tufts University.

———. (2008b). **Theory and Documentation QUAL2Kw (Version 5.1). A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality.** Boston: Civil and Environmental Engineering Dept.,Tufts University.

Harned, H.S., & Hamer, W.J. (1993). The Ionization Constant of Water. **J. Am., Chem. Soc.**, (51), 2194.

IWA. (2001). River Water Quality Model No. 1. **Scientific and Technology Report,** (12), 1-34.

Joy, J. (1994). **Snoqualmie River Total Maximum Daily Load Study**. U.S.A.: Washington State Department of Ecology, Washington, D.C.

Kannel, P.R., Lee, S., Kanel, S.R., Lee, Y.-S., & Ahn, K.-H. (2007). Application of QUAL2Kw for Water Quality Modeling and Dissolved Oxygen Control in the River Bagmati. **Journal of Environ. Monit. Assess.,** (125), 201–217.

Kannel, P.R., Lee, S., Kanel, S.R., Lee, Y.-S., & Pelletier, G.J. (2007). Application of Automated for Water Quality Modeling and Management in the Bangmati River, Nepal. **Journal of Ecological Modeling,** (202), 503-517.

Plummer, L.N. & Busenberg, E. (1982). The Solubilities of Calcite, Aragonite and Vaterite in CO_2-H_2O Solution Between 0 and 90 °C, and Evaluation of the Aqueous Model for the System $CaCO_3$-CO_2-H_2O. **Geochim. Cosmochin**, (46), 1011-1040.

Stumm, W., & Morgan, J.J. (1996). **Aquatic Chemistry**. New York: Wiley-Interscience.

Thomann, R.V., & Mueller, J.A. (1987). **Principles of Surface Water Quality Modeling and Control**. New York: Harper & Row.

Tischler, L.F. (1984). Water Quality Modeling of Lower Han River, Korea. **Water Sci. and Technol,** (17), 979-900.

3M Microbiology. (1997). **3M Petrifilm™ E. Coli Count Plate Results from Most Probable Number(MPN) Results Conversion Table**. Retrieved March 19, 2011, from http:// www.microlabscr.com/resources/MPN+to+PEC+Conversion+Table+Dec03.pdf.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ระยะทาง (m) และระดับพื้นที่ - m. MSL ของรูปตัดลำน้ำ

ตารางที่ 54 ระยะทาง (m) และระดับพื้นที่ – m.MSL ของรูปตัดลำน้ำสถานี E5 แนวสำรวจปริมาณน้ำ ปี พ.ศ. 2548

ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ
-50	199.789	40	186.7	96	196.406
-40	199.72	42	186.6	98	196.833
-30	199.701	44	186.6	100	199.552
-20	199.691	46	186.9	90	195.257
-10	199.657	48	187.1	92	195.456
0	199.731	50	187.1	94	195.878
2	196.743	52	186.4	110	199.462
4	195.586	54	186.05	120	199.43
6	195.203	56	186.9	130	199.442
8	194.946	58	187.8	140	199.441
10	194.786	60	187.6	150	199.435
12	194.198	62	187.4		
14	194.161	64	187.85		
16	194.196	66	187.9		
18	194.041	68	191.838		
20	193.87	70	192.303		
22	193.358	72	192.7		
24	192.926	74	192.902		
26	192.554	76	192.902		
28	191.893	78	193.352		
30	189.1	80	194.167		
32	188.45	82	194.547		
34	188.05	84	194.73		
36	187.8	86	194.884		
38	187.1	88	195.07		

ตารางที่ 55 ระยะทาง (m) และระดับพื้นที่ - m.MSL ของรูปตัดลำน้ำสถานี E5 แนวสำรวจปริมาณน้ำ ปี พ.ศ. 2549

ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ
-50	199.929	40	186.58	90	195.247
-40	199.829	42	186.38	92	195.532
-30	199.729	44	186.28	94	195.617
-20	199.679	46	186.28	96	196.997
-10	199.639	48	186.78	98	197.182
0	199.719	50	186.88	100	199.654
2	196.934	52	186.88	110	199.384
4	195.879	54	185.98	120	199.394
6	195.349	56	186.78	130	199.394
8	194.96	58	187.28	140	199.424
10	194.815	60	186.88	150	199.439
12	194.505	62	187.28	160	199.369
14	194.42	64	187.78		
16	194.22	66	188.78		
18	194.205	68	190.841		
20	193.97	70	192.106		
22	193.285	72	192.741		
24	192.84	74	192.881		
26	192.625	76	192.991		
28	191.651	78	193.681		
30	188.78	80	194.396		
32	188.28	82	194.691		
34	187.98	84	194.861		
36	187.42	86	194.956		
38	186.58	88	195.141		

ตารางที่ 56 ระยะทาง (m) และระดับพื้นที่ - m.MSL ของรูปตัดลำน้ำสถานี E5 แนวสำรวจปริมาณน้ำปี พ.ศ. 2550-2551

พ.ศ. 2550						พ.ศ.2551			
ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ
-50	199.712	34	187.8	78	193.325	-50	184.675	40	175.540
-40	199.702	36	187.22	80	194.145	-40	184.705	42	175.440
-30	199.692	38	186.73	82	194.565	-30	184.735	44	175.690
-20	199.662	40	186.73	84	194.745	-20	184.785	46	176.190
-10	199.622	42	186.73	86	194.865	-10	184.855	48	176.890
0	199.717	44	186.61	88	194.995	0	185.125	50	177.290
2	196.864	46	186.74	90	195.165	2	183.315	52	178.185
4	195.794	48	186.56	92	194.65	4	182.644	54	178.725
6	195.294	50	186.5	94	194.74	6	181.994	56	179.395
8	194.954	52	186.17	96	195.755	8	181.664	58	180.125
10	194.734	54	185.82	98	196.415	10	181.464	60	181.256
12	194.424	56	186.5	100	199.659	12	180.203	62	181.361
14	194.314	58	186.55	110	199.484	14	179.423	64	181.919
16	194.294	60	186.81	120	199.439	16	179.353	66	182.739
18	194.224	62	187.1	130	199.479	18	178.523	68	183.534
20	194.154	64	187.8	140	199.419	20	178.563	70	185.514
22	193.984	66	188.37	150	199.424	22	178.243	80	185.494
24	192.984	68	191.703			24	177.893	90	185.488
26	192.414	70	192.413			26	177.675	100	185.484
28	191.834	72	192.823			28	176.990	110	185.474
30	188.8	74	192.833			30	176.850	120	185.474
32	188.4	76	192.943			32	176.390		
						34	175.890		
						36	175.540		
						38	175.390		

ตารางที่ 57 ระยะทาง (m) และระดับพื้นที่ - m.MSL ของรูปตัดลำน้ำสถานี E23 แนวสำรวจปริมาณน้ำ ปี พ.ศ. 2548-2549

พ.ศ. 2548				พ.ศ. 2549			
ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ
-50	184.736	40	175.44	-50	184.639	40	175.32
-40	184.725	42	175.64	-40	185.125	42	175.45
-30	184.718	44	175.94	-30	184.99	44	175.77
-20	184.765	46	176.44	-20	184.935	46	176.29
-10	184.836	48	176.84	-10	184.905	52	178.077
0	184.92	50	177.696	0	185.08	54	178.777
2	183.229	52	178.174	2	183.182	56	179.467
4	182.649	54	178.776	4	182.62	58	180.157
6	182.649	56	179.425	6	181.996	60	181.257
8	181.537	58	180.164	8	181.624	62	181.402
10	181.377	60	181.187	10	181.252	64	181.949
12	179.819	62	181.257	12	180.101	66	182.642
14	179.512	64	181.962	14	179.584	68	183.527
16	178.669	66	182.802	16	178.788	70	185.442
18	178.546	68	183.472	18	178.521	80	185.449
20	178.629	70	185.414	20	178.285	90	185.447
22	177.864	80	185.379	22	177.8	100	185.444
24	177.514	90	185.347	24	177.653	110	185.409
26	177.34	100	185.288	26	177.49	120	185.389
28	177.04	110	185.282	28	176.79		
30	176.84	120	185.272	30	176.59		
32	176.34			32	176.19		
34	175.84			34	175.69		
36	175.54			36	175.37		
38	175.44			38	175.29		

ตารางที่ 58 ระยะทาง (m) และระดับพื้นที่ - m.MSL ของรูปตัดลำน้ำสถานี E23 แนวสำรวจปริมาณน้ำ ปี พ.ศ. 2550-2551

พ.ศ. 2550						พ.ศ. 2551			
ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ
-50	184.514	34	175.68	110	185.491	-50	184.675	40	175.540
-40	184.654	36	175.43	120	185.486	-40	184.705	42	175.440
-30	184.704	38	175.43			-30	184.735	44	175.690
-20	184.774	40	175.43			-20	184.785	46	176.190
-10	184.864	42	175.63			-10	184.855	48	176.890
0	185.084	44	175.83			0	185.125	50	177.290
2	183.264	46	176.43			2	183.315	52	178.185
4	182.584	48	176.93			4	182.644	54	178.725
6	182.097	50	177.33			6	181.994	56	179.395
8	181.617	52	178.077			8	181.664	58	180.125
10	181.267	54	178.637			10	181.464	60	181.256
12	180.037	56	179.467			12	180.203	62	181.361
14	179.454	58	179.977			14	179.423	64	181.919
16	178.884	60	181.255			16	179.353	66	182.739
18	178.454	62	181.435			18	178.523	68	183.534
20	178.204	64	181.865			20	178.563	70	185.514
22	178.004	66	182.175			22	178.243	80	185.494
24	177.794	68	183.585			24	177.893	90	185.488
26	177.347	70	185.511			26	177.675	100	185.484
28	176.98	80	185.501			28	176.990	110	185.474
30	176.65	90	185.481			30	176.850	120	185.474
32	176.33	100	185.481			32	176.390		
						34	175.890		
						36	175.540		
						38	175.390		

ตารางที่ 59 ระยะทาง (m) และระดับพื้นที่ - m.MSL ของรูปตัดลำน้ำสถานี E21 แนวสำรวจปริมาณน้ำ ปี พ.ศ. 2548-2549

พ.ศ. 2548				พ.ศ. 2549			
ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ
-50	176.729	42	163.71	-50	176.857	42	163.39
-40	176.834	44	163.51	-40	176.915	44	163.24
-30	176.876	46	163.61	-30	176.982	46	163.29
-20	177.049	48	164.21	-20	177.079	48	163.59
-10	177.164	50	164.91	-10	177.172	50	163.89
0	177.236	52	165.21	0	177.247	52	165.19
2	174.962	54	165.31	2	175.247	54	165.24
4	174.367	56	165.71	4	174.225	56	165.49
6	173.074	58	165.71	6	173.355	58	165.54
8	172.455	60	166.01	8	172.621	60	165.94
10	171.87	62	167.672	10	171.911	62	167.788
12	171.15	64	168.062	12	171.131	64	168.133
14	170.68	66	168.202	14	170.891	66	168.028
16	169.955	68	168.912	16	170.396	68	168.813
18	167.504	70	170.042	18	167.39	70	169.863
20	166.59	72	170.9	20	166.84	72	172.256
22	166.26	74	173.006	22	166.24	74	173.165
24	166.11	76	173.151	24	166.24	76	174.087
26	166.06	78	175.17	26	166.04	78	175.116
28	165.61	80	177.262	28	165.39	80	177.245
30	164.91	90	177.176	30	164.64	90	177.225
32	164.81	100	177.033	32	164.09	100	177.065
34	163.81	110	177.025	34	164.07	110	176.95
36	163.96	120	176.855	36	164.09	120	176.885
38	164.21	130	176.687	38	164.04	130	176.82
40	164.11	140	176.62	40	163.94		

ตารางที่ 60 ระยะทาง (m) และระดับพื้นที่ - m.MSL ของรูปตัดลำน้ำสถานี E21 แนวสำรวจปริมาณน้ำ ปี พ.ศ. 2550-2551

พ.ศ. 2550						พ.ศ. 2551			
ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ
-50	176.84	34	163.57	78	175.203	-50	176.844	42	163.580
-40	176.91	36	163.77	80	177.28	-40	176.904	44	163.280
-30	176.985	38	163.62	90	177.22	-30	177.014	46	163.430
-20	177.09	40	163.72	100	177.13	-20	177.114	48	163.680
-10	177.17	42	163.37	110	177.04	-10	177.184	50	163.780
0	177.25	44	163.52	120	176.93	0	177.249	52	165.080
2	175.25	46	163.35	130	176.88	2	174.904	54	165.280
4	174.45	48	163.82			4	174.189	56	165.430
6	173.417	50	164.87			6	173.249	58	165.280
8	172.607	52	164.97			8	172.659	60	165.880
10	171.927	54	165.37			10	171.769	62	166.880
12	171.127	56	165.82			12	171.144	64	168.459
14	171.008	58	165.57			14	171.019	66	168.289
16	170.328	60	165.67			16	170.229	68	169.159
18	167.923	62	168.143			18	167.880	70	170.319
20	166.42	64	168.273			20	167.080	72	172.683
22	166.17	66	168.123			22	166.280	74	173.127
24	165.87	68	169.033			24	166.080	76	173.957
26	165.77	70	170.187			26	166.980	78	175.127
28	165.07	72	172.007			28	164.980	80	177.290
30	164.37	74	173.167			30	164.430	90	177.250
32	163.72	76	174.148			32	164.180	100	177.100
						34	164.180	110	176.930
						36	164.180	120	176.840
						38	163.880	130	176.750
						40	163.580		

ตารางที่ 61 ระยะทาง (m) และระดับพื้นที่ - m.MSL ของรูปตัดลำน้ำสถานี E9 แนวสำรวจปริมาณน้ำ ปี พ.ศ. 2548

ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ
-50	165.825	38	156.3	86	150.993	134	158.416
-40	166.005	40	155.553	88	150.893	136	158.612
-30	166.195	42	155.104	90	150.993	138	158.936
-20	166.375	44	154.837	92	150.993	140	159.794
-10	166.602	46	154.433	94	151.243	142	161.016
0	166.896	48	153.924	96	151.443	144	161.011
2	164.159	50	153.5	98	151.978	146	160.526
4	164.299	52	153.128	100	152.583	148	160.596
6	164.484	54	153.021	102	153.453	150	161.031
8	164.129	56	152.658	104	154.383	152	161.526
10	164.026	58	151.843	106	155.45	154	161.574
12	163.804	60	151.243	108	155.385	156	161.357
14	163.554	62	150.843	110	155.605	158	161.346
16	163.426	64	150.943	112	155.855	160	161.531
18	163.469	66	150.743	114	155.725	162	162.533
20	163.714	68	150.643	116	156.29	164	164.279
22	163.839	70	150.493	118	155.715	165	166.62
24	162.663	72	150.493	120	155.855	170	166.505
26	162.213	74	150.393	122	156.105	180	166.276
28	161.423	76	150.293	124	156.025	190	166.025
30	161.213	78	150.343	126	156.155	200	165.84
32	160.879	80	150.393	128	156.63	210	165.675
34	159.589	82	150.393	130	157.236		
36	157.581	84	150.593	132	157.726		

ตารางที่ 62 ระยะทาง (m) และระดับพื้นที่ - m.MSL ของรูปตัดลำน้ำสถานี E9 แนวสำรวจปริมาณน้ำ ปี พ.ศ. 2549

ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ
-50	165.585	38	156.218	86	150.691	134	158.017
-40	165.685	40	155.556	88	150.831	136	158.412
-30	166.335	42	155.201	90	150.851	138	158.697
-20	166.395	44	154.856	92	150.851	140	159.147
-10	166.615	46	154.306	94	151.081	142	159.542
0	166.895	48	153.951	96	151.551	144	160.551
2	164.196	50	153.331	98	151.981	146	161.041
4	164.281	52	153.161	100	153.268	148	160.661
6	164.556	54	152.958	102	153.728	150	160.551
8	164.886	56	152.661	104	154.568	152	161.046
10	164.121	58	151.481	106	155.485	154	161.366
12	163.841	60	150.831	108	155.705	156	161.516
14	163.541	62	150.831	110	155.88	158	161.386
16	163.376	64	150.781	112	156.085	160	161.401
18	163.736	66	150.631	114	155.935	162	161.771
20	163.836	68	150.481	116	156.255	164	163.418
22	162.676	70	150.381	118	156.155	165	166.603
24	162.579	72	150.181	120	155.555	170	166.468
26	161.689	74	150.191	122	156.115	180	166.278
28	161.179	76	149.981	124	156.085	190	166.008
30	161.182	78	150.121	126	156.145	200	165.798
32	160.637	80	150.081	128	156.805	210	165.628
34	159.177	82	150.031	130	157.277		
36	157.053	84	150.081	132	157.052		

ตารางที่ 63 ระยะทาง (m) และระดับพื้นที่ - m.MSL ของรูปตัดลำน้ำสถานี E9 แนวสำรวจปริมาณน้ำ ปี พ.ศ. 2550

ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ
-50	165.434	34	159.374	78	150.173	122	156.342	165	166.611
-40	165.584	36	156.974	80	150.123	124	156.232	170	166.431
-30	165.774	38	156.23	82	150.323	126	156.202	180	166.251
-20	166.049	40	155.5	84	150.423	128	156.702	190	166.011
-10	166.369	42	155.16	86	150.873	130	157.202	200	165.796
0	166.884	44	154.885	88	151.123	132	157.002	210	165.571
2	164.215	46	154.48	90	150.873	134	157.9		
4	164.3	48	153.94	92	150.873	136	158.466		
6	164.635	50	153.303	94	151.173	138	158.79		
8	164.856	52	153.153	96	151.573	140	159.2		
10	163.915	54	153.083	98	151.873	142	159.99		
12	163.74	56	152.603	100	153.163	144	160.45		
14	163.435	58	151.473	102	153.703	146	160.98		
16	163.36	60	150.923	104	154.583	148	160.795		
18	163.685	62	150.873	106	155.452	150	160.605		
20	163.835	64	150.773	108	155.782	152	161		
22	163.535	66	150.623	110	155.932	154	161.55		
24	162.7	68	150.473	112	156.087	156	161.43		
26	161.783	70	150.423	114	155.942	158	161.38		
28	161.163	72	150.273	116	156.427	160	161.58		
30	161.198	74	150.203	118	156.107	162	161.69		
32	160.763	76	150.173	120	155.542	164	164.376		

ตารางที่ 64 ระยะทาง (m) และระดับพื้นที่ - m.MSL ของรูปตัดลำน้ำสถานี E9 แนวสำรวจปริมาณน้ำ ปี พ.ศ. 2551

ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ
-50	165.743	36	157.565	82	150.253	128	156.488
-40	165.938	38	156.316	84	150.253	130	157.273
-30	166.133	40	155.606	86	150.953	132	157.698
-20	166.238	42	155.096	88	150.853	134	158.298
-10	166.638	44	154.907	90	150.953	136	158.738
0	166.913	46	154.51	92	150.903	138	159.213
2	164.149	48	153.953	94	151.153	140	159.933
4	164.249	50	153.653	96	151.653	142	160.893
6	164.582	52	153.403	98	152.103	144	160.883
8	164.169	54	153.253	100	152.753	146	160.653
10	164.149	56	152.903	102	153.553	148	160.743
12	163.704	58	151.553	104	154.447	150	161.143
14	163.499	60	150.903	106	155.397	152	161.583
16	163.434	62	150.853	108	155.877	154	161.578
18	163.624	64	150.753	110	155.822	156	161.393
20	163.699	66	151.153	112	156.022	158	161.348
22	163.829	68	150.553	114	156.122	160	161.713
24	163.784	70	150.453	116	156.577	162	162.658
26	162.794	72	150.353	118	156.308	164	164.365
28	162.151	74	150.353	120	156.343	165	166.592
30	161.191	76	150.203	122	156.338	170	166.472
32	160.136	78	150.153	124	156.308		
34	159.025	80	150.153	126	156.313		

ภาคผนวก ข

อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัด และความเร็วของกระแสน้ำ ของสถานีตรวจวัดระดับน้ำและปริมาณน้ำของสำนักงานชลประทานที่ 6

การหาระดับน้ำ

ในการประเมินคุณภาพน้ำแม่น้ำชีโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2Kw จะใช้ระดับน้ำที่ก้นน้ำแม่น้ำเป็นระดับที่ 0 m โดยนำระดับน้ำของกราฟอัตราการไหลของน้ำกับระดับน้ำ (Rating Curves) ลบกับระดับน้ำจากก้นแม่น้ำจากข้อมูลรูปตัดลำน้ำ ดังสมการที่ 39

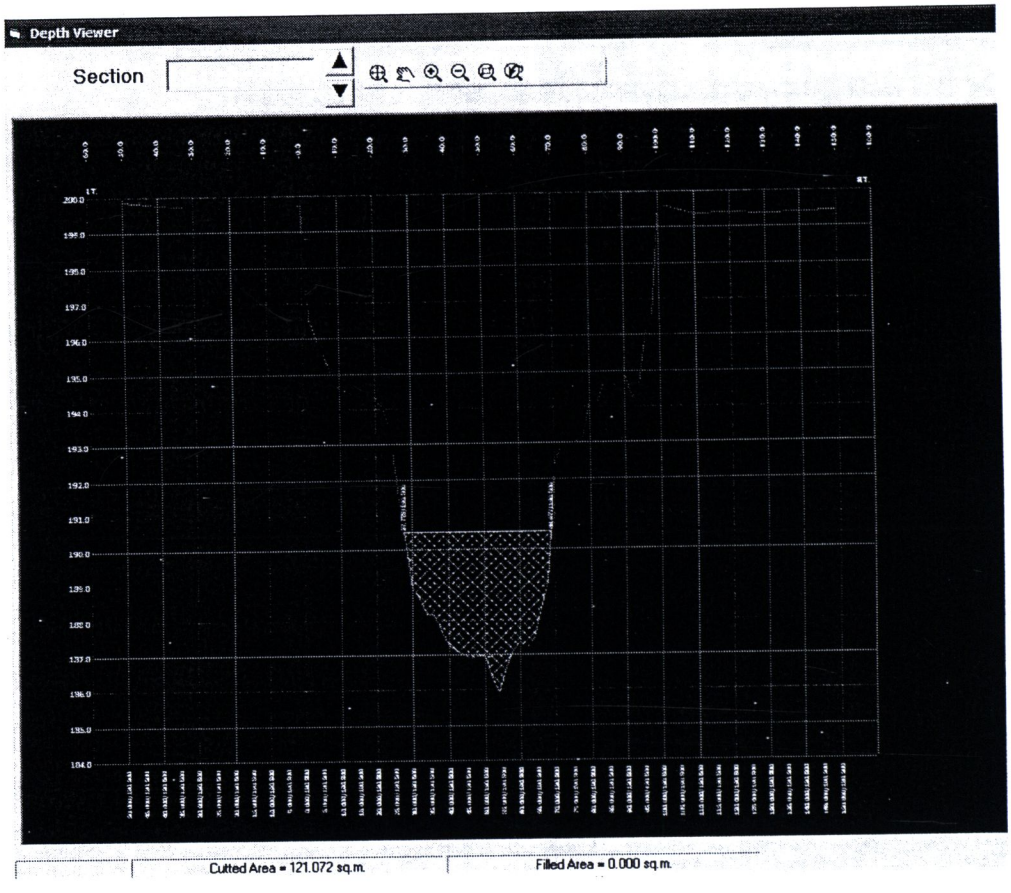
ระดับน้ำ (เมตร) = H_a m.MSL - H_b m.MSL .....(39)

เมื่อ H_a = Gage Height m.MSL

H_b = ระดับน้ำต่ำสุดจากรูปตัดลำน้ำ m.MSL

การหาค่าความเร็วของกระแสน้ำ

ทำการหาพื้นที่หน้าตัด โดยนำเข้าข้อมูลระยะทางและระดับพื้นที่ของรูปตัดลำน้ำของแต่ละสถานีตรวจวัดระดับน้ำและปริมาณน้ำ E5, E23, E21, E9 ของสำนักงานชลประทานที่ 6 จังหวัดขอนแก่น จากภาคผนวก ข และข้อมูลระดับน้ำของกราฟอัตราการไหลของน้ำกับระดับน้ำ (Rating Curves) ของแต่ละสถานีตรวจวัดระดับน้ำและปริมาณน้ำ ลงในโปรแกรม Xsection Plot ที่สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้ฟรี ได้ที่ http://priabroy. wordpress.com และโปรแกรมจะคำนวณได้พื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ดังภาพที่ 43



ภาพที่ 43 ตัวอย่างการหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำโดยใช้โปรแกรม Xsection Plot

และนำข้อมูลพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำนำไปคำนวณหาค่าความเร็วของกระแสน้ำโดยใช้สมการ

$$U = \frac{Q}{A} \qquad \text{.....(40)}$$

เมื่อ U = Velocity in Meters Per Second

Q = Flow in Cubic Meters Per Second

A = Area in Square Meters

ตารางที่ 65 อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัด และความเร็วของกระแสน้ำแม่น้ำชีของสถานี E5 ปี พ.ศ. 2548- 2549

ปี 2548				ปี 2549			
H(m)	Q(m^3/s)	A(m^2)	U(m/s)	H(m)	Q(m^3/s)	A(m^2)	U(m/s)
4.05	5.5	103.387	0.053198	4.22	6	114.721	0.052301
4.15	8.3	107.177	0.077442	4.52	24	126.306	0.190015
4.25	12	110.978	0.108130	4.72	40	134.113	0.298256
4.35	16.5	114.792	0.143738	4.92	60	141.987	0.422574
4.45	22	118.618	0.185469	5.02	72	145.956	0.493299
4.55	28.5	122.457	0.232735	6.02	108	186.975	0.577617
4.65	37	126.307	0.292937	7.02	146	232.817	0.627102
4.75	47.5	130.170	0.364907	8.02	188	288.853	0.650850
4.85	64	134.045	0.477452	9.02	242	356.929	0.678006
4.95	67	137.933	0.485743	10.02	308	443.084	0.695128
5.55	91	161.514	0.563419	10.42	340	479.666	0.708827
6.15	118	185.893	0.634774	10.62	358	498.157	0.718649
6.95	158	223.026	0.708438	10.82	378	516.782	0.731450
7.95	209	279.840	0.746855	10.92	390	526.145	0.741241
8.95	263	350.606	0.750130	11.02	404	535.539	0.754380
				11.12	420	545.004	0.770637
				11.22	438	554.584	0.789781
				11.42	482	573.855	0.839933
				11.52	510	583.514	0.874015
				11.62	542	593.188	0.913707
				11.72	584	602.877	0.968688
				11.82	632	612.582	1.031699
				11.92	700	622.302	1.124856
				12.02	800	632.037	1.265749

ตารางที่ 66 อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัด และความเร็วของกระแสน้ำแม่น้ำชีของสถานี E5 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)
4.38	8	118.141	0.067716	4.57	28	121.072	0.231267
4.48	12	121.949	0.098402	4.77	44	129.333	0.340207
4.68	24	129.604	0.185179	4.87	55	133.495	0.412000
4.88	40	137.309	0.291314	4.97	67	137.678	0.486643
4.98	50	141.18	0.354158	5.07	80	141.882	0.563849
5.08	62	145.064	0.427398	5.57	90	163.216	0.551417
5.18	80	148.961	0.537053	6.07	104	185.057	0.561989
5.38	84	156.791	0.535745	7.07	136	231.052	0.588612
6.18	108	188.755	0.57217	8.07	175	286.072	0.611734
7.18	142	234.162	0.606418	9.07	216	358.363	0.602741
8.18	184	289.474	0.635636	10.07	266	447.812	0.593999
9.18	232	359.652	0.645068	10.37	284	475.702	0.597012
10.18	296	449.666	0.658266	10.77	312	513.864	0.607165
10.38	310	468.389	0.661843	10.97	330	533.126	0.618991
10.88	355	515.957	0.688042	11.07	341	542.777	0.628251
10.98	366	525.557	0.696404	11.17	353	552.440	0.638983
11.18	390	544.819	0.715834	11.27	366	566.116	0.646511
11.28	404	554.471	0.728622	11.37	382	571.804	0.668061
11.38	420	564.137	0.7445	11.47	400	581.506	0.687869
11.58	468	583.507	0.802047	11.57	420	591.220	0.710395
11.68	500	593.212	0.842869	11.67	446	600.947	0.742162
11.78	556	602.93	0.922163	11.77	476	610.686	0.779451
11.88	636	612.661	1.038094	11.87	516	620.439	0.831669
11.98	724	622.405	1.16323	11.97	568	630.204	0.901295
12.08	912	632.163	1.442666	12.07	680	639.982	1.062530
12.18	1110	641.934	1.72915				

ตารางที่ 67 อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัด และความเร็วของกระแสน้ำแม่น้ำชีของสถานี E23 ปี พ.ศ. 2548- 2549

ปี 2548				ปี 2549			
H(m)	Q(m^3/s)	A(m^2)	U(m/s)	H(m)	Q(m^3/s)	A(m^2)	U(m/s)
1.56	4	19.238	0.207922	1.91	2	26.943	0.074231
2.06	10	30.476	0.328127	2.71	10	47.618	0.210005
2.56	17	44.270	0.384007	3.21	18	63.889	0.281739
3.06	26	59.887	0.434151	3.71	31	82.598	0.375312
3.56	36	78.559	0.458254	4.21	45	102.863	0.437475
4.06	48	98.975	0.484971	4.71	62	124.599	0.497596
5.06	80	144.455	0.553806	5.21	80	147.789	0.541312
5.56	100	168.625	0.593032	5.71	102	171.892	0.593396
6.06	122	194.234	0.628108	6.21	124	197.301	0.628481
6.46	142	216.447	0.656050	6.71	150	225.275	0.665853
6.66	158	227.831	0.693496	6.81	160	231.121	0.692278
6.76	168	233.586	0.719221	6.91	172	237.029	0.725650
6.86	180	239.383	0.751933	7.01	188	242.997	0.773672
6.96	196	245.221	0.799279	7.11	220	249.026	0.883442
7.06	218	251.102	0.868173	7.21	264	255.116	1.034823
7.16	312	257.024	1.213894	7.31	320	261.267	1.224801
7.26	430	263.092	1.634409	7.41	388	267.479	1.450581
7.36	560	269.314	2.079357	7.51	480	273.750	1.753425
7.46	704	275.598	2.554445	7.61	584	280.079	2.085126
7.56	900	281.946	3.192101	7.71	740	286.466	2.583204

ตารางที่ 68 อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัด และความเร็วของกระแสน้ำแม่น้ำชีของสถานี E23 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)
2.17	4	34.464	0.116063	1.41	0.1	16.537	0.006047
2.57	8	45.485	0.175882	1.51	0.2	18.338	0.010906
3.57	22	80.741	0.272476	1.71	0.6	22.408	0.026776
4.57	42	123.185	0.340951	2.01	1.5	29.159	0.051442
5.57	66	170.755	0.386519	2.11	2.5	31.529	0.079292
5.87	73.5	185.660	0.395885	2.21	3.8	33.951	0.111926
6.37	88.5	212.652	0.416173	2.31	5.2	36.426	0.142755
6.47	92	218.343	0.421355	2.41	6.7	38.997	0.171808
6.57	96	224.136	0.428311	2.51	8.3	41.683	0.199122
6.67	104	230.036	0.452103	2.61	10	44.463	0.224906
6.77	117	236.040	0.495679	3.11	19	59.646	0.318546
6.87	134	242.114	0.553458	3.61	30	77.841	0.385401
6.97	178	248.242	0.717042	4.11	44	97.705	0.450335
7.07	228	254.426	0.896135	4.61	60	119.610	0.501630
7.27	332	266.952	1.243669	5.11	78	142.730	0.546486
7.37	387	273.283	1.416114	6.11	122	191.912	0.635708
7.47	443	279:657	1.584083	6.51	142	214.032	0.663452
7.57	500	286.064	1.747861	6.71	158	225.662	0.700162
				6.81	168	231.567	0.725492
				6.91	180	237.526	0.757812
				7.01	196	243.541	0.804793
				7.11	218	249.611	0.873359
				7.21	312	255.736	1.220008
				7.31	430	261.916	1.641748
				7.41	560	268.150	2.088383
				7.51	704	274.439	2.565233
				7.61	900	280.784	3.205311

ตารางที่ 69 อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัด และความเร็วของกระแสน้ำแม่น้ำชีของสถานี E21 ปี พ.ศ. 2548

H(m)	Q(m^3/s)	A(m^2)	U(m/s)
3.82	0.01	88.919	0.000112
4.02	0.05	97.473	0.000513
4.12	0.15	101.800	0.001473
4.22	0.3	106.162	0.002826
4.32	2.4	110.551	0.021709
4.42	7	114.962	0.06089
4.62	21	123.941	0.169435
4.72	29	128.520	0.225646
4.82	40	133.165	0.300379
4.92	43	137.944	0.311721
5.12	50	147.729	0.338458
5.62	70	172.827	0.405029
6.42	106	214.549	0.49406
6.52	111	219.881	0.504819
7.32	155.0	263.956	0.587219
7.92	191.0	299.258	0.638245
8.52	230.0	336.183	0.684151
8.72	244.0	348.795	0.699551

ตารางที่ 70 อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัด และความเร็วของกระแสน้ำแม่น้ำชีของสถานี E21 ปี พ.ศ. 2549

H(m)	Q(m^3/s)	A(m^2)	U(m/s)	H(m)	Q(m^3/s)	A(m^2)	U(m/s)
3.86	0.2	96.791	0.002066	10.86	481	494.584	0.972534
3.96	0.5	101.035	0.004949	10.96	502	501.779	1.00044
4.16	2	109.663	0.018238	11.06	526	509.016	1.033366
4.26	3.5	114.031	0.030693	11.26	586	523.606	1.119162
4.36	6	118.416	0.050669	11.36	626	530.959	1.178999
4.46	11	122.818	0.089563	11.46	670	538.352	1.244539
4.56	17	127.238	0.133608	11.56	724	545.784	1.326532
4.76	33	136.236	0.242227	11.76	860	560.764	1.533622
5.06	66	150.670	0.438043				
5.16	80	155.616	0.514086				
5.36	86	165.604	0.519311				
6.26	117.5	211.990	0.554271				
6.76	137	238.657	0.574046				
7.26	158	265.788	0.594459				
7.76	181	293.900	0.615856				
8.26	208	323.582	0.642805				
8.76	242	354.166	0.683295				
9.26	279	385.681	0.723396				
9.76	326	418.488	0.778995				
9.86	336	425.091	0.790419				
10.06	358	438.622	0.816193				
10.26	384	452.344	0.848911				
10.46	412	466.245	0.883656				
10.56	427	473.263	0.902247				
10.66	443	480.325	0.922292				

ตารางที่ 71 อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัด และความเร็วของกระแสน้ำแม่น้ำชีของสถานี E21 ปี พ.ศ. 2550

H(m)	Q(m^3/s)	A(m^2)	U(m/s)	H(m)	Q(m^3/s)	A(m^2)	U(m/s)
2.85	0.4	63.597	0.006290	10.25	431	460.268	0.936411
3.25	2	79.661	0.025106	10.45	471	474.194	0.993264
4.05	6	113.139	0.053032	10.85	553	502.505	1.100487
4.15	7	117.420	0.059615	11.15	616	524.183	1.175162
4.25	9	121.723	0.073938	11.55	702	553.641	1.267970
4.35	12	126.046	0.095203	11.65	724	561.128	1.290258
4.45	17	130.392	0.130376				
4.55	23	134.758	0.170676				
4.65	31	139.146	0.222788				
4.75	45	143.548	0.313484				
4.85	65	148.037	0.439079				
6.85	135	250.502	0.538918				
7.45	159	283.429	0.560987				
7.95	181.5	312.342	0.581094				
8.15	191.5	324.345	0.590421				
8.45	208	342.620	0.607087				
8.75	226	361.227	0.625645				
8.85	233	367.518	0.633983				
8.95	241	373.855	0.644635				
9.15	259	386.668	0.669825				
9.25	269	393.145	0.684226				
9.45	293	406.230	0.721266				
9.55	306	412.835	0.741216				
9.65	321	419.483	0.765228				
10.05	393	446.500	0.880179				

ตารางที่ 72 อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัด และความเร็วของกระแสน้ำแม่น้ำชีของสถานี E21 ปี พ.ศ. 2551

H(m)	Q(m^3/s)	A(m^2)	U(m/s)
3.72	25	93.157	0.268364
4.72	54	136.981	0.394215
5.72	85	185.208	0.458943
6.72	118	237.168	0.497538
7.72	152	292.007	0.520535
8.72	191	351.989	0.542631
8.82	195	358.199	0.544390
9.12	210	377.031	0.556983
9.42	228	396.108	0.575601
9.62	242	409.108	0.591531
9.72	250	415.727	0.601356
9.82	260	422.425	0.615494
10.02	286	436.025	0.655926
10.12	300	442.900	0.677354
10.22	315	449.821	0.700279
10.32	332	456.787	0.726816
10.52	372	470.855	0.790052
10.62	396	477.957	0.828526
10.72	422	485.104	0.869917
10.82	455	492.290	0.924252
10.92	502	499.515	1.004975
11.02	558	506.782	1.101065
11.12	640	514.094	1.244909
11.22	760	521.451	1.457472

ตารางที่ 73 อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัด และความเร็วของกระแสน้ำแม่น้ำชี ของสถานี E9 ปี พ.ศ. 2548

H(m)	Q(m^3/s)	A(m^2)	U(m/s)
1.807	0.2	51.551	0.003880
1.907	0.55	55.683	0.009877
2.007	0.95	59.873	0.015867
2.107	1.4	64.120	0.021834
2.207	1.9	68.425	0.027768
2.307	2.5	72.787	0.034347
2.407	3.2	77.204	0.041449
2.507	4	81.693	0.048964
2.607	4.9	86.260	0.056805
3.707	17	142.800	0.119048
4.707	31	201.460	0.153877
5.707	48	270.765	0.177275
6.707	70	359.818	0.194543
7.707	94.0	454.697	0.206731
8.707	122.0	554.791	0.219903
9.707	153.0	660.049	0.231801

ตารางที่ 74 อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัด และความเร็วของกระแสน้ำแม่น้ำชี ของสถานี E9 ปี พ.ศ. 2549

H(m)	Q(m^3/s)	A(m^2)	U(m/s)	H(m)	Q(m^3/s)	A(m^2)	U(m/s)
1.819	0.05	47.782	0.001046	11.319	250	821.433	0.304346
2.019	0.25	55.849	0.004476	11.619	334	860.675	0.388068
2.219	0.55	64.095	0.008581	11.719	365	874.194	0.417527
2.519	1.15	76.709	0.014992	11.819	397	887.794	0.447176
2.819	1.9	89.664	0.021190	11.919	430	901.440	0.477015
3.019	2.5	98.674	0.025336	12.019	472	915.121	0.515779
3.519	7	123.162	0.056836	12.219	564	942.585	0.598355
4.019	12	149.816	0.080098	12.319	618	956.369	0.646194
4.519	18	178.242	0.100986	12.419	676	970.188	0.696772
5.019	25	208.270	0.120036				
6.019	42	275.457	0.152474				
7.019	62	364.058	0.170303				
8.019	86	460.917	0.186585				
9.019	112	562.945	0.198954				
10.019	140	670.865	0.208686				
10.519	154	726.301	0.212033				
10.719	164	748.975	0.218966				
10.819	170	760.625	0.223500				
10.919	179	772.446	0.231731				
11.019	190	784.437	0.242212				
11.119	206	796.585	0.258604				
11.219	226	808.878	0.279399				

ตารางที่ 75 อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัด และความเร็วของกระแสน้ำแม่น้ำชีของสถานี E9 ปี พ.ศ. 2550-2551

H(m)	Q(m^3/s)	A(m^2)	U(m/s)
2.627	2	95.357	0.031461
2.827	3	146.628	0.068200
3.827	10	204.698	0.097705
4.827	20	271.798	0.132451
5.827	36	359.610	0.158505
6.827	57	456.878	0.179479
7.827	82	558.618	0.200495
8.827	112	995.554	0.147656
9.827	147	720.750	0.231703
10.327	167	754.826	0.241115
10.627	182	766.600	0.243934
10.727	187	778.614	0.249161
10.827	194	790.764	0.255449
10.927	202	803.038	0.262752
11.027	211	815.557	0.273433
11.127	223	828.155	0.287386
11.227	238	841.104	0.309118
11.327	260	867.858	0.368724
11.527	320	881.452	0.403879
11.627	356	895.078	0.446888
11.727	400	908.734	0.492994
11.827	448	922.419	0.552894
11.927	510	936.133	0.621707
12.027	582	949.877	0.715882
12.127	680	95.357	0.031461

ตารางที่ 76 อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัด และความเร็วของกระแสน้ำแม่น้ำชีของสถานี E9 ปี พ.ศ. 2551

ปี 2551				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)
2.247	0.05	67.297	0.000743	11.447	295	839.551	0.351378
2.347	0.15	71.537	0.002097	11.547	323	859.900	0.375625
2.447	0.3	75.822	0.003957	11.647	360	865.736	0.415831
2.547	0.5	80.153	0.006238	11.747	408	878.903	0.464215
3.047	3	102.620	0.029234	11.847	470	892.111	0.526840
3.147	3.6	107.351	0.033535	11.947	560	905.361	0.618538
3.347	5.2	117.241	0.044353	12.047	700	918.655	0.761984
3.547	7	127.576	0.054869				
3.847	10	143.765	0.069558				
4.847	22	202.026	0.108897				
5.847	38	268.513	0.141520				
6.847	56	353.951	0.158214				
7.847	78	448.911	0.173754				
8.847	101	549.152	0.183920				
9.847	126	654.770	0.192434				
10.147	135	687.315	0.196416				
10.347	143	709.209	0.201633				
10.547	153	731.297	0.209217				
10.647	160	742.656	0.215443				
10.747	168	754.230	0.222744				
10.847	177	766.088	0.231044				
10.947	191	778.014	0.245497				
11.047	209	790.009	0.264554				
11.247	247	814.264	0.303341				
11.347	268	826.775	0.324151				

ภาคผนวก ค

อุณหภูมิ จุดน้ำค้าง ความเร็วลม ปริมาณเมฆ และระยะเวลาของแสงแดด

ตารางที่ 77 อุณหภูมิอากาศรายเดือนในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำชีตอนบน ปี พ.ศ. 2548-2552

(หน่วย : °C)

สถานี	ปี พ.ศ.	สถิติข้อมูล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ปี
Station : 403201-CHAIYAPHUM	2548	Mean max	32.3	36.5	35.6	36.8	36	33.9	32.9	32.8	31.4	32	31.2	29.2	33.4
		Mean min	18.7	22.8	22.9	25	25.8	25.2	24.6	24.5	24.3	24.1	22.4	19.1	23.3
		Mean	24.7	29.1	28.6	29.8	29.7	29	27.9	27.8	27	27.6	26.4	23.9	27.6
	2549	Mean max	32.1	33.3	35.7	35.9	34.5	34.4	32.7	32.1	32.2	32	33.4	30.4	33.2
		Mean min	18.3	22	23.9	25.1	24.9	25.1	24.8	24.4	24.4	24.1	22.5	19.5	23.3
		Mean	24.9	27.1	29	29.4	28.6	29	27.9	27.5	27.5	27.6	27.5	24.5	27.5
	2550	Mean max	30.7	34.7	36.4	36.3	33.2	34.7	34.1	32.5	32.2	30.6	29.3	31.4	33
		Mean min	19.1	20.7	24.5	25.2	25	25.7	24.8	24.7	24.5	23.6	20.1	20.9	23.2
		Mean	24.4	27.2	29.8	29.9	28.2	29.3	28.6	27.8	27.6	26.7	24.4	25.7	27.4
	2551	Mean max	31	29.8	35	34.4	32.5	32.9	32.6	32	31.6	31.9	29.9	28.5	31.8
		Mean min	19	19.3	23.1	25	24.9	24.9	24.7	24.2	24.2	24.5	21.6	18.4	22.8
		Mean	24.5	24.1	28.3	29	27.9	28.2	28	27.5	26.9	27.5	25.2	23.2	26.7
	2552	Mean max	28.9	35	34.5	35.1	33.3	33.4	32.2	33.2	32.4	32	31.2	31.2	32.7
		Mean min	17	22.1	23.9	25.3	24.9	25.2	24.8	24.7	24.6	24.6	21	19.5	23.1
		Mean	22.5	28.1	28.5	29.6	28.2	28.5	28	28.1	27.6	27.9	25.8	25	27.3
	2548-2552	Mean max	32.3	36.5	35.7	36.8	36	34.4	34.1	33.2	32.4	32	33.4	31.4	33.4
		Mean min	17	19.3	22.9	25	24.9	24.9	24.6	24.2	24.2	24.2	20.1	18.4	22.8
		Mean	24.2	27.12	28.84	29.54	28.52	28.8	28.08	27.74	27.32	27.46	25.86	24.46	27.3

ตารางที่ 77 อุณหภูมิอากาศรายเดือนในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำชีตอนบน ปี พ.ศ. 2548-2552 (ต่อ)

(หน่วย : °C)

สถานี	ปี พ.ศ.	สถิติข้อมูล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ปี
Station : 381201-KHON KAEN	2548	Mean max	31.2	35.8	34.1	36.4	35.4	33.5	32.9	32.4	31.5	32.5	31.7	29.4	33.1
		Mean min	18.1	22.5	22.3	24.9	25.5	25.5	24.7	24.3	24.3	23.5	21.8	18.2	23
		Mean	24.65	29.15	28.2	30.65	30.45	29.5	28.8	28.35	27.9	28	26.75	23.8	28.02
	2549	Mean max	32.3	32.8	35.5	35.8	33.7	34	32.4	32.1	32.2	31.8	33.4	30.6	33
		Mean min	18.1	20.9	23.7	24.8	24.2	25.3	24.9	24.5	24.1	23.5	22.1	18.1	22.9
		Mean	25.2	26.85	29.6	30.3	28.95	29.65	28.65	28.3	28.15	27.65	27.75	24.35	27.95
	2550	Mean max	30.5	34.4	35.8	36.1	33.1	34.6	33.7	32	31.9	30.7	29.3	31.6	32.8
		Mean min	17.6	20.6	24.3	24.8	24.7	25.7	24.9	24.5	24.2	23.1	19.1	19.7	22.8
		Mean	24.05	27.5	30.05	30.45	28.9	30.15	29.3	28.25	28.05	26.9	24.2	25.65	27.79
	2551	Mean max	30.6	28.4	34	34.7	32.9	33.5	33.1	32.6	31.7	32.5	29.7	28.8	31.9
		Mean min	17.8	17.4	21.9	24.3	24.5	25	24.7	24.4	24.1	23.9	20.4	17.1	22.1
		Mean	23.5	22.4	27.3	28.6	27.6	28.3	27.7	27.5	26.8	27.3	24.5	22.3	26.1
	2552	Mean max	28.7	34.7	34.3	35.6	33.8	34.2	32.8	33.3	32.9	32.6	31.9	31.4	33
		Mean min	15.5	21.5	23.1	24.8	24.5	25.1	24.8	24.7	24.5	23.8	20.2	18.9	22.6
		Mean	21.5	27.4	28.1	29.4	28.1	28.9	28	28	27.6	27.5	25.4	24.6	27
	2548-2552	Mean max	32.3	35.8	35.8	36.4	35.4	34.6	33.7	33.3	32.9	32.6	33.4	31.6	33.98
		Mean min	15.5	17.4	21.9	24.3	24.2	25	24.7	24.3	24.1	23.1	19.1	17.1	21.73
		Mean	22.5	24.9	27.7	29	27.85	28.6	27.85	27.75	27.2	27.4	24.95	23.45	26.59

ตารางที่ 78 อุณหภูมิที่จุดน้ำค้างแข็งรายเดือนในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำชีตอนบน ปี พ.ศ. 2548-2552

(หน่วย : °C)

สถานี	ช่วงปีสถิติข้อมูล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ปี
Station : 403201-CHAIYAPHUM	2005	16.5	18.1	17.9	21.9	23.6	23.6	23.3	23.1	23.9	21.8	20.7	16	20.9
	2006	15.5	18.2	20.6	22.4	22.6	23.2	23.2	23	23.3	22.3	20	15.3	20.8
	2007	15.3	16.3	21.2	21.1	23.2	23.9	22.8	23.1	23.7	21.9	16.6	17.5	20.6
	2008	15.7	15.2	18.1	22.5	23.4	23.5	23.3	23.3	23.4	23.2	18.9	15.7	20.5
	2009	14.2	18.9	21.8	22.8	23.5	23.2	23.3	23.4	23.9	23	18.3	17.3	21.1
	Mean	15.44	17.34	19.92	22.14	23.26	23.48	23.18	23.18	23.64	22.44	18.9	16.36	20.77
Station : 381201-KHON KAEN	2005	15.1	17.6	17.3	21.5	23.5	23.7	23.8	23.8	24.3	21.6	20	14.9	20.6
	2006	14.8	17.7	20.7	22.4	22.8	23.7	23.9	24.2	23.6	22.7	20.1	14.8	20.9
	2007	14.3	15.7	21	20.7	23	24	23.3	23.9	23.8	21.7	15.9	17.4	20.4
	2008	15.5	15.1	17.8	22.4	23.3	23.7	23.6	23.7	23.9	22.8	18.4	14.7	20.4
	2009	12.7	17.8	20.6	22.2	23.3	23.5	23.6	24	24	22.6	17.3	16.4	20.7
	Mean	14.48	16.78	19.48	21.84	23.18	23.72	23.64	23.92	23.92	22.28	18.34	15.64	20.60

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552

ตารางที่ 79 ความเร็วลมรายเดือนในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำชีตอนบน ปี พ.ศ. 2548-2552

(หน่วย : m/s)

สถานี	ช่วงปีสถิติข้อมูล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ปี
Station : 403201-CHAIYAPHUM	2548	0.80	0.90	1.40	1.10	0.80	1.00	1.00	1.20	0.60	1.30	1.10	1.50	1.10
	2549	0.80	0.90	1.40	1.10	0.80	1.00	1.00	1.20	0.60	1.30	1.10	1.50	1.10
	2550	1.40	0.90	0.70	1.00	0.80	0.60	0.90	1.20	0.50	1.50	1.90	1.40	1.10
	2551	1.30	1.60	1.20	0.90	1.10	1.30	1.40	1.30	0.90	1.40	2.70	2.40	1.40
	2552	2.50	1.70	1.70	2.00	1.50	2.80	4.10	2.40	1.30	1.50	3.00	1.80	2.20
	Mean	1.36	1.20	1.28	1.22	1.00	1.34	1.68	1.46	0.78	1.40	1.96	1.72	1.37
Station : 381201-KHON KAEN	2548	3.50	3.40	4.10	4.30	4.00	4.90	4.10	4.30	3.20	4.30	4.00	4.90	4.10
	2549	3.70	3.80	3.70	3.50	3.70	4.10	5.50	4.20	2.90	3.60	3.30	5.00	3.90
	2550	4.50	3.80	3.70	4.30	4.40	4.00	4.50	4.40	3.50	5.20	5.20	4.50	4.30
	2551	4.90	4.40	3.70	4.30	4.70	4.80	4.50	3.80	4.40	5.70	4.80	4.50	4.90
	2552	4.80	3.30	3.60	2.40	2.60	5.30	4.80	3.60	3.30	3.50	5.00	3.90	3.80
	Mean	4.28	3.74	3.76	3.76	3.88	4.62	4.68	4.06	3.46	4.46	4.46	4.56	4.14

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552

ตารางที่ 80 ปริมาณเมฆปกคลุมรายเดือนในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำชีตอนบน ปี พ.ศ. 2548-2552

(หน่วย : ร้อยละ)

สถานี	ช่วงปีสถิติข้อมูล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ปี
Station : 403201-CHAIYAPHUM	2548	30.00	10.00	30.00	50.00	60.00	80.00	70.00	90.00	80.00	40.00	40.00	40.00	50.00
	2549	10.00	30.00	30.00	40.00	60.00	60.00	80.00	80.00	60.00	40.00	10.00	20.00	40.00
	2550	20.00	10.00	20.00	50.00	60.00	60.00	70.00	80.00	70.00	60.00	30.00	20.00	50.00
	2551	20.00	30.00	30.00	50.00	70.00	70.00	80.00	70.00	80.00	60.00	60.00	40.00	60.00
	2552	20.00	40.00	60.00	60.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	60.00	40.00	30.00	60.00
	Mean	20.00	24.00	34.00	50.00	66.00	70.00	76.00	80.00	74.00	52.00	36.00	30.00	51.00
Station : 381201-KHON KAEN	2548	30.00	20.00	40.00	50.00	70.00	80.00	80.00	90.00	80.00	50.00	40.00	40.00	50.00
	2549	20.00	30.00	40.00	50.00	70.00	60.00	80.00	80.00	60.00	40.00	20.00	20.00	50.00
	2550	20.00	20.00	40.00	50.00	60.00	60.00	70.00	80.00	70.00	70.00	40.00	30.00	50.00
	2551	20.00	40.00	30.00	50.00	70.00	70.00	70.00	70.00	80.00	50.00	40.00	30.00	50.00
	2552	10.00	20.00	40.00	40.00	60.00	60.00	70.00	70.00	70.00	40.00	30.00	20.00	40.00
	Mean	20.00	26.00	38.00	48.00	66.00	66.00	74.00	78.00	72.00	50.00	34.00	28.00	50.00

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552

ตารางที่ 81 ระยะเวลาของแสงแดดรายเดือนในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำชีตอนบน ระหว่าง ปี พ.ศ. 2548-2552

(หน่วย : ร้อยละ)

สถานี	ช่วงปีสถิติข้อมูล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ปี
Station : 381201-KHON KAEN	2548	54.17	74.17	60.83	50.00	49.17	36.67	31.67	22.50	-	66.67	51.67	48.33	45.49
	2549	-	64.17	56.67	49.17	-	46.67	28.33	28.33	46.67	55.00	-	-	31.25
	2550	72.50	74.17	63.33	50.83	41.67	46.67	42.50	24.17	33.33	42.50	56.67	70.00	51.53
	2551	70.00	57.50	70.00	59.17	40.00	39.17	36.67	40.83	35.00	53.33	59.17	60.00	51.74
	2552	71.67	71.67	59.17	65.00	45.83	44.17	30.00	42.50	42.50	59.17	66.67	69.17	55.63
	Mean	67.085	68.336	62	54.834	44.1675	42.67	33.834	31.666	39.375	55.334	58.545	61.875	51.64

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552

ภาคผนวก ง
คุณภาพน้ำของแม่น้ำชี ปี 2548-2552

ตารางที่ 82 คุณภาพน้ำแม่น้ำชีของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 10 จังหวัดขอนแก่น ปี 2548-2549

ปี พ.ศ.	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ครั้งที่	T °C	pH s.u.	Conductivity µS/cm	DO mg/l	BOD mg/l	FCB MPN/100ml
2548	CI09	1	24	7.3	748	6.67	2.58	110
		2	31	8.58	453	7.37	2.42	<20
		3	33	7.93	590	5.2	0.66	110
	CI10	1	23	7.2	658	6.76	1.14	<20
		2	30	7.91	867	5.96	3.06	20
		3	33	8.01	1,100	8.06	0.64	80
	CI11	1	24	23	7.27	1720	6.74	1.07
		2	31	28	6.75	1740	2.73	4.38
		3	33	32	8.33	2370	5.34	1.12
	CI12	1	23	23	7.53	501	6.8	0.84
		2	30	29	6.3	1390	4.76	2.35
		3	33	31.5	7.82	294	4.66	0.46
2549	CI09	1	26	7.6	776	5	1.34	130
		2	29	7.2	501	7	2.62	< 20
		3	32.7	8	1,213	7.7	4.5	20
	CI10	1	27	7.44	910	6.5	1.15	<20
		2	30.5	6.6	632	6.8	1.58	< 20
		3	32	7.8	1,337	6.2	1.2	<20
	CI11	1	25	7.36	7.36	5.9	0.99	<20
		2	30	5.3	852	7.4	1.26	< 20
		3	32	8.1	403	5.5	1.5	<2
	CI12	1	24	6.37	451	5	0.81	<20
		2	30	7.3	1,200	5.6	1.88	< 20
		3	31	7.9	343	5	1	<20

ตารางที่ 83 คุณภาพน้ำแม่น้ำชีของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 10 จังหวัดขอนแก่น ปี 2550-2551

ปี พ.ศ.	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ครั้งที่	T C^{o}	pH s.u.	Conductivity µs/cm	DO mg/l	BOD mg/l	FCB MPN/100ml
2550	CI09	1	21.5	6.83	631	6.6	1.3	20
		2	32	7.9	1,090	7.1	2.4	220
		3	30.4	7.19	794	4	2.25	<18
	CI10	1	25.7	6.97	6	7.9	0.8	20
		2	32	7.3	1,170	6.2	1.01	40
		3	31.2	7.02	795	1.5	1.72	<18
	CI11	1	26.3	7.06	166	7.4	1.25	20
		2	34	6.7	3,070	5.8	1.45	110
		3	33.9	7.23	366	5.5	1.92	20
	CI12	1	24.9	7.11	103	7.1	1.4	110
		2	32	7.16	1,200	6.1	1.92	50
		3	31.1	6.96	166	5.3	1	110
2551	CI09	1	26.4	7.27	595	5.3	0.58	45
		2	29.1	7.03	630	5.4	1.76	40
		3	30.8	7	244	6.6	1.8	230
	CI10	1	28.1	7.24	633	6.6	0.68	<18
		2	30.4	6.52	799	5.9	1.71	20
		3	29.4	6.8	235	6.1	0.6	45
	CI11	1	27.9	7.3	673	6.2	0.49	<18
		2	32	7.26	757	5.9	1.71	20
		3	28.4	6.9	330	5.8	1.3	45
	CI12	1	26.9	7.52	350	6.2	0.89	78
		2	7.26	7.15	495	4.2	2.17	45
		3	28.3	6.9	338	6.2	0.9	130

ตารางที่ 84 คุณภาพน้ำแม่น้ำชีของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 10 จังหวัดขอนแก่น ปี 2552

ปี พ.ศ.	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ครั้งที่	T C^{o}	pH s.u.	Conductivity µs/cm	DO mg/l	BOD mg/l	FCB MPN/100ml
2552	CI09	1	25.81	7.4	290	5.5	1.4	170
		2	28.8	7.3	765	6.1	3.3	92
		3	30.9	7.4	867	6.4	2.2	40
		4	31	7.1	466	5.5	2.4	170
	CI10	1	25.61	7.3	274	4.6	1.4	110
		2	30.2	7.2	546	4.9	1.4	170
		3	29.4	7.5	144	4.3	1.1	140
		4	30	7.2	290	4.4	1.7	140
	CI11	1	24.1	6.6	276	4.8	1.3	140
		2	30.5	7.5	1,577	1.9	0.5	20
		3	30	6.7	267	4.7	0.7	490
		4	29	7.1	191	6.1	1.6	110
	CI12	1	24.2	6.6	315	5.6	2.6	40
		2	32.3	7.6	585	5.7	1.8	40
		3	29.6	6.5	202	5	1.1	45
		4	30	7.1	89	6.4	1.7	170

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน

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

หลักการ

การหาปริมาณออกซิเจนละลาย คือ การหาปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ เป็นลักษณะสำคัญที่จะบอกให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของชีวิตในน้ำ และแนวทางการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในน้ำว่าเป็นแบบประเภทใช้ออกซิเจนอิสระ (Aerobic) หรือไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ (Anaerobic) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ และสิ่งเจือปน (Impurities) ในน้ำ

เครื่องมือ

1. ขวดบีโอดี ขนาด 300 ml
2. กระบอกตวง และบิวเรตต์
3. ขวดเออร์เลนเมเยอร์ ขนาด 250 ml

สารเคมี

1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต (Manganess Sulfate Solution)

สารละลายแมงกานีสซัลเฟตเตตราไฮเดรต ($MnSO_4.4H_2O$) 480 g หรือแมงกานีสซัลเฟตไดไฮเดรต ($MnSO_4.2H_2O$) 400 g ในน้ำกลั่น ละลายแล้วกรองตะกอนออก ทำให้เจือจางเป็น 1 l สารละลายนี้จะต้องไม่เกิดสีกับน้ำแป้งเมื่อเติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดส์ในสภาพที่เป็นกรด

2. อัลคาไลด์ ไอโอไดด์เอไซด์ (Alkali-Iodide-Azide Reagent) ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 500 g (หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ; KOH 700 g) และโซเดียมไอโอไดด์ ; NaI 135g หรือโพแทสเซียมไอโอไดซ์ ; KI 150 g ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1 l เติมโซเดียมเอไซด์ (NaN_3) 10 g (ซึ่งละลายในน้ำกลั่น 40 ml แล้ว) ลงในสารละลายที่เตรียมไว้ข้างต้น

3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4)

4. น้ำแป้ง (Starch Solution) ละลายแป้ง 1.6 g และกรดซาลิไซลิก (Salicylic acid) 0.2 g ในน้ำกลั่นที่ร้อน 100 ml

5. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N ละลายสารโซเดียมไธโอซัล เฟตเพนตะไฮเดรต ($Na_2S_2O_3.5H_2O$) 6.205 g ในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 l เทียบค่าความเข้มข้น (Standardize) กับสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไบไอโอเดต 0.025 N โดยนำไปทดสอบ

6. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไบไอโอเดต 0.025 นอร์มัล

ละลายโพแทสเซียมไบไอโอเดต ; $KH(IO_3)_2$ 812.4 mg (อบให้แห้งที่ 105 °C ก่อนชั่ง) ในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 l

7. สารละลายโพแทสเซียมฟลูออไรด์ (Potassium fluoride solution)

ละลายโพแทสเซียมฟลูออไรด์ไดไฮเดรต ($KF.2H_2O$) 40 g ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 100 ml สารละลายนี้ใช้ต่อเมื่อน้ำตัวอย่างมีไอออน Fe^{3+} มากกว่า 1 mg/l สามารถกำจัดการขัดขวางปฏิกิริยาจากไอออน Fe^{3+} ได้ถึงความเข้มข้น 200 mg/l

วิธีทำ

การวัดค่าดีโอในตัวอย่างน้ำซึ่งเก็บไว้ในขวดบีโอดีขนาด 300 ml ทำได้ดังนี้

1. เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 1 ml และอัลคาไลด์ไอโอไดส์เอไซด์ 1 ml ลงในขวดโดยให้ปลายปิเปตอยู่ข้างขวด ปิดจุกขวดระวังอย่าให้มีฟองอากาศ ผสมให้เข้ากันโดยคว่ำขวดขึ้นลง 15 ครั้ง แล้วตั้งทิ้งให้ตกตะกอนจนได้ปริมาณน้ำใส ½ ของขวด

2. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 ml ปิดจุกขวดก่อนตะกอนจะล้นออกจากปากขวด ผสมให้เข้ากันโดยคว่ำขวดขึ้นลง 15 ครั้ง จนตะกอนละลายหมด

3. วัดปริมาตรสารละลายในขวดมา 201 ml แล้วไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N (สารละลายนี้จะให้ 1 ml มีค่าเท่ากับออกซิเจนละลาย 1 mg/l) โดยใส่น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ 1 ml แล้วไทเทรตจนยุติเป็นสารละลายไม่มีสี จดปริมาตรสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ไปแทนค่าจากสูตร

ปริมาตรออกซิเจนละลาย (mg/l) = ปริมาตรสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต (ml)

2. การวิเคราะห์หาปริมาณบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ในน้ำโดยใช้Azide Modification Method

หลักการ

การหาปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ (Microorganisms) คือ ต้องการใช้ในขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ใช้เป็นดัชนีชี้วัดความสกปรกของแหล่งน้ำ

การใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ แบ่งเป็น 2 ระยะ

ระยะที่ 1 พวกแป้ง หรือคาร์โบไฮเดรตจะถูกย่อยสลายให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ และถ้าเป็นเนื้อสัตว์ หรือโปรตีนก็จะถูกย่อยสลายให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และแอมโมเนีย ซึ่งค่าออกซิเจนที่ลดลงจากการย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านี้ก็ คือ บีโอดี

ระยะที่ 2 เป็นการย่อยสลายของสารอนินทรีย์ คือ แอมโมเนีย แป้ง ไนไตรท์ ไนเตรท กระบวนการในระยะที่ 2 ค่าออกซิเจนที่ลดลงไม่ถือว่าเป็นบีโอดี เพราะเนื่องจากการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายแอโมเนียเป็นสารอินทรีย์

การวิเคราะห์หาค่าบีโอดี หรือ DO_5 โดยทั่วไปเป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปในเวลา 5 วัน ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 °C เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับน้ำทั่วไป และเป็นไนเตรท ไนไตรท์ น้อยมาก ส่วนที่ใช้เวลาเพียง 5 วัน ก็เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำได้ 70% ซึ่งถ้าจะให้ย่อยสลาย 100 % ต้องใช้เวลาถึง 20 วัน ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์บีโอดีเพียง 5 วัน ซึ่งในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำ คลอง บึง สระ จะใช้วิธีวิเคราะห์แบบโดยตรง (Direct Method) คือ ใช้ในกรณีตัวอย่างน้ำมีค่าบีโอดีน้อยว่า 7

เอกสารอ้างอิง

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2540.

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
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. นำตัวอย่างน้ำมาออกซิเจน 30 นาที จากนั้นค่อยเทตัวอย่างน้ำลงในขวดบีโอดีขนาด 300 ml และอย่าให้มีฟองอากาศ และปิดฝาให้สนิทและมีน้ำหล่อที่ปากขวด โดยใส่น้ำตัวอย่างในขวดบีโอดีทั้งหมด 6 ขวด 3 ขวดแรกนำไปวิเคราะห์หาค่า DO_0 ส่วนอีก 3 ขวดนำไปบ่มที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 °C เป็นเวลา 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 นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต เติมน้ำแป้ง 2 ml ไตเตรทจนกระทั่งถึงจุดยุติจดปริมาตรสารละลายมาตรฐานไธโอซัลเฟตที่ใช้นำไปคำนวณ

4. พบครบ 5 วันก็นำมา DO_5 ทำการวิเคราะห์เหมือ DO_0

วิธีการคำนวณ

ปริมาณ BOD (mg/l) = DO_0-DO_5

3. ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal coliform bacteria) โดยวี Standard Multiple-Tube (MPN) Tests.

หลักการ

ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรียที่มีแหล่งกำเนิดจากอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น แบคทีเรียชนิดนี้สามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโทสที่อุณหภูมิ 44.5±0.2 °C ในเวลา 24 ชั่วโมง ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล *Escherichia*

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ขนาด 1 และ 10 ml.
3. หลอดทดลองขนาด 20 mm. x150 ml. พร้อมฝาปิด
4. หลอดดูแรห์ม ขนาด 6 mm.x50 mm.
5. Wire Loop
6. Incubator
7. Autoclave

อาหาร (Media)

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

วิธีการวิเคราะห์

วิธีการตรวจสอบขั้นแรก (Presumptive Tests)

1. ใส่ตัวอย่างน้ำปริมาณ 10 ml 1 ml และ0.01ml แต่ละระดับความเจือจางลงในอาหารเหลวแลคโทสบรอธอย่างละ 5 หลอด เขย่าหลอดเบา ๆ เพื่อให้อาหารผสมกับตัวอย่างน้ำ

2. นำหลอดที่ใส่ตัวอย่างน้ำทั้งหมด ใส่ในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35±5 °C นาน 24±48 ชั่วโมง

3. อ่านผลครั้งแรกหลังจากเมื่อครบการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35±5 °C นาน 24±2 ชั่วโมง ตรวจก๊าซในแต่ละหลอด มีก๊าซแสดงว่าได้ผลเป็นบวกไม่มีก๊าซแสดงว่าได้ผลเป็นลบ นำหลอดผลลบและนำไปบ่มเชื้อต่ออีก 24 ชั่วโมงแล้วตรวจวัดก๊าซเช่นเดียวกับข้างต้น และจะต้องนำไปตรวจซ้ำ (Confirmed Test)

ภาคผนวก ฉ
มาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ตารางที่ 85 มาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2]ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
		ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1.อุณหภูมิ (Temperature)	°C	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
2.ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	ธ	5-9	5-9	5-9	-
3.ออกซิเจนละลาย (DO)[3]	mg/l	ธ	6.0	4.0	2.0	-
4.บีโอดี (BOD)	mg/l	ธ	1.5	2.0	4.0	-
5.แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม(Fecal Coliform Bateria)	MPN/100 ml	ธ	1,000	4,000	-	-

ที่มา: ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 8 (2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน เพื่อการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน และเพื่อการอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์ เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง และการว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่ออุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนและเพื่อการเกษตร

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อนและเพื่อการอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

2. กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

3. ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ'อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 °C

ภาคผนวก ช

ประกาศกรมควบคุมมลพิษ

เรื่อง กำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำพอง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล และลำตะคอง

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 ให้แม่น้ำพองตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างแม่น้ำพองกับแม่น้ำชีบริเวณบ้านคุยเชือก ตำบลหนองบึง อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม กิโลเมตรที่ ๐ จนถึงแม่น้ำพองบริเวณท้ายเขื่อนอุบลรัตน์ บ้านบ่อนกเขา ตำบลบ้านดง อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น กิโลเมตรที่ ๑๔๐ เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ ๓

ข้อ ๒ ให้แม่น้ำชีตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างแม่น้ำชีกับแม่น้ำมูลบริเวณบ้านท่าขอนไม้ยูง ตำบลบุ่งหวาย อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี กิโลเมตรที่ ๐ จนถึงแม่น้ำชีบริเวณสะพานเวชศาสตร์ บ้านโนนน้อย ตำบลลุ่มน้ำชี อำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ กิโลเมตรที่ ๔๒๘ เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ ๓

ข้อ ๓ ให้แม่น้ำมูลตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างแม่น้ำมูลกับแม่น้ำโขง บริเวณบ้านท่าแพ ตำบลโขงเจียม อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี กิโลเมตรที่ ๐ จนถึงแม่น้ำมูล

บริเวณสะพานบ้านโนนเพชร ตำบลท่าเยี่ยม อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา กิโลเมตรที่ ๗๘๗ 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 บริเวณบ้านบุกระเฉด ตำบลขนงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา กิโลเมตรที่ ๑๘๐ 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)

ภาคผนวก ซ
การคาดการณ์ประชากรในอนาคต

การคาดการณ์จำนวนประชากรโดยวิธีการ Fit Curve

โดยทั่วไปสมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทำนายประกอบด้วยสมการต่อไปนี้ คือ

1. สมการถดถอยแบบเส้นตรง (Linear Regression) ซึ่งอัตราการเพิ่มหรือลดจะเป็นไปด้วยอัตราเพิ่มหรือลดลงเรื่อย ๆ สมการนี้มีรูปแบบ คือ

$$y = a+bx$$

โดยที่ y คือ จำนวนที่คาดการณ์ในปีที่ x
a และ b คือ ค่าคงที่
x คือปีที่คาดการณ์

2. สมการ Exponential Regression ปรับปรุงจากสมการ Exponential โดยมีรูปแบบสมการดังนี้

$$y = a*e^{(b/x)}$$

โดยที่ y คือ จำนวนที่คาดการณ์ในปีที่ x
a และ b คือ ค่าคงที่
e คือ เลขฐานเท่ากับ 2.71828
x คือปีที่คาดการณ์

3. สมการ Quadratic Fit สูตรสมการ ดังนี้

$$y = a+bx+cx^2$$

โดยที่ y คือ จำนวนที่คาดการณ์ในปีที่ x
a, b และ c คือ ค่าคงที่
x คือปีที่คาดการณ์

4. สมการ Sinusoidal Fit สูตรสมการ ดังนี้

$$y = a+b*\cos(cx+d)$$

โดยที่ y คือ จำนวนที่คาดการณ์ในปีที่ x

a, b, c และd คือ ค่าคงที่

x คือปีที่คาดการณ์

5. สมการ Modified Power สูตรสมการ ดังนี้

y=a*b^x

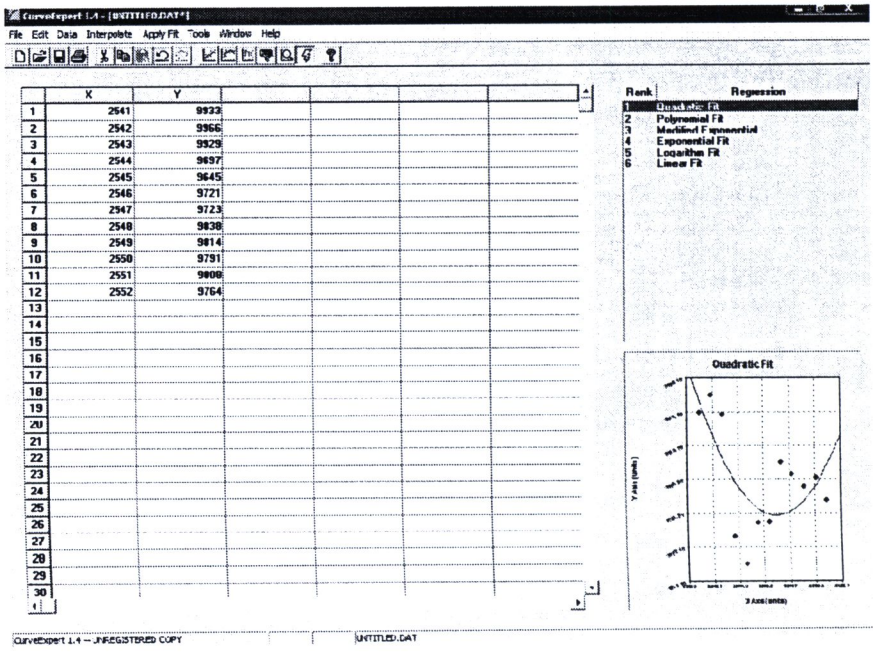
โดยที่ y คือ จำนวนที่คาดการณ์ในปีที่ x

a และb คือ ค่าคงที่

x คือปีที่คาดการณ์

การ Fit Curve เพื่อหาสมการคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมทำได้โดยใช้ โปรแกรมคณิตศาสตร์ คือ โปรแกรม Curve Expert ซึ่งเป็น Share ware ที่สามารถ Download ได้จาก Web site http://curveexpert.webhop.biz/

โดยผู้ใช้นำข้อมูลสถิติย้อนหลังเข้าไป โปรแกรม Fit Curve ให้ทุกสมการ แล้วทำการจัดลำดับ สมการเรียงจากการสมการที่มีค่าสัมประสิทธิ์หสัมพันธ์ (Correalation Coefficient) เข้าใกล้ 1 มากที่สุด) และค่า Standard Error ต่ำสุด เมื่อได้สมการเหมาะสมโปรแกรมจะคำนวณค่าในอนาคตในปีที่ต้องการได้



ภาพที่ 44 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม Curve Fit 1.3

จากข้อมูลที่นำเข้า เมื่อ Double Click ที่ RuncurveFinder จะได้สมการที่เหมาะสมที่สุด คือ สมการ Quadratic Fit โดยสูตรของสมการ มีดังนี้

$$y = a+bx+cx^2$$

Coefficients Data: a = 32706058.11 , b = -25668.64, c = 5.04

เมื่อแทนค่า x ด้วย ปี 2557, 2562 และ 2567 จะได้ y เท่ากับ 10,285 10,936 และ11,840 ตามลำดับ

ตารางที่ 86 ข้อมูลของประชากรแยกราย พ.ศ. และสมการที่ใช้ในการคาดการณ์ประชากรในอนาคต โดยใช้ ปี พ.ศ. 2552 เป็นปีฐาน

พื้นที่	พ.ศ. (คน)												สมการที่ใช้
	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	
จังหวัดชัยภูมิ													
ต.ตลาดแร้ง อ.บ้านเขว้า	12004	11933	11939	11796	11738	11778	11731	11740	11677	11623	11549	11554	y=a+bx
ต.บ้านเขว้า อ.บ้านเขว้า	-	-	-	-	-	-	-	6277	6269	6274	6524	6512	y=a+bx
ต.ลุ่มลำชี อ.บ้านเขว้า	9933	9966	9929	9697	9645	9721	9723	9838	9814	9791	9808	9764	y=a+bx+cx^2
ต.โนนสำราญ อ.เมือง	6979	7188	7250	7273	7289	7268	7241	7217	7220	7218	7161	7139	y=a*e^(b/x)
ต.หนองไผ่ อ.เมือง	6760	6851	6863	6927	6941	6972	6948	6915	6887	6840	6813	6763	y=a*e^(b/x)
ต.กุดตุ้ม อ.เมือง	11966	12028	11998	11886	11278	11217	11174	11196	11168	11162	11112	11017	y=a+bx+cx^2
ต.ลาดใหญ่ อ.เมือง	-	-	-	-	2871	2753	2774	2789	2809	2834	2794	2858	y=a*e^(b/x)
ต.โนนสะอาด อ.คอนสวรรค์	6256	5455	5482	5558	5508	5528	5453	5517	5559	5573	5410	5369	y=a*e^(b/x)
ต.ศรีสำราญ อ.คอนสวรรค์	5620	5655	5688	5468	5425	5429	5395	5431	5440	5444	5317	5375	y=a+bx+cx^2
ต.หนองส้มป่อย อ.จัสตุรัส	7542	7579	7544	7572	7560	7546	7510	7478	7447	7389	7411	7368	y=a+bx
ต.หนองบัวบาน อ.จัสตุรัส	8520	8643	8674	8641	8647	8645	8604	8515	8466	8412	8248	8309	y=a*e^(b/x)
ต.ละหาน อ.จัสตุรัส	12944	13054	13055	13058	12911	12935	12810	12832	12794	12807	12822	12797	y=a+bx
ต.กะฮาด อ.เนินสง่า	5584	5644	5658	5660	5612	5657	5619	5694	5696	5708	5522	5743	y=a+bx
ทต.บ้านค่ายหมื่นแผ้ว อ.เมือง	-	-	-	-	5476	5527	5515	5657	5411	5409	5384	5362	y=a+bx
เทศบาลเมืองชัยภูมิ อ.เมือง	-	-	-	-	-	-	-	-	37506	37490	37378	37620	y=a+bx
ทต.คอนสวรรค์ อ.คอนสวรรค์	-	-	-	-	-	-	-	6064	6054	6150	6547	6506	y=a+bx

ตารางที่ 86 ข้อมูลประชากรของแยกราย พ.ศ. และสมการที่ใช้ในการคาดการณ์ประชากรในอนาคต โดยใช้ ปี พ.ศ. 2552 เป็นปีฐาน (ต่อ)

พื้นที่	พ.ศ. (คน)												สมการที่ใช้
	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	
จังหวัดนครราชสีมา													
ต.บ้านเหลื่อม อ.บ้านเหลื่อม	-	-	-	-	-	-	-	2680	2673	2725	4011	2881	y=a+bx
ต.แก้งสนามนาง อ.แก้งสนามนาง	9301	9277	9244	9549	9591	9584	9602	9014	8977	8997	9098	9061	y=a*e^(b/x)
ต.โนนสำราญ อ.แก้งสนามนาง	-	7819	7839	7818	7839	7833	7854	7875	7824	7714	7647	7612	y=a*e^(b/x)
จังหวัดขอนแก่น													
ต.โพธิ์ไชย อ.โคกโพธิ์ไชย	7598	7585	7585	7587	7532	7538	7485	7426	7404	7299	7275	7249	y=a+b*cos(cx+d)
ต.นาแพง อ.โคกโพธิ์ไชย	4426	4464	4491	4459	4507	4551	4554	4553	4537	4540	4507	4515	y=a+b*cos(cx+d)
ต.หนองแปน อ.มัญจาคีรี	9195	8232	9198	9203	9187	9159	9131	9121	9109	9078	8929	8880	y=a+bx
ต.สวนหม่อน อ.มัญจาคีรี	7969	7876	7913	7090	7890	7939	7966	7948	7885	7855	7796	7653	y=a+b*cos(cx+d)
ต.ท่าศาลา อ.มัญจาคีรี	7452	7438	7417	7456	7493	7500	7542	7566	7552	7597	7600	7488	y=a*b^x
ต.กุดเค้า อ.มัญจาคีรี	-	-	-	-	-	-	-	8554	8523	8494	8491	8749	y=a*e^(b/x)
ต.พระบุ อ.พระยืน	4355	4371	4338	4281	4294	4328	4323	4362	4378	4387	4368	4340	y=a+bx
ต.หนองแวง อ.พระยืน	4785	4833	4856	4812	4810	4814	4804	4865	4917	4918	4867	4830	y=a+bx
ต.ละหาน อ.แวงน้อย	7598	7611	7590	7503	7529	7612	7583	7593	7589	7531	7518	7499	y=a+b*cos(cx+d)
ต.ท่านางแมว อ.แวงน้อย	4957	4932	4956	4962	4922	4972	4949	4936	4884	4872	4836	4845	y=a+bx
ต.โนนทอง อ.แวงใหญ่	5377	5429	5442	5445	5526	5554	5545	5551	5588	5597	5462	5416	y=a+bx
ต.โนนสะอาด อ.แวงใหญ่	5844	5883	5887	5887	5905	5990	6002	5985	5992	5597	5947	5923	y=a+b*cos(cx+d)

ตารางที่ 86 ข้อมูลประชากรของแยกราย พ.ศ. และสมการที่ใช้ในการคาดการณ์ประชากรในอนาคต โดยใช้ ปี พ.ศ. 2552 เป็นปีฐาน (ต่อ)

พื้นที่	พ.ศ. (คน)												สมการที่ใช้
	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	
ต.วังแสง อ.ชนบท	7220	7264	7262	7282	7275	7334	7351	7346	7362	7341	7286	7317	y=a+b*cos(cx+d)
ต.โนนพะยอม อ.ชนบท	6386	6396	6410	6378	6374	6384	6366	6356	6328	6316	6317	6306	y=a+b*cos(cx+d)
ต.โคกสำราญ อ.บ้านแฮด	8897	8956	9021	8889	8930	8967	8960	8992	9014	8936	8928	8969	y=a+b*cos(cx+d)
ต.บ้านแฮด อ.บ้านแฮด	-	-	-	-	-	-	-	2217	2227	2286	2286	2313	y=a+bx
ต.ดอนช้าง อ.เมือง	4624	4598	4608	4673	4718	4749	4734	4771	4778	4782	4774	4745	y=a*e^(b/x)
ทต.ท่าพระ อ.เมือง	-	-	-	-	9529	9599	9667	9738	9763	9874	10016	10052	y=a+bx

ภาคผนวก ฌ
ประมาณการปริมาณน้ำเสียจากชุมชนในอนาคต

ตารางที่ 87 จำนวนประชากร ปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี 2552

พื้นที่	ระยะที่ (km)	ประชากรปี 2552	ปริมาณการใช้น้ำ (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/s)	ความเข้มข้นของบีโอดี (mg/l)	ความสกปรกในรูปของบีโอดี (kg/d)
ต.ตลาดแร้ง อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	14.72	11,554	2,888.50	2,310.80	0.0267	105	242.63
ต.บ้านเขว้า อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	21.88	6,512	1,628.00	1,302.40	0.0151	105	136.75
ต.หนองส้มป่อย อ.จัสตุรัส จ.ชัยภูมิ	21.88	7,368	1,842.00	1,473.60	0.0171	105	154.73
ต.หนองบัวบาน อ.จัสตุรัส จ.ชัยภูมิ	33.76	8,309	2,077.25	1,661.80	0.0192	105	174.49
ต.ลุ่มลำชี อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	49.86	9,764	2,441.00	1,952.80	0.0226	105	205.04
ต.ละหาน อ.จัสตุรัส จ.ชัยภูมิ	50.14	12,797	3,199.25	2,559.40	0.0296	105	268.74
ต.กะฮาด อำเภอเนินสง่า จ.ชัยภูมิ	70.92	5,743	1,435.75	1,148.60	0.0133	105	120.60
ทต.บ้านค่ายหมื่นแผ้ว อ.เมือง จ.ชัยภูมิ	74.92	5,293	1,323.25	1,058.60	0.0123	105	111.15
ต.บ้านเหลื่อม อ.บ้านเหลื่อม จ.นครราชสีมา	87.03	2,881	720.25	576.20	0.0067	105	60.50
ต.โนนสำราญ อ.เมือง จ.นครราชสีมา	94.36	7,139	1,784.75	1,427.80	0.0165	105	149.92
ต.หนองไผ่ อ.เมือง จ.นครราชสีมา	110.12	6,763	1,690.75	1,352.60	0.0157	105	142.02
ต.กุดตุ้ม อ.เมือง จ.นครราชสีมา	122.70	11,017	2,754.25	2,203.40	0.0255	105	231.36
เทศบาลเมืองชัยภูมิ อ.เมือง จ.ชัยภูมิ	123.17	37,620	9,405.00	7,524.00	0.0871	105	790.02
ต.แก้งสนามนาง อ.แก้งสนามนาง จ.นครราชสีมา	140.13	9,061	2,265.25	1,812.20	0.0210	105	190.28
ต.โนนสะอาด อ.คอนสวรรค์ จ.ชัยภูมิ	149.12	5,369	1,342.25	1,073.80	0.0124	105	112.75
ต.โนนสำราญ อ.แก้งสนามนาง จ.นครราชสีมา	149.96	7,612	1,903.00	1,522.40	0.0176	105	159.85

ตารางที่ 87 จำนวนประชากร ปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี 2552 (ต่อ)

พื้นที่	ระยะที่ (km)	ประชากรปี 2552	ปริมาณการใช้น้ำ (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/s)	ความเข้มข้นของบีโอดี (mg/l)	ความสกปรกในรูปของบีโอดี (kg/d)
ต.ละหาน อ.แวงน้อย จ.ขอนแก่น	154.91	7,499	1,874.75	1,499.80	0.0174	105	157.48
ต.ท่านางแมว อ.แวงน้อย จ.ขอนแก่น	168.09	4,845	1,211.25	969.00	0.0112	105	101.75
ทต.คอนสวรรค์ อ.คอนสวรรค์ จ.ชัยภูมิ	172.03	4,446	1,111.50	889.20	0.0103	105	93.37
ต.โนนทอง อ.แวงใหญ่ จ.ขอนแก่น	177.55	5,416	1,354.00	1,083.20	0.0125	105	113.74
ต.ศรีสำราญ อ.คอนสวรรค์ จ.ชัยภูมิ	186.63	5,375	1,343.75	1,075.00	0.0124	105	112.88
ต.โนนสะอาด อ.แวงใหญ่ จ.ขอนแก่น	197.71	5,293	1,323.25	1,058.60	0.0123	105	111.15
ต.โพธิ์ไชย อ.โคกโพธิ์ไชย จ.ขอนแก่น	208.09	7,249	1,812.25	1,449.80	0.0168	105	152.23
ต.วังแสง อ.ชนบท จ.ขอนแก่น	216.67	7,317	1,829.25	1,463.40	0.0169	105	153.66
ต.นาแพง อ.โคกโพธิ์ไชย จ.ขอนแก่น	218.55	4,515	1,128.75	903.00	0.0105	105	94.82
ต.โนนพะยอม อ.ชนบท จ.ขอนแก่น	234.28	6,306	1,576.50	1,261.20	0.0146	105	132.43
ต.กุดเค้า อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	238.12	8,749	2,187.25	1,749.80	0.0203	105	183.73
ต.สวนหม่อน อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	249.99	7,653	1,913.25	1,530.60	0.0177	105	160.71
ต.หนองแปน อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	279.02	8,880	2,220.00	1,776.00	0.0206	105	186.48
ต.ท่าศาลา อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	289.34	7,488	1,872.00	1,497.60	0.0173	105	157.25
ต.บ้านแฮด อ.บ้านแฮด จ.ขอนแก่น	290.13	2,313	578.25	462.60	0.0054	105	48.57
ต.โคกสำราญ อ.บ้านแฮด จ.ขอนแก่น	295.68	8,969	2,242.25	1,793.80	0.0208	105	188.35
ต.พระบุ อ.พระยืน จ.ขอนแก่น	296.8	4,340	1,085.00	868.00	0.0100	105	91.14

ตารางที่ 87 จำนวนประชากร ปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี 2552 (ต่อ)

พื้นที่	ระยะที่ (km)	ประชากรปี 2552	ปริมาณการใช้น้ำ (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/s)	ความเข้มข้นของบีโอดี (mg/l)	ความสกปรกในรูปของบีโอดี (kg/d)
ต.หนองแวง อ.พระยืน จ.ขอนแก่น	313.82	4,830	1,207.50	966.00	0.0112	105	101.43
ต.ดอนช้าง อ.เมือง จ.ขอนแก่น	319.43	4,745	1,186.25	949.00	0.0110	105	99.65
ทต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น	322.35	10,052	2,513.00	2,010.40	0.0233	105	211.09
รวม		**283,940**	**70,985.00**	**56,788**	**0.6573**		**5962.74**

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ตารางที่ 88 จำนวนประชากร ปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี 2557

พื้นที่	ระยะที่ (กม.)	ประชากรปี 2552	ปริมาณการใช้น้ำ (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/s)	ความเข้มข้นของบีโอดี (mg/l)	ความสกปรกในรูปของบีโอดี (kg/d)
ต.ตลาดแร้ง อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	14.72	11,303	2,825.75	2,260.60	0.0262	105	237.36
ต.บ้านเขว้า อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	21.88	6,951	1,737.75	1,390.20	0.0161	105	145.97
ต.หนองส้มป่อย อ.จัสตุรัส จ.ชัยภูมิ	21.88	7,278	1,819.50	1,455.60	0.0168	105	152.84
ต.หนองบัวบาน อ.จัสตุรัส จ.ชัยภูมิ	33.76	8,175	2,043.75	1,635.00	0.0189	105	171.68
ต.ลุ่มลำชี อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	49.86	10,285	2,571.25	2,057.00	0.0238	105	215.99
ต.ละหาน อ.จัสตุรัส จ.ชัยภูมิ	50.14	12,615	3,153.75	2,523.00	0.0292	105	264.92
ต.กะฮาด อำเภอเนินสง่า จ.ชัยภูมิ	70.92	5,706	1,426.50	1,141.20	0.0132	105	119.83
ทต.บ้านค่ายหมื่นแผ้ว อ.เมือง จ.ชัยภูมิ	74.92	5,233	1,308.25	1,046.60	0.0121	105	109.89
ต.บ้านเหลื่อม อ.บ้านเหลื่อม จ.นครราชสีมา	87.03	3,182	795.5	636.4	0.0074	105	66.82
ต.โนนสำราญ อ.เมือง จ.นครราชสีมา	94.36	7,235	1,808.75	1,447.00	0.0167	105	151.94
ต.หนองไผ่ อ.เมือง จ.นครราชสีมา	110.12	6,843	1,710.75	1,368.60	0.0158	105	143.7
ต.กุดตุ้ม อ.เมือง จ.นครราชสีมา	122.70	11,444	2,861.00	2,288.80	0.0265	105	240.32
เทศบาลเมืองชัยภูมิ อ.เมือง จ.ชัยภูมิ	123.17	37,671	9,417.75	7,534.20	0.0872	105	791.09
ต.แก้งสนามนาง อ.แก้งสนามนาง จ. นครราชสีมา	140.13	2,846	711.5	569.2	0.0066	105	59.77
ต.โนนสะอาด อ.คอนสวรรค์ จ.ชัยภูมิ	149.12	5,192	1,298.00	1,038.40	0.0120	105	109.03
ต.โนนสำราญ อ.แก้งสนามนาง จ.นครราชสีมา	149.96	7,486	1,871.50	1,497.20	0.0173	105	157.21

ตารางที่ 88 จำนวนประชากร ปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี 2557 (ต่อ)

พื้นที่	ระยะที่ (กม.)	ประชากรปี 2552	ปริมาณการใช้น้ำ (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/s)	ความเข้มข้นของบีโอดี (mg/l)	ความสกปรกในรูปของบีโอดี (kg/d)
ต.ละหาน อ.แวงน้อย จ.ขอนแก่น	154.91	7,556	1,889.00	1,511.20	0.0175	105	158.68
ต.ท่านางแมว อ.แวงน้อย จ.ขอนแก่น	168.09	4,796	1,199.00	959.20	0.0111	105	100.72
ทต.คอนสวรรค์ อ.คอนสวรรค์ จ.ชัยภูมิ	172.03	7,366	1,841.50	1,473.20	0.0171	105	154.69
ต.โนนทอง อ.แวงใหญ่ จ.ขอนแก่น	177.55	5,599	1,399.75	1,119.80	0.0130	105	117.58
ต.ศรีสำราญ อ.คอนสวรรค์ จ.ชัยภูมิ	186.63	5,501	1,375.25	1,100.20	0.0127	105	115.52
ต.โนนสะอาด อ.แวงใหญ่ จ.ขอนแก่น	197.71	5,964	1,491.00	1,192.80	0.0138	105	125.24
ต.โพธิ์ไชย อ.โคกโพธิ์ไชย จ.ขอนแก่น	208.09	7,589	1,897.25	1,517.80	0.0176	105	159.37
ต.วังแสง อ.ชนบท จ.ขอนแก่น	216.67	7,191	1,797.75	1,438.20	0.0166	105	151.01
ต.นาแพง อ.โคกโพธิ์ไชย จ.ขอนแก่น	218.55	4,393	1,098.25	878.60	0.0102	105	92.25
ต.โนนพะยอม อ.ชนบท จ.ขอนแก่น	234.28	6,391	1,597.75	1,278.20	0.0148	105	134.21
ต.กุดเค้า อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	238.12	8,849	2,212.25	1,769.80	0.0205	105	185.83
ต.สวนหม่อน อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	249.99	7,308	1,827.00	1,461.60	0.0169	105	153.47
ต.หนองแปน อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	279.02	9,086	2,271.50	1,817.20	0.0210	105	190.81
ต.ท่าศาลา อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	289.34	7,665	1,916.25	1,533.00	0.0177	105	160.97
ต.บ้านแฮด อ.บ้านแฮด จ.ขอนแก่น	290.13	2,467	616.75	493.40	0.0057	105	51.81
ต.โคกสำราญ อ.บ้านแฮด จ.ขอนแก่น	295.68	8,978	2,244.50	1,795.60	0.0208	105	188.54
ต.พระบุ อ.พระยืน จ.ขอนแก่น	296.8	4,377	1,094.25	875.40	0.0101	105	91.92

ตารางที่ 88 จำนวนประชากร ปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี 2557 (ต่อ)

พื้นที่	ระยะที่ (กม.)	ประชากรปี 2552	ปริมาณการใช้น้ำ (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/s)	ความเข้มข้นของบีโอดี (mg/l)	ความสกปรกในรูปของบีโอดี (kg/d)
ต.หนองแวง อ.พระยืน จ.ขอนแก่น	313.82	4,920	1,230.00	984.00	0.0114	105	103.32
ต.ดอนช้าง อ.เมือง จ.ขอนแก่น	319.43	4,908	1,227.00	981.60	0.0114	105	103.07
ทต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น	322.35	10,503	2,625.75	2,100.60	0.0243	105	220.56
รวม		**289,717**	**72,429.25**	**57,943.40**	**0.6705**		**6084.10**

ตารางที่ 89 จำนวนประชากร ปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี 2562

พื้นที่	ระยะที่ (กม.)	ประชากรปี 2552	ปริมาณการใช้น้ำ (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/s)	ความเข้มข้นของบีโอดี(mg/l)	ความสกปรกในรูปของบีโอดี (kg/d)
ต.ตลาดแร้ง อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	14.72	11,106	2,776.50	2,221.20	0.0257	105	233.23
ต.บ้านเขว้า อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	21.88	7,314	1,828.50	1,462.80	0.0169	105	153.59
ต.หนองส้มป่อย อ.จัสตุรัส จ.ชัยภูมิ	21.88	7,183	1,795.75	1,436.60	0.0166	105	150.84
ต.หนองบัวบาน อ.จัสตุรัส จ.ชัยภูมิ	33.76	8,025	2,006.25	1,605.00	0.0186	105	168.53
ต.ลุ่มลำชี อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	49.86	10,936	2,734.00	2,187.20	0.0253	105	229.66
ต.ละหาน อ.จัสตุรัส จ.ชัยภูมิ	50.14	12,491	3,122.75	2,498.20	0.0289	105	262.31
ต.กะฮาด อำเภอเนินสง่า จ.ชัยภูมิ	70.92	5,730	1,432.50	1,146.00	0.0133	105	120.33
ทต.บ้านค่ายหมื่นแผ้ว อ.เมือง จ.ชัยภูมิ	74.92	5,109	1,277.25	1,021.80	0.0118	105	107.29
ต.บ้านเหลื่อม อ.บ้านเหลื่อม จ.นครราชสีมา	87.03	3,450	862.50	690.00	0.008	105	72.45
ต.โนนสำราญ อ.เมือง จ.นครราชสีมา	94.36	7,249	1,812.25	1,449.80	0.0168	105	152.23
ต.หนองไผ่ อ.เมือง จ.นครราชสีมา	110.12	6,830	1,707.50	1,366.00	0.0158	105	143.43
ต.กุดตุ้ม อ.เมือง จ.นครราชสีมา	122.70	12,289	3,072.25	2,457.80	0.0284	105	258.07
เทศบาลเมืองชัยภูมิ อ.เมือง จ.ชัยภูมิ	123.17	37,786	9,446.50	7,557.20	0.0875	105	793.51
ต.แก้งสนามนาง อ.แก้งสนามนาง จ.นครราชสีมา	140.13	2,865	716.25	573.00	0.0066	105	60.17
ต.โนนสะอาด อ.คอนสวรรค์ จ.ชัยภูมิ	149.12	5,043	1,260.75	1,008.60	0.0117	105	105.9

ตารางที่ 89 จำนวนประชากร ปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี 2562 (ต่อ)

พื้นที่	ระยะที่ (กม.)	ประชากรปี 2552	ปริมาณการใช้น้ำ (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/s)	ความเข้มข้นของบีโอดี(mg/l)	ความสกปรกในรูปของบีโอดี (kg/d)
ต.โนนสำราญ อ.แก้งสนามนาง จ.นครราชสีมา	149.96	7,346	1,836.50	1,469.20	0.0170	105	154.27
ต.ละหาน อ.แวงน้อย จ.ขอนแก่น	154.91	7,522	1,880.50	1,504.40	0.0174	105	157.96
ต.ท่านางแมว อ.แวงน้อย จ.ขอนแก่น	168.09	4,742	1,185.50	948.40	0.0110	105	99.58
ทต.คอนสวรรค์ อ.คอนสวรรค์ จ.ชัยภูมิ	172.03	8,054	2,013.50	1,610.80	0.0186	105	169.13
ต.โนนทอง อ.แวงใหญ่ จ.ขอนแก่น	177.55	5,644	1,411.00	1,128.80	0.0131	105	118.52
ต.ศรีสำราญ อ.คอนสวรรค์ จ.ชัยภูมิ	186.63	5,754	1,438.50	1,150.80	0.0133	105	120.83
ต.โนนสะอาด อ.แวงใหญ่ จ.ขอนแก่น	197.71	5,951	1,487.75	1,190.20	0.0138	105	124.97
ต.โพธิ์ไชย อ.โคกโพธิ์ไชย จ.ขอนแก่น	208.09	7,308	1,827.00	1,461.60	0.0169	105	153.47
ต.วังแสง อ.ชนบท จ.ขอนแก่น	216.67	7,226	1,806.50	1,445.20	0.0167	105	151.75
ต.นาแพง อ.โคกโพธิ์ไชย จ.ขอนแก่น	218.55	4,432	1,108.00	886.40	0.0103	105	93.07
ต.โนนพะยอม อ.ชนบท จ.ขอนแก่น	234.28	6,318	1,579.50	1,263.60	0.0146	105	132.68
ต.กุดเค้า อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	238.12	9,032	2,258.00	1,806.40	0.0209	105	189.67
ต.สวนหม่อน อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	249.99	7,037	1,759.25	1,407.40	0.0163	105	147.78
ต.หนองแปน อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	279.02	9,109	2,277.25	1,821.80	0.0211	105	191.29
ต.ท่าศาลา อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	289.34	7,734	1,933.50	1,546.80	0.0179	105	162.41
ต.บ้านแฮด อ.บ้านแฮด จ.ขอนแก่น	290.13	2,592	648.00	518.40	0.0060	105	54.43
ต.โคกสำราญ อ.บ้านแฮด จ.ขอนแก่น	295.68	8,965	2,241.25	1,793.00	0.0208	105	188.27

ตารางที่ 89 จำนวนประชากร ปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี 2562 (ต่อ)

พื้นที่	ระยะที่ (กม.)	ประชากรปี 2552	ปริมาณการใช้น้ำ (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/s)	ความเข้มข้นของบีโอดี(mg/l)	ความสกปรกในรูปของบีโอดี (kg/d)
ต.พระบุ อ.พระยืน จ.ขอนแก่น	296.8	4,392	1,098.00	878.40	0.0102	105	92.23
ต.หนองแวง อ.พระยืน จ.ขอนแก่น	313.82	4,953	1,238.25	990.60	0.0115	105	104.01
ต.คอนช้าง อ.เมือง จ.ขอนแก่น	319.43	4,995	1,248.75	999.00	0.0116	105	104.90
ทต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น	322.35	10,883	2,720.75	2,176.60	0.0252	105	228.54
รวม		**292,044**	**73,011.00**	**58,408.80**	**0.6761**		**6,132.93**

ตารางที่ 90 จำนวนประชากร ปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี 2567

พื้นที่	ระยะที่ (กม.)	ประชากรปี 2552	ปริมาณการใช้น้ำ (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/s)	ความเข้มข้นของบีโอดี (mg/l)	ความสกปรกในรูปของบีโอดี (kg/d)
ต.ตลาดแร้ง อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	14.72	10,909	2,727.25	2,181.80	0.0253	105	229.09
ต.บ้านเขว้า อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	21.88	7,679	1,919.75	1,535.80	0.0178	105	161.26
ต.หนองส้มป่อย อ.จัสตุรัส จ.ชัยภูมิ	21.88	7,088	1,772.00	1,417.60	0.0164	105	148.85
ต.หนองบัวบาน อ.จัสตุรัส จ.ชัยภูมิ	33.76	7,885	1,971.25	1,577.00	0.0183	105	165.59
ต.ลุ่มลำชี อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	49.86	11,840	2,960.00	2,368.00	0.0274	105	248.64
ต.ละหาน อ.จัสตุรัส จ.ชัยภูมิ	50.14	12,366	3,091.50	2,473.20	0.0286	105	259.69
ต.กะฮาด อำเภอเนินสง่า จ.ชัยภูมิ	70.92	5,754	1,438.50	1,150.80	0.0133	105	120.83
ทต.บ้านค่ายหมื่นแผ้ว อ.เมือง จ.ชัยภูมิ	74.92	4,985	1,246.25	997.00	0.0115	105	104.69
ต.บ้านเหลื่อม อ.บ้านเหลื่อม จ.นครราชสีมา	87.03	3,717	929.25	743.40	0.0086	105	78.06
ต. โนนสำราญ อ.เมือง จ.นครราชสีมา	94.36	7,262	1,815.50	1,452.40	0.0168	105	152.5
ต.หนองไผ่ อ.เมือง จ.นครราชสีมา	110.12	6,817	1,704.25	1,363.40	0.0158	105	143.16
ต.กุดตุ้ม อ.เมือง จ.นครราชสีมา	122.70	13,614	3,403.50	2,722.80	0.0315	105	285.89
เทศบาลเมืองชัยภูมิ อ.เมือง จ.ชัยภูมิ	123.17	37,901	9,475.25	7,580.20	0.0877	105	795.92
ต.แก้งสนามนาง อ.แก้งสนามนาง จ.นครราชสีมา	140.13	2,884	721.00	576.80	0.0067	105	60.56
ต. โนนสะอาด อ.คอนสวรรค์ จ.ชัยภูมิ	149.12	4,899	1,224.75	979.80	0.0113	105	102.88
ต. โนนสำราญ อ.แก้งสนามนาง จ.นครราชสีมา	149.96	7,209	1,802.25	1,441.80	0.0167	105	151.39

ตารางที่ 90 จำนวนประชากร ปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี 2567 (ต่อ)

พื้นที่	ระยะที่ (กม.)	ประชากรปี 2552	ปริมาณการใช้น้ำ (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/s)	ความเข้มข้นของบีโอดี (mg/l)	ความสกปรกในรูปของบีโอดี (kg/d)
ต.ละหาน อ.แวงน้อย จ.ขอนแก่น	154.91	7,524	1,881.00	1,504.80	0.0174	105	158.00
ต.ท่านางแมว อ.แวงน้อย จ.ขอนแก่น	168.09	4,689	1,172.25	937.80	0.0109	105	98.47
เทศบาลคอนสวรรค์ อ.คอนสวรรค์ จ.ชัยภูมิ	172.03	8,743	2,185.75	1,748.60	0.0202	105	183.60
ต.โนนทอง อ.แวงใหญ่ จ.ขอนแก่น	177.55	5,689	1,422.25	1,137.80	0.0132	105	119.47
ต.ศรีสำราญ อ.คอนสวรรค์ จ.ชัยภูมิ	186.63	6,146	1,536.50	1,229.20	0.0142	105	129.07
ต.โนนสะอาด อ.แวงใหญ่ จ.ขอนแก่น	197.71	5,926	1,481.50	1,185.20	0.0137	105	124.45
ต.โพธิ์ไชย อ.โคกโพธิ์ไชย จ.ขอนแก่น	208.09	7,564	1,891.00	1,512.80	0.0175	105	158.84
ต.วังแสง อ.ชนบท จ.ขอนแก่น	216.67	7,328	1,832.00	1,465.60	0.0170	105	153.89
ต.นาแพง อ.โคกโพธิ์ไชย จ.ขอนแก่น	218.55	4,533	1,133.25	906.60	0.0105	105	95.19
ต.โนนพะยอม อ.ชนบท จ.ขอนแก่น	234.28	6,392	1,598.00	1,278.40	0.0148	105	134.23
ต.กุดเค้า อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	238.12	9,218	2,304.50	1,843.60	0.0213	105	193.58
ต.สวนหม่อน อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	249.99	6,973	1,743.25	1,394.60	0.0161	105	146.43
ต.หนองแปน อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	279.02	9,131	2,282.75	1,826.20	0.0211	105	191.75
ต.ท่าศาลา อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	289.34	7,804	1,951.00	1,560.80	0.0181	105	163.88
ต.บ้านแฮด อ.บ้านแฮด จ.ขอนแก่น	290.13	2,718	679.50	543.60	0.0063	105	57.08
ต.โคกสำราญ อ.บ้านแฮด จ.ขอนแก่น	295.68	8,950	2,237.50	1,790.00	0.0207	105	187.95
ต.พระบุ อ.พระยืน จ.ขอนแก่น	296.80	4,407	1,101.75	881.40	0.0102	105	92.55

ตารางที่ 90 จำนวนประชากร ปริมาณน้ำเสีย และความสกปรกในรูปบีโอดี 2567 (ต่อ)

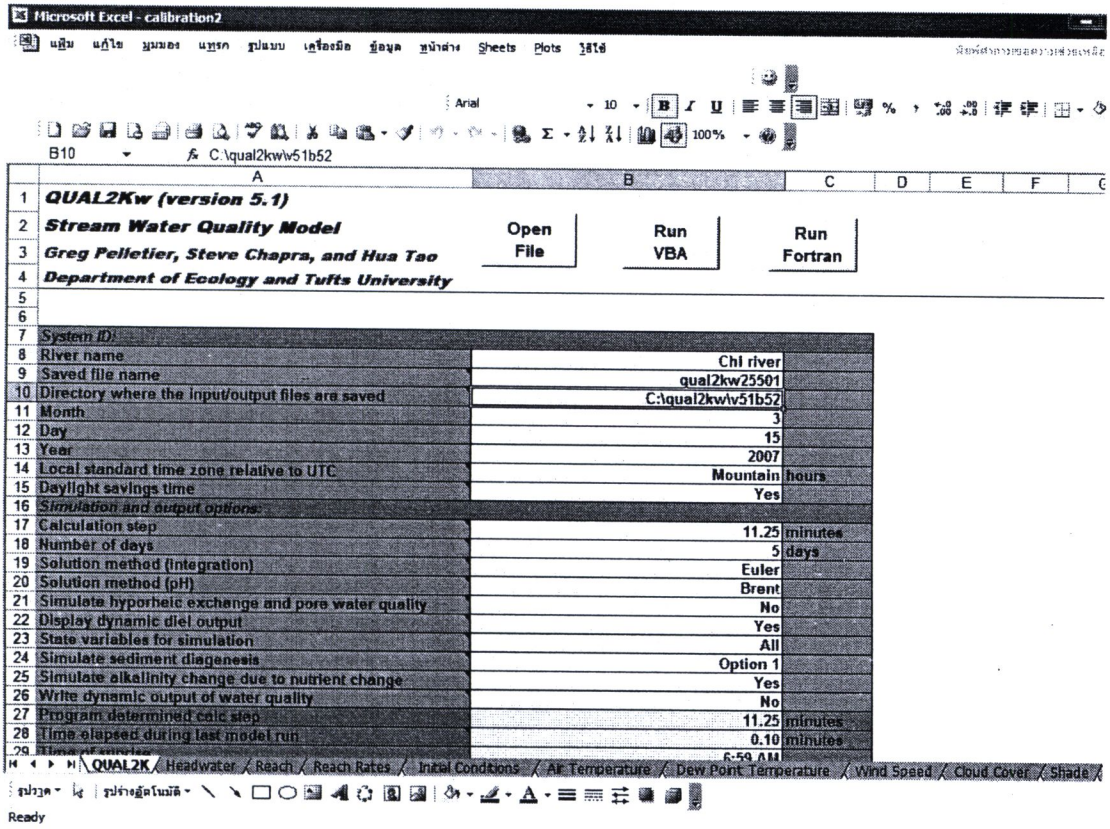
พื้นที่	ระยะที่ (กม.)	ประชากรปี 2552	ปริมาณการใช้น้ำ (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/d)	ปริมาณน้ำเสีย (m^3/s)	ความเข้มข้นของบีโอดี (mg/l)	ความสกปรกในรูปของบีโอดี (kg/d)
ต.หนองแวง อ.พระยืน จ.ขอนแก่น	313.82	4,987	1,246.75	997.40	0.0115	105	104.73
ต.ดอนช้าง อ.เมือง จ.ขอนแก่น	319.43	5,083	1,270.75	1,016.60	0.0118	105	106.74
ทต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น	322.35	11,264	2,816.00	2,252.80	0.0261	105	236.54
รวม		**296,405**	**74,101.25**	**59,281.00**	**0.6860**		**6244.51**

ภาคผนวก ญ

คู่มือการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2Kw

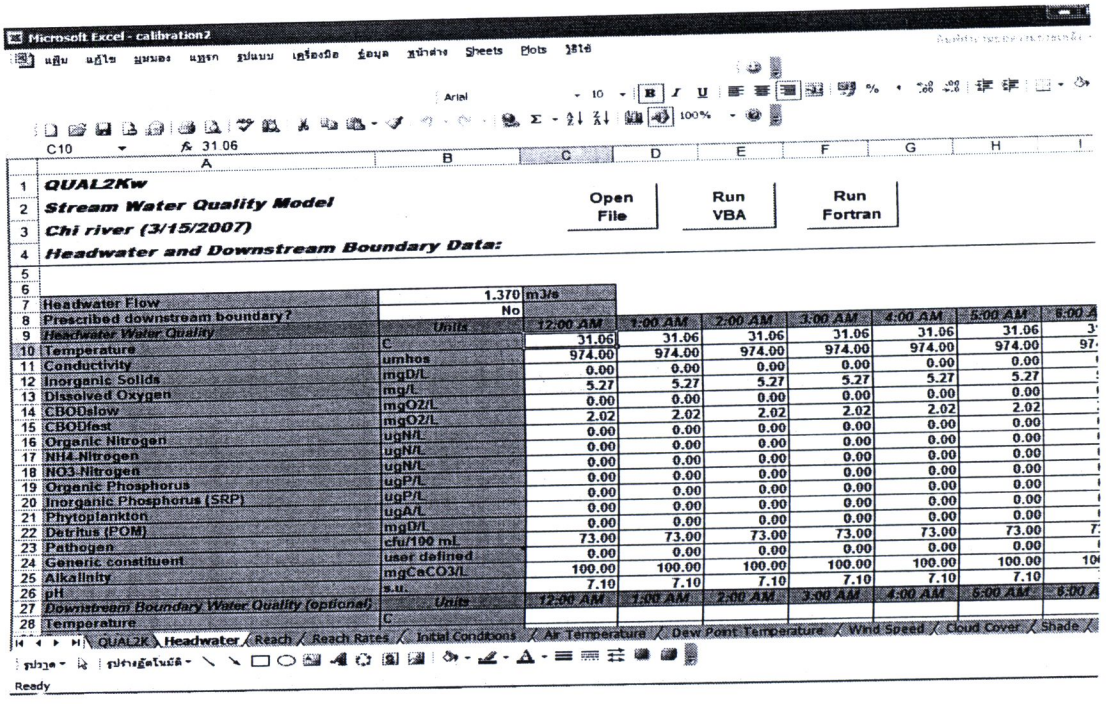
คู่มือการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2Kw

Sheet QUAL2Kw เป็นหน้าต่างโปรแกรม QUAL2Kw ที่ต้องทำการบันทึกชื่อแม่น้ำ บันทึกชื่อไฟล์ข้อมูล เลือกตำแหน่งที่ทำการบันทึกไฟล์ข้อมูล เลือกวันเดือนปี ที่ทำการจำลองข้อมูล และ Run VBA



ภาพที่ 45 แผ่นงาน QUAL2Kw

Sheet Headwater สำหรับนำเข้าข้อมูลอัตราการไหลของน้ำต้นน้ำเฉลี่ยเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 (m^3/s) ข้อมูลคุณภาพน้ำต้นน้ำเฉลี่ยเดือนมีนาคม พ.ศ. 2548-2552 ได้แก่ อุณหภูมิ หน่วย : °C ค่าการนำไฟฟ้า หน่วย : µs/cm ออกซิเจนลายน้ำ หน่วย : mg/l ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมี หน่วย : mg/l Pathogen หน่วย : CFU/100 ml โดยดัชนีคุณภาพน้ำที่ศึกษาเป็นข้อมูลรายชั่วโมง (24 ชั่วโมง) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำเพียงค่าเดียวในทุกชั่วโมง โดยนำเข้าข้อมูลคุณภาพน้ำ ณ เวลา 12.00 น. และ Run VBA



Microsoft Excel - calibration2

C10 31.06

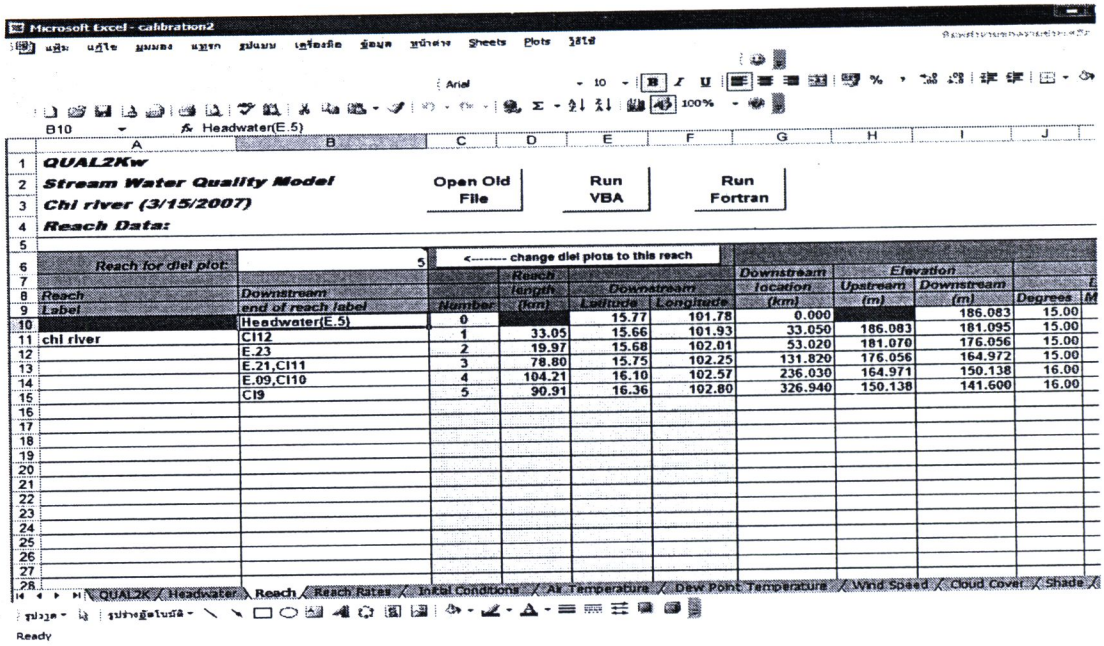
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	**QUAL2Kw**				Open File	Run VBA	Run Fortran	
2	**Stream Water Quality Model**							
3	**Chi river (3/15/2007)**							
4	**Headwater and Downstream Boundary Data:**							
5								
6								
7	Headwater Flow	1.370	m3/s					
8	Prescribed downstream boundary?	No						
9	Headwater Water Quality	Units	12:00 AM	1:00 AM	2:00 AM	3:00 AM	4:00 AM	5:00 AM
10	Temperature	C	31.06	31.06	31.06	31.06	31.06	31.06
11	Conductivity	umhos	974.00	974.00	974.00	974.00	974.00	974.00
12	Inorganic Solids	mgD/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Dissolved Oxygen	mg/L	5.27	5.27	5.27	5.27	5.27	5.27
14	CBODslow	mgO2/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	CBODfast	mgO2/L	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02
16	Organic Nitrogen	ugN/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	NH4-Nitrogen	ugN/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	NO3-Nitrogen	ugN/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	Organic Phosphorus	ugP/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	Inorganic Phosphorus (SRP)	ugP/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	Phytoplankton	ugA/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	Detritus (POM)	mgD/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	Pathogen	cfu/100 mL	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00
24	Generic constituent	user defined	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	Alkalinity	mgCaCO3/L	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
26	pH	s.u.	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10
27	Downstream Boundary Water Quality (optional)	Units	12:00 AM	1:00 AM	2:00 AM	3:00 AM	4:00 AM	5:00 AM
28	Temperature	C						

QUAL2K | Headwater | Reach | Reach Rates | Initial Conditions | Air Temperature | Dew Point Temperature | Wind Speed | Cloud Cover | Shade

Ready

ภาพที่ 46 แผ่นงาน Headwater

Sheet Reach สำหรับนำเข้าข้อมูลตามทิศทางของกระแสน้ำ ประกอบด้วย ช่วงลำน้ำแม่น้ำสายหลัก ระยะทางของแต่ละช่วงลำน้ำ (km) ละติจูดและลองจิจูด ตามตำแหน่งของปลายน้ำ(km) ระดับความสูงของต้นน้ำและปลายน้ำของแต่ละช่วง (m) และ Run VBA



Microsoft Excel - calibration2

B10 Headwater(E.5)

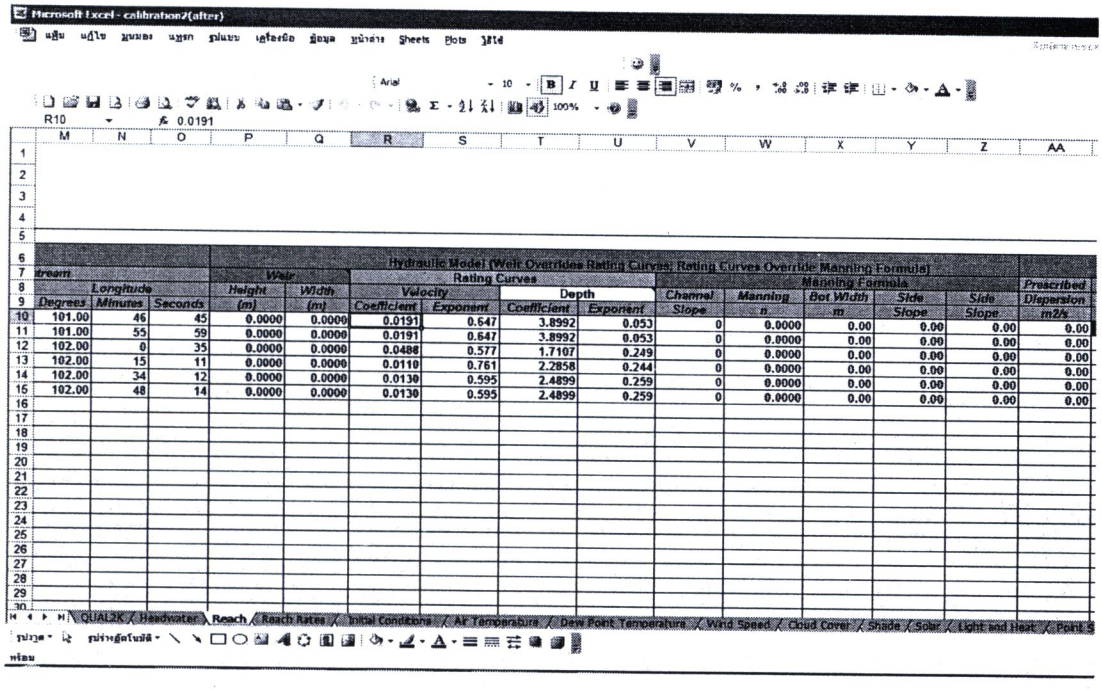
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	**QUAL2Kw**									
2	**Stream Water Quality Model**					Open Old File	Run VBA	Run Fortran		
3	**Chi river (3/15/2007)**									
4	**Reach Data:**									
5										
6	Reach for diel plot:		5	<------- change diel plots to this reach						
7				Reach			Downstream	Elevation		
8	Reach	Downstream		length	Downstream		location	Upstream	Downstream	
9	Label	end of reach label	Number	(km)	Latitude	Longitude	(km)	(m)	(m)	Degrees
10		Headwater(E.5)	0		15.77	101.78	0.000		186.083	15.00
11	chi river	CI12	1	33.05	15.66	101.93	33.050	186.083	181.095	15.00
12		E.23	2	19.97	15.68	102.01	53.020	181.070	176.056	15.00
13		E.21,CI11	3	78.80	15.75	102.25	131.820	176.056	164.972	15.00
14		E.09,CI10	4	104.21	16.10	102.57	236.030	164.971	150.138	16.00
15		CI9	5	90.91	16.36	102.80	326.940	150.138	141.600	16.00

QUAL2K | Headwater | Reach | Reach Rates | Initial Conditions | Air Temperature | Dew Point Temperature | Wind Speed | Cloud Cover | Shade

Ready

ภาพที่ 47 แผ่นงาน Reach (ช่วงลำน้ำ)

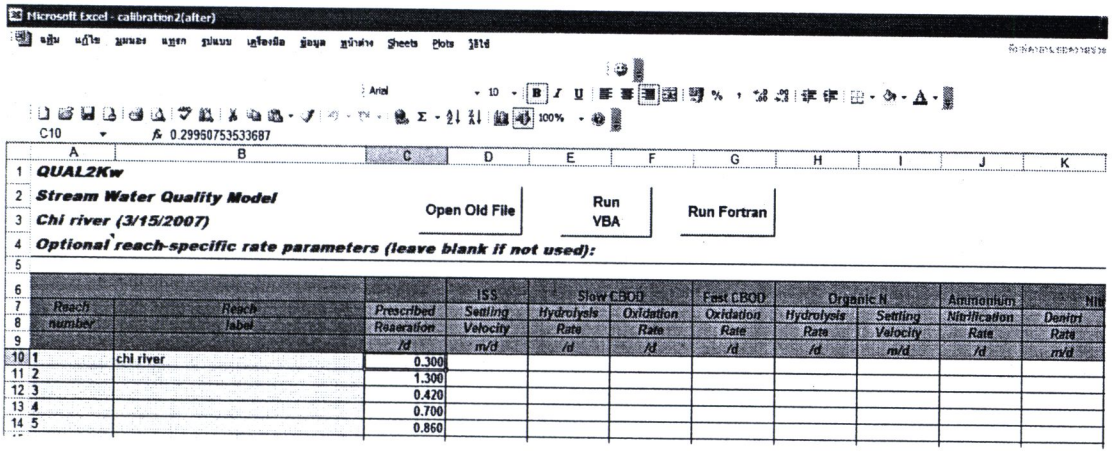
Sheet Reach สำหรับป้อนข้อมูล ละติจูดและลองจิจูด หน่วยดีกรี นาที และวินาที ลักษณะทางชลศาสตร์ เลือกใช้ Rating Curves ได้แก่ Coefficient Velocity, Exponent Velocity, Coefficient Depth, Exponent Depth และ Run VBA



	Stream			Weir		Hydraulic Model (Weir Overrides Rating Curves; Rating Curves Override Manning Formula)									
						Rating Curves					Manning Formula				
	Longitude			Height	Width	Velocity		Depth		Channel	Manning	Bot Width	Side	Side	Prescribed Dispersion
	Degrees	Minutes	Seconds	(m)	(m)	Coefficient	Exponent	Coefficient	Exponent	Slope	n	m	Slope	Slope	m2/s
10	101.00	46	45	0.0000	0.0000	0.0191	0.647	3.8992	0.053	0	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00
11	101.00	55	59	0.0000	0.0000	0.0191	0.647	3.8992	0.053	0	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00
12	102.00	0	35	0.0000	0.0000	0.0486	0.577	1.7107	0.249	0	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00
13	102.00	15	11	0.0000	0.0000	0.0110	0.761	2.2858	0.244	0	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00
14	102.00	34	12	0.0000	0.0000	0.0130	0.595	2.4899	0.259	0	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00
15	102.00	48	14	0.0000	0.0000	0.0130	0.595	2.4899	0.259	0	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00

ภาพที่ 48 แผ่นงาน Reach (Rating Curves)

Sheet Reach Rates สำหรับนำเข้าข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์อัตราการเติมออกซิเจนในน้ำ โดยการปรับค่าคงที่ สัมประสิทธิ์อัตราการเติมออกซิเจนในน้ำให้มีค่าใกล้เคียงกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2Kw มากที่สุด และ Run VBA



QUAL2Kw

Stream Water Quality Model

Chi river (3/15/2007)

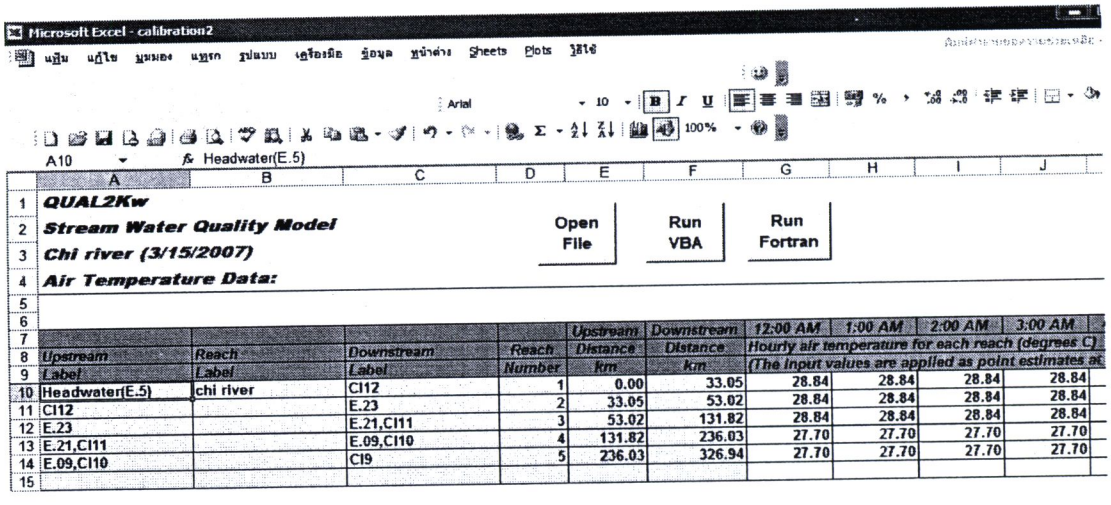
Open Old File | Run VBA | Run Fortran

Optional reach-specific rate parameters (leave blank if not used):

	Reach number	Reach label	Prescribed Reaeration	ISS Settling Velocity	Slow CBOD Hydrolysis Rate	Slow CBOD Oxidation Rate	Fast CBOD Oxidation Rate	Organic N Hydrolysis Rate	Organic N Settling Velocity	Ammonium Nitrification Rate	Nit Denitri Rate
			/d	m/d	/d	/d	/d	/d	m/d	/d	m/d
10	1	chi river	0.300								
11	2		1.300								
12	3		0.420								
13	4		0.700								
14	5		0.860								

ภาพที่ 49 แผ่นงาน Reach Rates

Sheet สำหรับการนำเข้าข้อมูลข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยเดือนมีนาคมจากสถานีตรวจวัดภูมิอากาศจังหวัดชัยภูมิและขอนแก่นในแม่น้ำชีตอนบน ปี พ.ศ. 2548-2552 ได้แก่ Air Temperature หน่วย : °C, Dew Point Temperature หน่วย: °C, Wind Speed หน่วย : m/s, Cloud Cover หน่วย: ร้อยละ และShade หน่วย : ร้อยละ โดยเป็นข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมง โดยนำเข้าข้อมูลอุณหภูมิอากาศ ณ เวลา 12.00 น.และ Run VBA



Microsoft Excel - calibration2

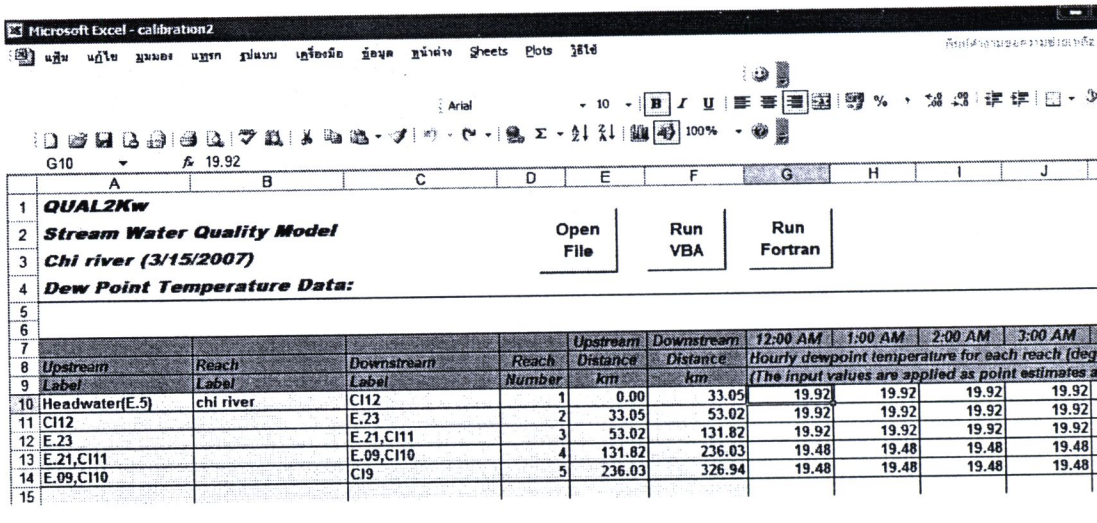
A10 Headwater(E.5)

QUAL2Kw
Stream Water Quality Model
Chi river (3/15/2007)
Air Temperature Data:

Open File | Run VBA | Run Fortran

Upstream Label	Reach Label	Downstream Label	Reach Number	Upstream Distance km	Downstream Distance km	12:00 AM	1:00 AM	2:00 AM	3:00 AM
						Hourly air temperature for each reach (degrees C) (The input values are applied as point estimates at			
Headwater(E.5)	chi river	CI12	1	0.00	33.05	28.84	28.84	28.84	28.84
CI12		E.23	2	33.05	53.02	28.84	28.84	28.84	28.84
E.23		E.21,CI11	3	53.02	131.82	28.84	28.84	28.84	28.84
E.21,CI11		E.09,CI10	4	131.82	236.03	27.70	27.70	27.70	27.70
E.09,CI10		CI9	5	236.03	326.94	27.70	27.70	27.70	27.70

ภาพที่ 50 แผ่นงาน Air Temperature



Microsoft Excel - calibration2

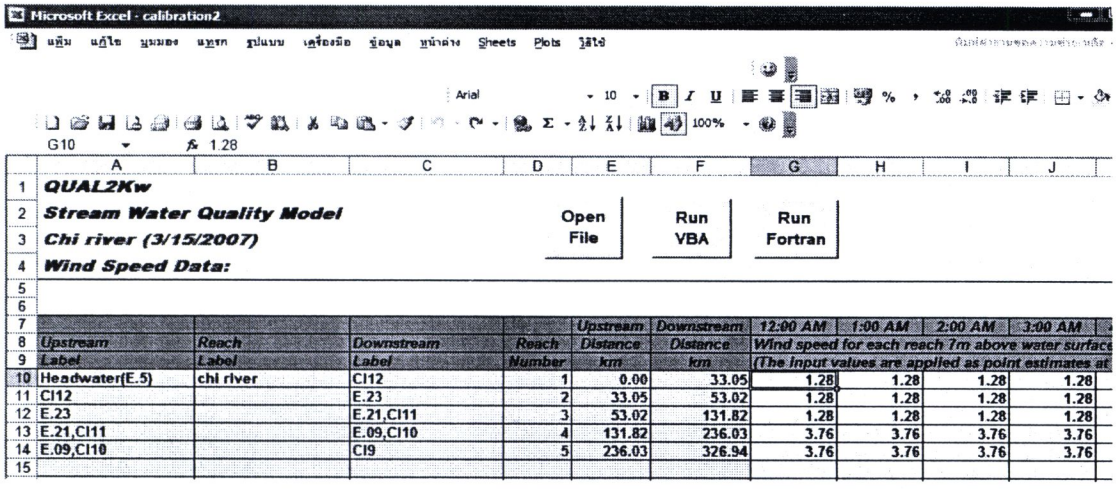
G10 19.92

QUAL2Kw
Stream Water Quality Model
Chi river (3/15/2007)
Dew Point Temperature Data:

Open File | Run VBA | Run Fortran

Upstream Label	Reach Label	Downstream Label	Reach Number	Upstream Distance km	Downstream Distance km	12:00 AM	1:00 AM	2:00 AM	3:00 AM
						Hourly dewpoint temperature for each reach (degr (The input values are applied as point estimates at			
Headwater(E.5)	chi river	CI12	1	0.00	33.05	19.92	19.92	19.92	19.92
CI12		E.23	2	33.05	53.02	19.92	19.92	19.92	19.92
E.23		E.21,CI11	3	53.02	131.82	19.92	19.92	19.92	19.92
E.21,CI11		E.09,CI10	4	131.82	236.03	19.48	19.48	19.48	19.48
E.09,CI10		CI9	5	236.03	326.94	19.48	19.48	19.48	19.48

ภาพที่ 51 แผ่นงาน Dew Point Temperature



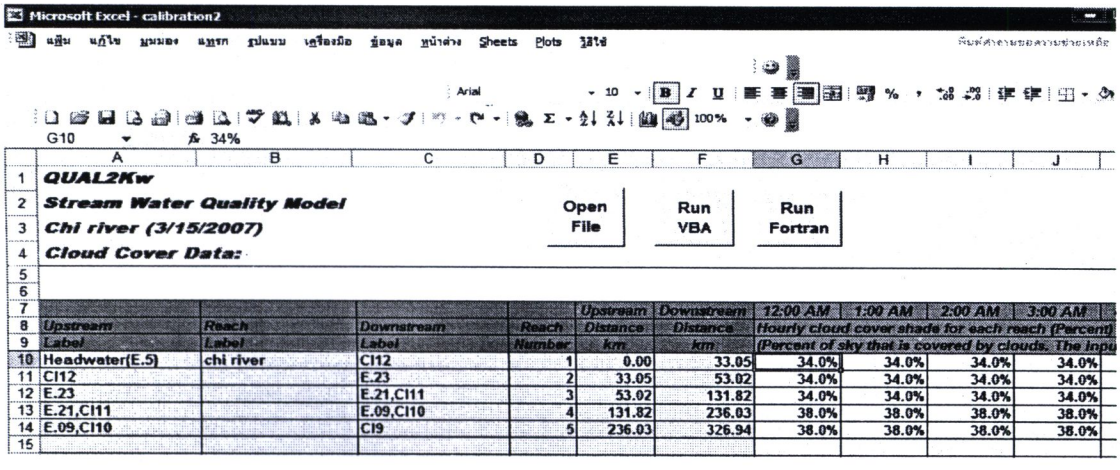
Microsoft Excel - calibration2

G10 = 1.28

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	**QUAL2Kw**									
2	**Stream Water Quality Model**									
3	**Chi river (3/15/2007)**									
4	**Wind Speed Data:**									
5										
6										
7					Upstream	Downstream	12:00 AM	1:00 AM	2:00 AM	3:00 AM
8	Upstream	Reach	Downstream	Reach	Distance	Distance	Wind speed for each reach 7m above water surface			
9	Label	Label	Label	Number	km	km	(The input values are applied as point estimates at			
10	Headwater(E.5)	chi river	CI12	1	0.00	33.05	1.28	1.28	1.28	1.28
11	CI12		E.23	2	33.05	53.02	1.28	1.28	1.28	1.28
12	E.23		E.21,CI11	3	53.02	131.82	1.28	1.28	1.28	1.28
13	E.21,CI11		E.09,CI10	4	131.82	236.03	3.76	3.76	3.76	3.76
14	E.09,CI10		CI9	5	236.03	326.94	3.76	3.76	3.76	3.76
15										

Open File | Run VBA | Run Fortran

ภาพที่ 52 แผ่นงาน Wind speed



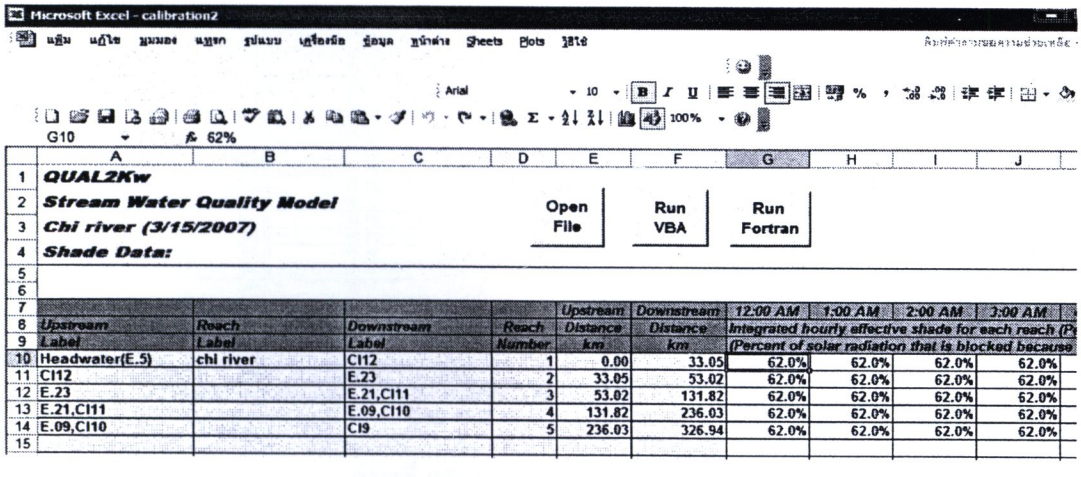
Microsoft Excel - calibration2

G10 = 34%

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	**QUAL2Kw**									
2	**Stream Water Quality Model**									
3	**Chi river (3/15/2007)**									
4	**Cloud Cover Data:**									
5										
6										
7					Upstream	Downstream	12:00 AM	1:00 AM	2:00 AM	3:00 AM
8	Upstream	Reach	Downstream	Reach	Distance	Distance	Hourly cloud cover shade for each reach (Percent)			
9	Label	Label	Label	Number	km	km	(Percent of sky that is covered by clouds. The inpu			
10	Headwater(E.5)	chi river	CI12	1	0.00	33.05	34.0%	34.0%	34.0%	34.0%
11	CI12		E.23	2	33.05	53.02	34.0%	34.0%	34.0%	34.0%
12	E.23		E.21,CI11	3	53.02	131.82	34.0%	34.0%	34.0%	34.0%
13	E.21,CI11		E.09,CI10	4	131.82	236.03	38.0%	38.0%	38.0%	38.0%
14	E.09,CI10		CI9	5	236.03	326.94	38.0%	38.0%	38.0%	38.0%
15										

Open File | Run VBA | Run Fortran

ภาพที่ 53 แผ่นงาน Cloud Cover



Microsoft Excel - calibration2

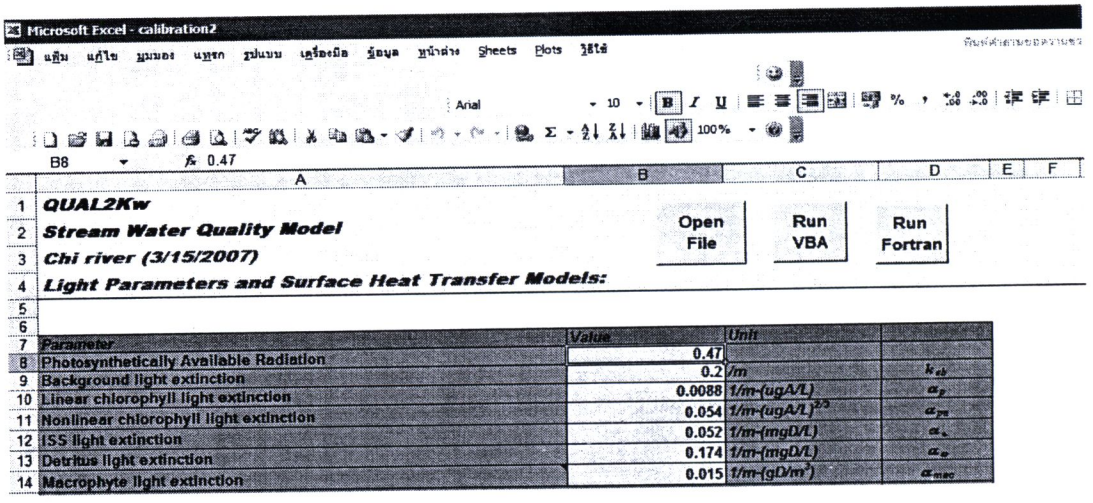
G10 = 62%

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	**QUAL2Kw**									
2	**Stream Water Quality Model**									
3	**Chi river (3/15/2007)**									
4	**Shade Data:**									
5										
6										
7					Upstream	Downstream	12:00 AM	1:00 AM	2:00 AM	3:00 AM
8	Upstream	Reach	Downstream	Reach	Distance	Distance	Integrated hourly effective shade for each reach (P			
9	Label	Label	Label	Number	km	km	(Percent of solar radiation that is blocked because			
10	Headwater(E.5)	chi river	CI12	1	0.00	33.05	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%
11	CI12		E.23	2	33.05	53.02	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%
12	E.23		E.21,CI11	3	53.02	131.82	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%
13	E.21,CI11		E.09,CI10	4	131.82	236.03	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%
14	E.09,CI10		CI9	5	236.03	326.94	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%
15										

Open File | Run VBA | Run Fortran

ภาพที่ 54 แผ่นงาน Shade

Sheet Light and Heat สำหรับนำเข้าข้อมูลค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในเรื่องของแสงและความร้อนได้ใช้ค่าคงที่ตามที่แบบจำลองได้กำหนดให้ และ Run VBA

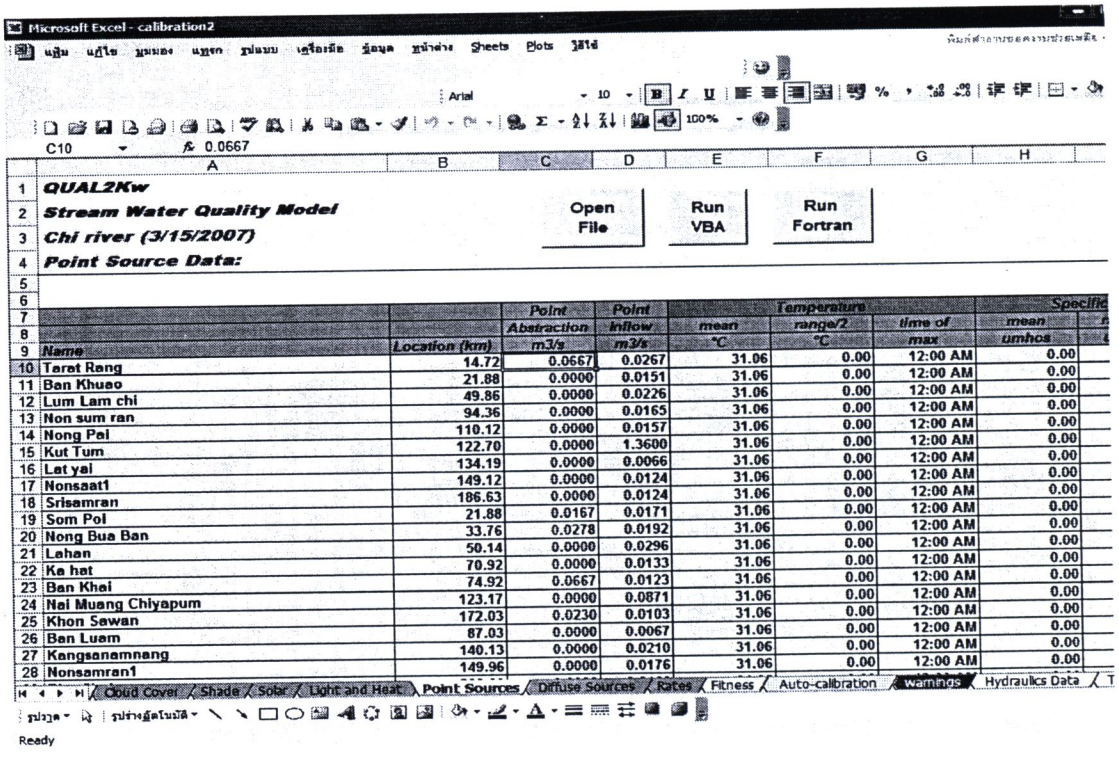

Microsoft Excel - calibration2

B8 0.47

	A	B	C	D	E	F
1	***QUAL2Kw***					
2	***Stream Water Quality Model***		Open File	Run VBA	Run Fortran	
3	***Chi river (3/15/2007)***					
4	***Light Parameters and Surface Heat Transfer Models:***					
5						
6						
7	*Parameter*	*Value*	*Unit*			
8	Photosynthetically Available Radiation	0.47				
9	Background light extinction	0.2	/m	k_{eb}		
10	Linear chlorophyll light extinction	0.0088	1/m-(ugA/L)	α_2		
11	Nonlinear chlorophyll light extinction	0.054	1/m-(ugA/L)$^{2/3}$	α_{2n}		
12	ISS light extinction	0.052	1/m-(mgD/L)	α_1		
13	Detritus light extinction	0.174	1/m-(mgD/L)	α_3		
14	Macrophyte light extinction	0.015	1/m-(gD/m^2)	α_{mac}		

ภาพที่ 55 แผ่นงาน Light and Heat

Sheet Point Sources สำหรับนำเข้าข้อมูล Point Abstract และ Point Inflow ที่ระยะต่าง ๆ และ Run VBA


Microsoft Excel - calibration2

C10 0.0667

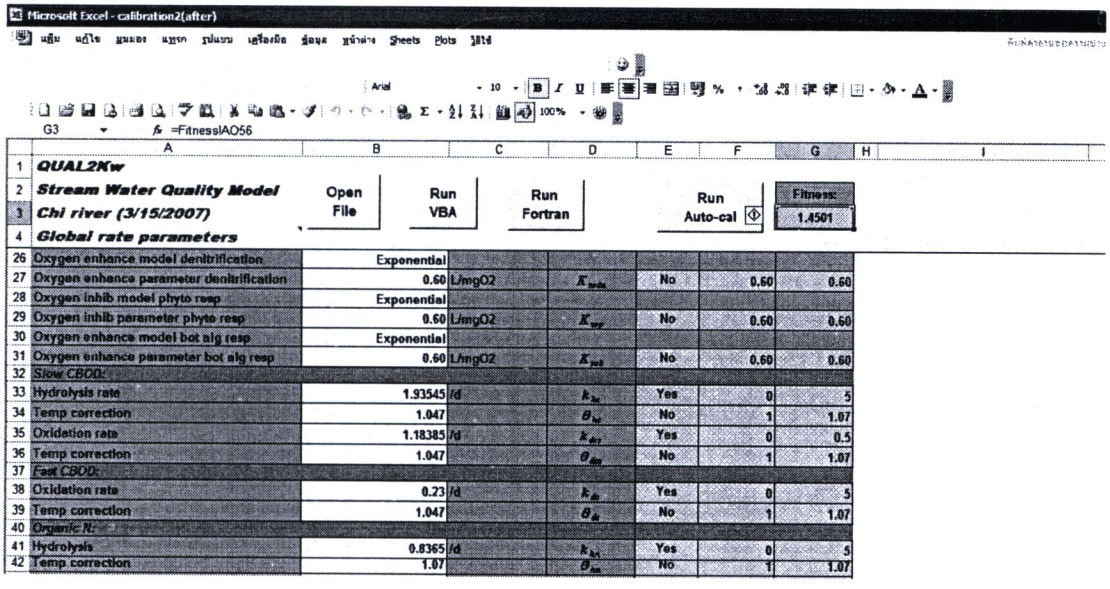
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	***QUAL2Kw***							
2	***Stream Water Quality Model***		Open File	Run VBA	Run Fortran			
3	***Chi river (3/15/2007)***							
4	***Point Source Data:***							
5								
6								
7			*Point*	*Point*	*Temperature*			*Specific*
8			*Abstraction*	*Inflow*	*mean*	*range/2*	*time of*	*mean*
9	*Name*	*Location (km)*	*m3/s*	*m3/s*	*°C*	*°C*	*max*	*umhos*
10	Tarat Rang	14.72	0.0667	0.0267	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
11	Ban Khuao	21.88	0.0000	0.0151	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
12	Lum Lam chi	49.86	0.0000	0.0226	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
13	Non sum ran	94.36	0.0000	0.0165	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
14	Nong Pai	110.12	0.0000	0.0157	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
15	Kut Tum	122.70	0.0000	1.3600	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
16	Lat yai	134.19	0.0000	0.0066	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
17	Nonsaat1	149.12	0.0000	0.0124	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
18	Srisamran	186.63	0.0000	0.0124	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
19	Som Poi	21.88	0.0167	0.0171	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
20	Nong Bua Ban	33.76	0.0278	0.0192	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
21	Lahan	50.14	0.0000	0.0296	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
22	Ka hat	70.92	0.0000	0.0133	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
23	Ban Khai	74.92	0.0667	0.0123	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
24	Nai Muang Chiyapum	123.17	0.0000	0.0871	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
25	Khon Sawan	172.03	0.0230	0.0103	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
26	Ban Luam	87.03	0.0000	0.0067	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
27	Kangsanamnang	140.13	0.0000	0.0210	31.06	0.00	12:00 AM	0.00
28	Nonsamran1	149.96	0.0000	0.0176	31.06	0.00	12:00 AM	0.00

Cloud Cover / Shade / Solar / Light and Heat / Point Sources / Diffuse Sources / Rates / Fitness / Auto-calibration / warnings / Hydraulics Data

Ready

ภาพที่ 56 แผ่นงาน Point Sources

Sheet Rates สำหรับนำเข้าข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง ค่าตัวแปรที่ใช้ในการปรับเทียบ คือ The Temperature – Dependent Fast CBOD Hydrolysis Rate (K_{dc}) (d^{-1}) และ Run VBA



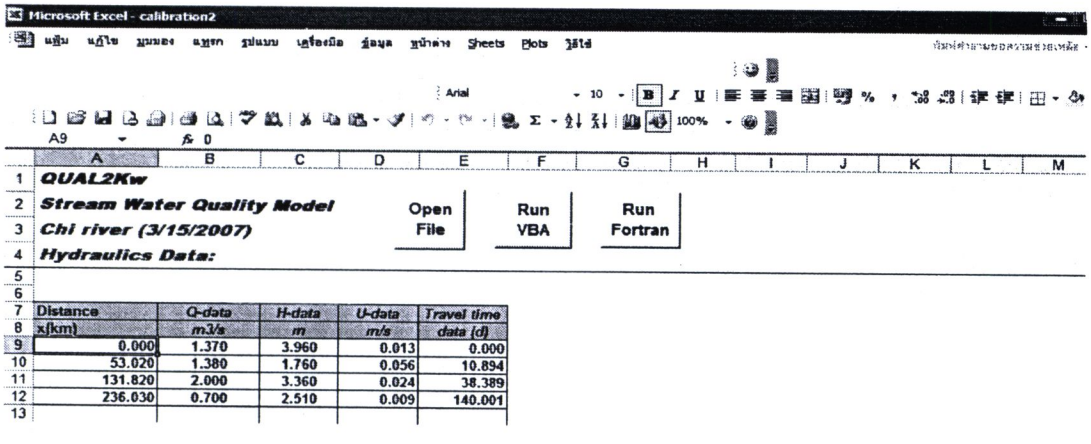
Microsoft Excel - calibration2(after)

G3 =FitnessIAO56

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	**QUAL2Kw**								
2	**Stream Water Quality Model**	Open File	Run VBA	Run Fortran		Run Auto-cal	Fitness:		
3	**Chi river (3/15/2007)**						1.4501		
4	**Global rate parameters**								
26	Oxygen enhance model denitrification	Exponential							
27	Oxygen enhance parameter denitrification	0.60	L/mgO2	K_{andn}	No	0.60	0.60		
28	Oxygen inhib model phyto resp	Exponential							
29	Oxygen inhib parameter phyto resp	0.60	L/mgO2	K_{oip}	No	0.60	0.60		
30	Oxygen enhance model bot alg resp	Exponential							
31	Oxygen enhance parameter bot alg resp	0.60	L/mgO2	K_{oa1}	No	0.60	0.60		
32	*Slow CBOD:*								
33	Hydrolysis rate	1.93545	/d	k_{hc}	Yes	0	5		
34	Temp correction	1.047		θ_{hc}	No	1	1.07		
35	Oxidation rate	1.18385	/d	k_{dc}	Yes	0	0.5		
36	Temp correction	1.047		θ_{dc}	No	1	1.07		
37	*Fast CBOD:*								
38	Oxidation rate	0.23	/d	k_{da}	Yes	0	5		
39	Temp correction	1.047		θ_{da}	No	1	1.07		
40	*Organic N:*								
41	Hydrolysis	0.8365	/d	k_{hn}	Yes	0	5		
42	Temp correction	1.07		θ_{hn}	No	1	1.07		

ภาพที่ 57 แผ่นงาน Rates

Sheet Hydralics Data สำหรับนำเข้าข้อมูลอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย (m^3/s) ระดับน้ำเฉลี่ย (m) ความเร็วของกระแสน้ำเฉลี่ย (m/s) และช่วงระยะเวลาของน้ำที่คงอยู่ในช่วงลำน้ำ (d) เดือนมีนาคม 2550 ที่ระยะทางต่าง ๆ และ Run VBA



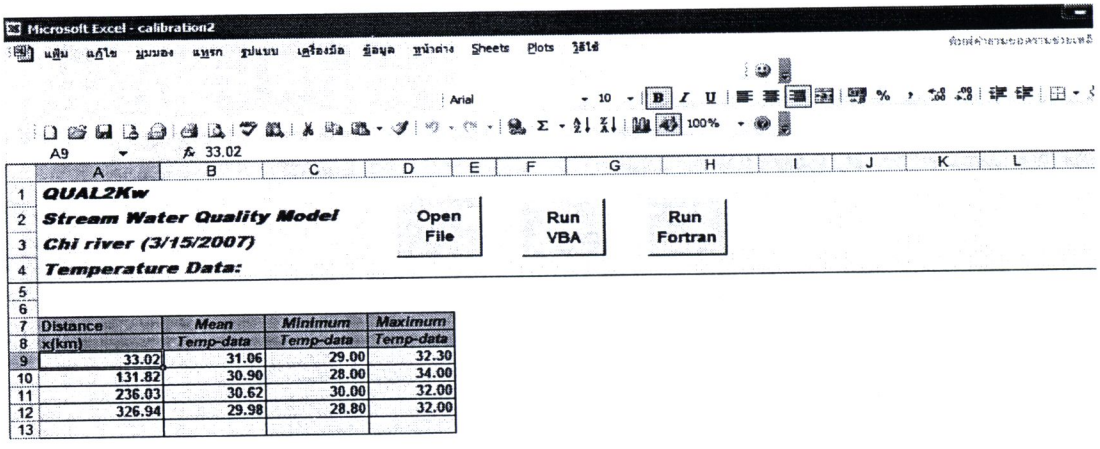
Microsoft Excel - calibration2

A9 0

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	**QUAL2Kw**												
2	**Stream Water Quality Model**				Open File	Run VBA	Run Fortran						
3	**Chi river (3/15/2007)**												
4	**Hydraulics Data:**												
5													
6													
7	Distance	Q-data	H-data	U-data	Travel time								
8	x[km]	m3/s	m	m/s	data (d)								
9	0.000	1.370	3.960	0.013	0.000								
10	53.020	1.380	1.760	0.056	10.894								
11	131.820	2.000	3.360	0.024	38.389								
12	236.030	0.700	2.510	0.009	140.001								
13													

ภาพที่ 58 แผ่นงาน Hydraulics Data

Sheet Temperature Data โดยนำเข้าข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนมีนาคม ปี 2548-2552 คือ อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย อุณหภูมิของน้ำต่ำสุด และอุณหภูมิของน้ำสูงสุด ที่ระยะทางต่าง ๆ และ Run VBA



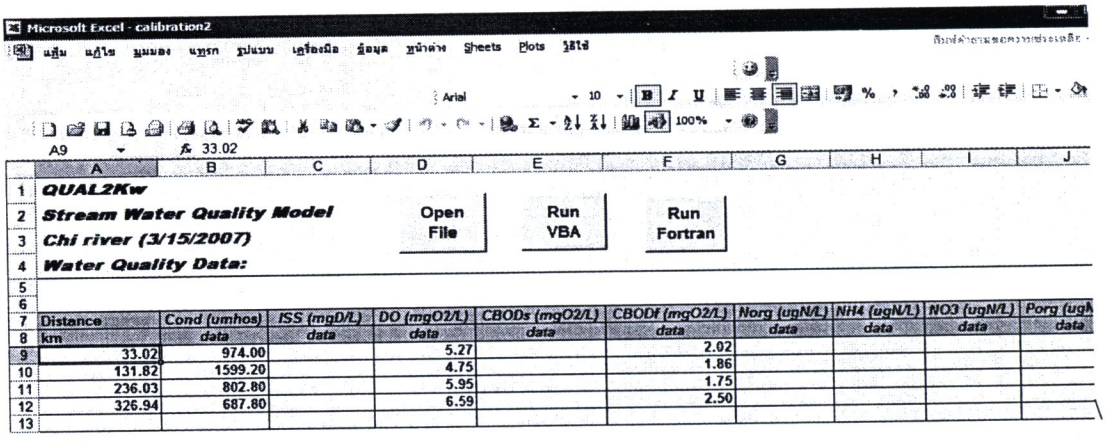
Microsoft Excel - calibration2

A9 33.02

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	**QUAL2Kw**											
2	**Stream Water Quality Model**			Open File		Run VBA		Run Fortran				
3	**Chi river (3/15/2007)**											
4	**Temperature Data:**											
5												
6												
7	Distance	Mean	Minimum	Maximum								
8	x(km)	Temp-data	Temp-data	Temp-data								
9	33.02	31.06	29.00	32.30								
10	131.82	30.90	28.00	34.00								
11	236.03	30.62	30.00	32.00								
12	326.94	29.98	28.80	32.00								
13												

ภาพที่ 59 แผ่นงาน Temperature Data

Sheet Water Quality Data โดยนำเข้าข้อมูลคุณภาพน้ำเฉลี่ยเดือนมีนาคม ปี 2548-2552 คือ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่าปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ที่ระยะทางต่าง ๆ และ Run VBA

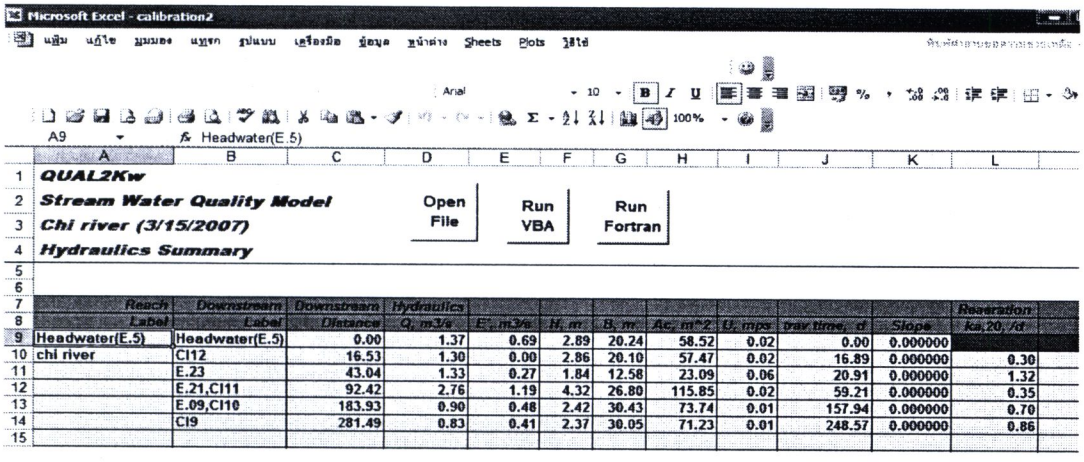


Microsoft Excel - calibration2

A9 33.02

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	**QUAL2Kw**									
2	**Stream Water Quality Model**			Open File	Run VBA	Run Fortran				
3	**Chi river (3/15/2007)**									
4	**Water Quality Data:**									
5										
6										
7	Distance	Cond (umhos)	ISS (mgD/L)	DO (mgO2/L)	CBODs (mgO2/L)	CBODf (mgO2/L)	Norg (ugN/L)	NH4 (ugN/L)	NO3 (ugN/L)	Porg (ugN
8	km	data	data	data	data	data	data	data	data	data
9	33.02	974.00		5.27		2.02				
10	131.82	1599.20		4.75		1.86				
11	236.03	802.80		5.95		1.75				
12	326.94	687.80		6.59		2.50				
13										

ภาพที่ 60 แผ่นงาน Water Quality Data

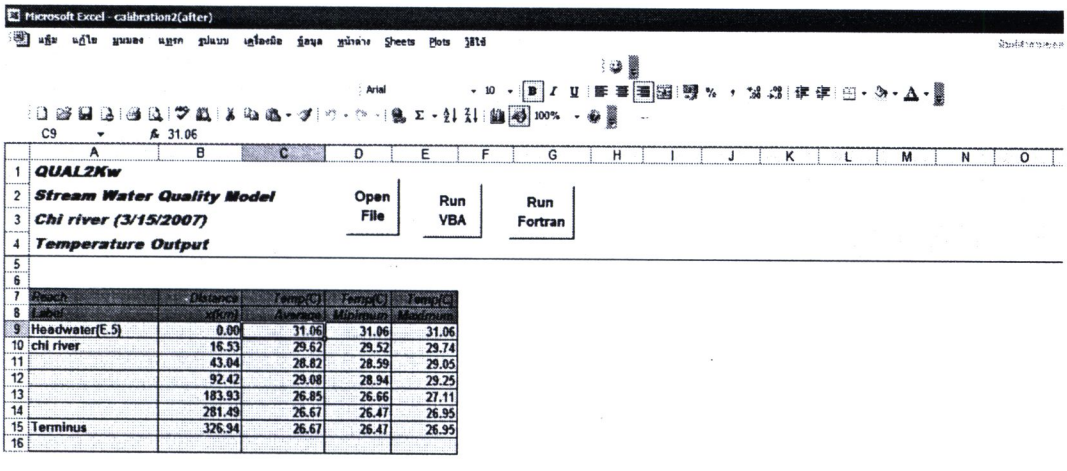


Microsoft Excel - calibration2

A9 Headwater(E.5)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	**QUAL2Kw**											
2	**Stream Water Quality Model**			Open File		Run VBA		Run Fortran				
3	**Chi river (3/15/2007)**											
4	**Hydraulics Summary**											
5												
6												
7	Reach	Downstream	Downstream	Hydraulics								Reaeration
8	Label	Label	Distance	Q, m3/s	E, m3/s	H, m	B, m	Ac, m^2	U, mps	trav time, d	Slope	Ka 20, /d
9	Headwater(E.5)	Headwater(E.5)	0.00	1.37	0.69	2.89	20.24	58.52	0.02	0.00	0.000000	
10	chi river	CI12	16.53	1.30	0.00	2.86	20.10	57.47	0.02	16.89	0.000000	0.30
11		E.23	43.04	1.33	0.27	1.84	12.58	23.09	0.06	20.91	0.000000	1.32
12		E.21,CI11	92.42	2.76	1.19	4.32	26.80	115.85	0.02	59.21	0.000000	0.35
13		E.09,CI10	183.93	0.90	0.48	2.42	30.43	73.74	0.01	157.94	0.000000	0.70
14		CI9	281.49	0.83	0.41	2.37	30.05	71.23	0.01	248.57	0.000000	0.86
15												

ภาพที่ 61 แผ่นงาน Hydraulics Summary

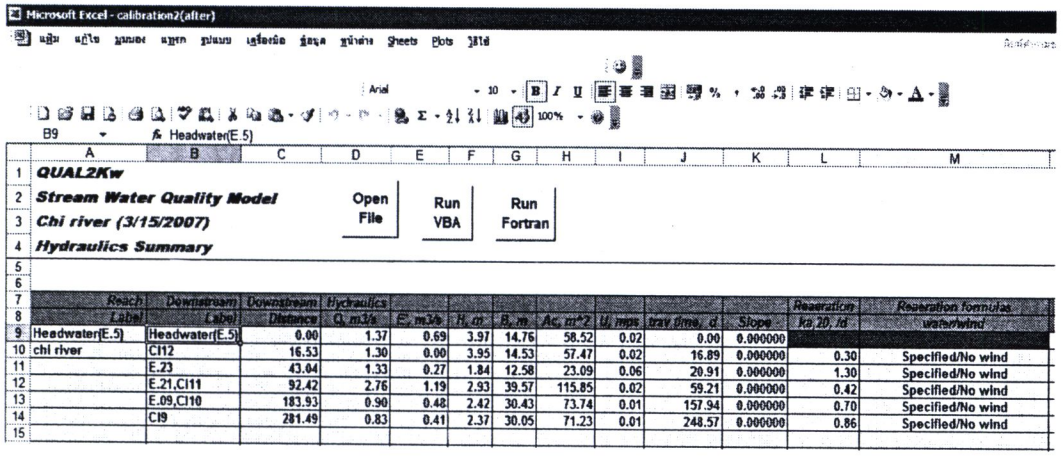


Microsoft Excel - calibration2(after)

C9 31.06

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	**QUAL2Kw**														
2	**Stream Water Quality Model**			Open File		Run VBA		Run Fortran							
3	**Chi river (3/15/2007)**														
4	**Temperature Output**														
5															
6															
7	Reach	Distance	Temp(C)	Temp(C)	Temp(C)										
8	Label	x(km)	Average	Minimum	Maximum										
9	Headwater(E.5)	0.00	31.06	31.06	31.06										
10	chi river	16.53	29.62	29.52	29.74										
11		43.04	28.82	28.59	29.05										
12		92.42	29.08	28.94	29.25										
13		183.93	26.85	26.66	27.11										
14		281.49	26.67	26.47	26.95										
15	Terminus	326.94	26.67	26.47	26.95										
16															

ภาพที่ 62 แผ่นงาน Temperature Output

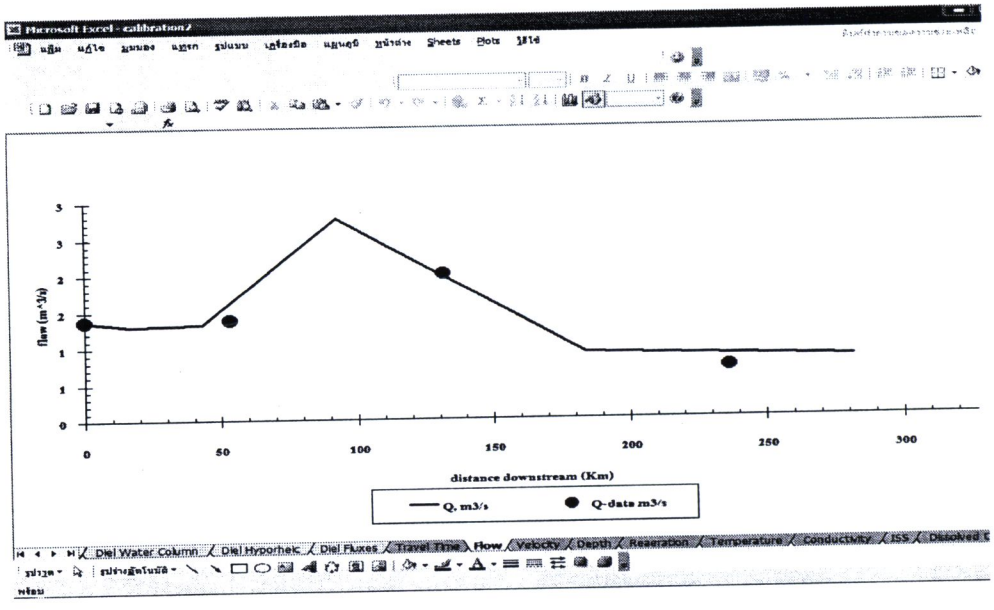


Microsoft Excel - calibration2(after)

B9 Headwater(E.5)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	**QUAL2Kw**												
2	**Stream Water Quality Model**			Open File		Run VBA		Run Fortran					
3	**Chi river (3/15/2007)**												
4	**Hydraulics Summary**												
5													
6													
7	Reach	Downstream	Downstream	Hydraulics								Reaeration	Reaeration formulas
8	Label	Label	Distance	Q, m3/s	E, m3/s	H, m	B, m	Ac, m^2	U, mps	trav time, d	Slope	Ka 20, /d	water/wind
9	Headwater(E.5)	Headwater(E.5)	0.00	1.37	0.69	3.97	14.76	58.52	0.02	0.00	0.000000		
10	chi river	CI12	16.53	1.30	0.00	3.95	14.53	57.47	0.02	16.89	0.000000	0.30	Specified/No wind
11		E.23	43.04	1.33	0.27	1.84	12.58	23.09	0.06	20.91	0.000000	1.30	Specified/No wind
12		E.21,CI11	92.42	2.76	1.19	2.93	39.57	115.85	0.02	59.21	0.000000	0.42	Specified/No wind
13		E.09,CI10	183.93	0.90	0.48	2.42	30.43	73.74	0.01	157.94	0.000000	0.70	Specified/No wind
14		CI9	281.49	0.83	0.41	2.37	30.05	71.23	0.01	248.57	0.000000	0.86	Specified/No wind
15													

ภาพที่ 63 แผ่นงาน Water Quality Output



ภาพที่ 64 แผ่นงานกราฟ Flow

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายกัมปะนาท ทองสังข์
วัน เดือน ปี เกิด	18 พฤศจิกายน 2526
ภูมิลำเนา	บ้านเลขที่ 130/2 หมู่ 14 ตำบลนาป่า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2545-2548	มหาวิทยาลัยนเรศวร สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์
พ.ศ. 2549-2551	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
พ.ศ. 2551-2554	มหาวิทยาลัยขอนแก่น สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2549-2552	นักวิชาการสาธารณสุข สถานีอนามัยดงมูลเหล็ก ตำบลดงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
พ.ศ. 2553-ปัจจุบัน	นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ สำนักงานสาธารณสุขอำเภอแก้งสนามนาง จังหวัดนครราชสีมา
E-mail	gum_t-t@hotmail.com