

การประเมินคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง โดยใช้แบบจำลอง WASP 7.0

Determination of Water Quality in Lower-MaeKlong River Basin by Using WASP7.0 Model

คำนำ

ปัญหามลพิษทางน้ำของแหล่งน้ำทั่วประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ และบางพื้นที่อยู่ในสภาพที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำในด้านต่าง ๆ รวมทั้งผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำได้ ความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำจะพบกระจายอยู่ทั่วไปในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ เนื่องจากการระบายปริมาณของเสียที่มากเกินไปจนเกินความสามารถในการรองรับและการฟอกตัวเองตามธรรมชาติของแหล่งน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีประชากร และโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่อย่างหนาแน่น

พื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำแม่กลองเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และรูปแบบการตั้งถิ่นฐานของประชากรในลุ่มน้ำจะเริ่มจากเส้นทางคมนาคมเป็นหลัก ซึ่งในอดีตเส้นทางคมนาคมของลุ่มน้ำแม่กลองจะอาศัยทางน้ำเป็นหลัก การตั้งถิ่นฐานของประชากรจึงตั้งอยู่ริมแม่น้ำแม่กลอง และคลองแขนง เมื่อรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจโดยเฉพาะด้านอุตสาหกรรม ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมเข้ามาแทนที่พื้นที่การเกษตร ประกอบกับการขยายพื้นที่ชุมชนอย่างไร้ทิศทางทำให้บริเวณริมแม่น้ำแม่กลองจึงเป็นที่อยู่อาศัยของประชาชน และเป็นที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม ก่อให้เกิดปริมาณน้ำเสียที่ไม่ได้รับการบำบัดมีปริมาณเพิ่มขึ้น และได้ปล่อยน้ำเสียเหล่านั้นลงสู่แม่น้ำแม่กลอง เป็นเหตุให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำแม่กลองต่ำลง จากการศึกษาพบว่าในบริเวณเทศบาลเมืองราชบุรี และเทศบาลเมืองสมุทรสงคราม มีคุณภาพน้ำของแม่น้ำต่ำกว่ามาตรฐาน ควรที่จะมีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำ (ภัทรา, 2541)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนจัดการคุณภาพน้ำ ในแหล่งน้ำ ตามเงื่อนไขการจัดการที่แตกต่างกัน ทำให้ทราบถึงผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ และแนวโน้มภายหลังจากดำเนินการตามแผนปฏิบัติการ เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ ว่าอยู่ในเกณฑ์ หรือ เป้าหมายหรือไม่ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจ เลือกแนวทางในการกำหนด

มาตรการป้องกันและแก้ไขรวมทั้งมาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ ซึ่งมีรูปแบบของแบบจำลองหลาย รูปแบบ ได้แก่ Basin2, Mike11, Qual2E เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WASP 7.0 ซึ่งย่อมาจาก Water Quality Analysis Simulation Program version 7.0 ซึ่งแบบจำลองนี้ สามารถอธิบายและแก้ปัญหของระบบแหล่งน้ำที่มีความสลับซับซ้อน

แบบจำลอง WASP 7.0 เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำตามปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และมลพิษที่มาจากมนุษย์ โดยแบบจำลองจะกำหนดค่าสูงสุดของแหล่งน้ำในการรองรับสารมลพิษอินทรีย์ (total maximum daily load; TDMLs) ซึ่งลักษณะของลำน้ำในลุ่มน้ำแม่กลองสามารถใช้แบบจำลองมาประเมินคุณภาพน้ำได้ และสามารถทำนายคุณภาพน้ำในอนาคตจากสภาวะมลพิษที่มีในปัจจุบัน เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการลุ่มน้ำแม่กลองในอนาคต และช่วยป้องกันปัญหามลพิษทางน้ำที่อาจเกิดขึ้นได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินคุณภาพน้ำในค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) และค่าปริมาณความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ของลุ่มน้ำแม่กลองในปัจจุบัน โดยใช้แบบจำลอง WASP 7.0
2. เพื่อทำนายคุณภาพน้ำ โดยใช้ค่า DO และ BOD ของลุ่มน้ำแม่กลองในอีก 5,10 และ 15 ปีข้างหน้า

การตรวจเอกสาร

ดัชนีคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำหมายถึง คุณภาพน้ำทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ คุณภาพทางกายภาพ (physical quality) คือ น้ำที่มีคุณภาพดีนั้นต้องปราศจากตะกอนแขวนลอย pH อุณหภูมิ การนำไฟฟ้า กลิ่น ออกซิเจนละลายในน้ำ สี และความโปร่งใส และสารอินทรีย์ต่าง ๆ รวมความได้ว่าต้องเป็นน้ำที่ใสสะอาด อีกประการหนึ่งคือ คุณภาพทางเคมี (chemical quality) น้ำที่มีคุณภาพดีนั้นต้องปราศจากสารเคมีต่าง ๆ เพียงแต่น้ำใสอย่างเดียวยังไม่พอ จะต้องเป็นน้ำที่ปราศจากสารเคมีด้วย เพราะมีสารเคมีบางชนิด เช่น $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ โลหะหนัก วัตถุมีพิษ น้ำฝน ไขมัน สารฟอกย้อม ฯลฯ จะแขวนลอยอยู่ในน้ำ ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ทำให้ผู้ดื่มได้รับอันตรายได้ ประการสุดท้ายคือ คุณภาพทางชีวภาพ (biological quality) หมายถึงสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นทั้งแบคทีเรีย ไลเคน ฟอย เชื้อรา ไวรัส หรือสัตว์เล็ก ๆ สิ่งที่มีชีวิตเหล่านี้มักเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดโรคร้ายไข้เจ็บต่าง ๆ ต่อผู้ใช้น้ำ รวมทั้งพืชผลด้วย (เกษม, 2541)

1. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen ; DO)

1.1 ค่า DO ในน้ำเสียเป็นตัวชี้ว่าปฏิกิริยาทางชีวที่เกิดขึ้นจะเกิดโดยจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน และจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน ประเภทจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนใช้ออกซิเจนอิสระเพื่อออกซิไดส์สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีอันตราย ในขณะที่จุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนนั้นทำให้เกิดออกซิเดชันโดยการรีดิวซ์เกลืออนินทรีย์บางตัว เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นเหม็น จุลินทรีย์ทั้งสองชนิดนี้พบทั่วไปในธรรมชาติ จึงจำเป็นที่จะต้องรักษาสภาพที่พวกจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนชอบไว้ (คือมีออกซิเจน) มิฉะนั้น จุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนจะเข้ามาแทนที่ การหาค่า DO เพื่อที่จะรักษาสภาพที่มีอากาศในน้ำธรรมชาติ ซึ่งจะสามารถรับสิ่งสกปรกจากแหล่งต่าง ๆ นอกจากนี้ยังใช้ในการรักษาสภาพที่เหมาะสมในกระบวนการกระบวนการบำบัดแบบใช้ออกซิเจนด้วย (George and Edward, 1985)

1.2 ค่า DO มีความสำคัญในการที่จะรักษาสภาพของน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลา และสัตว์น้ำอื่น คือให้มี DO ปริมาณพอเหมาะ เช่น ไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นต้น

1.3 ค่า DO เป็นพื้นฐานของค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (biological oxygen demand ; BOD) เพื่อหาค่าความสกปรกของน้ำเสีย และอัตราของการออกซิเดชันทางชีวะ ซึ่งวัดได้โดยการหาค่า DO ที่เหลือ ณ เวลาต่างๆ

1.4 ค่า DO เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการกักกร่อนของเหล็กโดยเฉพาะในท่อน้ำประปาและในหม้อต้มน้ำ โดยเฉพาะในหม้อน้ำไม่ควรมี DO เลย แต่ถ้าความดันต่ำกว่า 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้วมี DO ได้ 0.015 มิลลิกรัมต่อลิตร

1.5 ค่า DO ช่วยในการควบคุมอัตราเร็วของปฏิกิริยาในกระบวนการบำบัดแบบใช้อากาศ เพื่อให้แน่ใจว่ามีออกซิเจนพอที่จะรักษาสภาพที่มีอากาศไว้ได้อีกทั้งป้องกันการใช้อากาศมากเกินไป

2. ปริมาณความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (biological oxygen demand ; BOD)

ค่าปริมาณความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือ BOD หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ปริมาณออกซิเจนในช่วงระยะเวลาและอุณหภูมิที่กำหนดให้ การวิเคราะห์หาค่า BOD โดยทั่วไปเป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปในเวลา 5 วันในตู้ควบคุมที่ 20 องศาเซลเซียส + 1 องศาเซลเซียส สาเหตุที่ใช้อุณหภูมิและระยะเวลาดังกล่าวเพราะเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับของน้ำทั่วไป และแบคทีเรียในกระบวนการไนตริฟิเคชัน(nitrifying bacteria) เจริญเติบโตช้าที่อุณหภูมินี้ (George and Edward, 1985)

ธงชัย (2518) กล่าวว่า การวิเคราะห์หาค่า BOD เป็นการวิเคราะห์เพื่อที่จะทราบถึงปริมาณความสกปรกของน้ำในแม่น้ำลำคลอง น้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน น้ำทิ้งจากโรงพยาบาลและโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อประโยชน์ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ควบคุมคุณภาพน้ำทิ้ง และศึกษาประสิทธิภาพของระบบนั้น ๆ โดยคิดเปรียบเทียบในรูปของปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528)

น้ำเสียชุมชน

แหล่งกำเนิดมลพิษจากชุมชน จัดว่าเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดของเสียอันเนื่องมาจากกิจกรรมในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ หรือเป็นสิ่งปฏิกูลที่มนุษย์ปล่อยออกมา เช่น การอาบน้ำ การซักล้าง น้ำใช้ในครัว เป็นต้น โดยลักษณะของน้ำเสียที่ปล่อยออกมาส่วนใหญ่จะเป็นพวก สารอินทรีย์และสารเคมีที่ใช้ในครัวเรือน

ชุมชนที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำแม่กลองนี้อาศัยน้ำจากแม่น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค เว้นแต่ชุมชนที่อยู่ห่างไกลจากแม่น้ำและที่อยู่ใกล้บริเวณปากแม่น้ำซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำค่อนข้างที่จะเป็นน้ำกร่อยจนถึงเค็ม เนื่องจากการรุกคืบของน้ำเค็ม น้ำเสียที่เกิดจากการใช้น้ำของชุมชน ถือได้ว่าเป็นการเกิดมลพิษทางน้ำแบบมีแหล่งกำเนิดแน่นอน (point source) ซึ่งน้ำที่มาจากแหล่งชุมชนนั้นจะประกอบด้วย น้ำทิ้งจากกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การชำระร่างกาย การซักเสื้อผ้า การประกอบอาหาร เป็นต้น รวมถึงของเสียจากสัตว์เลี้ยงทุกชนิด (สิทธิชัย, 2541)

เสริมพล และไชยยุทธ (2518) กล่าวว่า น้ำเสียชุมชน หมายถึง น้ำเสียจากบ้านพักอาศัย อาคารร้านค้า ตลาด โรงมหรสพ โรงแรม ฯลฯ เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การชำระร่างกาย การซักเสื้อผ้า การประกอบอาหาร การขับถ่าย ฯลฯ สิ่งสกปรกต่าง ๆ ในน้ำทิ้งประเภทนี้ส่วนมากเป็นสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร สบู่ ผงซักฟอก อุจจาระ ปัสสาวะ ฯลฯ รวมทั้งน้ำทิ้งจากสำนักงาน และสถานที่ทำงานนานาชนิด เศษอาหารจากการล้างจานและภาชนะ หรือจากการปรุงอาหาร รวมถึงสารต่าง ๆ ที่เกิดจากการล้างทำความสะอาดเสื้อผ้า รถ บ้านเรือน น้ำทิ้งเหล่านี้ จะมีสมบัติของน้ำเปลี่ยนไปจากเดิม เนื่องจากมีสิ่งสกปรกต่าง ๆ ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ จากกิจกรรมซึ่งเป็นแหล่งกำเนิด ถ่ายลงมาเจือปนอยู่ในน้ำ ปริมาณสิ่งสกปรกในน้ำทิ้งหรือความสกปรกของน้ำจะขึ้นอยู่กับการใช้ประโยชน์ของน้ำในกิจกรรมต่าง ๆ ดังนั้นน้ำทิ้งจากแต่ละแห่งจึงมีคุณลักษณะแตกต่างกัน (อาภรณ์, 2539)

น้ำทิ้งจากชุมชน เป็นสาเหตุประการหนึ่งของการเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในแม่น้ำแม่กลอง เนื่องจากในน้ำทิ้งนั้นประกอบด้วยสารต่าง ๆ เช่น ผงซักฟอก สารประกอบจำพวกน้ำมันและไขมัน สารอินทรีย์ต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีเศษกากวัสดุเหลือใช้ที่เป็นสาเหตุให้คุณภาพน้ำลดต่ำลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณน้ำเสียจากชุมชนต่าง ๆ ที่ระบายลงสู่แม่น้ำแม่กลองนั้นประมาณว่า มีค่าความสกปรกในรูป BOD สูง ซึ่งเคยสูงมากถึง 5,700 กิโลกรัมต่อวัน ในปี

พ.ศ.2532 โดยน้ำเสียที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำนี้ไม่ได้ผ่านการบำบัดน้ำเสียก่อนแต่อย่างใด (ฝ่ายคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2532)

จากการศึกษาอมร (2539) พบว่าการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคสำหรับคนโดยทั่ว ๆ ไป แบ่งออกได้ 2 ส่วน คือ ส่วนหนึ่งใช้สำหรับน้ำดื่มและการประกอบอาหาร รวมประมาณ 2 ลิตรต่อคนต่อวัน อีกส่วนหนึ่งจะถูกนำไปใช้ในการชะล้างสิ่งสกปรกจากร่างกายและสิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ ประมาณ 45 ลิตรต่อคนต่อวัน ตามมาตรฐานขั้นต่ำของความต้องการใช้น้ำ และการศึกษาของ ชนิษฐา (2538) พบว่า ปริมาณการใช้น้ำของครัวเรือนตัวอย่างในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรี มีปริมาณการใช้น้ำวันละ 60.55 ลิตรต่อคน โดยร้อยละ 98.7 ของแหล่งน้ำอุปโภคของครัวเรือนเป็นน้ำประปา และน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการใช้น้ำร้อยละ 95.06 ถูกปล่อยลงท่อระบายน้ำทิ้งสาธารณะของเทศบาล

อาภรณ์ (2539) แบ่งน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนออกเป็น 2 ส่วน คือ น้ำส้วม (toilet waste) ซึ่งมีสิ่งขับถ่ายจากร่างกายปนอยู่ และน้ำทิ้งจากกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การประกอบอาหาร การชำระร่างกาย เป็นต้น แต่ เบญญา (2525) ได้แบ่งประเภทของน้ำทิ้งชุมชนออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. น้ำทิ้งจากคน และสัตว์ ได้แก่ อุจจาระ ปัสสาวะ และมูลสัตว์ ที่ลงสู่ท่อน้ำทิ้ง น้ำทิ้งเหล่านี้มีความสำคัญที่สุด เพราะอาจมีเชื้อโรคปนอยู่ด้วย
2. น้ำทิ้งจากครัวเรือน ได้แก่ น้ำซักผ้า น้ำอาบ น้ำห้องน้ำ น้ำล้างถ้วยชามในครัวเรือน น้ำประกอบอาหาร เป็นต้น น้ำทิ้งเหล่านี้จะมีสบู่ ผงซักฟอก เศษอาหารและไขมัน เป็นต้น
3. น้ำฝน และน้ำล้างถนน น้ำฝนที่ไหลไปตามพื้นดิน จะพาเอาดิน ทราย ใบไม้ และขยะลงสู่ท่อน้ำทิ้ง
4. น้ำใต้ดิน ที่ไหลซึมเข้าสู่ท่อน้ำทิ้ง ท่อน้ำทิ้งปกติฝังอยู่ใต้ดิน และบางแห่งอาจจะอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน น้ำใต้ดินจึงสามารถซึมเข้าท่อตามข้อต่อได้

ปริมาณน้ำทิ้งที่ทิ้งจากอาคารมีค่าประมาณร้อยละ 70 – 80 ของปริมาณน้ำประปาที่ใช้ โดยประเมินจากจำนวนประชากรหรือพื้นที่อาคาร เช่น ประเมินจากจำนวนประชากรเท่ากับ 179 ลิตร

ต่อคนต่อวัน สำหรับที่อยู่อาศัย 25 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน เป็นต้น ในเขตเทศบาลขนาดใหญ่ ปริมาณน้ำเสียรวมจากชุมชน 200 ลิตรต่อคนต่อวัน ในเขตเทศบาลขนาดเล็กปริมาณน้ำเสียรวมจากชุมชน 150 ลิตรต่อคนต่อวัน และอัตราการรั่วซึมของน้ำใต้ดินเข้าสู่ท่อน้ำเสียร้อยละ 20 ของปริมาณน้ำเสีย (ปราณี, 2537)

น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน มีสมบัติทางเคมีเป็นกลาง มีค่า pH ไม่ต่างจาก 7 มากนัก สิ่งสกปรกในน้ำทิ้งมีทั้งสารอินทรีย์ที่เป็นของแข็งและสารละลาย นอกจากนี้ยังอาจมีเชื้อโรคและพยาธิปนอยู่ด้วย แต่สิ่งสกปรกที่สำคัญที่สุดได้แก่ สารอินทรีย์ ซึ่งมีจุลินทรีย์ย่อยสลายได้ ในการกำจัดน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน สิ่งสกปรกที่ต้องกำจัดออกที่เป็นต้นเหตุให้น้ำในแม่น้ำเน่าเสีย คือสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นต้นเหตุของความสกปรก เนื่องจากจะไปเพิ่ม ปริมาณ BOD ของจุลินทรีย์ในน้ำ สารอินทรีย์จากแหล่งชุมชนเกิดจากน้ำทิ้งของบ้านเรือนและชุมชนซึ่งมาจากน้ำทิ้ง เพราะการชำระล้าง หรือสิ่งปฏิกูล โดยเฉลี่ยแล้ว คน 1 คน จะปล่อยของเสีย ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ในรูป BOD5 เฉลี่ยวันละประมาณ 0.045 – 0.050 กิโลกรัม (Hynes, 1970)

น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

อาภรณ์ (2539) กล่าวว่า น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial waste waters) ได้แก่ น้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการต่าง ๆ ในกระบวนการอุตสาหกรรม เช่น การล้างวัตถุดิบ การล้างเครื่องจักร การระบายความร้อน ฯลฯ สิ่งสกปรกในน้ำทิ้งมีทั้งสารอินทรีย์ และอนินทรีย์ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำและชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามคุณลักษณะของสิ่งสกปรกส่วนใหญ่ในน้ำทิ้ง คือ

1. น้ำทิ้งอินทรีย์ (organic waste waters) ได้แก่ น้ำทิ้งที่มีสิ่งสกปรกส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ย่อยสลายได้ น้ำทิ้งประเภทนี้ได้แก่ น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานทอผ้า โรงงานประกอบอาหาร โรงฆ่าสัตว์ ฯลฯ
2. น้ำทิ้งอนินทรีย์ (inorganic waste water) ได้แก่ น้ำทิ้งที่มีสิ่งสกปรกส่วนใหญ่เป็นสารอนินทรีย์ น้ำทิ้งประเภทนี้ได้แก่ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมโลหะ และโรงงานผลิตสารเคมี เช่น โรงงานชุบโลหะ โรงงานถลุงเหล็ก โรงงานผลิตกรดกำมะถัน ฯลฯ

แหล่งกำเนิดมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำเสียจากโรงงาน และนิคมอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งในทางอุตสาหกรรมมีการนำน้ำมาใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญในกระบวนการผลิต เช่น ใช้ในการหล่อเย็น การซักล้าง เป็นต้น ดังนั้นน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีปริมาณและคุณลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดและประเภทของโรงงาน และขนาดของโรงงานก็ยังมีผลต่อปริมาณและคุณลักษณะของน้ำเสียด้วย ซึ่งจากเหตุผลข้างต้นชี้ให้เห็นว่าแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทโรงงานอุตสาหกรรมมีผลต่อคุณภาพน้ำเป็นอย่างมาก (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) โรงงานอุตสาหกรรมที่มีน้ำทิ้งมากได้แก่ โรงงานน้ำตาล โรงงานกระดาษ โรงงานแปงมันสำปะหลัง

น้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์แล้ว ซึ่งเกิดจากกระบวนการต่าง ๆ ของโรงงานแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

1.1 น้ำหล่อเย็น (cooling water) เป็นน้ำทิ้งที่เกิดจากการระบายความร้อนในเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยปรกติน้ำประเภทนี้จะไม่มีสิ่งเจือปนมากนัก นอกจากโรงงานบางชนิดที่สกปรก น้ำหล่อเย็นจะมีอุณหภูมิตั้งแต่ 40 – 60 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิขนาดนี้ถือว่าเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม หากมีการปล่อยน้ำลงสู่แหล่งน้ำโดยไม่ทำให้ อุณหภูมิลดลงเสียก่อน

1.2 น้ำล้าง (wash water) ได้แก่ น้ำทิ้งที่เกิดจากขบวนการล้างวัตถุดิบ และเครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆ และพื้นโรงงาน เป็นต้น น้ำจากขบวนการเหล่านี้มีสิ่งเจือปนมากมาย เช่น สารอินทรีย์ สารเคมี สารแขวนลอย และสารที่ละลายน้ำต่าง ๆ

1.3 น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต (process waste water) เป็นน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตสำหรับโรงงานบางชนิด เช่น โรงงานกระดาษ น้ำในกระบวนการนี้จะกลายเป็นน้ำทิ้งเกือบทั้งหมด ปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตของแต่ละโรงงานจะไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับชนิดของโรงงาน น้ำทิ้งจากกระบวนการนี้ส่วนใหญ่มีความสกปรกมาก

1.4 น้ำทิ้งจากกิจกรรมอื่น ๆ (miscellaneous waste water) เช่น น้ำจากกระบวนการคอนกรีตเคอร์ ซึ่งเป็นน้ำทิ้งที่ใช้ในการควบแน่นไอน้ำในบาร์โรมेटริกคอนกรีตเคอร์ หรือน้ำทิ้ง

จากหมอน้ำ เป็นต้นที่สำคัญที่สุดได้แก่ น้ำคอนเดนเซอร์ซึ่งมีปริมาณมาก อุณหภูมิสูง และมีสิ่งสกปรกละลายอยู่ด้วย

โรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองส่วนใหญ่ เป็นโรงงานแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเบื้องต้นที่สำคัญ ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ผลิตอาหาร อาหารกระป๋อง โรงงานน้ำตาล เป็นต้น โดยส่วนใหญ่แล้วจะตั้งอยู่บริเวณจังหวัดกาญจนบุรี และราชบุรี ได้มีการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมในลุ่มน้ำแม่กลองที่สำรวจโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ.2545 ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับชนิดและประเภท โรงงานอุตสาหกรรม และอัตราการปล่อยน้ำเสีย(หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวัน) และค่าความเข้มข้นของ BOD จากโรงงานประเภทต่าง ๆ ที่อยู่ในบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง

สถานการณ์คุณภาพน้ำในปัจจุบัน

แม่น้ำแม่กลอง ตั้งแต่บริเวณจุดบรรจบกันของแม่น้ำแควใหญ่และแม่น้ำแควน้อย ตำบลปากแพรก บริเวณหน้าเมืองกาญจนบุรี แม่น้ำแม่กลองจะไหลออกจากอำเภอเมืองผ่านไปยังอำเภอดำม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ผ่านอำเภอบ้านโป่ง อำเภอโพธาราม อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ผ่านอำเภอบางคนที อำเภออัมพวา และไหลลงสู่อ่าวไทยที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม มีความยาวประมาณ 130 กิโลเมตร ลำน้ำที่ไหลลงสู่แม่น้ำแม่กลอง ได้แก่ ลำน้ำสาขาแม่น้ำแม่กลอง และคลองชลประทานต่าง ๆ เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชลประทาน ปริมาณน้ำในแม่น้ำแม่กลองจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน และลดน้อยลงในช่วงฤดูแล้ง จากข้อมูลของกรมชลประทานพบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในรอบปีของสถานีตรวจวัดในเขตลุ่มน้ำ มีปริมาณประมาณ 1,400 มิลลิเมตรต่อปี โดยในช่วงเดือนที่ปล่อยน้ำมากที่สุดได้แก่เดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน และในช่วงเดือนที่ปล่อยน้ำน้อย ได้แก่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม (กรมควบคุมมลพิษ, 2540)

แบบจำลอง WASP 7.0

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในการจัดการคุณภาพน้ำอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นการนำข้อมูลที่มีอยู่มาใช้ในการคาดการณ์ หรือพยากรณ์คุณภาพน้ำในอนาคตบนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เขียนแบบจำลองและคุณภาพน้ำของแม่น้ำ และใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลทางเลือกการดำเนินการตามแผนพัฒนาเพื่อ

ป้องกัน แก๊ส และฟื้นฟูคุณภาพน้ำรวมทั้งการทำนายคุณภาพน้ำในอนาคต ตามแนวทางการจัดการต่าง ๆ ซึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาได้ดำเนินการลดมลพิษจากกิจกรรมประเภทต่าง ๆ ทั้งแหล่งที่มีจุดกำเนิดมลพิษแน่นอน (point source pollutant) และแหล่งที่มีจุดกำเนิดมลพิษไม่แน่นอน (non point source pollutant) โดยได้นำมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำมาใช้เป็นเกณฑ์หรือเป้าหมายในการแก้ไขปัญหา ซึ่งก็คือปริมาณของเสียที่ยอมให้ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจากแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ รายวัน หรือที่เรียกว่าค่าสูงสุดของแหล่งน้ำในการรองรับสารมลพิษอินทรีย์ (total maximum daily loadings ; TMDLs) ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ถูกกำหนดไว้เป็นเครื่องมือสำคัญในการดำเนินการ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือ ในการวางแผนจัดการคุณภาพน้ำ ในแหล่งน้ำตามเงื่อนไขการจัดการที่แตกต่างกัน (management scenarios) ได้แก่ ตำแหน่งที่ตั้งแหล่งกำเนิดน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสีย และของเสียที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำ การบำบัดน้ำเสียและเทคโนโลยีที่เหมาะสมโดยนำมาเปรียบเทียบกับกรณีที่ จะไม่ดำเนินการใด ๆ และคาดการณ์คุณภาพน้ำในอนาคตที่ระยะเวลาแตกต่างกัน จากฐานข้อมูลปัจจุบัน ได้แก่ 10 ปีข้างหน้า และ 20 ปีข้างหน้า เป็นต้น โดยจะมีการปรับฐานข้อมูลให้เป็นไปตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในปีที่คาดหวังนั้น ๆ บนพื้นฐานของการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณของเสียแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ ได้แก่ การเพิ่มจำนวนของโรงงานอุตสาหกรรมตามอัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจ การขยายตัวของกิจกรรมทางเกษตร การขยายตัวของประชากร โครงการก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียชุมชน และเทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น ทำให้ทราบถึงผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ และแนวโน้มภายหลังการดำเนินการตามแผนปฏิบัติการ เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำว่าอยู่ในเกณฑ์หรือเป้าหมายหรือไม่ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกแนวทางในการกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ไขรวมทั้งมาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ ซึ่งได้เลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WASP 7.0 ในการศึกษา ซึ่ง WASP ย่อมาจาก Water Quality Analysis Simulation Program version 7.0 เป็นแบบจำลองที่ช่วยทำนายคุณภาพน้ำตามปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และมลพิษที่มาจากมนุษย์ โดยแบบจำลองสามารถกำหนดค่า TMDLs ซึ่งการประเมินค่า TMDLs สามารถกระทำได้ในรูปของ สีของน้ำ, Secchi depth, สัมประสิทธิ์การลดลงของแสงผ่านสู่แหล่งน้ำ, ปริมาณของแข็งแขวนลอย, DO, BOD, ปริมาณความต้องการออกซิเจนของตะกอนใต้น้ำ (SOD) มวลของสาหร่าย (chlorophyll a) ชนิดของสาหร่าย มวลของพืชน้ำ และประชากรของปลา แต่ในทางปฏิบัติแล้วจะใช้ค่า DO และมวลชีวภาพของสาหร่าย สำหรับประเมินค่า TMDLs ดังนั้นในการศึกษาจึงเลือกใช้ค่า DO และ BOD เป็นดัชนีหลัก ซึ่ง

แบบจำลอง WASP 7.0 สามารถอธิบายและแก้ปัญหาระบบแหล่งน้ำที่มีความสลับซับซ้อน โดยผ่านชุดของสมการคณิตศาสตร์ และสามารถอธิบาย

- แหล่งมลพิษอินทรีย์ที่สำคัญในปัจจุบันและลักษณะการแพร่กระจาย
- ความสามารถสูงสุดในการรองรับมลพิษอินทรีย์ สารอินทรีย์ของแหล่งน้ำที่ยังสามารถรักษาคุณภาพน้ำได้ตามมาตรฐานแหล่งน้ำนั้น
- มาตรการในการลดหรือจัดการแหล่งมลพิษอินทรีย์ที่สามารถลดภาระสารมลพิษอินทรีย์เพื่อให้คุณภาพน้ำได้มาตรฐานแหล่งน้ำ

ดังนั้นการประยุกต์ใช้แบบจำลอง WASP 7.0 จึงมุ่งเน้นเพื่อทำนายคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำที่มีแหล่งกำเนิดมลพิษทั้งประเภทแหล่งกำเนิดแน่นอน และแหล่งกำเนิดไม่แน่นอน รวมถึงสามารถบ่งบอกปริมาณของสารมลพิษอินทรีย์ที่แพร่กระจายลงสู่แหล่งน้ำ แบบจำลองดังกล่าวยังสามารถจะกำหนดศักยภาพการรองรับของเสียในแต่ละ segments ของแหล่งน้ำโดยที่ไม่ทำให้คุณภาพน้ำต่ำกว่ามาตรฐานแหล่งน้ำรวมถึงสามารถพยากรณ์ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการเคลื่อนย้ายมวลสารอินทรีย์ผ่านแต่ละ segments ของแหล่งน้ำและเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นกับมาตรฐานแหล่งน้ำที่มีอยู่ นอกจากนี้แบบจำลองยังสามารถช่วยในการจัดการและวางแผนการลดแหล่งมลพิษในระดับต่าง ๆ เพื่อให้ได้แผนการจัดการที่เหมาะสมทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์และสังคม

แบบจำลอง WASP 7.0 เป็นแบบจำลองหนึ่งของ US Environmental Protection Agency ; USEPA ที่ใช้เป็นแบบจำลองมาตรฐานสำหรับ Dynamic Analysis และได้รับการปรับปรุงโดย USEPA center for exposioe assessment modeling in Athens, Georgia แบบจำลอง WASP 7.0 จัดเป็นแบบจำลองแบบ dynamic compartment model ที่สามารถประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาด้านคุณภาพน้ำได้อย่างหลากหลายทั้งในส่วน water column และ underlying benthos นอกจากนี้กระบวนการที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลาของ advection, dispersion, อัตราการระบายสารมลพิษอินทรีย์ทั้งแบบที่มีแหล่งกำเนิดแน่นอน และแบบที่มีแหล่งกำเนิดไม่แน่นอน, Boundary exchange ยังเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของ WASP 7.0 ซึ่งแบบจำลองนี้ถูกพัฒนาโดย Ambrose และคณะ (2000) ได้พัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์คุณภาพน้ำชื่อ Eutro 5 และแบบจำลองคณิตศาสตร์ด้าน Hydrodynamic ชื่อ DYNHYD5 ที่รู้จักแพร่หลายในชื่อ WASP โดยใช้คุณลักษณะของกฎการ

อนุรักษมวลสาร นอกจากนั้นในส่วน of แบบจำลอง Hydrodynamic Program ยังประยุกต์ใช้กฎของโมเมนตัม และพลังงานในส่วนของการประมาณผลของเวลาและมิติ

1. หลักการทำงานของแบบจำลอง WASP 7.0

แบบจำลอง WASP 7.0 มีหลักการในการทำงานโดยการตอบคำถามเหล่านี้

1.1 น้ำในแหล่งน้ำมีการเคลื่อนที่ไปที่ใด โดยแบบจำลอง WASP 7.0 จะใช้แบบจำลองย่อย Hydrodynamic ในการหาคำตอบว่าน้ำมีการเคลื่อนที่แบบใด

1.2 สารอินทรีย์ในน้ำถูกพัดพาไปยังที่ใด โดยใช้การติดตามร่องรอย จากสี่ข้อมűและ ความเต็มในการติดตาม ร่วมกับการปรับแก้แบบจำลอง เพื่อให้สอดคล้องกับความเป็นจริง

1.3 สารอินทรีย์และตะกอนในน้ำถูกเคลื่อนย้ายไปอย่างไร และมีลักษณะอย่างไร คำถามนี้แบบจำลอง WASP 7.0 จะหาคำตอบโดยใช้การศึกษาในห้องปฏิบัติการ การติดตาม ตรวจสอบในภาคสนาม การประมาณค่าพารามิเตอร์ มาใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง

1.4 สารอินทรีย์เหล่านี้จะมีผลกระทบต่อสิ่งใดบ้าง เช่น คน สัตว์น้ำ และสมดุลทางนิเวศ

Eutrophication Model(eutro 5, hydrodynamic model) ทำหน้าที่คำนวณการเคลื่อนที่ และปฏิกิริยาของมลพิษในน้ำประกอบด้วยระดับความซับซ้อนของการประมวลผล 6 ระดับ ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 Eutro 5 Systems and Levels of Complexity

Complexity Level	NH3	NO3	PO4	CHL	CBOD	DO	ON	OP
1					X	X		
2	X				X	X		
3	X	X			X	X	X	
4	X	X	X	X	X	X	X	X
5	X	X	X	X	X	X	X	X
6	X	X	X	X	X	X	X	X

NH3 = Ammonia Nitrogen

NO3 = Nitrate Nitrogen

PO4 = Non – living Inorganic Phosphorus

CHL = Phytoplankton Carbon

CBOD = Carbonaceous BOD

DO = Dissolved Oxygen

ON = Non – living Organic Nitrogen

OP = Non – living Organic Phosphorus

Complexity Level

1 = Streeter – Phelps BOD – DO with SOD

2 = Modified Streeter – Phelps with NBOD

3 = Linear DO balance with nitrification

4 = Simple eutrophication

5 = Intermediate eutrophication

6 = Intermediate eutrophication with benthos

2. วิธีการประมวลผลของแบบจำลองคุณภาพน้ำ

แบบจำลอง Eutrophication ถูกออกแบบให้สามารถประมวลผลในค่า DO และ BOD และ โดยการประมวลผลจะดำเนินการผ่านกระบวนการ Transport และ Transformation reactions ของ 8 ตัวแปรหลักประกอบด้วย

- แอมโมเนียไนโตรเจน ($\text{NH}_3 - \text{N}$)
- ไนเตรทไนโตรเจน ($\text{NO}_3 - \text{N}$)
- ฟอสฟอรัส (PO_4)
- phytoplankton carbon (CHL)
- คาร์บอนไฮเดรทปีโอดี (CBOD)
- ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO)
- non-living organic nitrogen (N)
- non-living organic phosphorus (P)

ดังนั้นแบบจำลองดังกล่าวนี้จึงใช้ความสัมพันธ์หลักของปฏิกิริยาที่สามารถจำแนกได้

4 กลุ่มคือ

- Phytoplankton Kinetics
- The Phosphorus Cycle
- The Nitrogen Cycle
- The Dissolved Oxygen Balance

ในกรณีการศึกษาในส่วนของ DO Balance แบบจำลองถูกพัฒนาโดยพื้นฐานจากการศึกษาของ Thoman (1972) ที่ใช้ในการวิเคราะห์สภาพทางพลวัตของออกซิเจนที่ละลายน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งในแม่น้ำและพื้นที่ปากแม่น้ำโดยการประเมินการสูญเสียออกซิเจนที่ละลายน้ำโดยกลไกของการออกซิเดชันสารมลพิษกลุ่ม CBOD ซึ่งรวมถึงกระบวนการไนตริฟิเคชัน และกระบวนการบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ ตะกอนพื้นน้ำ (underlying sediment) แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาวิจัยนี้ ผลกระทบอันเกิดจากชั้นตะกอนพื้นน้ำ จะไม่นำพิจารณาร่วมสำหรับกลไกในการเติมออกซิเจนจะประเมินใช้

- Flow – induced reaeration (Covar method)
- Wind – induced reaeration (O’ connor)

3. วิธีการประมวลผลของแบบจำลอง WASP 7.0

กระบวนการประมวลผลของโปรแกรม Eutrophication อยู่บนพื้นฐานของหลักการพลังงาน และปริมาตร ดังนั้นการคาดการณ์ความเร็วและอัตราการไหลของกระแสน้ำอยู่บนพื้นฐานของหลักการกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม และสมการของการเคลื่อนที่ (equation of motion) ในการพยากรณ์หัวน้ำ (heads) และปริมาตรของน้ำทุกตอน (segments) ในโครงข่ายแหล่งน้ำที่ศึกษาโดยผ่านสมการ Equation O Continuity ดังแสดงในสมการที่ 1 และ 2

$$\frac{\partial U}{\partial t} = - \frac{U \partial U}{\partial X} + a_x \lambda + a_f + a_w \lambda \quad (1)$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} = - \frac{\partial Q}{\partial X} \text{ หรือ } = - \frac{\partial H}{\partial t} = - \frac{1}{B} \frac{\partial Q}{\partial X} \quad (2)$$

โดย

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \text{อัตราการแปรเปลี่ยนความเร็วของแหล่งน้ำเทียบกับเวลา (the local inertia term)}$$

(เมตรต่อวินาที²)

$$\frac{U \partial U}{\partial t} = \text{อัตราการแปรเปลี่ยนของ Momentum เทียบกับ Mass Transfer (Convective inertia from Newton's second law.), (เมตรต่อวินาที²)}$$

$$a_x \lambda = \text{Gravitational accelevation along the axis of the channel, (เมตรต่อวินาที²)}$$

$$a_f = \text{Frictional accelevation., (เมตรต่อวินาที²)}$$

$$a_w \lambda = \text{Wind stress accelevation along axis of channel., (เมตรต่อวินาที²)}$$

$$X = \text{ระยะทางตามแนวแม่น้ำ, เมตร}$$

$$t = \text{เวลา, วินาที}$$

$$U = \text{ความเร็วของกระแสน้ำตามแนวแม่น้ำ, ม/วินาที}$$

$$\Lambda = \text{Longitudinal axis.}$$

$$g = \text{ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง} = 9.81 \text{ เมตรต่อวินาที}^2$$

$$\begin{aligned}
 A &= \text{พื้นที่หน้าตัดของแต่ละ segment ของแม่น้ำ, ตารางเมตร} \\
 B &= \text{ความกว้างของแม่น้ำ, เมตร} \\
 H &= \text{ความสูงของระดับผิวน้ำ (head), เมตร} \\
 \frac{\partial H}{\partial t} &= \text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของหัวน้ำเทียบกับเวลา, เมตรต่อวินาที} \\
 -\frac{1}{B} \frac{\partial Q}{\partial x} &= \text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำเทียบกับระยะทางต่อความกว้าง, เมตรต่อวินาที}
 \end{aligned}$$

สมการที่ 1 และ 2 พื้นฐานของ Hydrodynamic Model และผลลัพธ์จากสมการดังกล่าวจะเป็นตัวกำหนดความเร็วของกระแสน้ำและหัวน้ำในทุกตอนของแม่น้ำในช่วงการประมวลผลโดยผ่าน Link – node network สมการการเคลื่อนที่ (equation of motion) จะถูก solved ที่ link เพื่อให้ผลลัพธ์ในรูปความเร็วของกระแสน้ำเพื่อใช้ในการคำนวณ mass transport และ equation of continuity จะถูก solved ที่ node เพื่อกำหนดค่าหัวน้ำสำหรับการคำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษอินทรีย์ ลักษณะการทำงานของ link – node network สำหรับข้อจำกัดของ link – node networks จะพบว่าไม่สามารถใช้ได้กับแหล่งน้ำที่มีการแบ่งชั้นน้ำ ค่าอาจนขนาดเล็กหรือแม่น้ำที่มีความลาดชันของพื้นน้ำมาก

สมการในการคำนวณค่า DO และ BOD ในสมการ Eutrophication นั้น จะศึกษาในค่า DO balance ซึ่งเกี่ยวข้องกับ phytoplankton carbon, ammonia, nitrate, BOD และค่า DO ซึ่งมีสมการดังนี้

3.1 Dissolve Oxygen

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial C_6}{\partial t} &= k_2(C_s - C_6) - k_{D(T-20)} \left\{ \frac{C_6}{K_{BOD} + C_6} \right\} C_s - 64/14 K_{12@12(T-20)} \left\{ \frac{C_6}{K_{NIT} + C_6} \right\} C_1 \\
 &\quad - \frac{SOD}{D} @_{2(T-20)} + G_{pl} \left\{ \frac{32}{12} + \frac{48*14}{14} (1 - P_{NH3}) \right\} C_4 - 32/12 k_{12@12(T-20)} C_4
 \end{aligned}$$

3.2 Carbonaceous Biochemical Oxygen Demand

$$\frac{\partial C_s}{\partial t} = \partial_{ar} K_{ID} C_4 - k_{D@D(T-20)} \left\{ \frac{C_6}{K_{BOD} + C_6} \right\} C_s - \frac{V_{s2}(1-fD_a)C_s}{D} - 5/4 * 32/14 k_{2D(T-20)} \left\{ \frac{K_{NO3}}{K_{NO3} + C_6} \right\} C_2$$

เมื่อตัวแปรต่าง ๆ มีค่าดังตารางที่ 2

ค่าคงที่ในแบบจำลอง WASP 7.0 ในแบบจำลอง WASP 7.0 ที่มีการคำนวณเพื่อให้แสดงผลในค่า DO และ BOD นั้นมีค่าคงที่ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการคำนวณ และในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศนั้นในการคำนวณครั้งนี้ใช้สมการของ O'Connor and Dobbins (Thomann, 1972) ซึ่งเหมาะสมสำหรับลำน้ำที่มีความลึกมากกว่า 2 ฟุต มีสมการดังนี้

$$k_{qi}(20^0C) = 3.93 v_j^{0.5} D_j^{-1.50}$$

เมื่อ

k_{qi}	=	ค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศที่อุณหภูมิ 20^0C (day^{-1})
v_j	=	ค่าเฉลี่ยความเร็วในแต่ละ segment, เมตรต่อวินาที
D_j	=	ค่าความลึกเฉลี่ยในแต่ละ segment, เมตร

และต้องมีการปรับค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศที่อุณหภูมิต่าง ๆ โดยใช้สมการ

$$k_{qi}(T) = k_{qi}(200C) \theta_a^{T-20}$$

เมื่อ

T	=	water temperature, $0C$
$k_{qi}(T)$	=	reparation rate coefficient at ambient segment temperature, day^{-1}
θ_a	=	temperature coefficient, unitless

ตารางที่ 2 DO and BOD Reaction Terms

Description	Notation	Value Estuary from Model	Units
Oxygen to carbon ratio	aOC	32/12	mgO ₂ /mgC
Phytoplankton nitrogen-carbon ratio	aNC	0.25	mgN/mgC
Deoxygenation rate @20 ⁰ C,Temp.coeff.	k _d	0.21-0.16 1.047	day ⁻¹
Half saturation constant for oxygen limitation	K _{BOD}	0.5	mg O ₂ /L
Nitrification rate @20 ⁰ C,Temp.coeff.	k ₁₂	0.09-0.13 1.08	day ⁻¹
Half saturation constant for oxygen limitation	K _{NIT}	0.5	mgN/L
Denitrification rate @20 ⁰ C,Temp.coeff.	K _{2D}	1.08	day ⁻¹
Half saturation constant for oxygen limitation	K _{NO3}	0.1	day ⁻¹
Phytoplankton growth rate	G _{p1}	0.1-0.5	g/m ² -day
Phytoplankton respiration rate @20 ⁰ C,Temp.coeff.	k _{IR}	0.125 1.045	-
Sediment oxygen demand, Temp.coeff.	SOD	0.2-0.4 1.08	day ⁻¹
Reaeration Rate @ 20 ⁰ C,Temp.coeff.	k ₂	1.028	-
DO saturation	C _s	Eq	mg O ₂ /L
Fraction dissolved CBOD	f _{D5}	0.5	none
Organic matter setting velocity	V _{S3}	-	m/day

ที่มา : Ambrose และคณะ, 2000

4. คุณสมบัติของแบบจำลอง WASP 7.0

4.1 แบบจำลอง WASP 7.0 สามารถบ่งบอกปริมาณของสารมลพิษอินทรีย์ที่แพร่กระจายลงสู่แหล่งน้ำ

4.2 แบบจำลอง WASP 7.0 สามารถกำหนดศักยภาพการรองรับของเสียในแต่ละ Segments ของแหล่งน้ำ โดยที่ไม่ทำให้คุณภาพน้ำต่ำกว่ามาตรฐานแหล่งน้ำ

4.3 แบบจำลอง WASP 7.0 สามารถพยากรณ์ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการเคลื่อนย้ายมวลสารอินทรีย์ผ่านแต่ละ Segments ของแหล่งน้ำและเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นกับมาตรฐานแหล่งน้ำที่มีอยู่

4.4 แบบจำลอง WASP 7.0 สามารถช่วยในการจัดการและวางแผนลดแหล่งมลพิษในระดับต่าง ๆ

พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง

ลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่างเป็นลุ่มน้ำที่อยู่ทางภาคตะวันตกของประเทศ ที่อยู่ติดชายแดนประเทศไทยกับประเทศพม่า ซึ่งมีเทือกเขาดอนนรงค์แย่งกันประเทศและเป็นต้นน้ำของแม่น้ำแม่กลอง มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 4,433.1 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม และสมุทรสงคราม ลำน้ำไหลจากทิศเหนือลงมาทางทิศใต้ เริ่มตั้งแต่เขื่อนแม่กลอง อำเภอกำแพง จังหวัดกาญจนบุรี ไหลผ่านจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี และไหลออกสู่อ่าวไทยที่บริเวณ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม มีความยาวทั้งหมดประมาณ 130 กิโลเมตร

แม่น้ำแม่กลองตอนล่างพื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นที่ราบลุ่มสลับพื้นที่การเกษตร ประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำมีจำนวนกว่า 3 ล้านคน ซึ่งส่วนใหญ่จะกระจายตัวตามแหล่งชุมชนหลัก ๆ เช่น เทศบาลเมืองกาญจนบุรี เทศบาลเมืองราชบุรี เทศบาลเมืองสมุทรสงคราม และเทศบาลอื่น ๆ (กรมควบคุมมลพิษ, 2540)

ลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่างมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบ ซึ่งเหมาะสำหรับการเกษตรกรรม ทำให้ประชาชนส่วนใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ประกอบอาชีพทางการเกษตรกรรม หรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรเป็นหลัก เช่น มีโรงงานเกี่ยวกับการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรคือ โรงงานน้ำตาลในจังหวัดกาญจนบุรี โรงงานแป้งมันในจังหวัดราชบุรี เป็นต้น ลักษณะสังคมจึง

ยังคงเป็นสังคมแบบเกษตรกรรม สาขาการผลิตในอุตสาหกรรมมีอัตราการเพิ่มทุกปี และสาขาการผลิตในสาขาเกษตรกรรมมีอัตราการเปลี่ยนแปลงลดลงทุกปี แต่การเกษตรกรรมยังเป็นแหล่งรายได้ที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำ

1. ความสูงจากระดับน้ำทะเล

พื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่างอยู่ในช่วงความสูงตั้งแต่ 100 เมตร จนถึงประมาณ 500 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ มีพื้นที่ภูเขากระจายอยู่บริเวณฝั่งตะวันตกของพื้นที่ ดังแสดงในภาพที่ 1

2. ลักษณะทางธรณีวิทยา

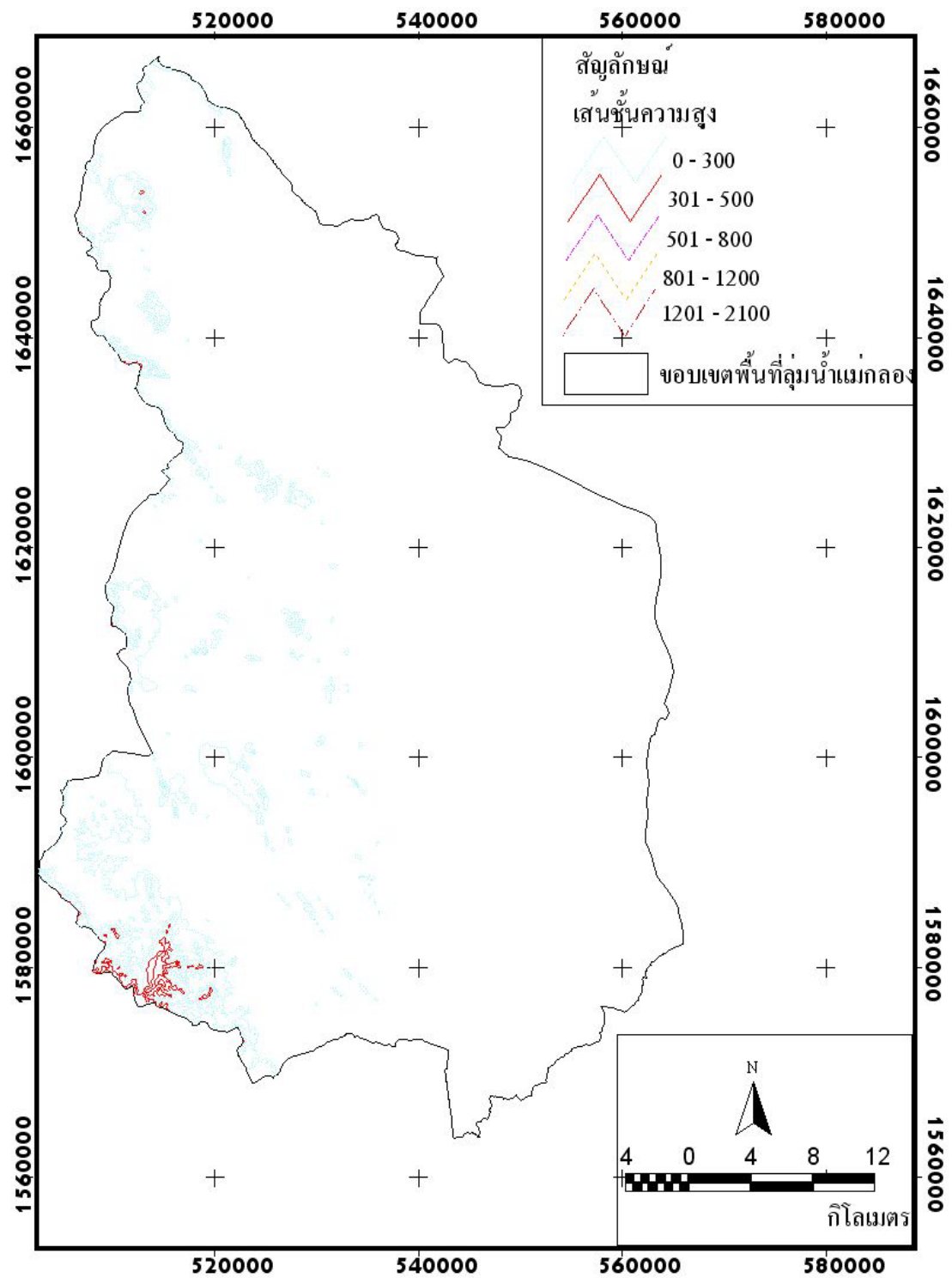
ลักษณะทางธรณีวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง ส่วนใหญ่หินตะกอนยุคควาเทอร์นารี (Quaternary) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 3,918.1 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 88.38 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ กระจายอยู่ทั่วทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ นอกจากนี้ยังพบหินโคลนและหินตะกอน (CPk) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 258.2 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 5.82 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ กระจายอยู่ทั่วทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่วนอีกร้อยละ 5.80 คิดเป็นพื้นที่เท่ากับ 256.8 ตารางกิโลเมตร เป็นหินชนิดอื่น (ภาพที่ 2)

3. การใช้ประโยชน์ที่ดิน

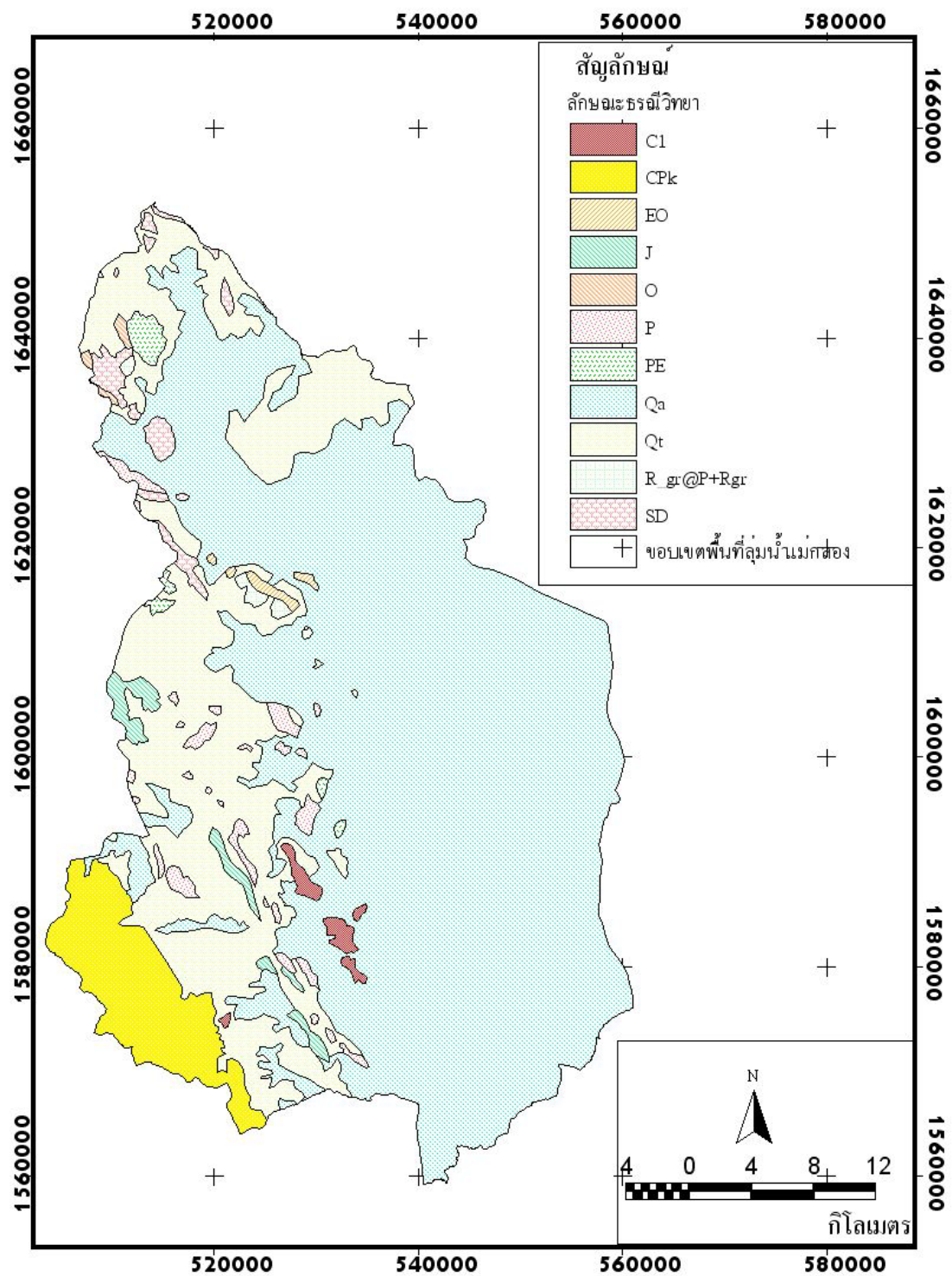
การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองสามารถจำแนกได้เป็น 5 ประเภทหลัก ดังแสดงในภาพที่ 3 ประกอบด้วยพื้นที่ต่าง ๆ ดังนี้

3.1 พื้นที่ป่าไม้ (F) มีเนื้อที่ประมาณ 381.5 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 8.6 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นป่าไม้ผลัดใบ รองลงมาคือป่าผลัดใบ และสวนป่า/ป่าปลูก

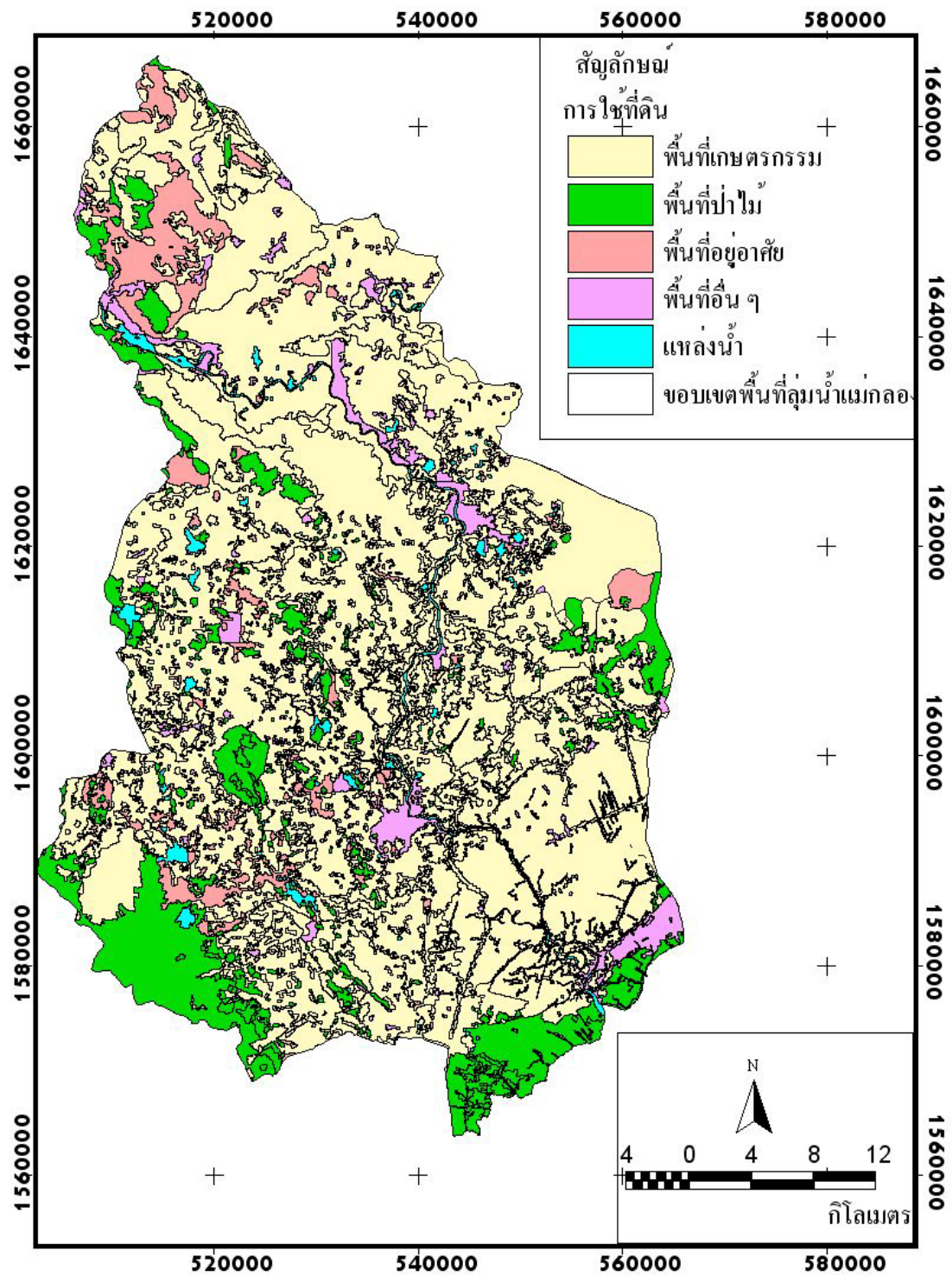
3.2 พื้นที่เกษตรกรรม (A) มีเนื้อที่ประมาณ 3,517.0 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 79.3 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่วนใหญ่ทำการเพาะปลูกพืชไร่ รองลงมาได้แก่ นาข้าว ไม้ยืนต้น และไม้ผล เป็นต้น



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะเส้นชั้นความสูงของกลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะทางธรณีวิทยาของกลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง

3.3 พื้นที่อื่นๆ (M) มีเนื้อที่ประมาณ 271.2 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 6.1 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้แก่ พื้นที่ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม ที่ลุ่ม พื้นที่กิจกรรมเหมืองแร่และบ่อลูกรัง เป็นต้น

3.4 พื้นที่แหล่งน้ำ (W) มีเนื้อที่ประมาณ 49.1 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 1.1 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งแหล่งน้ำที่สำคัญคือ เขื่อนแม่กลอง และแม่น้ำแม่กลองซึ่งแม่น้ำสายหลักของ ลุ่มน้ำ

3.5 พื้นที่อยู่อาศัย (U) มีเนื้อที่ประมาณ 214.3 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 4.8 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ประกอบด้วย หมู่บ้าน ตัวเมืองและย่านการค้า โรงงานอุตสาหกรรม สถานที่ราชการ และสถาบันต่างๆ เป็นต้น

4. ขอบเขตการปกครอง

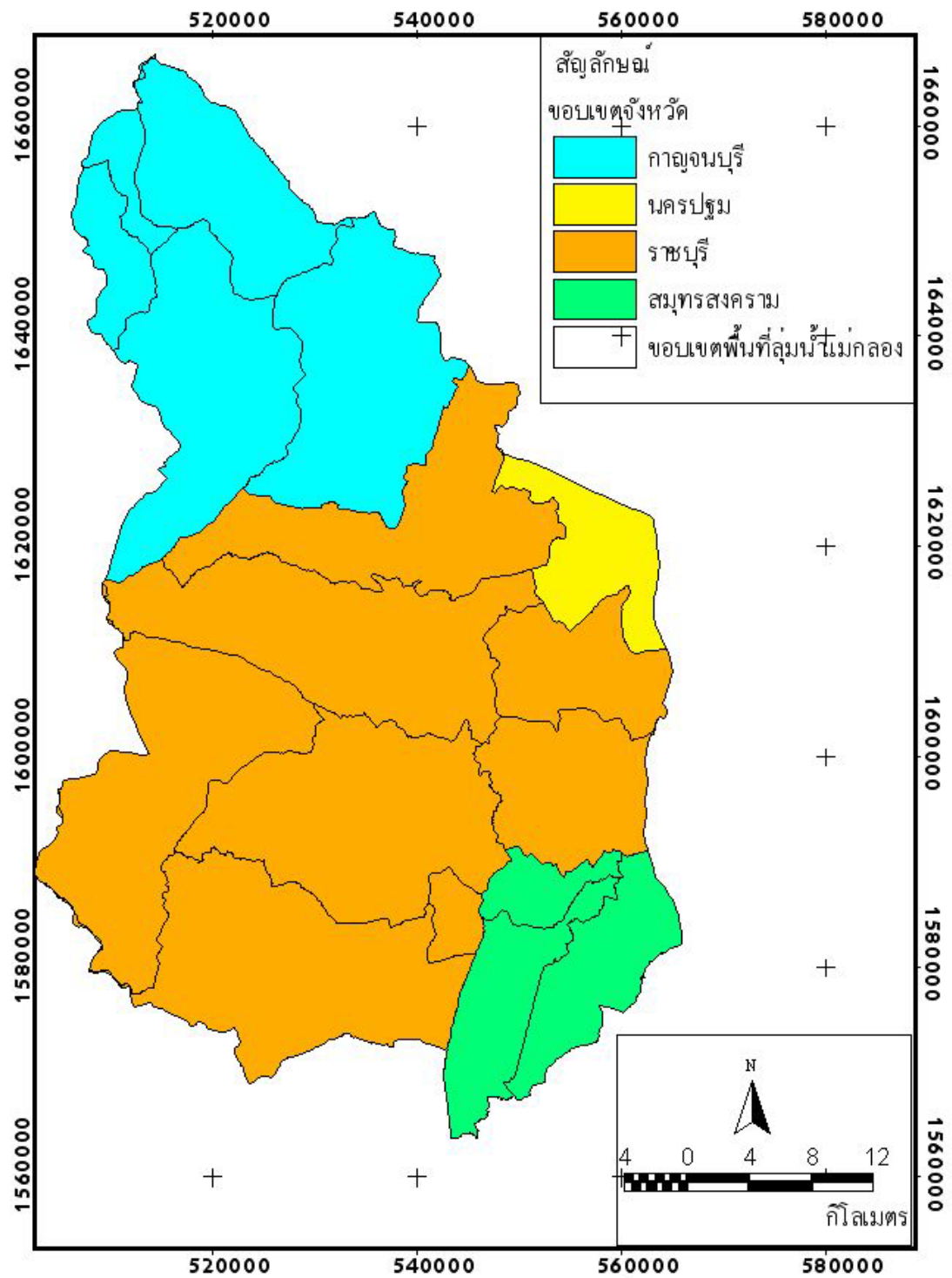
พื้นที่ลุ่มน้ำแควใหญ่ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด (ดังแสดงในภาพที่ 4) ดังนี้

4.1 จังหวัดกาญจนบุรี ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,197.5 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 27.0 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ประกอบด้วยอำเภอเมือง ท่าม่วง ท่ามะกา บ่อพลอย และพนมทวน

4.2 จังหวัดราชบุรี ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2,663.2 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 60.1 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ประกอบด้วยอำเภอบ้านโป่ง บางแพ วัดเพลง ดำเนินสะดวก สวนผึ้ง จอมบึง ปากท่อ โพธาราม และอำเภอเมือง

4.3 จังหวัดสมุทรสงคราม ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 409.5 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 9.2 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ประกอบด้วยอำเภอเมือง อำเภอบางคนที และอำเภอมัทพวา

4.4 จังหวัดนครปฐม บริเวณอำเภอเมือง ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 162.9 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 3.7 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ



ภาพที่ 4 ขอบเขตการปกครองในกลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง

5. ลักษณะทางปฐพีวิทยา

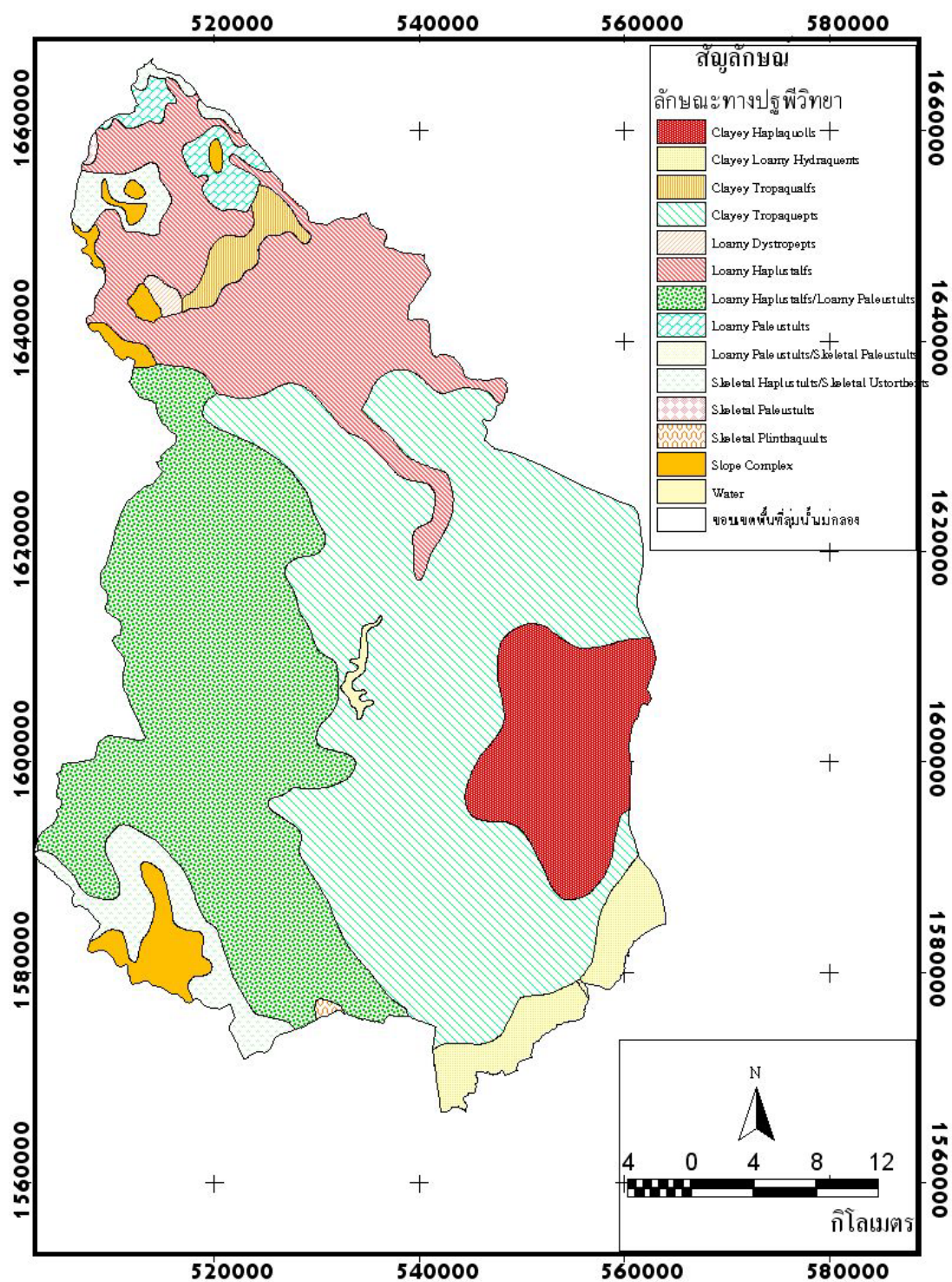
ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองตามการจำแนกระดับกลุ่มดิน (Great group) ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มดิน Clayey Trophaepts มีพื้นที่ประมาณ 1,618.9 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 36.5 ของพื้นที่ลุ่มน้ำกระจายอยู่บริเวณตอนกลางและตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำกลุ่มดิน Loamy Haplustalfs /Loamy Paleustalfs มีพื้นที่ประมาณ 1,211.9 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 27.3 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ พบบริเวณด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ลุ่มน้ำ และกลุ่มดิน Loamy Haplustalfs มีพื้นที่ประมาณ 659.5 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 14.9 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ พบบริเวณตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่วนที่เหลือมีพื้นที่ประมาณ 942.8 คิดเป็นร้อยละ 21.3 เป็นดินชุดอื่น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 5

6. เส้นทางคมนาคม

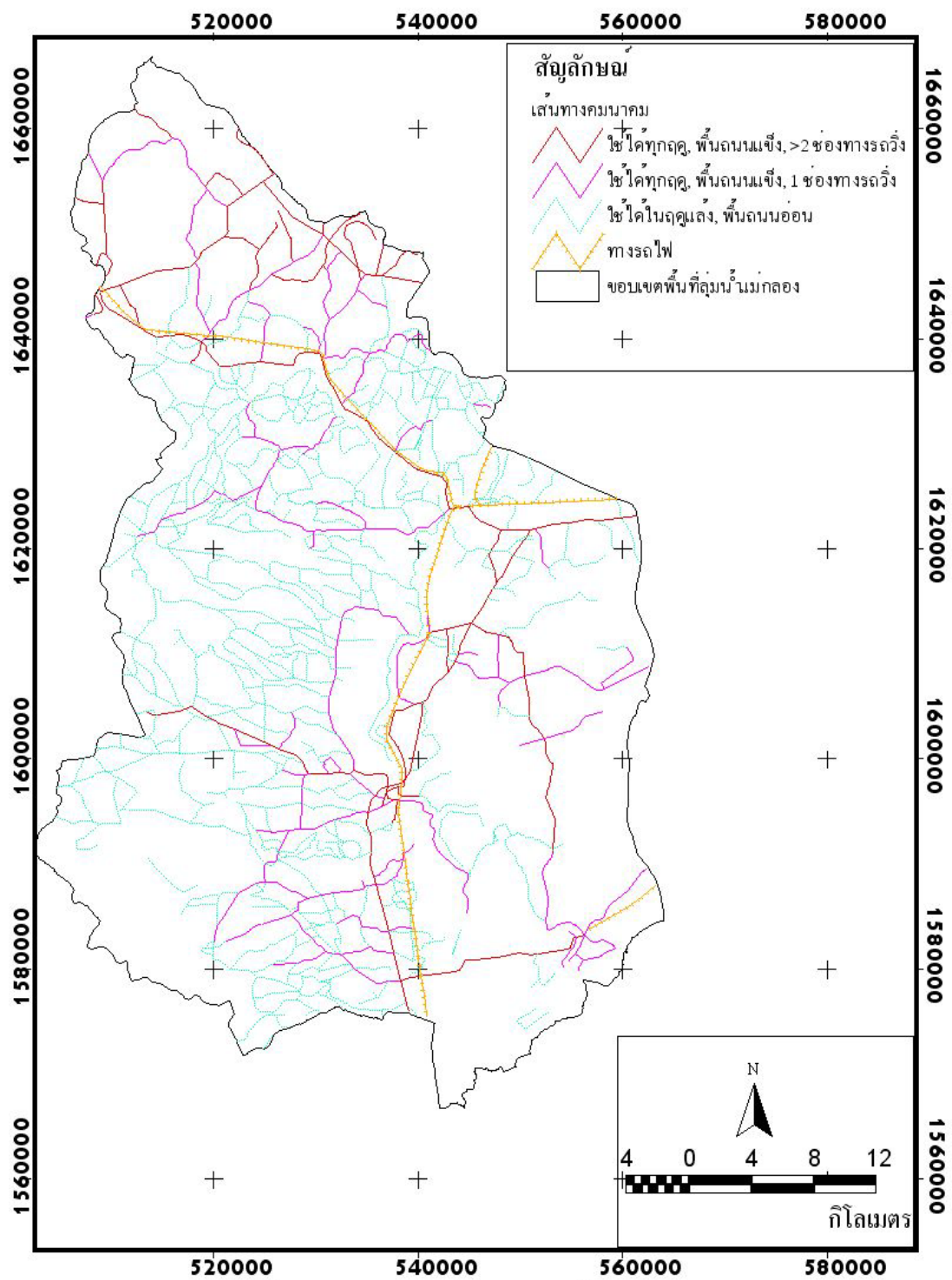
ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองเส้นทางคมนาคมส่วนใหญ่จะปรากฏอยู่ทั่วทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ เนื่องจากส่วนใหญ่มีพื้นที่เกษตรกรรมและมีชุมชนตั้งถิ่นฐานกระจายอยู่ค่อนข้างหนาแน่น (ภาพที่ 6)

ขอบเขตการศึกษา

การประเมินคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่างโดยใช้แบบจำลอง WASP 7.0 นั้น จะทำการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง ตั้งแต่ได้เขื่อนแม่กลอง อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี จนกระทั่งถึงปากแม่น้ำแม่กลอง อ.เมือง จังหวัดสมุทรสงคราม โดยทำการศึกษาในค่า DO และ BOD เป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำในแม่น้ำแม่กลอง



ภาพที่ 5 ลักษณะปฐพีวิทยาในลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะเส้นทางคมนาคมในลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง

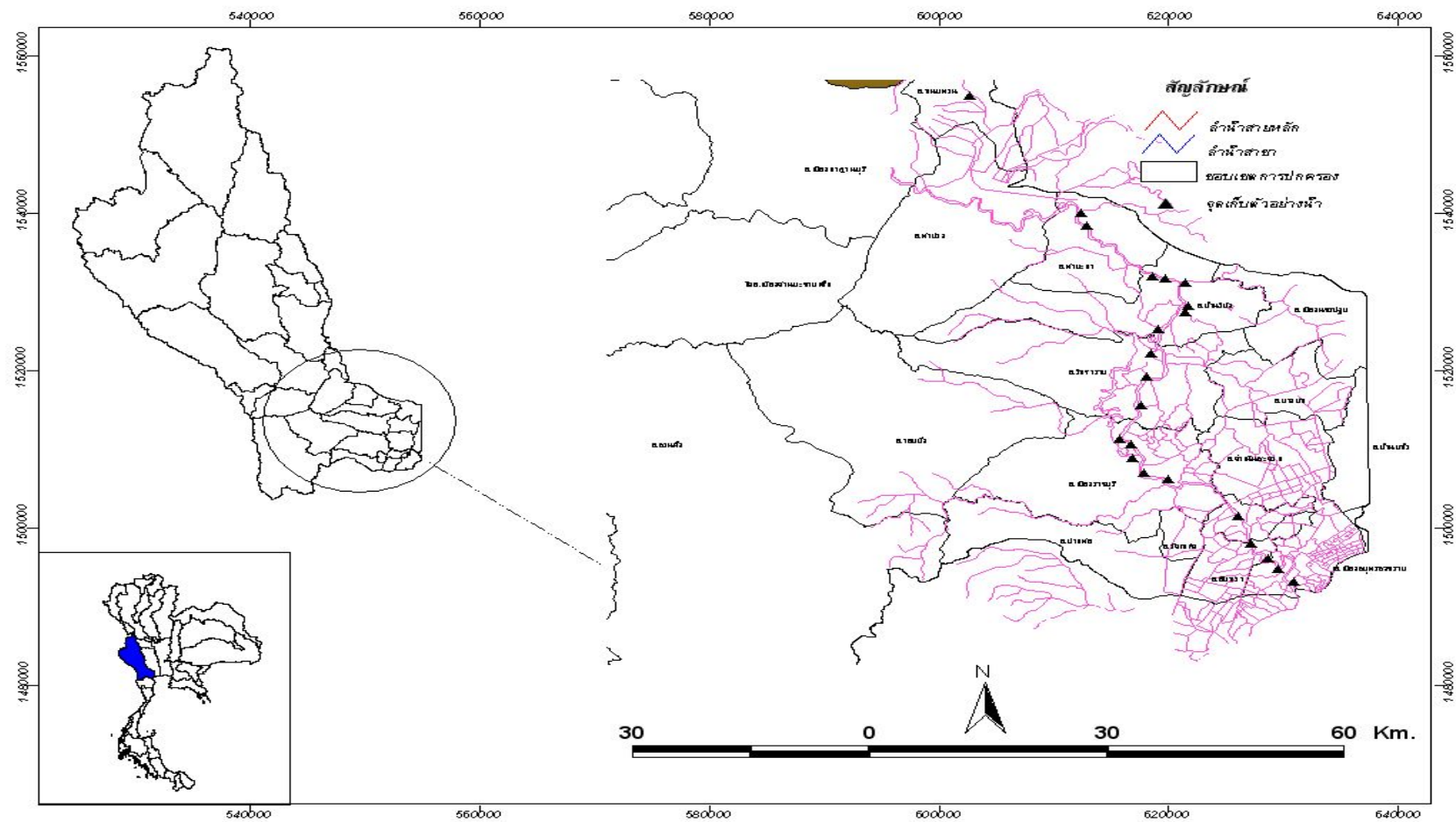
อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

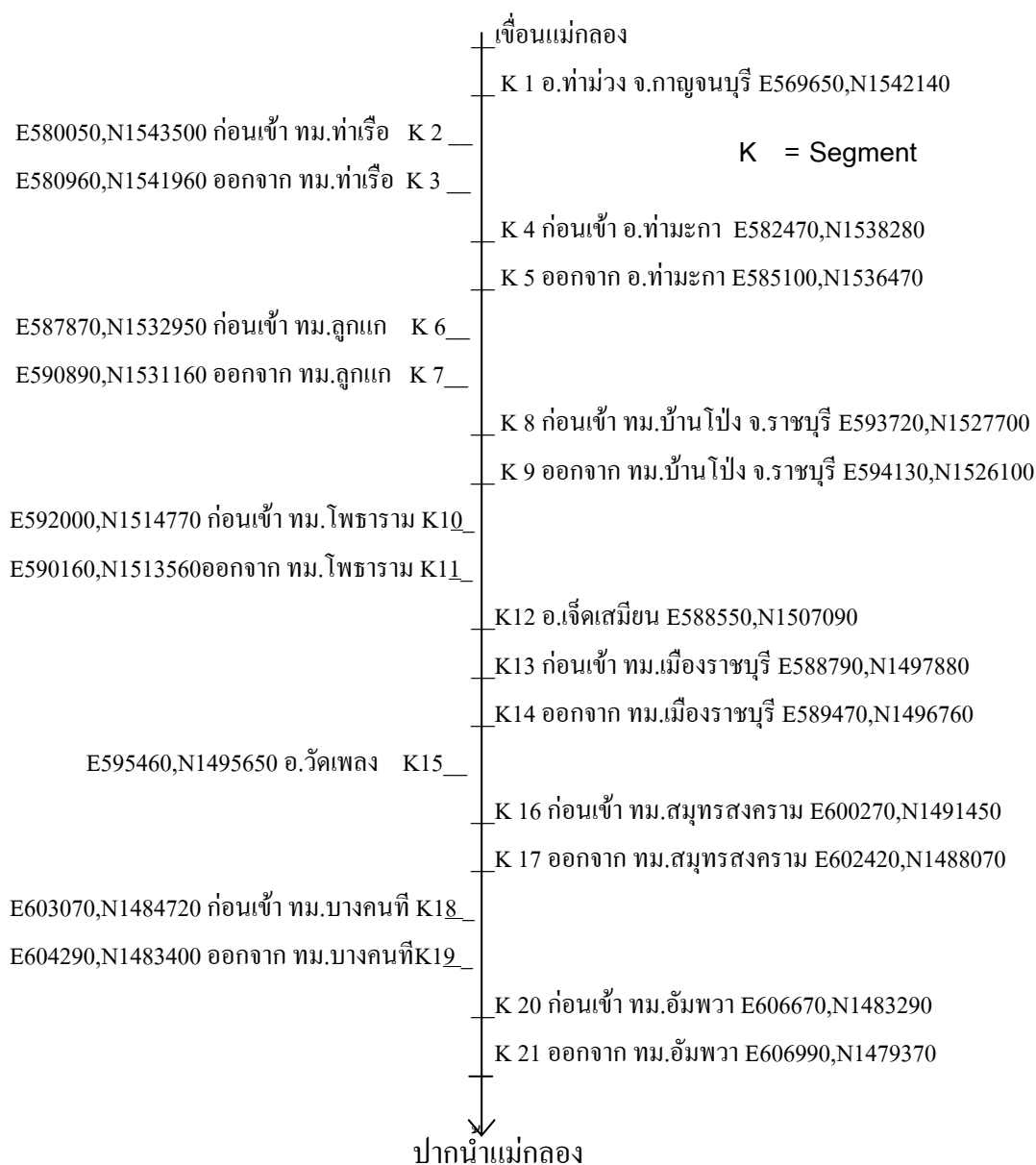
1. Kemmerer Depth Sample
2. ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร
3. ขวดพลาสติกขนาด 1 ลิตร
4. ถังใส่น้ำแข็งขนาดใหญ่ (เพื่อใช้เก็บรักษาตัวอย่าง)
5. Thermometer
6. เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Global Positioning System)
7. แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
8. แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
9. แผนที่ขอบเขตการปกครอง
10. เครื่องคอมพิวเตอร์
11. โปรแกรม WASP 7.0
12. เครื่องคิดเลข
13. อุปกรณ์เครื่องเขียน

วิธีการศึกษา

1. ทำการแบ่งลำน้ำแม่กลองเพื่อใช้ป้อนเข้าในแบบจำลอง WASP 7.0 ซึ่งแบ่งออกเป็น 21 segment ดังแสดงในภาพที่ 7 และทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ ลักษณะทางชลศาสตร์ โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำก่อนเข้าชุมชน และออกจากชุมชนที่อยู่ริมแม่น้ำแม่กลอง ดังแสดงพิกัด UTM ในภาพที่ 8 และตารางที่ 3



ภาพที่ 7 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำในลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง พ.ศ.2545



ภาพที่ 8 การแบ่ง segments ของลำน้ำแม่กลองตอนล่าง ตั้งแต่ได้เขื่อนแม่กลองจนถึงปากแม่น้ำ

ตารางที่ 3 แสดงพิกัดจุดเก็บตัวอย่างน้ำในกลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง พ.ศ.2545

สถานี	รายละเอียด	พิกัด UTM
K 1	ท้ายเขื่อนแม่กลอง อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี (โรงงานน้ำตาล โรงงาน กระดาษ)	E569650,N1542140
K 2	ก่อนเข้าเทศบาลเมือง ท่าเรือ จ.กาญจนบุรี	E580050,N1543500
K 3	ออกจากเทศบาลเมือง ท่าเรือ จ.กาญจนบุรี (โรงงานน้ำตาล)	E580960,N1541960
K 4	ก่อนเข้าเมือง อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี (โรงงานน้ำตาล)	E582470,N1538280
K 5	ออกจากเมือง อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี (โรงงานน้ำตาล)	E585100,N1536470
K 6	ก่อนเข้าเมือง เทศบาลลูกแก จ.กาญจนบุรี (โรงงานน้ำตาล)	E587870,N1532950
K 7	ออกจากเทศบาลลูกแก จ.กาญจนบุรี	E590890,N1531160
K 8	ก่อนเข้าเทศบาลเมืองบ้านโป่ง จ.ราชบุรี	E593720,N1527700
K 9	ออกจากเทศบาลเมืองบ้านโป่ง จ.ราชบุรี	E594130,N1526100
K 10	ก่อนเข้าเทศบาลเมืองโพธาราม จ.ราชบุรี	E592000,N1514770
K 11	ออกจากเทศบาลเมืองโพธาราม จ.ราชบุรี	E590160,N1513560
K 12	แม่น้ำแม่กลอง อ. เจ็ดเสมียน จ.ราชบุรี (ชุมชนเบาบาง)	E588550,N1507090
K 13	ก่อนเข้าเทศบาลเมือง จ.ราชบุรี	E588790,N1497880
K 14	ออกจากเทศบาลเมือง จ.ราชบุรี	E589470,N1496760
K 15	แม่น้ำแม่กลอง วัดทุ่งกระถิน ต. คู้้งน้ำวน (ชุมชนเบาบาง)	E595460,N1495650
K 16	ก่อนเข้าเทศบาลเมือง สมุทรสงคราม	E600270,N1491450
K 17	ออกจากเทศบาลเมือง สมุทรสงคราม	E602420,N1488070
K 18	ก่อนเข้าเทศบาลเมือง บางคนที	E603070,N1484720
K 19	ออกจากเทศบาลเมือง บางคนที (วัดเกาะแก้ว)	E604290,N1483400
K 20	ก่อนเข้าเทศบาลเมือง อัมพวา (วัดเกษมสรณาราม)	E606670,N1483290
K 21	ออกจากเทศบาลเมือง อัมพวา (วัดเกษมสรณาราม)	E606990,N1479370

2. ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในดัชนีคุณภาพน้ำผิวน้ำรวมทั้งสิ้น 4 ดัชนี ดังนี้ อุณหภูมิ ค่าพีเอช DO BOD ในเตรท และฟอสฟอรัส ของแม่น้ำแม่กลองตอนล่างตั้งแต่ท้ายเขื่อนแม่กลองลงมาจนถึงปากแม่น้ำ จังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 21 สถานี ซึ่งการเก็บตัวอย่างน้ำใช้วิธีการเก็บแบบจ้วงตัก ซึ่งแหล่งน้ำที่ทำการเก็บเป็นแม่น้ำ จึงทำการเก็บตัวอย่างที่จุดกึ่งกลางความกว้างของแหล่งน้ำ และที่ระดับกึ่งกลางความลึก ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ในดัชนีค่าอุณหภูมิ จะทำการตรวจวัดทันทีในสนาม สำหรับด้านอื่น ๆ จะทำการรักษาสภาพตัวอย่างตามวิธีมาตรฐาน และนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (กรมควบคุมมลพิษ, 2541 และสิทธิชัย, 2549)

3. รวบรวมข้อมูลสถิติของจำนวนประชากรรายเทศบาล และข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมในกลุ่มน้ำแม่กลอง พร้อมทั้งปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น และปริมาณความสกปรกในรูป BOD ในหน่วย กิโลกรัมต่อวัน โดยการรวบรวมข้อมูลสถิติของประชกรนั้นจะได้กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ซึ่งจะใช้ข้อมูลจำนวนประชากรในปี 2545 และข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมในปี พ.ศ.2545 ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับ โรงงานอุตสาหกรรม อัตราการปล่อยน้ำเสียในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อวัน ค่าความเข้มข้นของ BOD ในแต่ละโรงงาน จำนวนแรงม้า และประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม

4. ในการประเมินปริมาณน้ำเสียจากประชกรในแต่ละเทศบาลเมือง เทศบาลตำบล ในลุ่มน้ำแม่กลองนั้น ต้องแบ่งแยกให้ได้ก่อนว่าเทศบาลนั้นมีประชกร เท่าไร ถือว่าเป็นเทศบาลระดับไหนตามเกณฑ์ของกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ดังแสดงในตารางที่ 4 และนำมาเทียบปริมาณน้ำใช้ในแต่ละขนาดเทศบาลเมือง และเทศบาลตำบล ตามเกณฑ์ที่แบ่งโดยกรมควบคุมมลพิษ (2540) ดังแสดงในตารางที่ 5

5. ออกสำรวจภาคสนามเพื่อจับพิกัดและที่ตั้งของแต่ละเทศบาลและที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง และนำข้อมูลที่ได้ รวมกับข้อมูลที่ได้จากกรมโรงงานอุตสาหกรรม นำมาลงพิกัดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง

ตารางที่ 4 ขนาดชุมชน โดยแบ่งตามจำนวนประชากร

ขนาดเทศบาล	จำนวนประชากร
เทศบาลเมืองขนาดใหญ่	มากกว่า 50,000 คน
เทศบาลเมืองขนาดกลาง	20,000 – 50,000 คน
เทศบาลเมืองขนาดเล็ก	น้อยกว่า 20,000 คน
เทศบาลตำบลขนาดใหญ่	มากกว่า 8,000 คน
เทศบาลตำบลขนาดกลาง	4,000 – 8,000 คน
เทศบาลตำบลขนาดเล็ก	2,000 – 4,000 คน

ที่มา : กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย (2545)

ตารางที่ 5 แสดงอัตราการใช้น้ำในปัจจุบัน และในอนาคตของชุมชนในภาคกลาง

หน่วย : ลิตร/คน/วัน

พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)			
	น้อยกว่า 15,000	15,001–30,000	30,001–80,000	มากกว่า 80,000
2536	175	175	220	250
2540	185	185	230	260
2545	195	195	245	280
2550	210	210	260	300
2555	225	225	275	320
2560	240	240	295	340

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2540)

6. คำนวณปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำของประชากร โดยคิดเฉพาะในเทศบาลที่อยู่ติดแม่น้ำแม่กลอง ระยะทางจากลำน้ำ 0-1 กิโลเมตร ซึ่งคิดจากพื้นที่ในแต่ละเทศบาลที่อยู่ในระยะ 0-1 กิโลเมตร จากลำน้ำ เมื่อได้พื้นที่แล้วนำมาคูณกับความหนาแน่นของประชากร จะได้จำนวนประชากรที่อาศัยอยู่ริมน้ำในระยะทาง 0-1 กิโลเมตร แล้วนำไปคำนวณหาค่าปริมาณน้ำเสีย

ที่เกิดขึ้น โดยประเมินจากอัตราการเกิดน้ำเสีย โดยใช้เกณฑ์เดียวกับการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและบำบัดน้ำเสียของกรมโยธาธิการ คือ

$$\text{ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น} = \text{จำนวนประชากร} \times \text{อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อคนต่อวัน} \times 96\%$$

ซึ่งจากที่กรมควบคุมมลพิษ (2545) ได้มีการศึกษาไว้ว่าปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นของชุมชนนั้นคิดเป็นร้อยละ 96 ของอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อคนต่อวัน ส่วนอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของชุมชนนั้นกรมควบคุมมลพิษ (2540) ได้ศึกษาไว้ว่า อัตราการใช้น้ำของชุมชนในภาคกลาง ในปี พ.ศ. 2536 มีค่าอยู่ระหว่าง 86 – 351 ลิตรต่อคนต่อวัน ซึ่งปริมาณการใช้น้ำของแต่ละชุมชน ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของระดับการให้บริการ ความหนาแน่นของประชากร และความสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ เมื่อพิจารณาจากจำนวนประชากรพบพิสัยอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 175 - 250 ลิตรต่อคน ต่อวัน ส่วนการประเมินอัตราการใช้น้ำในอนาคตของชุมชนภาคกลาง พบว่า จะเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 165 – 245 ลิตรต่อคนต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 5 ส่วนอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อคนต่อวันในปี พ.ศ.2545 นั้น มีเกณฑ์คือประชากรที่อยู่ในเขตเทศบาลที่มีจำนวนประชากรอยู่ระหว่าง 15,001 – 30,000 คน มีอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 195 ลิตรต่อคนต่อวัน และประชากรที่อยู่นอกเขตเทศบาลมีอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 165 ลิตรต่อคนต่อวัน

7. คำนวณปริมาณความสกปรกในรูป BOD ในหน่วย กิโลกรัมต่อวัน ที่เกิดขึ้นของประชากร โดยใช้สูตร

$$\text{ความสกปรกในรูป BOD ที่เกิดขึ้น} = \text{ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น} \times \text{ค่าเฉลี่ยความสกปรก BOD}$$

ซึ่งค่าเฉลี่ยความสกปรก BOD นั้นใช้ค่าเฉลี่ยความสกปรกของน้ำทิ้งจากเทศบาลซึ่งมีค่าเท่ากับ 122 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งใช้ค่าเดียวกับกรมควบคุมมลพิษที่มีการศึกษาในปัจจุบัน

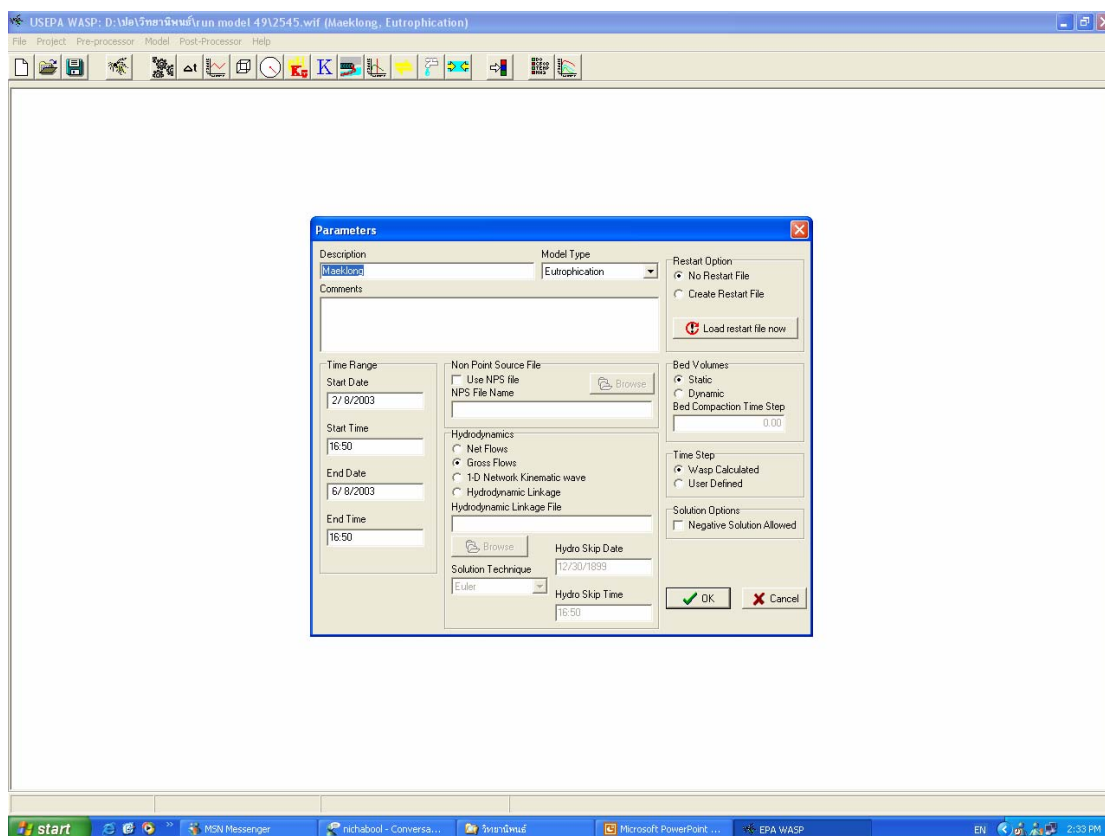
8. คำนวณปริมาณความสกปรกในรูป BOD ที่เกิดขึ้นจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยใช้สูตร

$$\text{ความสกปรกในรูป BOD (กิโลกรัมต่อวัน)} = \text{BOD (กิโลกรัมต่อวัน)} \times \text{ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)}$$

9. ทำการเตรียมข้อมูลที่จะป้อนเข้าแบบจำลองและป้อนเข้าในแต่ละส่วนดังนี้

9.1 Parameters (Model Identification and Simulation Variable) ใช้ในการจำแนกและกำหนดค่า Simulation control ของแบบจำลอง เป็นการใส่ข้อมูลทั่วไปที่ต้องการให้แบบจำลองคำนวณ (ภาพที่ 9) คือ

(1) Data Set Name กำหนดชื่อของข้อมูล ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ชื่อ MaeKlong Basin และมีช่องให้อธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมตามความต้องการของผู้ป้อนข้อมูล แต่ไม่ได้นำไปใช้ในการคำนวณ



ภาพที่ 9 หน้าจอ Parameters

(2) Model Type ในแบบจำลอง WASP 7.0 แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ Eutrophication และ Toxicity ซึ่งกำหนดให้แบบจำลองคำนวณแบบ Eutrophication

(3) Restart Option แบบจำลอง WASP 7.0 ได้ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ Restart File ระหว่างที่มีการ Model Run ซึ่งโปรแกรมจะหยุดการทำงานชั่วขณะหนึ่ง (Snap-shot) เมื่อการคำนวณสิ้นสุด Restart Option ในการศึกษาเลือก Create/Read Restart File ซึ่งมี 2 ลักษณะให้เลือกคือ

(1) No Restart File แบบจำลองจะไม่ทำการ Restart File

(2) Create Restart File แบบจำลองจะมีการ Restart File ในส่วนของ ปริมาตรท้ายสุด และความเข้มข้นของแต่ละ Segments ในแต่ละดัชนีคุณภาพน้ำที่เลือก

(3) Create/Read Restart File แบบจำลองจะมีการ Restart File ในส่วนของ ปริมาตรเริ่มต้น และความเข้มข้นของแต่ละ Segments ก่อนทำการ Create Restart File

(4) Date and Time เป็นการระบุวันและเวลาที่เริ่มต้นทำการคำนวณ ซึ่งจะเทียบเท่ากับเวลา t_0 ของการคำนวณ ในการใส่ข้อมูลจะเริ่มที่ 02/08/03

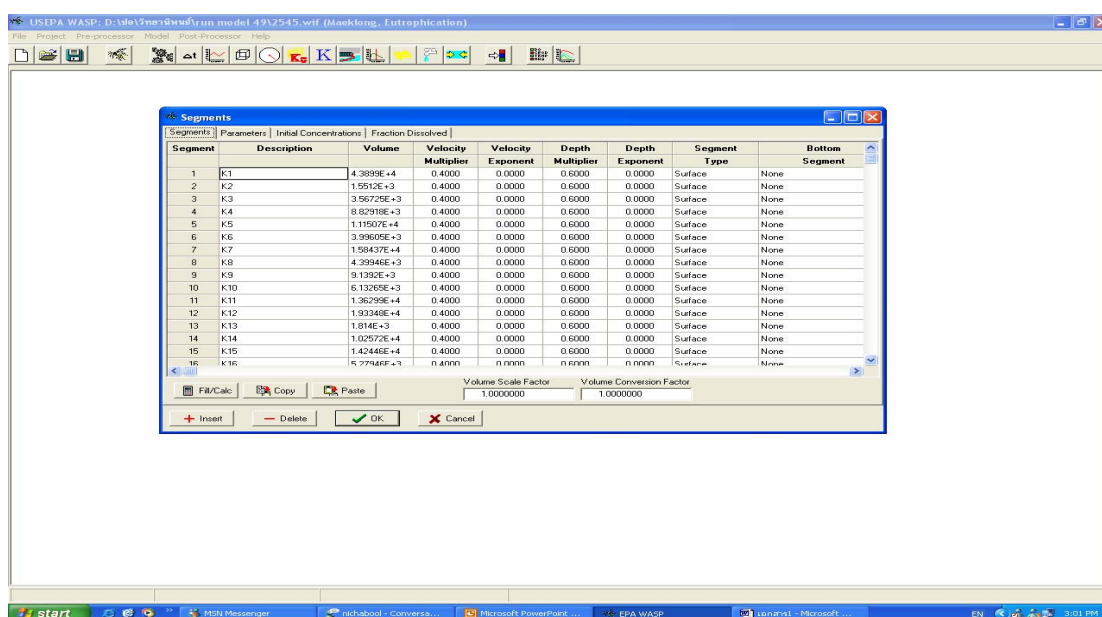
(5) Hydrodynamic แบบจำลองมีการจำลองการไหลใน 4 ลักษณะ คือ Net Flow, Gross Flows, 1-D Network Kinematics wave, และ Hydrodynamic Linkage ให้เลือกคำนวณ ซึ่งในแบบแรกจะเป็นการคำนวณการเปลี่ยนแปลงมวลระหว่าง Segments ที่มีการไหล 2 ทิศทางในแนวราบ ใน Segments ที่ติดกัน ส่วนในแบบที่ 3 และ 4 จะใช้คำนวณในลักษณะ 3 มิติ แบบ Transport และมีการเชื่อมโยงไฟล์ที่เกี่ยวข้องกับการจำลองการไหล ในการคำนวณครั้งนี้เลือกให้แบบจำลองคำนวณในแบบ Gross Flows

(6) Non Point Sources File ในแบบจำลองสามารถนำเข้าข้อมูลมลพิษที่มาจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน โดยการใส่ข้อมูลในรูปแบบไฟล์ GIS โดยสามารถเลือกใช้หรือไม่ใช้ก็ได้ ซึ่งในการคำนวณครั้งนี้เลือกไม่ใช้

(7) Bed Volume ในแบบจำลองให้เลือก 2 ลักษณะ คือ Static และ Dynamic ในการคำนวณใช้ Static ส่วน Dynamic ใช้ในการคำนวณที่น้ำมีการไหลแบบพลวัต และเมื่อกำหนดใช้ Static แล้วจะกำหนด Time Step มีค่าเท่ากับ 0 และสามารถกำหนดให้ Model ทำการคำนวณให้โดยเลือกที่ Wasp Calculated หรือผู้ทำการคำนวณเองให้เลือกที่ User Defined

9.2 Segments แบ่งออกเป็น 4 ส่วนย่อย คือ Segments, Parameter, Initial Concentration และ Fraction Dissolved เป็นการกำหนดจำนวน ปริมาตร ค่าดัชนีสิ่งแวดล้อมและค่าคุณภาพน้ำในปัจจุบัน (พ.ศ.2545) ของแต่ละ Segments ที่มีความสัมพันธ์กับดัชนีคุณภาพน้ำที่เลือก (ตารางที่ 6 ภาพที่ 10 ถึง 13)

1) Segments เป็นการใส่ข้อมูล Geometry Information ในแต่ละ Segment ซึ่งการศึกษาแบ่งออกเป็น 21 segment ดังแสดงในภาพที่ 10 และตารางที่ 6



ภาพที่ 10 หน้าจอ Segments

ตารางที่ 6 ข้อมูลรายละเอียดในแต่ละ Segment

Segment	Volume	Velocity multiplier	Depth multiplier	Segment Type	Temp. (°C)	DO mg/l	BOD mg/l	Length Km.	Wide m.	Slope
K1	43898.98	0.4	0.6	Surface	30.3	8.0	1.4	16.127	214	**
K2	1551.2	0.4	0.6	Surface	30.0	7.1	1.3	1.939	170	701.39
K3	3567.25	0.4	0.6	Surface	30.3	7.0	1.5	4.451	195	345.99
K4	8829.18	0.4	0.6	Surface	30.3	6.6	1.2	4.104	162	896.7
K5	11150.7	0.4	0.6	Surface	29.8	6.2	1.4	4.778	174	378.8
K6	3996.05	0.4	0.6	Surface	30.4	6.1	1.4	3.785	166	930
K7	15843.75	0.4	0.6	Surface	30.1	5.8	1.6	5.504	183	325.2
K8	4399.46	0.4	0.6	Surface	30.0	5.7	1.4	1.744	187	1984
K9	9139.2	0.4	0.6	Surface	30.2	5.7	1.4	12.823	118	124.8
K10	6132.65	0.4	0.6	Surface	29.5	5.3	1.1	2.643	199	4287
K11	13629.9	0.4	0.6	Surface	29.2	5.3	1.2	7.489	221.95	161.6
K12	19334.78	0.4	0.6	Surface	28.9	5.1	1	11.096	170	583.1
K13	1814	0.4	0.6	Surface	30.3	5.4	1.3	1.483	139	6210
K14	10257.25	0.4	0.6	Surface	30.9	5.4	1.4	7.152	106	156.6
K15	14244.67	0.4	0.6	Surface	30.9	5.5	1.5	7.024	195	158
K16	5279.46	0.4	0.6	Surface	31.0	5.4	1.3	4.063	146	1034
K17	4175.94	0.4	0.6	Surface	31.0	5.3	1.5	3.429	158.16	985.7
K18	4728.7	0.4	0.6	Surface	30.8	5.2	1.5	2.325	195	1441
K19	12802.93	0.4	0.6	Surface	30.7	5.1	1.5	6.063	157	217.7
K20	16733.37	0.4	0.6	Surface	30.5	5.0	1.5	5.282	180	20.83
K21	8186.43	0.4	0.6	Surface	30.5	4.6	1.4	2.603	*	1506

หมายเหตุ : * คือ ไม่ได้ทำการเก็บข้อมูลเนื่องจากเป็นปากอ่าว

** คือ ไม่มีค่าความลาดชัน เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้น

(1) Description ทำการใส่ชื่อของ segments ตามความสะดวกและความเหมาะสมของผู้ป้อนข้อมูล ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่ง segment ในลำน้ำแม่กลองออกเป็น 21 segment โดยใช้ตัวย่อ K1 จนถึง K21 (ภาพที่ 10)

(2) Volume ปริมาตรของแต่ละ Segments ในหน่วย CMS ปริมาตรที่ป้อนเข้าแบบจำลอง (ตารางที่ 6)

(3) Water Velocity / Depth ในการศึกษาครั้งนี้ในค่า Velocity & Depth เป็นค่าคงที่ที่ Leopold และคณะ (1964) ได้มีการศึกษาไว้แล้วในกรณีที่ลำน้ำอยู่ในเขตร้อน ลักษณะลำน้ำค่อนข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า จึงกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.4 และ 0.6 (ตารางที่ 6)

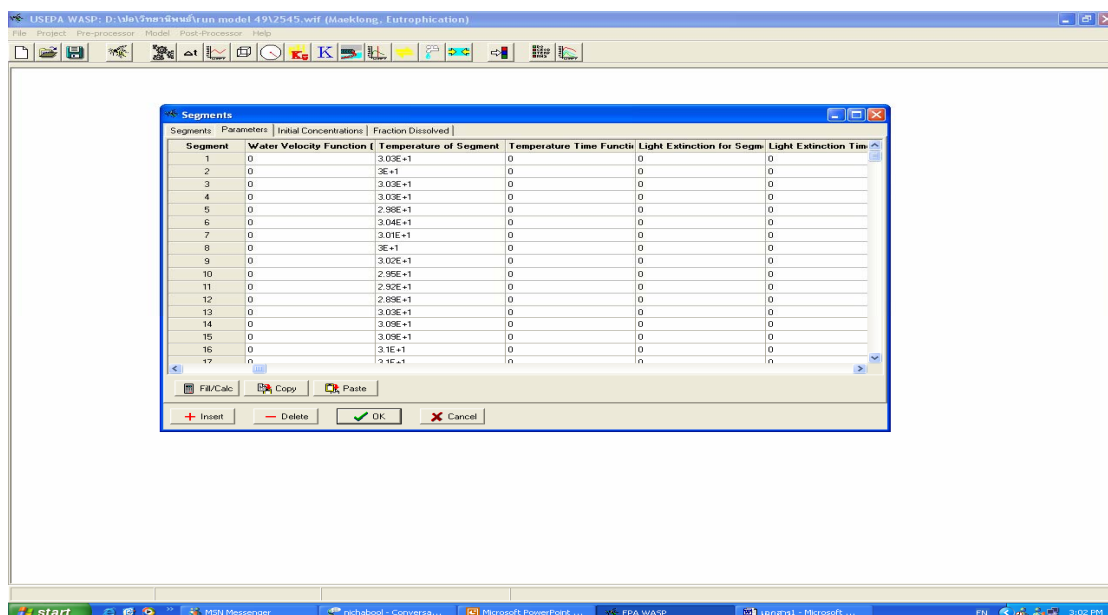
(4) Segment type ในการศึกษาครั้งนี้กำหนด Segment Type ที่ Surface water segment ซึ่งใช้ในกรณีที่การคำนวณในดัชนีที่มีความสัมพันธ์กับการเติมอากาศ เนื่องจากประมวลผลในค่า DO และ BOD (ตารางที่ 6)

(5) Bottom Segment ในการศึกษาครั้งนี้ ในแต่ละ Segments ไม่ได้มีการแบ่ง Segments ในแนวดิ่ง ค่า Bottom Segment จึงกำหนดอยู่ที่ None

(6) Length, Width, Slope เป็นการใส่ข้อมูล ความยาว ความกว้าง และความลาดชันของลำน้ำในแต่ละ Segments ดังแสดงในตารางที่ 6

(7) Bottom Roughness เป็นค่าความขรุขระของพื้นท้องน้ำ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้กำหนดค่า Bottom segment ที่ None ในส่วนนี้จึงมีค่าเป็น 0

2) Parameter เป็นการป้อนข้อมูล Environmental Parameter ที่จะนำมาพิจารณาในการคำนวณ เช่น ค่าอุณหภูมิ, Water velocity, pH เป็นต้น จะเป็นการใส่ไปเพื่อคำนวณหาค่าดัชนีนั้นใน Segments ถัดไป (ภาพที่ 11)



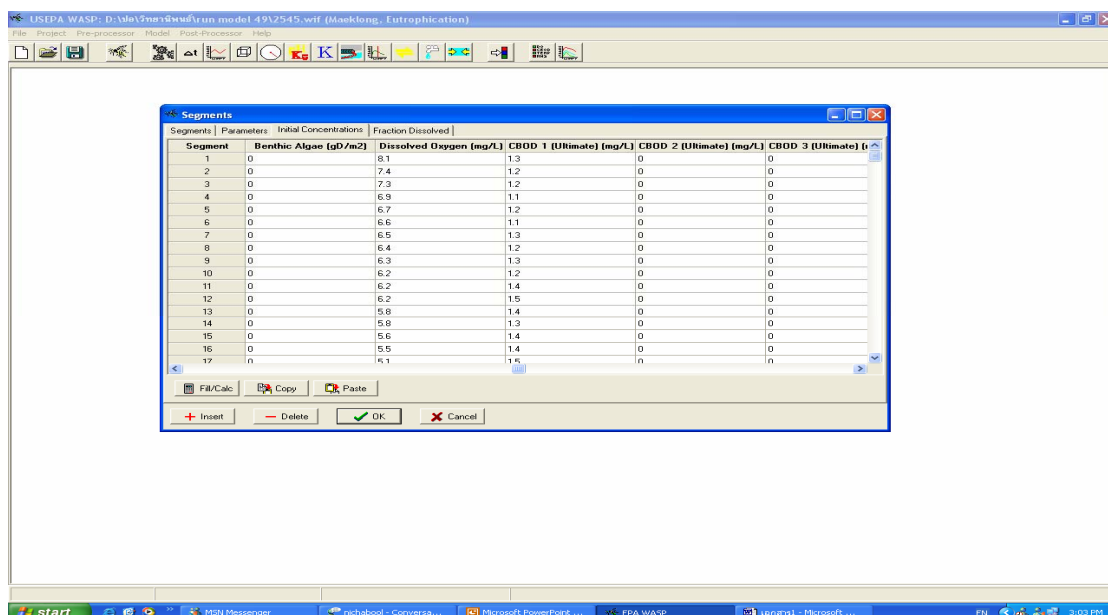
ภาพที่ 11 หน้าจอ Segments ในส่วน Parameters

3) Initial Concentration ผู้ป้อนข้อมูลต้องใส่ค่า Initial Concentration ของค่า DO, BOD, pH, อุณหภูมิ, ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส และในแต่ละ Segments และค่าการระเหยที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำซึ่งค่า Initial Concentration จะเป็นค่าคุณภาพน้ำในแต่ละดัชนีในปัจจุบัน (ภาพที่ 12)

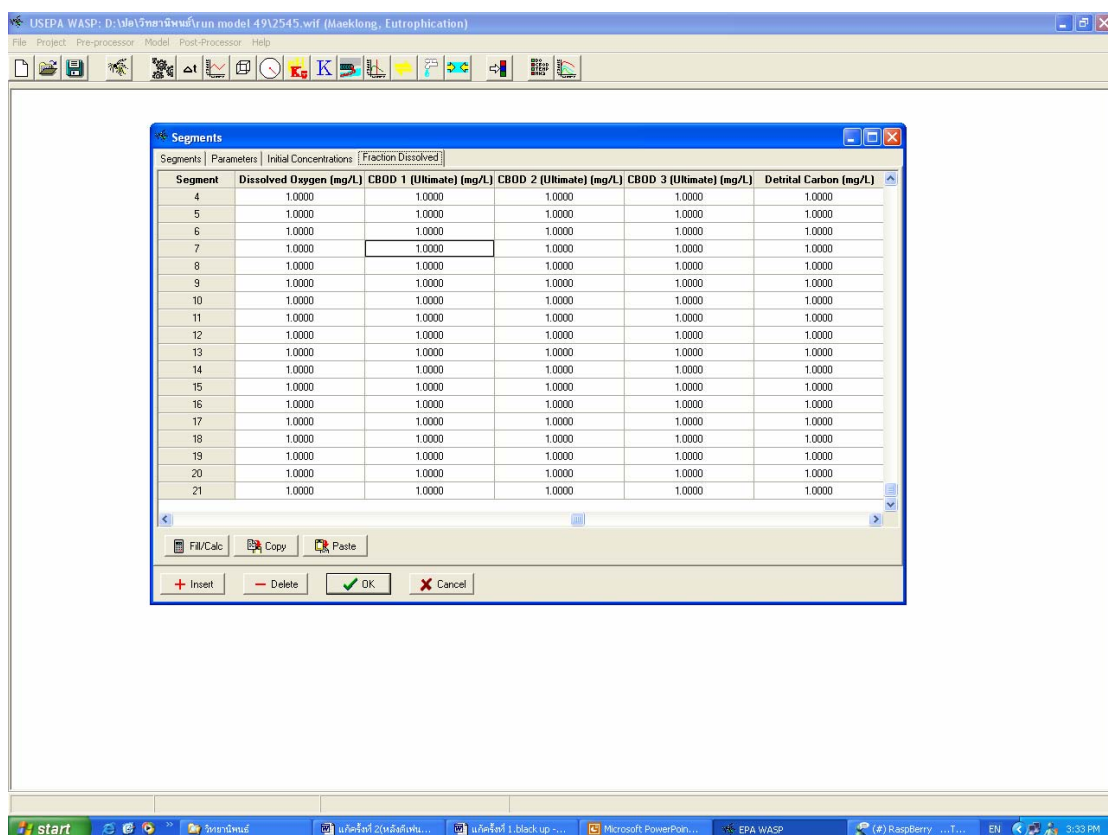
4) Fraction Dissolved เป็นค่า Fraction Dissolved เริ่มต้นของการคำนวณในแต่ละ Segments ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้แบบจำลองประมวลผลในค่าดัชนี DO และ BOD ซึ่งในแบบจำลองต้องกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1.0 ในค่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในการคำนวณของแบบจำลองนั้นนำมาประมวลเพื่อหาค่า DO และ BOD ด้วย ซึ่งหากไม่ใส่แบบจำลองจะไม่สามารถประมวลผลได้ (ภาพที่ 13)

9.3 Systems เป็นการใส่ข้อมูลเฉพาะของระบบ

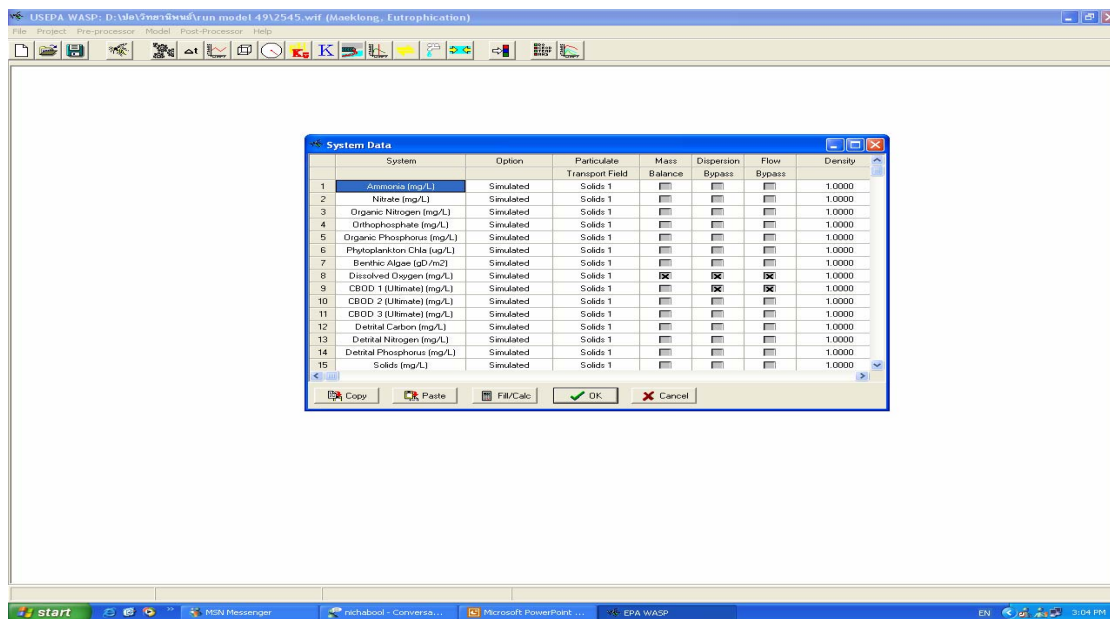
1) Systems Data เป็นการเลือกดัชนีคุณภาพน้ำที่จะใช้ในการคำนวณ (ภาพที่ 14) ซึ่งมี 3 ทางเลือก คือ



ภาพที่ 12 หน้าจอ Segments ในส่วน Initial Concentration



ภาพที่ 13 หน้าจอ Segments ในส่วน Fraction Dissolved



ภาพที่ 14 หน้าจอ System Data

(1) Simulated ในดัชนีที่เลือก option นี้ แบบจำลองจะทำการคำนวณในทุก ๆ สูตรที่เกี่ยวข้องกับสภาพที่เปลี่ยนแปลงไปของดัชนีคุณภาพน้ำที่เลือกซึ่งจะใช้ในค่า DO และ BOD

(2) Constant เป็นการเลือกให้แบบจำลองคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำที่เลือกให้เป็นค่าคงที่ของระบบ เป็นการศึกษาผลกระทบระหว่างดัชนีคุณภาพน้ำโดยให้ดัชนีที่กำหนดมีค่าคงที่

(3) Bypassed เป็นการตั้งให้แบบจำลองไม่คำนวณในดัชนีคุณภาพน้ำในส่วนที่เลือก ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ค่าพารามิเตอร์ที่นอกเหนือจาก DO และ BOD จะกำหนดให้เป็น Bypassed ทั้งหมด

2) Dispersion / Flow Bypass เป็นการกำหนดให้ในแต่ละ State Variable มีผลจาก Dispersion หรือ Flow ในการศึกษาเลือกให้แบบจำลองทำการคำนวณด้วย

3) Density เป็นค่า Density ในสภาพเริ่มต้นการคำนวณ

4) Maximum Concentration เป็นส่วนของความเข้มข้นสูงสุดที่กำหนดในแต่ละดัชนีคุณภาพน้ำ แบบจำลองจะทำการคำนวณค่าความเข้มข้นจนถึงระดับความเข้มข้นที่กำหนดจะสิ้นสุดการคำนวณ ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดความเข้มข้นสูงสุดเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำประเภทที่ 3 คือค่า DO มีค่าเท่ากับ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร BOD สูงสุดมีค่าเท่ากับ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร

5) Boundary / Load Scale & Conversion Factor เป็นการกำหนดในกรณีที่ต้องการให้แบบจำลองคำนวณผลจากการเกิดมลพิษ หรือ Boundary condition ที่ต้องการเปรียบเทียบหรือต้องมีข้อมูลป้อนเข้าแบบจำลอง 2 ชุด สามารถกำหนดให้ค่าในส่วนนี้มีค่าเท่ากับ 2 แบบจำลองจะทำการคำนวณ 2 ครั้ง ในค่ามลพิษ หรือ Boundary condition ที่ต่างกัน

9.4 Parameters Data ประกอบด้วย อุณหภูมิ, Light extinction coefficient, ความเข้มแสง, ความเร็วลม, ค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ และนำค่าเหล่านี้ไปใส่ค่าคงที่ใน Constant Data ซึ่งในการคำนวณจากแบบจำลองนั้นค่าสัมประสิทธิ์ในการเติมอากาศจะใช้สมการของ O'Conner

and Dobbins ซึ่งค่านี้เป็นช่วงค่ามาตรฐานของลำน้ำของประเทศสหรัฐอเมริกา แต่เป็นสมการที่ใกล้เคียงกับสภาพของลำน้ำแม่กลองมากที่สุด (ภาพที่ 15)

9.5 Loads เป็นข้อมูลในส่วนของค่าความสกปรกในรูป BOD ทั้งจากประชากรและโรงงานอุตสาหกรรมในแต่ละ Segment ที่คำนวณได้ในปัจจุบัน (พ.ศ.2545) (ภาพที่ 16)

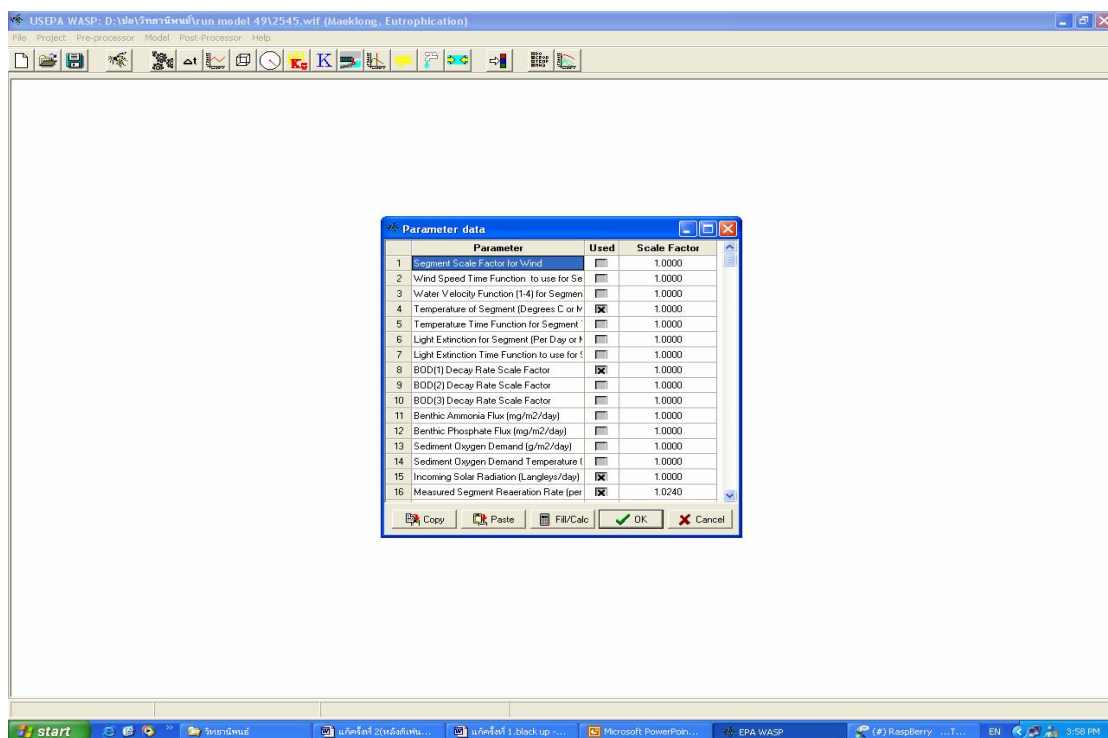
9.6 Time Functions เนื่องจากเลือกใช้การคำนวณแบบ Steady – state จึงกำหนดค่า Time function เท่ากับ 0

9.7 Exchanges เป็นตัวกำหนดค่า Cross sectional areas และ Dispersion coefficient ในแต่ละ Segment ในส่วนนี้ประกอบด้วย 4 ตาราง ในกรณีที่เลือกคำนวณ Surface water จะต้องเลือก Water column dispersion เป็น preprocessor หรือกำหนดตัวเลขของ Exchange field เท่ากับ 1 (ภาพที่ 17)

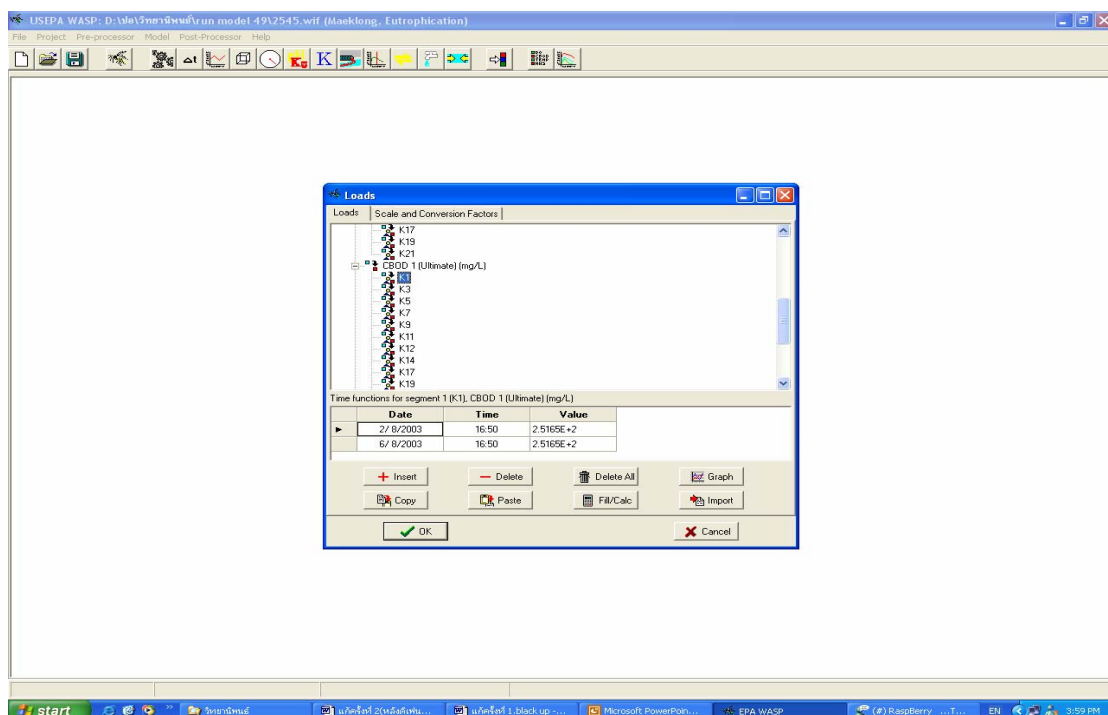
1) Exchange Fields เป็นตารางแรกที่อยู่ทางบนซ้ายของหน้าจอ ในส่วนนี้ผู้ป้อนข้อมูลต้องเลือก Types of Exchange ซึ่งมี 2 ชนิด คือ

(1) Surface Water Exchange เป็นการศึกษาในส่วนที่เป็น Surface Water ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้เนื่องจากเป็นการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับค่าการเติมอากาศของ segment

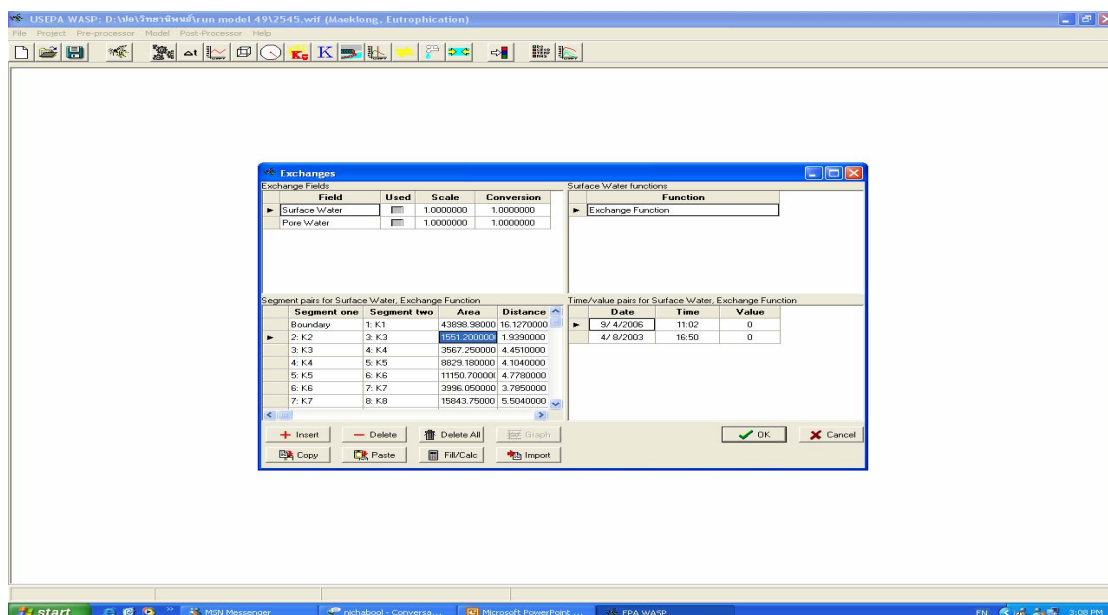
(2) Pore Water Exchange เป็นการศึกษาในส่วนที่ต่อเนื่องจากผิวน้ำซึ่งเป็นการคำนวณการเปลี่ยนแปลงของน้ำ



ภาพที่ 15 หน้าจอ Parameters Data



ภาพที่ 16 หน้าจอ Loads



ภาพที่ 17 หน้าจอ Exchanges

2) Dispersion Function ในแต่ละ Exchange Fields จะมี 10 Exchange Function และในแต่ละค่าจะมีให้กำหนดค่า Exchange Segment แต่ละคู่ และจะใช้เชื่อมโยงกับ Dispersion Time Function

3) Segment Pairs เป็นการคำนวณการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่าง segment

4) Cross Sectional Area ค่าพื้นที่หน้าตัด โดยใส่ค่าพื้นที่หน้าตัดของแต่ละ segment และระยะห่างระหว่าง segment

5) Characteristic Mixing Length ระยะทางจะมีผลต่อสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย

6) Dispersion Time Function เป็นการใส่ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในแต่ละช่วงเวลา

9.8 Flows อัตราการไหล เลือกใช้แบบ Transport of internal flows เนื่องจากแบบจำลองประมวลผลในลักษณะ Steady – state ข้อมูลที่ต้องป้อนเข้าคือ Advective flows ในหน่วย ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที โดยทำการป้อนอัตราการไหลของแต่ละ segment ตามวันและเวลาที่ทำการตรวจวัด และกำหนดส่วนเหนือน้ำหรือท้ายน้ำ ชนิดของการไหลมี 6 ชนิด (ภาพที่ 18) คือ

- (1) Surface Water Flow
- (2) Pore Water
- (3) Solid Transport 1
- (4) Solid Transport 2
- (5) Solid Transport 3
- (6) Evaporation / Precipitation

1) Flow Function

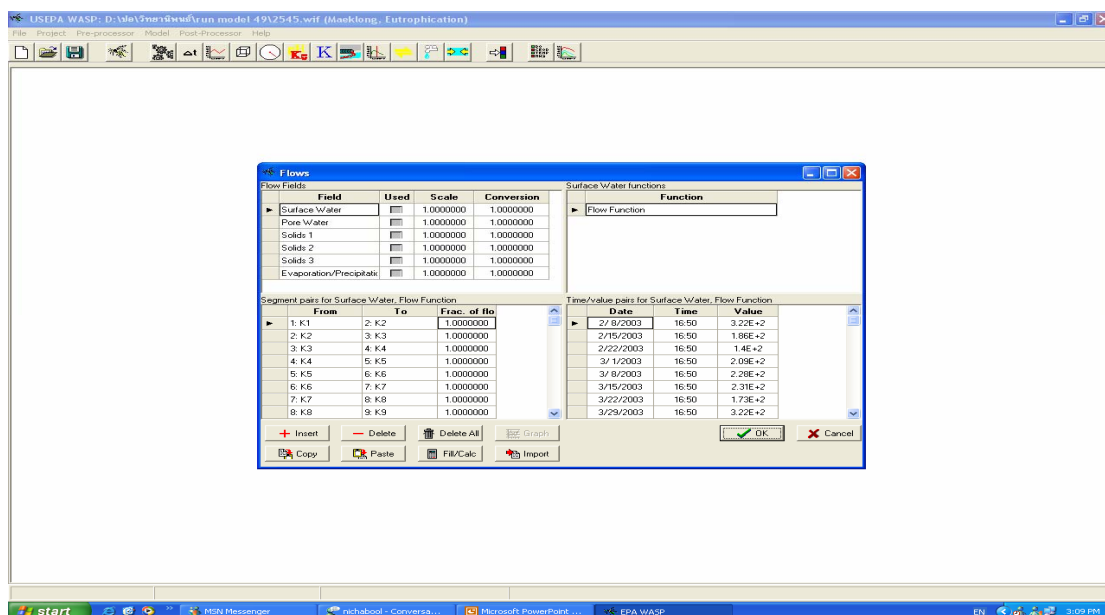
- (1) Segment Flow เป็นการกำหนดค่าการไหลของแต่ละ Segment
- (2) Fraction of Flow เป็นการใส่ค่า Fraction of The Flow ที่เคลื่อนย้ายจาก Segment หนึ่ง ไปยังอีก Segment หนึ่ง

2) Flow Time Function เป็นการป้อนข้อมูลการไหลตามเวลาที่เปลี่ยนแปลง

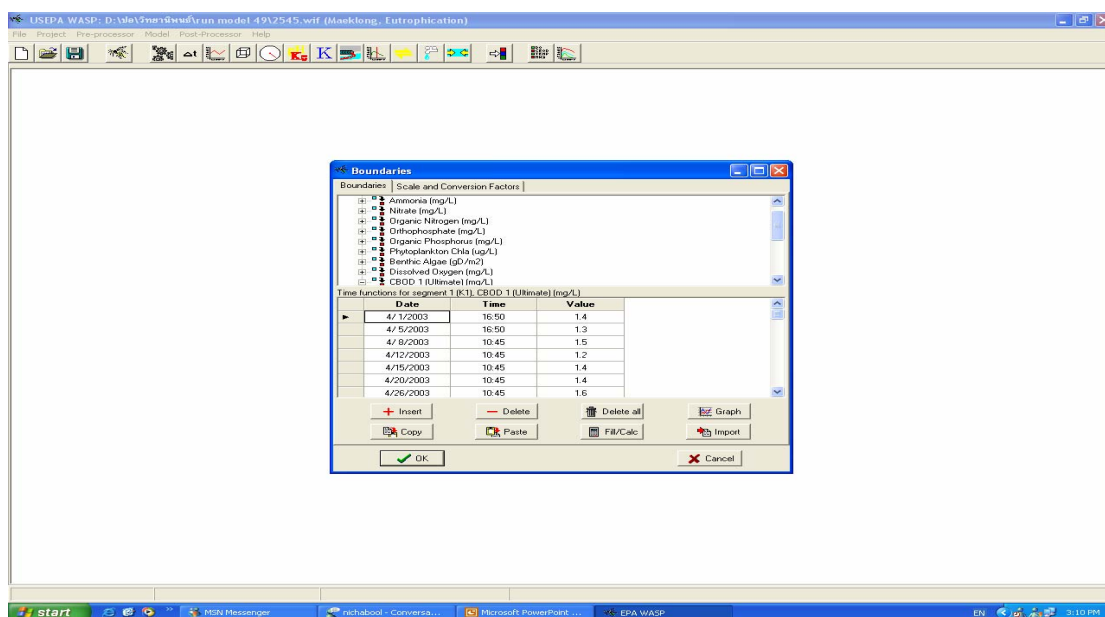
9.9 Boundary Conditions เป็นส่วนของ Tributary flow (Downstream outflow) หรือ Open water end ซึ่งต้องกำหนดค่า Boundary conditions ทั้งในส่วน Inflow ,Outflow (ภาพที่ 19)

9.10 Output Control เป็นการกำหนดให้แบบจำลองทำการประมวลผลในพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้แบบจำลองทำการประมวลผลในดัชนี DO และ BOD (ภาพที่ 20)

10. ให้แบบจำลองประมวลผลและทำการแปรผลออกมาในรูปกราฟของค่าต่าง ๆ



ภาพที่ 18 หน้าจอ Flows



ภาพที่ 19 หน้าจอ Boundaries

ตารางที่ 7 การคาดประมาณประชากร และอัตราต่าง ๆ ของประเทศไทย พ.ศ. 2533 - 2563

ปี	ประชากร กลางปี 1 ก.ค. (ล้านคน)	อัตราเพิ่ม ตาม ธรรมชาติ	อัตรา เจริญพันธุ์ รวม	อัตราทดแทน เจริญพันธุ์ สุทธิ	อัตราเกิด (ต่อพัน)	อัตราตาย (ต่อพัน)	อัตราตาย ทารก
2533	55.84	1.34	2.26	1.05	20.26	6.82	35.08
2534	56.57	1.29	2.22	1.03	19.88	6.96	34.47
2535	57.29	1.24	2.19	1.01	19.50	7.10	33.86
2536	58.01	1.19	2.15	0.99	19.12	7.24	33.25
2537	58.71	1.14	2.11	0.97	18.74	7.38	32.64
2538	59.40	1.08	2.07	0.96	18.36	7.52	32.04
2539	60.00	1.03	2.03	0.94	17.98	7.66	31.43
2540	60.60	0.98	2.00	0.92	17.60	7.80	30.82
2541	61.20	0.95	1.98	0.91	17.32	7.84	30.27
2542	61.81	0.92	1.96	0.90	17.04	7.88	29.72
2543	62.41	0.88	1.93	0.89	16.76	7.92	29.17
2544	62.91	0.85	1.91	0.89	16.48	7.96	28.62
2545	63.43	0.82	1.89	0.88	16.20	8.00	28.07
2546	63.96	0.79	1.88	0.87	15.96	8.08	27.59
2547	64.49	0.76	1.87	0.87	15.72	8.16	27.11
2548	65.03	0.72	1.85	0.86	15.48	8.24	26.64
2549	65.47	0.69	1.84	0.86	15.24	8.32	26.16
2550	65.94	0.66	1.83	0.85	15.00	8.40	25.68
2551	66.19	0.64	1.82	0.85	14.80	8.44	25.26
2552	66.69	0.61	1.81	0.85	14.60	8.48	24.83
2553	67.23	0.59	1.81	0.85	14.40	8.52	24.41
2554	67.71	0.56	1.80	0.84	14.20	8.56	23.98
2555	68.19	0.54	1.79	0.84	14.00	8.60	23.56
2556	68.79	0.51	1.79	0.84	13.84	8.70	23.18
2557	68.96	0.49	1.78	0.84	13.68	8.80	22.80
2558	69.08	0.46	1.78	0.84	13.52	8.90	22.41
2559	69.31	0.44	1.77	0.84	13.36	9.00	22.03
2560	69.58	0.41	1.77	0.83	13.20	9.10	21.65

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ปี	ประชากร กลางปี 1 ก.ค. (ล้านคน)	อัตราเพิ่ม ตาม ธรรมชาติ	อัตรา เจริญ พันธุ์รวม	อัตราทดแทน เจริญพันธุ์ สุทธิ	อัตราเกิด (ต่อพัน)	อัตราตาย (ต่อพัน)	อัตราตาย ทารก
2562	70.21	0.36	1.76	0.83	12.88	9.30	20.89
2563	70.50	0.33	1.76	0.83	12.72	9.40	20.50

ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรื, 2538

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

ในการศึกษา การประเมินคุณภาพน้ำของแม่น้ำแม่กลองโดยใช้แบบจำลอง WASP 7.0 ในดัชนีค่า DO และ BOD นั้น จำเป็นต้องศึกษาปริมาณการระคายเคืองจากชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรม โดยการคิดการระคายเคืองที่เกิดขึ้นจากชุมชนและอุตสาหกรรมนั้นจะประเมินเฉพาะชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ริมแม่น้ำแม่กลอง ระยะทางจากลำน้ำ 0 – 1 กิโลเมตร ส่วนที่นอกเหนือจากนี้ จะถือว่า ลำน้ำสามารถมีการฟอกตัวเองได้ จึงไม่คิดค่าความสกปรก และแบ่งช่วงตามช่วงของลำน้ำออกเป็น Segments เพื่อง่ายต่อการนำไปใช้คำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ได้ทำการแบ่งแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง ตั้งแต่ท้ายเขื่อนแม่กลอง ตำบลปากแพรก อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี จนถึงปากแม่น้ำแม่กลอง ที่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ได้แบ่งออกเป็น 21 segments และทำการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ อัตราการไหล หน้าตัดของลำน้ำ และคำนวณการระคายเคืองในแต่ละสถานี ทั้ง 21 สถานี ส่วนข้อมูลบางค่า นั้น เช่น ค่าพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำในสถานีที่ 21 เป็นสถานีปากแม่น้ำแม่กลองจึงไม่สามารถทำการเก็บข้อมูลได้จึงใช้ข้อมูลหน้าตัดของลำน้ำในสถานีใกล้เคียง (K20) มาใส่ในแบบจำลองแทนในการนำข้อมูลป้อนเข้าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น จะใช้ค่าดัชนีคุณภาพน้ำในช่วงแล้งฝน (dry period) เนื่องจากถือว่าเป็นช่วงที่วิกฤติที่สุดของแม่น้ำแม่กลอง ผลการศึกษามีดังนี้

1. แม่น้ำแม่กลอง

1.1 คุณภาพน้ำ

จากการเก็บข้อมูลภาคสนามเมื่อเดือนเมษายน 2545 และเดือนสิงหาคม 2545 ซึ่งเป็นตัวแทนในช่วงแล้งฝน และช่วงมีฝน ได้ผลคุณภาพน้ำของแม่น้ำแม่กลองในแต่ละดัชนีคุณภาพน้ำ ดังนี้ (ตารางที่ 8)

อุณหภูมิของน้ำ จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิของน้ำในช่วงฤดูแล้ง อุณหภูมิมีค่าสูงสุดที่สถานี K16 และ K17 มีค่าเท่ากับ 31.0 องศาเซลเซียส และมีค่าต่ำสุดที่สถานี K12 มีค่าเท่ากับ 28.9 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยในฤดูแล้งเท่ากับ 30.3 องศาเซลเซียส ส่วนในช่วงฤดูน้ำหลาก มีอุณหภูมิสูงสุดที่สถานี K15, K16 และ K17 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30.8 องศาเซลเซียส และมีค่า

ตารางที่ 8 แสดงค่าดัชนีคุณภาพน้ำในแต่ละสถานี ในช่วงน้ำแล้งและน้ำหลากของแม่น้ำแม่กลอง (2545)

station	Dry period							Wet period						
	Temp. (^o C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	Nitrate (mg/l)	Ammonia (mg/l)	Phosphate (mg/l)	Temp. (^o C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	Nitrate (mg/l)	Ammonia (mg/l)	Phosphate (mg/l)
K1	30.3	8.18	8.0	1.4	0.010	0.131	0.120	29.9	8.16	8.1	0.7	0.14	0.122	0.037
K2	30.0	8.05	7.1	1.3	0.006	0.103	0.236	29.5	8.10	7.4	0.6	0.14	0.078	0.083
K3	30.3	8.14	7.0	1.5	0.006	0.109	0.163	29.8	8.15	7.3	0.7	0.15	0.082	0.039
K4	30.3	8.13	6.6	1.2	0.008	0.085	0.182	29.7	8.12	6.9	0.7	0.15	0.162	0.086
K5	29.8	8.10	6.2	1.4	0.007	0.105	0.113	29.4	8.11	6.7	0.7	0.14	0.095	0.05
K6	30.4	8.07	6.1	1.4	0.009	0.117	0.160	29.7	8.11	6.6	0.7	0.15	0.103	0.042
K7	30.1	8.09	5.8	1.6	0.007	0.120	0.098	29.7	8.13	6.5	0.8	0.14	0.170	0.041
K8	30.0	8.09	5.7	1.4	0.007	0.113	0.143	29.6	8.12	6.4	0.7	0.15	0.130	0.048
K9	30.2	8.08	5.7	1.4	0.008	0.166	0.083	29.6	8.11	6.3	0.7	0.16	0.158	0.034
K10	29.5	8.10	5.3	1.1	0.009	0.197	0.105	29.3	8.11	6.2	0.8	0.20	0.166	0.044
K11	29.2	8.09	5.3	1.2	0.011	0.148	0.233	29.5	8.12	6.2	0.6	0.16	0.178	0.082
K12	28.9	8.10	5.1	1.0	0.012	0.139	0.231	29.3	8.11	6.2	0.7	0.16	0.168	0.118
K13	30.3	8.12	5.4	1.3	0.014	0.169	0.171	30.4	8.11	5.8	1.0	0.17	0.195	0.105
K14	30.9	8.12	5.4	1.4	0.014	0.180	0.208	30.4	8.09	5.8	0.7	0.18	0.187	0.129

ตารางที่ 8 (ต่อ)

station	Dry period							Wet period						
	Temp. (°C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	Nitrate (mg/l)	Ammonia (mg/l)	Phosphate (mg/l)	Temp. (°C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	Nitrate (mg/l)	Ammonia (mg/l)	Phosphate (mg/l)
K15	30.9	8.12	5.5	1.5	0.013	0.146	0.375	30.8	8.08	5.6	1.0	0.18	0.219	0.126
K16	31.0	8.14	5.4	1.3	0.014	0.142	0.201	30.8	8.08	5.5	0.7	0.20	0.229	0.128
K17	31.0	8.13	5.3	1.5	0.014	0.207	0.397	30.8	8.06	5.1	0.9	0.26	0.211	0.151
K18	30.8	8.13	5.2	1.5	0.014	0.137	0.186	30.6	8.04	5.1	1.1	0.19	0.225	0.141
K19	30.7	8.09	5.1	1.5	0.014	0.164	0.355	30.4	8.06	5.0	0.9	0.20	0.230	0.131
K20	30.5	8.13	5.0	1.5	0.017	0.135	0.223	30.4	8.02	4.9	0.9	0.26	0.192	0.150
K21	30.5	8.06	4.6	1.4	0.017	0.212	0.486	30.0	7.99	4.3	0.9	0.29	0.213	0.230

ต่ำสุดที่สถานี K10 และ K12 มีค่าเท่ากับ 29.3 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยในฤดูน้ำหลากเท่ากับ 29.9 องศาเซลเซียส

ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) จากการศึกษพบว่าค่า pH ของแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง ในช่วงฤดูแล้งพบว่าค่าอยู่ในช่วง 8.05 – 8.18 โดยมีค่าสูงสุดที่สถานี K1 มีค่าเท่ากับ 8.18 และมีค่าต่ำสุดที่สถานี K2 มีค่าเท่ากับ 8.05 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.11 ส่วนในฤดูน้ำหลากค่า pH อยู่ในช่วง 7.99 – 8.16 โดยมีค่าสูงสุดที่สถานี K1 มีค่าเท่ากับ 8.16 และมีค่าต่ำสุดที่สถานี K21 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.99 และมีค่าเฉลี่ยในช่วงฤดูน้ำหลากเท่ากับ 8.09

ค่า DO ในแม่น้ำแม่กลองในปี พ.ศ.2545 พบว่าในช่วงฤดูแล้ง มีค่าสูงสุดที่สถานี K1 ซึ่งเป็นสถานีที่ออกจากเขื่อนแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี มีค่าเท่ากับ 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าน้อยที่สุดที่สถานี K21 ซึ่งเป็นสถานีที่ปากน้ำแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม มีค่าเท่ากับ 4.6 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในช่วงฤดูน้ำหลากพบว่าค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี K1 เช่นกันมีค่าเท่ากับ 8.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าต่ำสุดอยู่ที่สถานี K21 มีค่าเท่ากับ 4.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถือว่าคุณภาพน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ดี และค่า DO มีแนวโน้มลดลงจากต้นน้ำไปยังปลายน้ำ

ค่า BOD ในแม่น้ำแม่กลองในปี พ.ศ.2545 พบว่าในช่วงฤดูแล้ง มีค่าสูงสุดที่สถานี K7 มีค่าเท่ากับ 1.6 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดที่สถานี K12 มีค่าเท่ากับ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในฤดูน้ำหลาก พบว่าค่า BOD สูงสุดที่สถานี K18 มีค่าเท่ากับ 1.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดที่สถานี K2 และ K11 มีค่าเท่ากับ 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในฤดูน้ำหลากเท่ากับ 0.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถือว่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี

ในเขตทโนโตรเจนในแม่น้ำแม่กลองปี พ.ศ.2545 ในช่วงฤดูแล้ง มีค่าสูงสุดที่สถานี K20 และ K21 มีค่าเท่ากับ 0.017 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดที่สถานี K2 และ K3 มีค่าเท่ากับ 0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในฤดูแล้งเท่ากับ 0.011 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในฤดูน้ำหลากมีค่าสูงสุดที่สถานี K21 มีค่าเท่ากับ 0.290 มิลลิกรัมต่อลิตรที่สถานี ค่าต่ำสุดที่สถานี K1, K2, K5 และ K7 มีค่าเท่ากับ 0.140 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.180 มิลลิกรัมต่อลิตร

แอมโมเนีย ในแม่น้ำแม่กลองปีพ.ศ.2545 จากการศึกษาพบว่า ในช่วงฤดูแล้ง ค่าสูงสุดที่สถานี K21 มีค่าเท่ากับ 0.212 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดที่สถานี K4 มีค่าเท่ากับ 0.085 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยในฤดูแล้งเท่ากับ 0.179 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงน้ำหลากมีค่าสูงสุดที่สถานี K19 มีค่าเท่ากับ 0.230 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดที่สถานี K2 มีค่าเท่ากับ 0.078 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยในฤดูน้ำหลากเท่ากับ 0.167 มิลลิกรัมต่อลิตร

ฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟต ในแม่น้ำแม่กลองปี พ.ศ.2545 พบว่าในช่วงฤดูแล้งมีค่าสูงสุดที่สถานี K21 มีค่าเท่ากับ 0.486 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดที่สถานี K9 มีค่าเท่ากับ 0.083 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยในฤดูน้ำแล้งเท่ากับ 0.213 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในฤดูน้ำหลากพบว่ามีค่าสูงสุดที่สถานี K21 มีค่าเท่ากับ 0.230 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดที่สถานี K9 มีค่าเท่ากับ 0.034 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยในฤดูน้ำหลากเท่ากับ 0.095 มิลลิกรัมต่อลิตร

1.2 อัตราการไหลของน้ำ

(1) การศึกษาภาพหน้าตัดของลำน้ำ

จากสถานีวัดตัวอย่างน้ำในกลุ่มน้ำแม่กลอง ตั้งแต่สถานี K1 บริเวณท้ายเขื่อนแม่กลอง จนถึง สถานี K21 บริเวณปากแม่น้ำ กลุ่มน้ำแม่กลอง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ไหลผ่านสถานีวัดน้ำตั้งแต่ จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดราชบุรี และจังหวัดสมุทรสงครามตามลำดับ จากการศึกษาภาพหน้าตัดของลำน้ำพบว่าความลึกและความกว้างของแม่น้ำแม่กลอง มีความลึกของลำน้ำอยู่ในช่วง 4 – 18 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำอยู่ในช่วง 106 – 222 เมตร ซึ่งในแม่น้ำแม่กลองจะมีความลึกมากที่สุดในช่วงสถานี K20 ซึ่งมีความลึกเท่ากับ 17.6 เมตร และมีความกว้างของแม่น้ำมากที่สุดในช่วงสถานี K11 ซึ่งมีความกว้างลำน้ำเท่ากับ 221.9 เมตร ลักษณะของหน้าตัดของลำน้ำส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งมีลักษณะในแต่ละ segment ดังนี้

ณ สถานี K1 จากการศึกษาพบว่ามีความลึกมากที่สุด 12.7 เมตร พื้นที่ท้องน้ำมีลักษณะไม่เรียบ แต่ก็ไม่ใช่ขรุขระมากนัก มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนเล็ก ๆ และ ณ สถานี K1 นี้มีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 214.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 21

ณ สถานี K2 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำ ณ สถานี K2 พื้นที่ท้องน้ำมีลักษณะเป็นร่องใหญ่ 2 ร่องบริเวณตอนกลางของลำน้ำพื้นที่ท้องน้ำมีลักษณะเป็นเนิน ลำน้ำมีความลึกเท่ากับ 5.3 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 160.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 22

ณ สถานี K3 จากการศึกษาพบว่าลักษณะของพื้นที่ท้องน้ำเป็นลอนคลื่นค่อนข้างขรุขระมาก มีลักษณะเป็นร่องน้ำหลาย ๆ ร่อง มีความลึกที่สุด 4.1 เมตร ซึ่งเป็นช่วงลำน้ำที่ตื้นที่สุดของแม่น้ำแม่กลอง และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 195.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 23

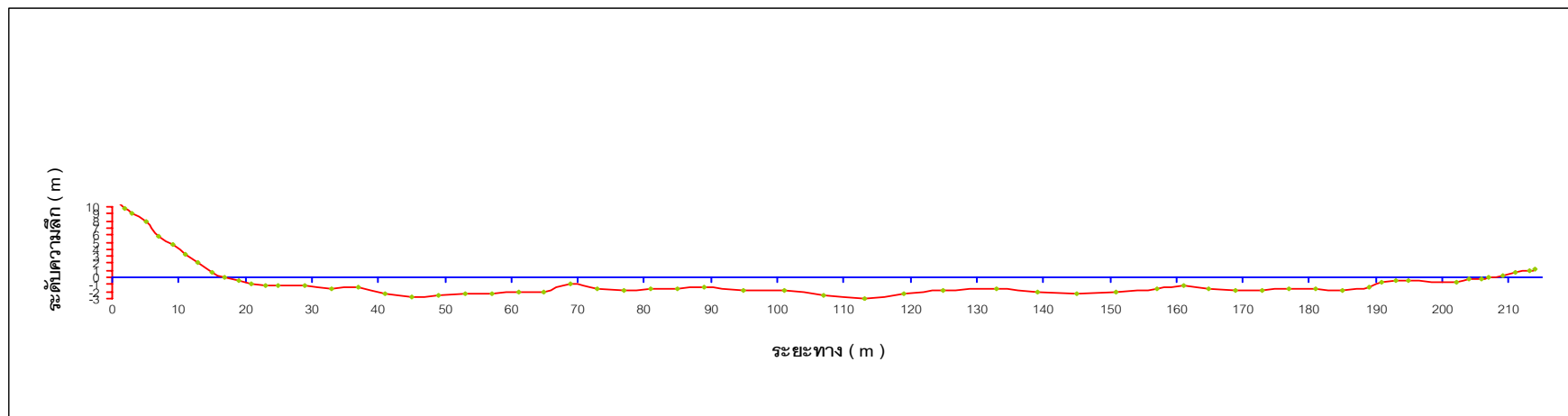
ณ สถานี K4 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำคล้ายรูปสามเหลี่ยมไปทางรูปสี่เหลี่ยม พื้นที่ท้องน้ำค่อนข้างเรียบ มีลูกคลื่นลอนเล็ก ๆ มีความลึกของน้ำ 13.3 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 162.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 24

ณ สถานี K5 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะของพื้นที่ท้องน้ำค่อนข้างเรียบสลับขรุขระ มีความลึกที่สุด 13.3 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 176.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 25

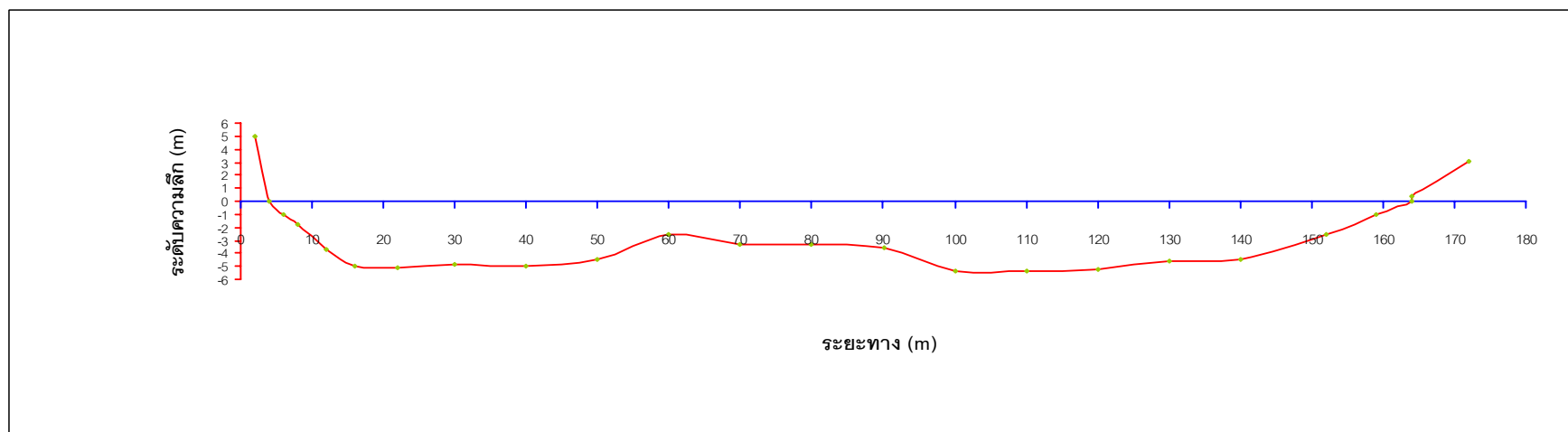
ณ สถานี K6 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำ มีความลาดเทบริเวณริมฝั่งชันมาก เกือบจะตั้งฉากกับพื้นที่ท้องน้ำ พื้นที่ท้องน้ำมีลักษณะเรียบสลับลูกคลื่น มีความลึก 6.36 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 166 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 26

ณ สถานี K7 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำ ความลาดเทบริเวณริมฝั่งมีความชันมาก พื้นที่ท้องน้ำไม่เรียบ มีลักษณะเป็นร่องน้ำหลายร่องสลับกับที่เรียบ มีความลึก 15.7 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 183.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 27

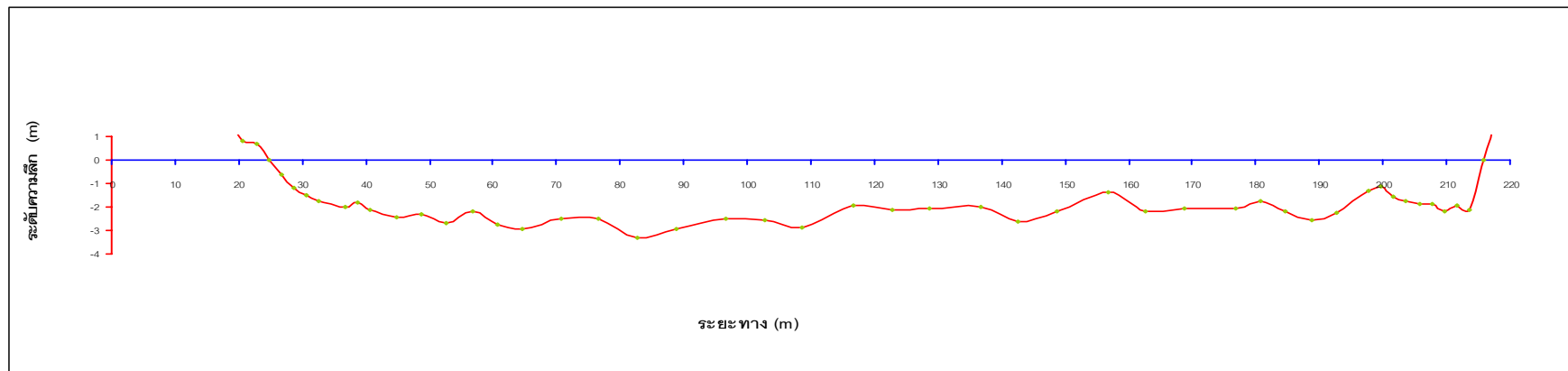
ณ สถานี K8 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำ ความลาดเทบริเวณริมฝั่งค่อนข้างชัน ลำน้ำในสถานีนี้มีความลึก 13.5 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 187.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 28



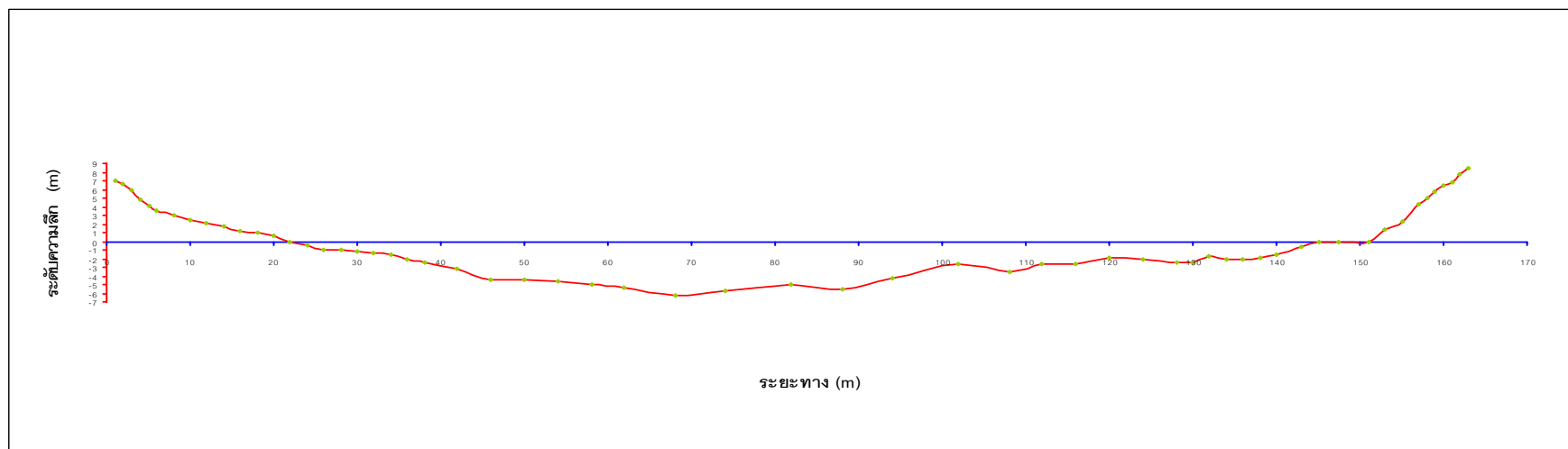
ภาพที่ 21 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K1



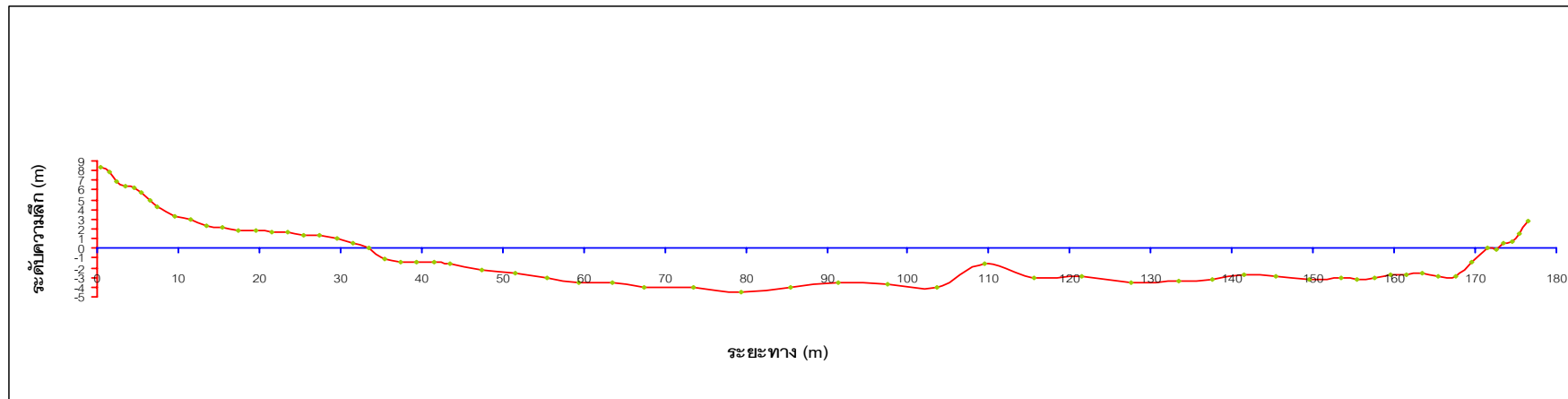
ภาพที่ 22 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K2



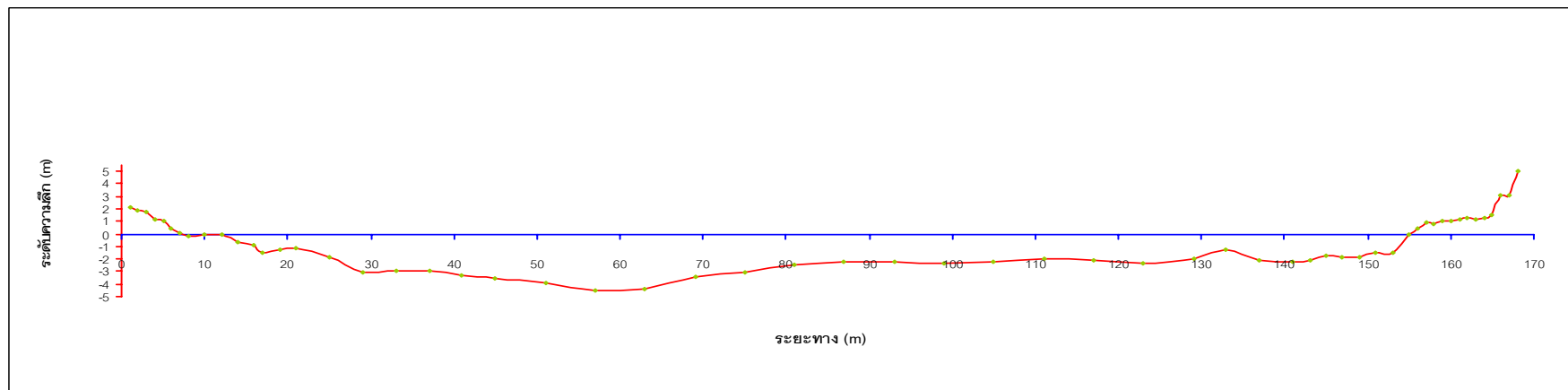
ภาพที่ 23 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K3



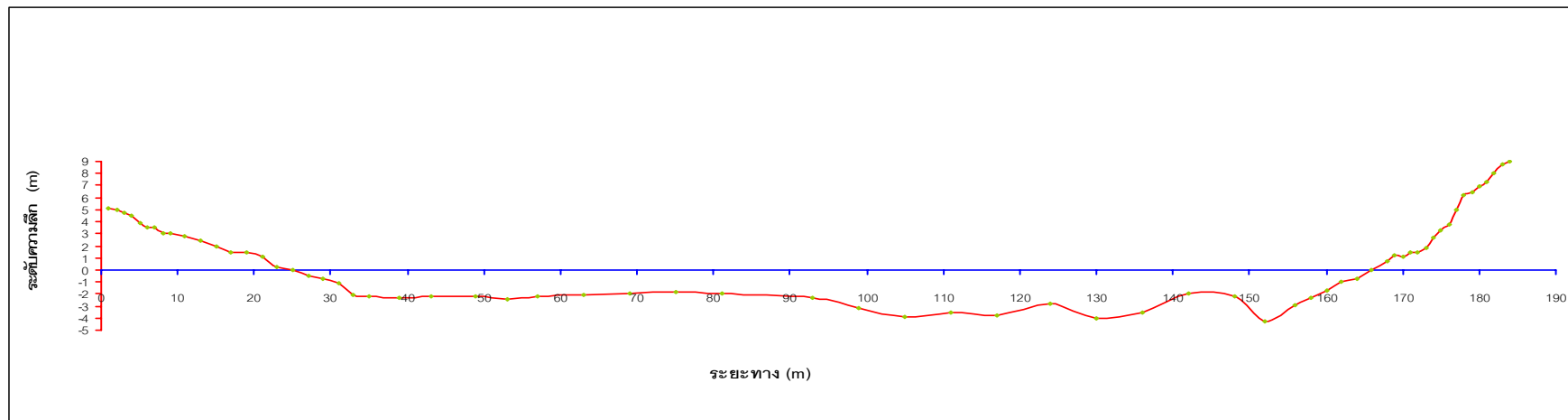
ภาพที่ 24 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K4



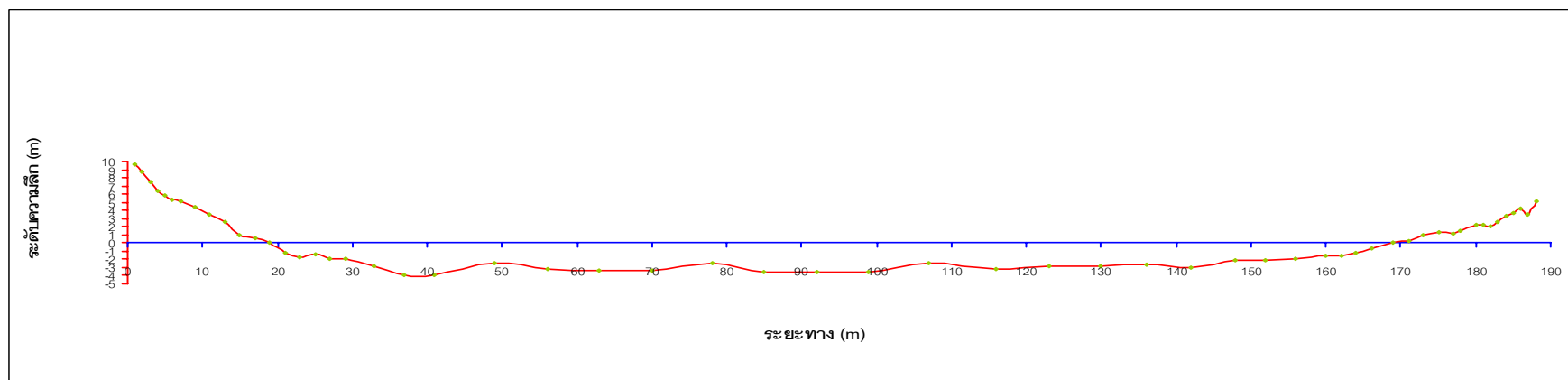
ภาพที่ 25 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K5



ภาพที่ 26 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K6



ภาพที่ 27 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K7



ภาพที่ 28 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K8

ณ สถานี K9 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำ ณ สถานี K9 ความลาดเทบริเวณริมฝั่งชันมาก พื้นที่ท้องน้ำมีลักษณะเป็นร่องน้ำเล็ก ๆ หลาย ๆ ร่อง ลำน้ำมีความลึกเท่ากับ 6.0 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 118.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 29

ณ สถานี K10 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำ มีความลาดเทบริเวณริมฝั่งชันมาก พื้นที่ท้องน้ำค่อนข้างเรียบ มีความลึกของลำน้ำเท่ากับ 11.6 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 199.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 30

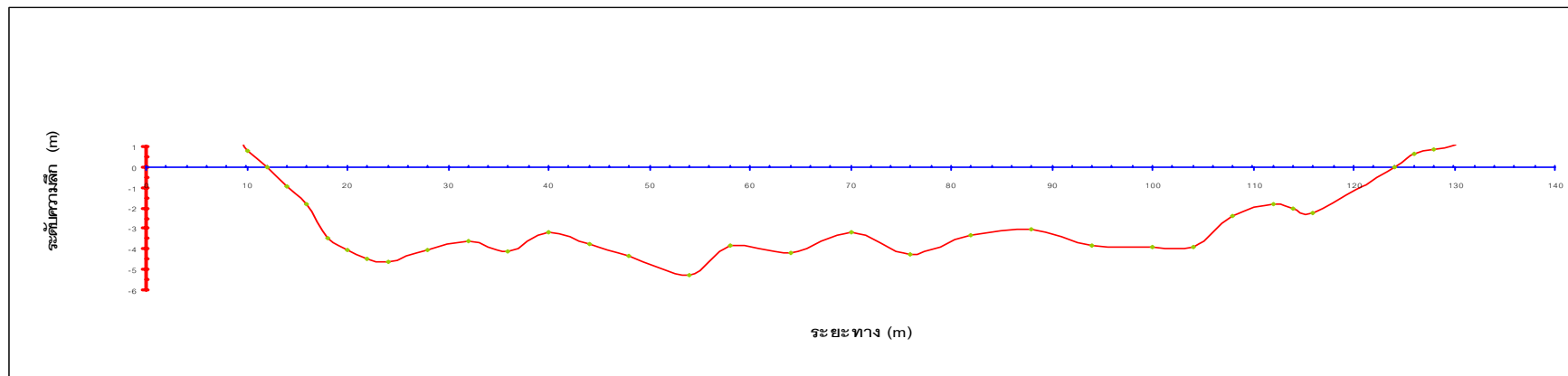
ณ สถานี K11 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำ ณ สถานี K11 มีความลาดเทบริเวณริมฝั่งชันมาก เกือบตั้งฉากกับพื้นที่ท้องน้ำ ในช่วงใกล้ริมฝั่งทั้งสองฝั่งลำน้ำจะตื้นและถัดออกไปจะลึก มีความลึกของลำน้ำเท่ากับ 8.2 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 221.9 เมตร ซึ่งเป็นช่วงที่กว้างที่สุดของแม่น้ำแม่กลอง ดังแสดงในภาพที่ 31

ณ สถานี K12 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำ ณ สถานี K12 พื้นที่ท้องน้ำมีลักษณะเป็นร่องใหญ่ 2 ร่องบริเวณตอนกลางของลำน้ำพื้นที่ท้องน้ำมีลักษณะเป็นเนิน ลำน้ำมีความลึกเท่ากับ 10.3 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 170.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 32

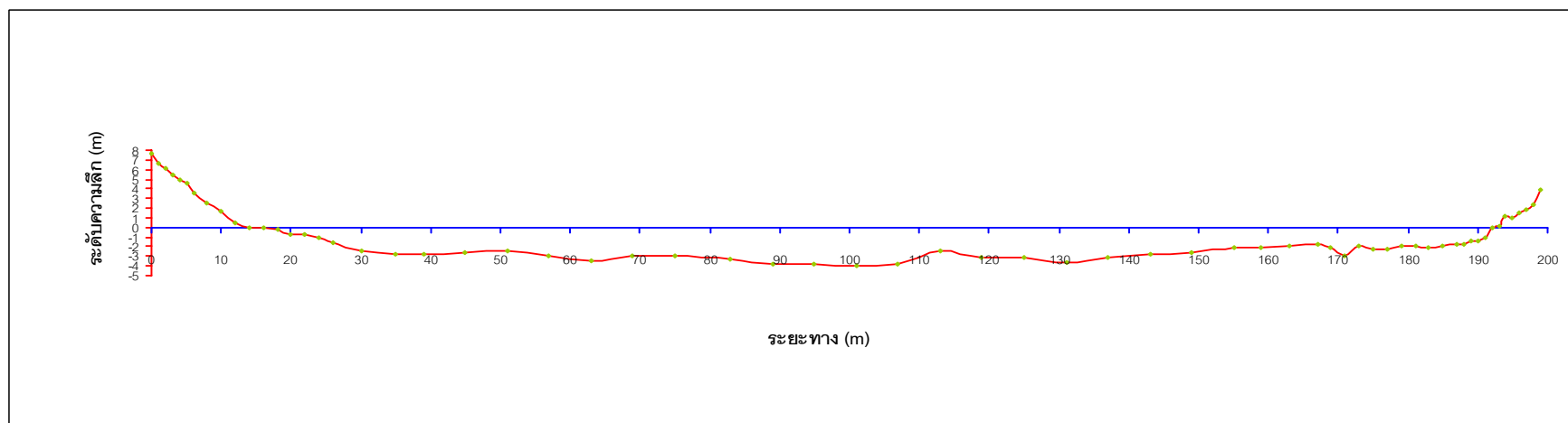
ณ สถานี K13 จากการศึกษาพบว่า พื้นที่ท้องน้ำ ณ สถานี K13 ค่อนข้างเรียบ ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำ ความลาดเทบริเวณริมฝั่งชันมาก มีความลึกของลำน้ำเท่ากับ 8.8 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 139.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 33

ณ สถานี K14 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำ พื้นที่ท้องน้ำ ณ สถานี K14 มีลักษณะเป็นร่องน้ำใหญ่ 3 ร่อง มีความลาดเทบริเวณริมฝั่งค่อนข้างมาก ลำน้ำมีความลึก 13.5 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 106.0 เมตร ซึ่งเป็นช่วงที่แคบที่สุดของแม่น้ำแม่กลอง ดังแสดงในภาพที่ 34

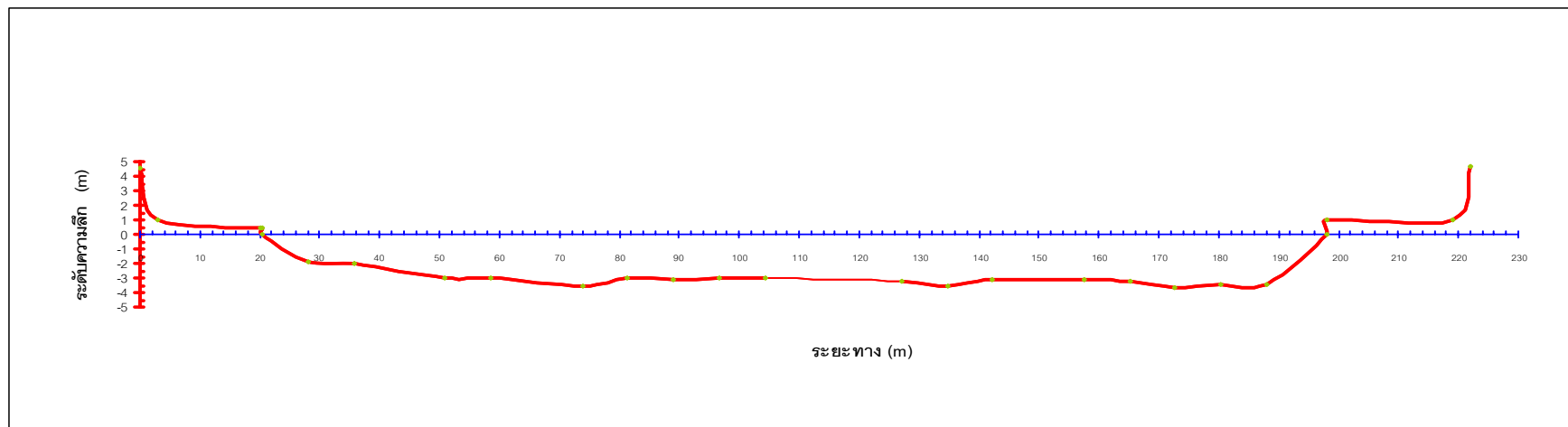
ณ สถานี K15 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำ มีความลาดเทบริเวณริมฝั่งชันมาก พื้นที่ท้องน้ำค่อนข้างเรียบ มีความลึกของลำน้ำเท่ากับ 10.4 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 195.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 35



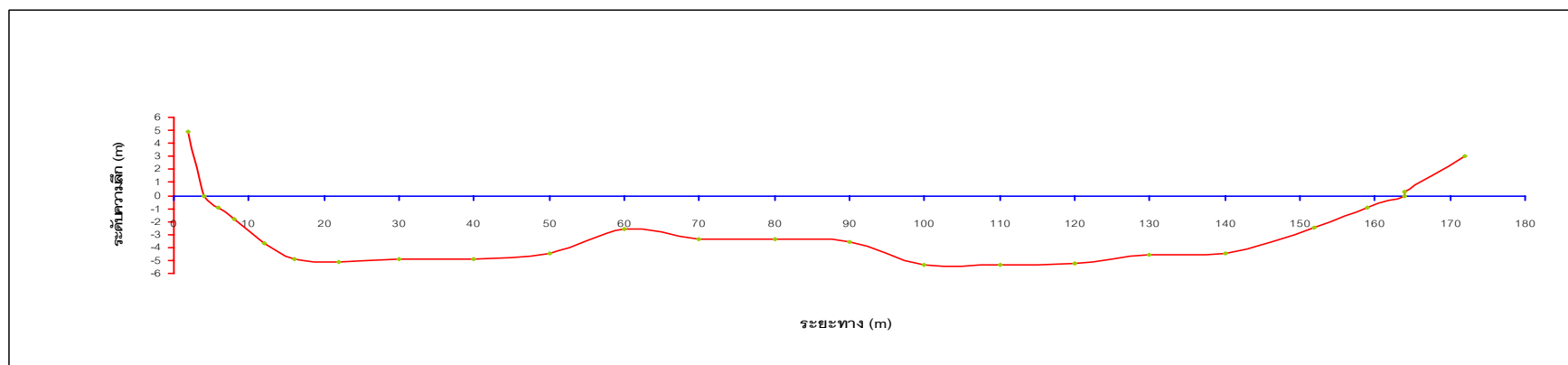
ภาพที่ 29 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K9



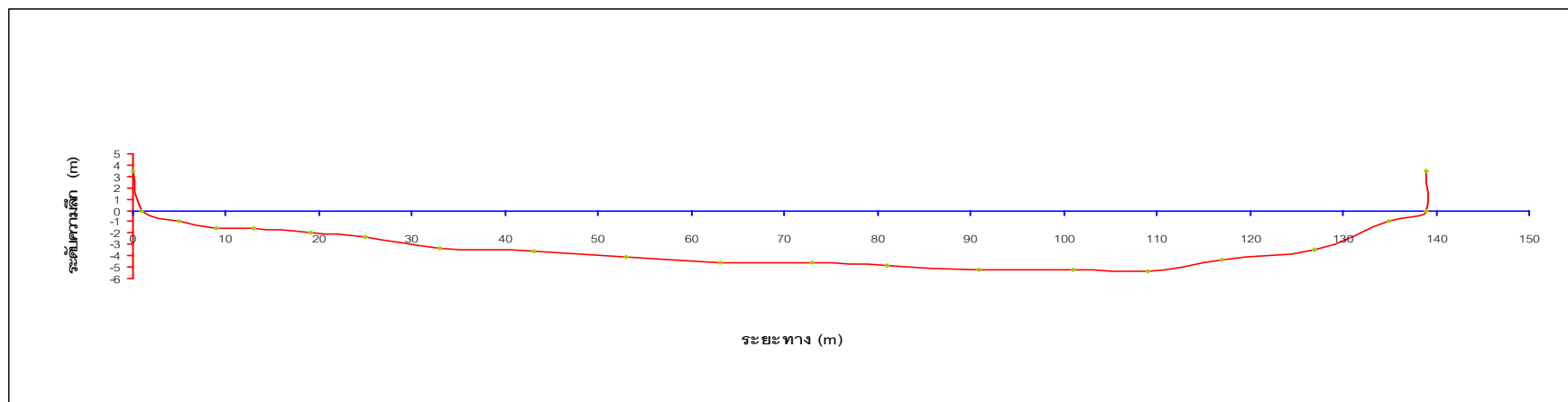
ภาพที่ 30 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K10



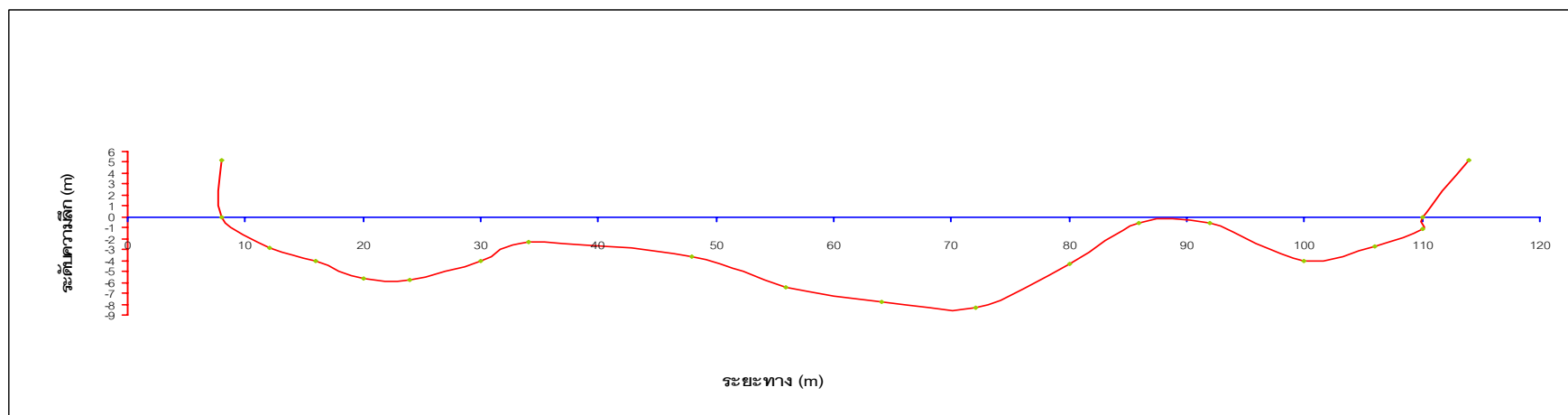
ภาพที่ 31 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K11



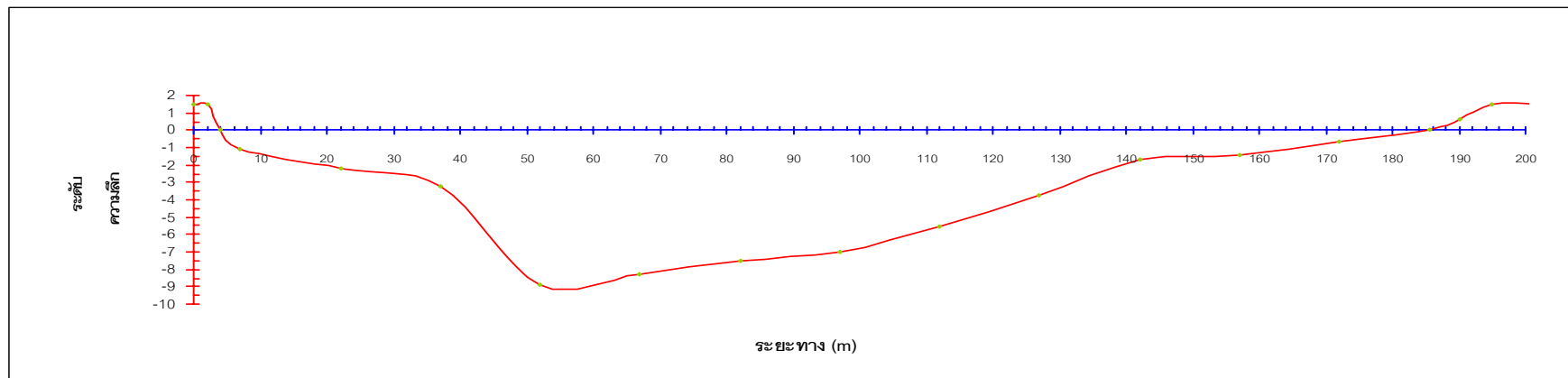
ภาพที่ 32 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K12



ภาพที่ 33 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K13



ภาพที่ 34 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K14



ภาพที่ 35 ภาพหน้าตัดของแม่นำแม่กลองที่สถานี K15

ณ สถานี K16 จากการศึกษาลักษณะหน้าตัดของลำน้ำพบว่า พื้นที่ท้องน้ำด้านหนึ่งมีลักษณะเป็นร่องน้ำเล็ก ๆ เป็นลูกคลื่น ส่วนอีกด้านหนึ่งค่อนข้าง มีความลึกของลำน้ำเท่ากับ 8.9 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 146.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 36

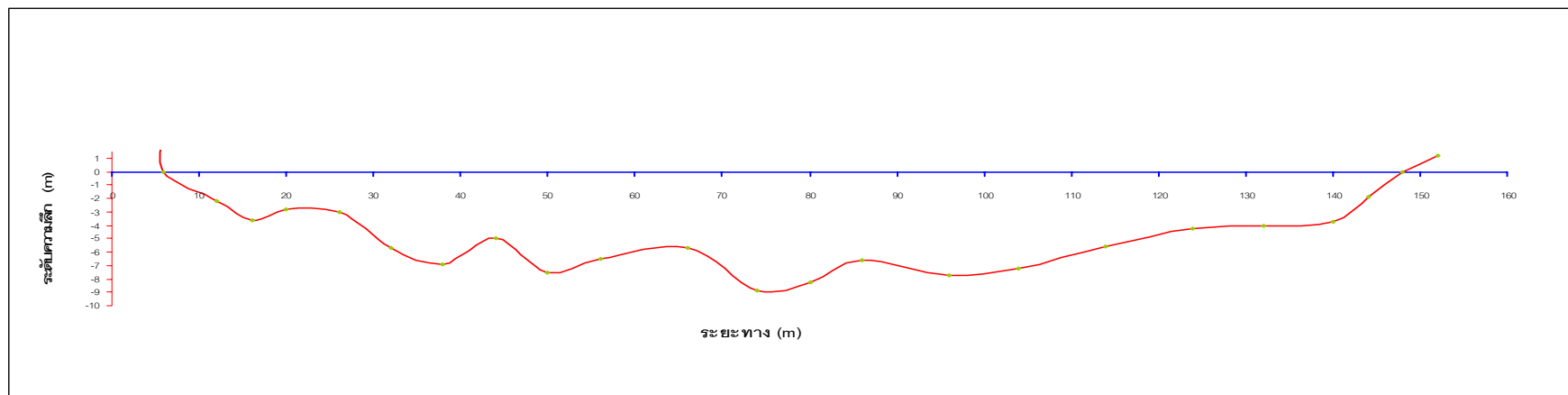
ณ สถานี K17 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำ พื้นที่ท้องน้ำค่อนข้างเรียบ ริมฝั่งมีความลาดเทค่อนข้างชันมาก มีความลึกของลำน้ำเท่ากับ 7.7 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 158.2 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 37

ณ สถานี K18 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำ ณ สถานี K18 พื้นที่ท้องน้ำมีลักษณะค่อนข้างเรียบ มีความลึกของลำน้ำเท่ากับ 10.4 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 195.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 38

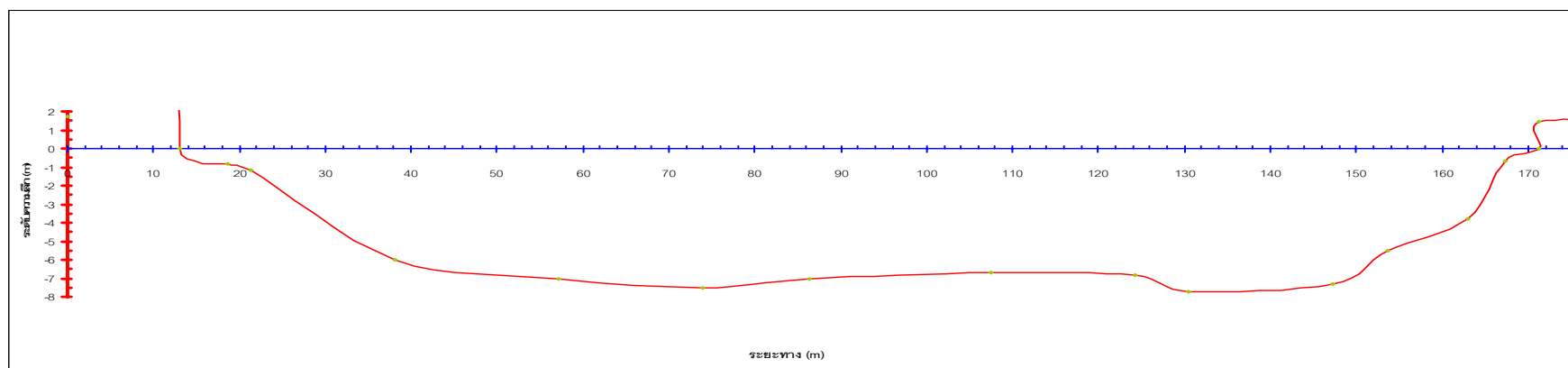
ณ สถานี K19 จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำ ณ สถานี K19 พื้นที่ท้องน้ำค่อย ๆ ลาดเท และมีลักษณะเป็นร่องน้ำเล็ก ๆ เป็นลูกคลื่น มีความลึกของลำน้ำเท่ากับ 13.5 เมตร และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 157.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 39

ณ สถานี K20 อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม จากการศึกษาพบว่า ลักษณะหน้าตัดของลำน้ำมีความลาดชันและลึก มีความลึกของลำน้ำเท่ากับ 17.6 เมตร ซึ่งเป็นบริเวณที่ลึกที่สุดของแม่น้ำแม่กลอง และมีความกว้างของลำน้ำเท่ากับ 180.0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 40

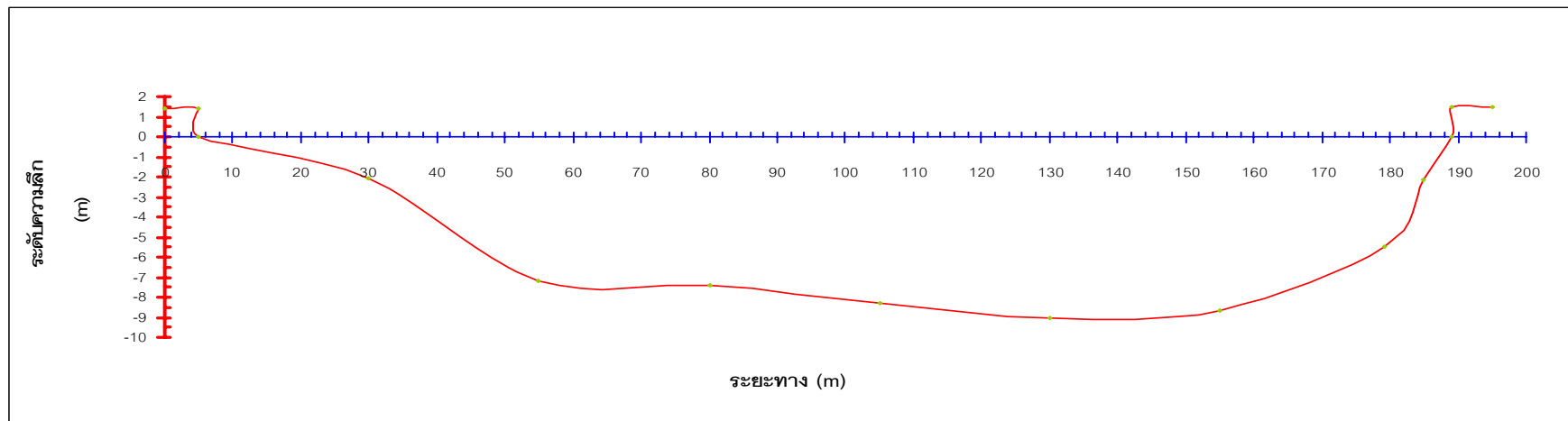
ส่วนในสถานี K21 นั้นเป็นปากแม่น้ำแม่กลองจึงไม่สามารถทำการตรวจวัดได้ ในการป้อนข้อมูลในแบบจำลองนั้นจะใช้ข้อมูลความกว้าง ความยาว และความลึกของลำน้ำ ที่สถานี K20 แทน



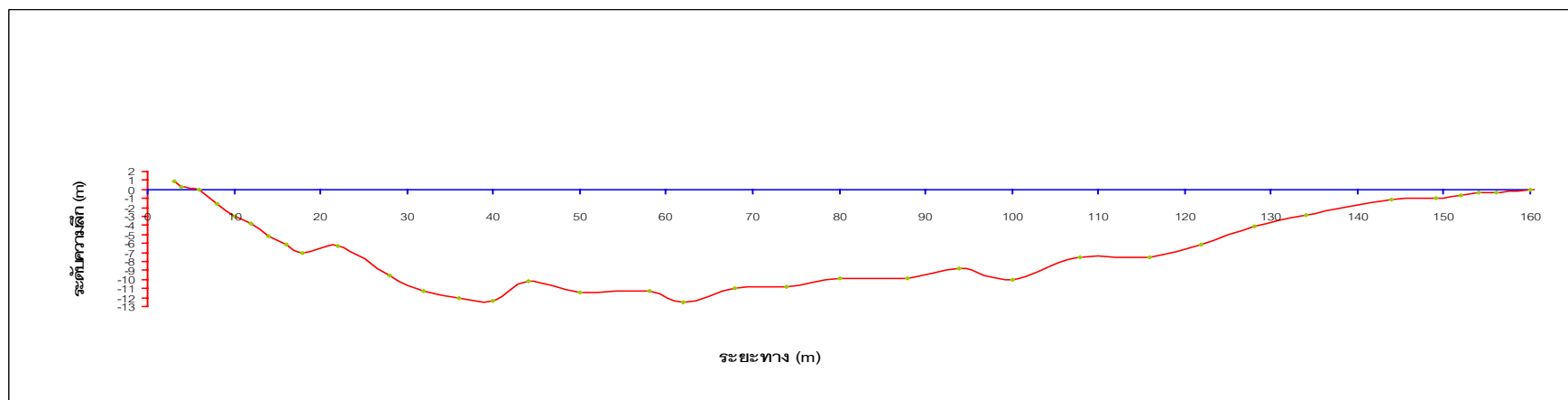
ภาพที่ 36 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K16



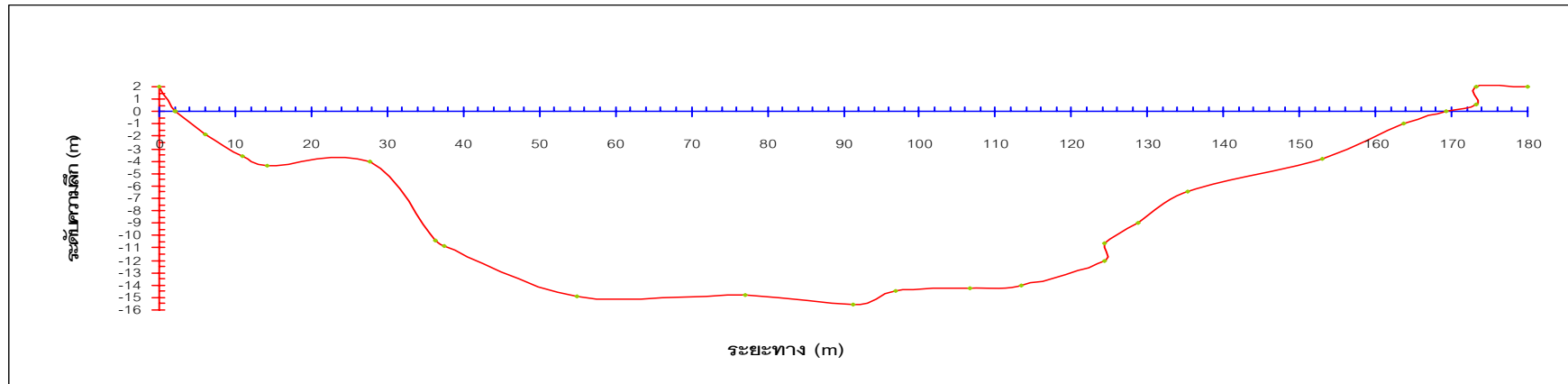
ภาพที่ 37 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K17



ภาพที่ 38 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K18



ภาพที่ 39 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K19



ภาพที่ 40 ภาพหน้าตัดของแม่น้ำแม่กลองที่สถานี K20

(2) การศึกษาอัตราการไหลของน้ำ

จากการศึกษาอัตราการไหลของแม่น้ำแม่กลอง ณ สถานีวัดน้ำ K1 – K20 เริ่มวัดอัตราการไหลตั้งแต่วันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2546 ถึงวันที่ 26 เมษายน พ.ศ.2546 ซึ่งเป็นช่วงแล้งแล้วจะนำมาคำนวณในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถือว่าเป็นภาวะวิกฤติที่สุด ซึ่งตั้งแต่สถานี K17 – K21 จะมีภาวะ น้ำขึ้น – น้ำลง มามีผลต่อการไหลของน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 9

ณ สถานี K1 จากการศึกษาพบว่า อัตราการไหลของน้ำ มีอัตราการไหลสูงสุดวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ.2546 มีอัตราการไหลเท่ากับ 230 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และมีอัตราการไหลของน้ำต่ำที่สุดในวันที่ 19 เมษายน พ.ศ.2546 มีอัตราการไหลเท่ากับ 74 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 141 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ณ สถานี K2 จากการศึกษาพบว่า อัตราการไหลของน้ำ มีอัตราการไหลสูงสุดวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ.2546 มีอัตราการไหลเท่ากับ 290 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และมีอัตราการไหลของน้ำต่ำที่สุดในวันที่ 19 เมษายน พ.ศ.2546 มีอัตราการไหลเท่ากับ 74 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 196 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ณ สถานี K3 จากการศึกษาพบว่า อัตราการไหลของน้ำ มีอัตราการไหลสูงสุดวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ.2546 มีอัตราการไหลเท่ากับ 289 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และมีอัตราการไหลของน้ำต่ำที่สุดในวันที่ 19 เมษายน พ.ศ.2546 มีอัตราการไหลเท่ากับ 73 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 196 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ณ สถานี K4 จากการศึกษาพบว่า อัตราการไหลของน้ำ มีอัตราการไหลสูงสุดวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ.2546 มีอัตราการไหลเท่ากับ 291 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และมีอัตราการไหลของน้ำต่ำที่สุดในวันที่ 19 เมษายน พ.ศ.2546 มีอัตราการไหลเท่ากับ 74 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 204 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ตารางที่ 9 อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำแม่กลอง ณ สถานี K1 - K20 ช่วง Dry Period

ครั้งที่	วันที่	อัตราการไหลของน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)												
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13
1	8 กุมภาพันธ์ 2546	188	265	267	264	323	322	323	322	324	323	325	341	359
2	15 กุมภาพันธ์ 2546	75	111	110	148	186	186	187	185	228	226	224	239	292
3	22 กุมภาพันธ์ 2546	142	141	140	143	142	140	219	219	221	218	219	230	251
4	1 มีนาคม 2546	111	111	110	169	171	209	209	207	209	208	205	219	292
5	8 มีนาคม 2546	111	229	227	228	231	228	229	201	200	197	119	126	181
6	15 มีนาคม 2546	171	231	231	232	231	231	172	170	173	174	175	118	175
7	22 มีนาคม 2546	173	172	172	171	173	173	173	174	172	171	173	181	213
8	29 มีนาคม 2546	230	290	289	291	320	322	320	322	320	323	351	370	409
9	5 เมษายน 2546	171	289	288	289	290	288	291	291	290	290	288	304	348
10	12 เมษายน 2546	111	211	212	210	212	211	212	210	212	210	209	178	199
11	19 เมษายน 2546	74	74	73	74	74	74	74	75	75	75	74	91	157
12	26 เมษายน 2546	133	231	231	232	231	234	232	233	230	233	229	243	262
	ค่าสูงสุด	230	290	289	291	323	322	323	322	324	323	351	370	409
	ค่าต่ำสุด	74	74	73	74	74	74	74	75	75	75	74	91	157
	เฉลี่ย	141	196	196	204	215	218	220	217	221	221	216	220	261

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ครั้งที่	วันที่	อัตราการไหลของน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)										
		K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K17-H	K18-H	K19-H	K20-H
1	8 กุมภาพันธ์ 2546	614	489	542	798	883	947	999	57	322	642	948
2	15 กุมภาพันธ์ 2546	388	304	318	432	549	624	175	162	410	728	972
3	22 กุมภาพันธ์ 2546	344	246	443	700	792	856	1190	574	681	976	1496
4	1 มีนาคม 2546	400	368	362	436	514	523	733	278	374	547	913
5	8 มีนาคม 2546	273	296	323	371	487	642	920	392	562	699	1027
6	15 มีนาคม 2546	281	289	351	444	535	703	960	439	613	749	1012
7	22 มีนาคม 2546	284	286	355	518	636	742	993	379	589	706	1053
8	29 มีนาคม 2546	412	416	471	595	703	873	1038	456	561	673	934
9	5 เมษายน 2546	403	435	494	584	791	927	1114	520	609	671	990
10	12 เมษายน 2546	250	285	358	425	608	758	1014	206	470	576	866
11	19 เมษายน 2546	204	229	326	388	497	621	744	198	358	483	756
12	26 เมษายน 2546	378	385	427	503	583	645	780	193	351	637	926
	ค่าสูงสุด	614	489	542	798	883	947	1190	574	681	976	1496
	ค่าต่ำสุด	204	229	318	371	487	523	175	57	322	483	756
	เฉลี่ย	353	336	397	516	631	739	888	321	492	674	991

ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 888 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และมีอัตราการไหลของน้ำในช่วงน้ำขึ้น มีอัตราการไหลของน้ำสูงสุดวันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2546 มีอัตราการไหลเท่ากับ 1,496 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีอัตราการไหลของน้ำต่ำที่สุดในวันที่ 19 เมษายน พ.ศ.2546 มีอัตราการไหลเท่ากับ 756 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และมีอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 991 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

2. ปริมาณการระเหยจากชุมชน

2.1 การระเหยในปัจจุบัน

ชุมชนที่อยู่ในลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง ตั้งแต่เขื่อนแม่กลอง จ.กาญจนบุรี จนถึงปากแม่น้ำแม่กลอง ที่จังหวัดสมุทรสงคราม ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี สมุทรสงคราม และบางส่วนของจังหวัดนครปฐม พื้นที่ทั้งหมด 4433.1 ตารางกิโลเมตร. มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 357,337 คน ความหนาแน่นของประชากร พื้นที่ จำนวนประชากรในแต่ละเทศบาล และทำการคำนวณจำนวนประชากรที่อาศัยอยู่ริมแม่น้ำแม่กลองในระยะ 0 – 1 กิโลเมตร โดยคำนวณจากพื้นที่เทศบาลที่อยู่ในระยะ 0 – 1 กิโลเมตรจากลำน้ำแม่กลอง แล้วนำมาประเมินปริมาณน้ำเสียนั้น แสดงในตารางที่ 10

ปริมาณการระเหยจากชุมชนที่เกิดขึ้นจากชุมชนในลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง ที่จะนำไปใช้ในการคำนวณโดยใช้สมการคณิตศาสตร์ จากการประเมินการระเหยในแต่ละ segments ของลำน้ำ พบว่า ประชากรที่อาศัยอยู่ในเทศบาลที่อยู่ริมแม่น้ำในระยะ 0 – 1 กิโลเมตร มีจำนวนทั้งสิ้น 114,904 คน ปริมาณน้ำใช้รวมของประชากรทั้งหมดเท่ากับ 22,480.76 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำของประชากรทั้งหมด 21,895.37 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ปริมาณความสกปรกที่เกิดขึ้นในรูป BOD เท่ากับ 3,168.80 กิโลกรัมวัน คิดเป็นร้อยละ 90 ได้เท่ากับ 2,215.26 กิโลกรัมต่อวัน (ตารางที่ 11) และพบว่าใน segments ที่มีจำนวนประชากรมากที่สุดคือ segments ที่เทศบาลเมืองราชบุรี มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 6,569 คน ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำของประชากรเท่ากับ 9,566.18 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และมีปริมาณความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลอง เท่ากับ 1,130.00 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่ง segments ที่เทศบาลเมืองราชบุรีประกอบด้วย เทศบาลเมืองราชบุรี เทศบาลตำบลเขา เทศบาลตำบลห้วยซันสี่ เทศบาล

ตารางที่ 10 จำนวนประชากรในพื้นที่ 0 – 1 กิโลเมตรจากลำน้ำ และจำนวนประชากรทั้งหมด
ในลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง (พ.ศ.2545)

จังหวัด	เทศบาล	พื้นที่ (ตร.กม.)	ความหนาแน่น (คน / ตร.กม.)	ประชากร (คน)	ระยะทาง 0-1 กม.จากลำน้ำ	
					พื้นที่ (ตร.กม.)	ประชากร(คน)
กาญจนบุรี	เมืองกาญจนบุรี	5.92	3,773	22,349	1.08	4,058
	ทต.สํารอง	4.93	423	2,085	2.21	933
	ทต.ท่าม่วง	4.49	2,559	11,502	1.58	4,050
	ทต.หนองขาว	0.97	5,636	5,636	0.97	5,636
	ทต.หนองตากยา	9.21	204	1,880	-	-
	ทต.ท่าเรือ	7.69	1,699	13,067	-	-
	ทต.ท่าไม้	9.97	866	8,628	0.76	655
	ทต.พระแท่น	11.92	485	5,783	0.19	91
	ทต.ห้วยเหนือ	5.05	757	4,273	0.78	587
	ทต.ลูกแก	1.90	2,363	4,496	0.76	1,788
	ทต.ท่ามะกา	6.66	1,271	8,461	-	-
	ทต.พนมทวน	3.01	1,569	4,726	3.01	4,727
	ทต.ห้วยกระบอก	0.89	2,670	2,370	0.76	2,042
	ทต.ท่าเสา	36.50	567	20,693	5.35	3,036
ราชบุรี	ทต.บ้านโป่ง	4.41	5,732	25,260	0.40	2,306
	ทต.กระจับ	10.08	841	8,471	2.24	1,888
	ทต.บ้านลึก	17.91	484	8,663	6.96	3,367
	ทต.หนองโพ	3.52	1,297	4,562	-	-
	ทต.บางแพ	57.53	290	16,680	29.89	8,668
	ทต.เขาขวาง	13.93	351	4,888	1.53	536
	ทต.เมืองโพธาราม	3.48	3,494	12,172	0.40	1,412

ตารางที่ 10 (ต่อ)

จังหวัด	เทศบาล	พื้นที่ (ตร.กม.)	ความหนาแน่น คน / ตร.กม.	ประชากร (คน)	ระยะทาง 0-1 กม.จากลำน้ำ	
					พื้นที่(ตร.กม.)	ประชากร(คน)
ราชบุรี	ทต.โพหัก	25.53	419	10,690	17.78	7,451
	ทต.เจ็ดเสมียน	8.37	449	3,761	4.73	2,125
	ทต.จอมบึง	8.55	1,285	10,986	-	-
	ทต.เขาสูง	9.00	1,168	10,517	1.39	1,623
	ทต.หลักเมือง	19.32	1,245	24,053	13.38	16,658
	ทต.ศรีดอนไผ่	10.03	1,106	11,095	10.03	11,097
	ทต.ราชบุรี	7.46	6,195	46,233	0.24	1,488
	ทต.ดำเนินสะดวก	4.76	2,452	11,664	4.76	11,662
	ทต.ห้วยจินสีห์	20.28	577	11,700	6.52	3,763
	ทต.วัดเพลง	1.91	1,530	2,922	1.83	2,806
	ทต.ปากท่อ	1.14	5,284	6,000	-	-
	ทต.บางนกแขวก	4.45	94	418	4.45	418
สมุทรสงคราม	ทต.กระดังงา	1.14	1,839	2,098	1.14	2,098
	ทต.เหมืองใหม่	6.72	53	356	6.72	356
	ทต.อัมพวา	1.94	1,621	3,149	1.94	3,149
	ทต.สมุทรสงคราม	9.45	397	3,755	9.45	3,755
	เทศบาลนคร	-	-	-	-	-
นครปฐม	นครปฐม	5.67	82	462	-	-
	ทต.โพรงมะเดื่อ	12.09	69	832	9.78	675
รวม		377.79	-	357,337	153.01	114,904
เฉลี่ย		-	946.00	-	-	-

ที่มา : กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, 2545

หมายเหตุ : - คือ เทศบาลไม่อยู่ในพื้นที่ 0 – 1 กิโลเมตร จากลำน้ำแม่กลอง

ตารางที่ 11 แสดงภาระมลพิษของประชาชนในแต่ละ segments ปี พ.ศ.2545

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร	ปริมาณน้ำใช้*	ปริมาณน้ำใช้	ปริมาณน้ำเสีย**	BOD Load	คิดเป็น
				ลิตร/คน/วัน	รวม(ลบ.ม./วัน)	ลบ.ม./วัน	(กก./วัน)	ร้อยละ 90
K1	กาญจนบุรี	เทศบาลเมืองกาญจนบุรี	4,058	195	791.40	759.75	37.08	33.37
		เทศบาลตำบลสีรอง	933	195	181.97	174.69	21.31	19.18
		เทศบาลตำบลท่าม่วง	4,050	195	789.76	758.17	92.50	83.25
		เทศบาลตำบลหนองขาว	5,636	195	1,099.02	1,055.06	128.72	115.85
		รวม	14,677		2,862.15	2,747.67	279.61	251.65
K2	กาญจนบุรี	ไม่มีเทศบาล	-		-	-	-	
K3	กาญจนบุรี	เทศบาลตำบลท่าเรือพระแท่น	10,034	195	1,956.72	1,878.45	229.17	206.25
K4		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	
K5	กาญจนบุรี	เทศบาลตำบลท่าไม้	655	195	127.81	122.69	14.97	13.47
		เทศบาลตำบลพระแท่น	91	195	17.66	16.96	2.07	1.86
		เทศบาลตำบลห้วยเหนือ	587	195	114.55	109.97	13.42	12.07
		รวม	1,333		260.02	249.62	30.46	27.40
K6		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	

ตารางที่ 11 (ต่อ)

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร	ปริมาณน้ำใช้*	ปริมาณน้ำใช้	ปริมาณน้ำเสีย**	BOD Load	คิดเป็น
				ลิตร/คน/วัน	รวม(ลบ.ม./วัน)	ลบ.ม./วัน	(กก./วัน)	ร้อยละ 90
K7	กาญจนบุรี	เทศบาลตำบลลูกแก	1,788	195	348.74	344.79	40.84	36.76
		เทศบาลตำบลพนมทวน	4,727	195	921.78	884.91	107.96	97.16
		รวม	6,515		1,270.52	1,229.70	148.80	133.92
K8		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K9	ราชบุรี	เทศบาลตำบลห้วยกระบอก	2,042	195	397.85	381.94	46.60	41.94
		เทศบาลตำบลท่าผา	3,036	195	591.99	568.31	69.33	62.40
		เทศบาลตำบลเมืองบ้านโป่ง	2,306	195	449.68	431.70	52.67	47.40
		เทศบาลตำบลกระเจี๊ยะ	1,888	195	368.14	353.41	43.12	38.80
		รวม	9,272		1,807.66	1,735.36	95.79	86.20
K10		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K11	ราชบุรี	เทศบาลตำบลบ้านลึก	3,367	195	656.58	630.32	76.90	69.21
		เทศบาลตำบลบางแพ	8,668	195	1,690.31	1,622.70	197.97	178.17
		เทศบาลตำบลเขาขวาง	536	195	104.51	100.33	12.24	11.02
		เทศบาลเมืองโพธาราม	1,412	195	275.40	264.39	32.26	29.03
		รวม	13,983		2,726.80	2,617.74	319.37	287.43

ตารางที่ 11 (ต่อ)

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร	ปริมาณน้ำใช้*	ปริมาณน้ำใช้	ปริมาณน้ำเสีย**	BOD Load	คิดเป็น
				ลิตร/คน/วัน	รวม(ลบ.ม./วัน)	ลบ.ม./วัน	(กก./วัน)	ร้อยละ 90
K12	ราชบุรี	เทศบาลตำบลโพหัก	7,451	195	1,453.03	1,394.90	170.18	153.16
		เทศบาลตำบลเจ็ดเสมียน	2,125	195	414.36	397.78	48.53	43.68
	นครปฐม	เทศบาลตำบลโพรงมะเดื่อ	675	195	131.58	126.32	15.41	13.87
		รวม	10,251		1,998.97	1,919	234.12	210.87
K13		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K14	ราชบุรี	เทศบาลตำบลเขาสูง	1,623	195	316.51	303.84	37.07	33.36
		เทศบาลตำบลหลักเมือง	16,658	195	3,248.24	3,118.31	380.43	342.39
		เทศบาลตำบลศรีดอนไผ่	11,097	195	2,163.97	2,077.41	253.44	228.10
		เทศบาลเมืองราชบุรี	1,488	245	364.49	349.91	42.69	38.42
		เทศบาลตำบลดำเนินสะดวก	11,662	195	2,274.18	2,183.21	266.35	239.72
		เทศบาลตำบลห้วยซิ่นสีห์	3,763	195	733.72	704.37	85.93	77.34
		เทศบาลตำบลวัดเพลง	2,806	195	547.18	525.29	64.09	57.68
		รวม	49,097		9,648.29	9,566.18	1,130.00	1,017.01
K15		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K16		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 11 (ต่อ)

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร	ปริมาณน้ำใช้* ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ รวม(ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย** ลบ.ม./วัน	BOD Load (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K17	สมุทรสงคราม	เทศบาลตำบลบางนกแขวก	418	195	81.52	78.26	9.55	8.59
		เทศบาลตำบลกระดังงา	2,098	195	409.20	392.83	47.93	43.13
		รวม	2,516		490.72	471.09	764.85	51.72
K18		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K19	สมุทรสงคราม	เทศบาลตำบลเหมืองใหม่	356	195	69.41	66.64	8.13	7.32
		เทศบาลตำบลอัมพวา	3,149	195	614.03	589.47	71.92	64.72
		รวม	3,505		683.44	656.11	80.05	72.04
K20		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K21	สมุทรสงคราม	เทศบาลเมืองสมุทรสงคราม	3,755	195	732.19	702.90	85.75	77.18
		รวม	3,755		732.19	702.90	85.75	77.18
		รวม	114,904		22,480.76	21,895.37	3,168.80	2,215.26

ที่มา : * กรมควบคุมมลพิษ, 2545

** ปริมาณน้ำเสียคิดค่าปริมาณน้ำใช้ คุณค่าเฉลี่ยความสกปรกของน้ำทิ้งจากเทศบาลมีค่าเท่ากับ 122 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

ตำบลหลักเมือง เทศบาลตำบลศรีดอนไผ่ เทศบาลตำบลดำเนินสะดวก และเทศบาลตำบลวัดเพลง ใน segments ที่มีจำนวนประชากร น้อยที่สุดคือ segments ที่ตำบลกระดังงา จ.สมุทรสงคราม ที่ประกอบด้วยเทศบาลตำบลบางนกแขวก และเทศบาลตำบลกระดังงา มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 2,516 คน ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำของประชากรในเทศบาลเท่ากับ 471.09 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ปริมาณความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองมีปริมาณเท่ากับ 57.48 กิโลกรัมต่อวัน

2.2 การคาดการณ์ภาระมลพิษในอนาคต

การคาดการณ์ปริมาณภาระมลพิษจากชุมชนใน ปี พ.ศ.2550 พบว่ามีประชากรในพื้นที่ศึกษารวม 120,144 คน มีปริมาณน้ำใช้รวมเท่ากับ 40,055.53 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำเท่ากับ 38,453.31 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ปริมาณความสกปรกในรูป BOD เท่ากับ 4,691.30 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นปริมาณความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองเท่ากับ 4,222.17 กิโลกรัมต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 12

การคาดการณ์ปริมาณภาระมลพิษจากชุมชนใน ปี พ.ศ.2555 พบว่ามีประชากรในพื้นที่ศึกษารวม 185,022 คน มีปริมาณน้ำใช้รวมเท่ากับ 66,091.63 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำเท่ากับ 63,447.97 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ปริมาณความสกปรกในรูป BOD เท่ากับ 7,740.65 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นปริมาณความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองเท่ากับ 6,966.59 กิโลกรัมต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 13

ส่วนการคาดการณ์ปริมาณภาระมลพิษจากชุมชนใน ปี พ.ศ.2560 พบว่ามีประชากรในพื้นที่ศึกษารวม 260,881 คน มีปริมาณน้ำใช้รวมเท่ากับ 98,817.88 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำเท่ากับ 94,865.17 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ปริมาณความสกปรกในรูป BOD เท่ากับ 11,573.55 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นปริมาณความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองเท่ากับ 10,416.20 กิโลกรัมต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 12 แสดงภาระมลพิษของประชาชนในแต่ละ segments ที่คาดการณ์ในปี พ.ศ.2550

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร ปี 50*	ปริมาณน้ำใช้** ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ รวม(ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย*** ลบ.ม./วัน	BOD Load (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K1	กาญจนบุรี	เทศบาลเมืองกาญจนบุรี	6,736	210	1,414.62	1,358.03	165.68	149.11
		เทศบาลตำบลลำราง	1,549	210	325.24	312.23	38.09	34.28
		เทศบาลตำบลท่าม่วง	6,723	210	1,411.83	1,355.36	165.35	148.82
		เทศบาลตำบลหนองขาว	9,356	210	1,964.71	1,886.12	230.11	207.10
		รวม	24,364		5,116.40	4,911.75	599.23	539.31
K2	กาญจนบุรี	ไม่มีเทศบาล	-			-	-	-
K3	กาญจนบุรี	เทศบาลตำบลท่าเรือพระแท่น	16,656	210	3,497.85	3,357.94	409.67	368.70
K4		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K5	กาญจนบุรี	เทศบาลตำบลท่าไม้	1,087	210	228.33	219.20	26.74	24.07
		เทศบาลตำบลพระแท่น	151	210	31.72	30.45	3.72	3.34
		เทศบาลตำบลห้วยเหนือ	974	210	204.63	196.44	23.97	21.57
		รวม	2,213		464.68	446.10	54.42	48.98
K6		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K7	กาญจนบุรี	เทศบาลตำบลลูกแก	2,968	210	623.30	598.36	73.00	65.70

ตารางที่ 12 (ต่อ)

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร ปี 50*	ปริมาณน้ำใช้** ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ รวม(ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย*** ลบ.ม./วัน	BOD Load (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K7		เทศบาลตำบลพนมทวน	7,847	210	1,647.83	1,581.92	192.99	173.69
		รวม	10,815		2,271.13	2,180.28	265.99	239.40
K8		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K9	ราชบุรี	เทศบาลตำบลห้วยกระบอก	3,390	210	711.84	683.37	83.37	75.03
		เทศบาลตำบลท่าผา	5,040	210	1,058.35	1,016.02	123.95	111.56
		เทศบาลตำบลเมืองบ้านโป่ง	3,828	210	803.87	771.72	94.15	84.73
		เทศบาลตำบลกระจับ	3,134	210	658.16	631.83	77.08	69.37
		รวม	15,392		3,232.22	3,102.93	378.56	340.70
K10		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K11	ราชบุรี	เทศบาลตำบลบ้านเลื่อม	5,589	210	1,173.74	1,126.79	137.47	123.72
		เทศบาลตำบลบางแพ	14,389	210	3,021.66	2,900.80	353.90	318.51
		เทศบาลตำบลเขาขวาง	890	210	186.85	179.38	21.88	19.70
		เทศบาลเมืองโพธาราม	2,344	210	492.22	472.53	57.65	51.88
		รวม	23,212		4,874.47	4,679.49	570.90	513.81

ตารางที่ 12 (ต่อ)

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร ปี 50*	ปริมาณน้ำใช้** ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ รวม(ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย*** ลบ.ม./วัน	BOD Load (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K12	ราชบุรี	เทศบาลตำบลโพหัก	12,369	210	2,597.42	2,493.52	304.21	273.79
		เทศบาลตำบลเจ็ดเสมียน	3,528	210	740.78	711.14	86.76	78.08
	นครปฐม	เทศบาลตำบลโพรงมะเดื่อ	1,121	210	235.31	225.89	27.56	24.80
		รวม	17,018	-	3,338.19	3,204.67	390.97	351.87
K13		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K14	ราชบุรี	เทศบาลตำบลเขาสูง	2,694	210	565.78	543.15	66.26	59.64
		เทศบาลตำบลหลักเมือง	27,652	210	5,806.98	5,574.70	680.11	612.10
		เทศบาลตำบลศรีดอนไผ่	18,421	210	3,868.41	3,713.68	453.07	407.76
		เทศบาลเมืองราชบุรี	2,470	210	518.72	497.97	60.75	54.68
		เทศบาลตำบลดำเนินสะดวก	19,359	210	4,065.37	3,902.76	476.14	428.52
		เทศบาลตำบลห้วยหินสีย์	6,247	210	1,311.78	1,259.31	153.64	138.27
		เทศบาลตำบลวัดเพลง	4,658	210	978.17	939.04	114.56	103.11
		รวม	10,905	-	17,115.21	16,430.61	2,004.53	1,804.08
K15		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K16		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 12 (ต่อ)

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร ปี 50*	ปริมาณน้ำใช้** ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ รวม(ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย*** ลบ.ม./วัน	BOD Load (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K17	สมุทรสงคราม	เทศบาลตำบลบางนกแขวก	694	210	145.71	139.89	17.07	15.36
		เทศบาลตำบลกระดังงา	3,483	210	731.36	702.11	85.66	77.09
		รวม	4,177	-	877.08	841.99	102.72	92.45
K18		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K19	สมุทรสงคราม	เทศบาลตำบลเหมืองใหม่	591	210	124.10	119.14	14.53	13.08
		เทศบาลตำบลอัมพวา	5,227	210	1,097.74	1,053.83	128.57	115.71
		รวม	5,818	-	1,221.84	1,172.97	143.10	128.79
K20		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K21	สมุทรสงคราม	เทศบาลเมืองสมุทรสงคราม	6,233	210	1,308.99	1,256.63	153.31	137.98
		รวม	6,233	-	1,308.99	1,256.63	153.31	137.98
		รวม	120,144	-	40,055.53	38,453.31	4,691.30	4,222.17

หมายเหตุ : * คิดจากอัตราการเพิ่มตามธรรมชาติในปี 2550 = 0.66 ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี ปี 2533 - 2563

** สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2538

*** ปริมาณน้ำเสียคิดค่าปริมาณน้ำใช้ คูณค่าเฉลี่ยความสกปรกของน้ำทิ้งจากเทศบาลมีค่าเท่ากับ 122 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

ตารางที่ 13 แสดงภาระมลพิษของประชาชนในแต่ละ segments ที่คาดการณ์ในปี พ.ศ.2555

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร ปี 55*	ปริมาณน้ำใช้** ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ รวม(ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย*** ลบ.ม./วัน	BOD Load (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K1	กาญจนบุรี	เทศบาลเมืองกาญจนบุรี	10,374	225	2,334.12	2,240.76	273.37	246.04
		เทศบาลตำบลสำรอง	2,385	225	536.65	515.19	62.85	56.57
		เทศบาลตำบลท่าม่วง	10,353	225	2,329.52	2,236.34	272.83	245.55
		เทศบาลตำบลหนองขาว	14,408	225	3,241.77	3,112.10	379.68	341.71
		รวม	37,520		8,442.06	8,104.38	988.73	889.86
K2	กาญจนบุรี	ไม่มีเทศบาล	-			-	-	-
K3	กาญจนบุรี	เทศบาลตำบลท่าเรือพระแท่น	25,651	225	5,771.46	5,540.60	675.95	608.36
K4		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K5	กาญจนบุรี	เทศบาลตำบลท่าไม้	1,674	225	376.75	361.68	44.12	39.71
		เทศบาลตำบลพระแท่น	233	225	52.34	50.25	6.13	5.52
		เทศบาลตำบลห้วยเหนียว	1,501	225	337.64	324.13	39.54	35.59
		รวม	3,408		766.73	736.06	89.80	80.82
K6		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K7	กาญจนบุรี	เทศบาลตำบลลูกแก	4,571	225	1,028.44	987.30	120.45	108.41

ตารางที่ 13 (ต่อ)

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร ปี 55*	ปริมาณน้ำใช้** ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ รวม(ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย*** ลบ.ม./วัน	BOD Load (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K8		เทศบาลตำบลพนมทวน	12,084	225	2,718.92	2,610.17	318.44	286.60
		รวม	16,655		3,747.36	3,597.47	438.89	395.00
		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K9	ราชบุรี	เทศบาลตำบลห้วยกระบอก	5,220	225	1,174.54	1,127.56	137.56	123.81
		เทศบาลตำบลท่าผา	7,761	225	1,746.28	1,676.43	204.52	184.07
		เทศบาลตำบลเมืองบ้านโป่ง	5,895	225	1,326.39	1,273.33	155.35	139.81
		เทศบาลตำบลกระเจี๋ย	4,826	225	1,085.96	1,042.52	127.19	114.47
		รวม	23,703		5,333.16	5,119.84	624.62	562.16
K10		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K11	ราชบุรี	เทศบาลตำบลบ้านเลือก	8,607	225	1,936.66	1,859.20	226.82	204.14
		เทศบาลตำบลบางแพ	22,159	225	4,985.75	4,786.32	583.93	525.54
		เทศบาลตำบลเขาขวาง	1,370	225	308.30	295.97	36.11	32.50
		เทศบาลเมืองโพธาราม	3,610	225	812.17	779.68	95.12	85.61
		รวม	35,746		8,042.88	7,721.17	941.98	847.78

ตารางที่ 13 (ต่อ)

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร ปี 55*	ปริมาณน้ำใช้** ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ รวม(ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย*** ลบ.ม./วัน	BOD Load (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K12	ราชบุรี	เทศบาลตำบลโพหัก	19,048	225	4,285.74	4,114.31	501.95	451.75
		เทศบาลตำบลเจ็ดเสมียน	5,432	225	1,222.28	1,173.39	143.15	128.84
		เทศบาลตำบลโพรงมะเดื่อ	1,726	225	388.25	372.72	45.47	40.92
		รวม	26,206		5,896.27	5,660.42	690.57	621.51
K13		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K14	ราชบุรี	เทศบาลตำบลเขาสูง	4,149	225	933.53	896.19	109.34	98.40
		เทศบาลตำบลหลักเมือง	42,585	225	9,581.52	9,198.25	1,122.19	1,009.97
		เทศบาลตำบลศรีดอนไผ่	28,368	225	6,382.88	6,127.57	747.56	672.81
		เทศบาลเมืองราชบุรี	3,804	225	855.88	821.65	100.24	90.22
		เทศบาลตำบลดำเนินสะดวก	29,813	225	6,707.87	6,439.55	785.63	707.06
		เทศบาลตำบลห้วยหินสีย์	9,620	225	2,164.44	2,077.86	253.50	228.15
		เทศบาลตำบลวัดเพลง	7,173	225	1,613.98	1,549.42	189.03	170.13
		รวม	16,793		28,240.10	27,110.50	3,307.48	2,976.73
K15		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K16		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 13 (ต่อ)

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร ปี 55*	ปริมาณน้ำใช้** ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ รวม(ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย*** ลบ.ม./วัน	BOD Load (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K17	สมุทรสงคราม	เทศบาลตำบลบางนกแขวก	1,069	225	240.43	230.81	28.16	25.34
		เทศบาลตำบลกระดังงา	5,363	225	1,206.75	1,158.48	141.33	127.20
		รวม	6,432	-	1,447.18	1,389.29	169.49	152.54
K18		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K19	สมุทรสงคราม	เทศบาลตำบลเหมืองใหม่	910	225	204.77	196.58	23.98	21.58
		เทศบาลตำบลอัมพวา	8,050	225	1,811.27	1,738.82	212.14	190.92
		รวม	8,960	-	2,016.04	1,935.40	236.12	212.51
K20		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K21	สมุทรสงคราม	เทศบาลเมืองสมุทรสงคราม	9,599	225	2,159.84	2,073.44	252.96	227.66
		รวม	9,599	-	2,159.84	2,073.44	252.96	227.66
	รวม		185,022	-	66,091.63	63,447.97	7,740.65	6,966.59

หมายเหตุ * คิดจากอัตราการเพิ่มตามธรรมชาติในปี 2555 = 0.54 ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี ปี 2533 - 2563

** สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2545

*** ปริมาณน้ำเสียคิดค่าปริมาณน้ำใช้ คูณค่าเฉลี่ยความสกปรกของน้ำทิ้งจากเทศบาลมีค่าเท่ากับ 122 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

ตารางที่ 14 แสดงภาระมลพิษของประชาชนในแต่ละ segments ที่คาดการณ์ในปี พ.ศ.2560

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร ปี 60*	ปริมาณน้ำใช้** ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ รวม(ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย*** ลบ.ม./วัน	BOD Load (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K1	กาญจนบุรี	เทศบาลเมืองกาญจนบุรี	14,627	240	3,510.52	3,370.10	411.15	370.04
		เทศบาลตำบลสีทอง	3,363	240	807.13	774.84	94.53	85.08
		เทศบาลตำบลท่าม่วง	14,598	240	3,503.60	3,363.45	410.34	369.31
		เทศบาลตำบลหนองขาว	20,315	240	4,875.62	4,680.60	571.03	513.93
		รวม	52,904		12,696.86	12,188.99	1,487.06	1,338.35
K2	กาญจนบุรี	ไม่มีเทศบาล	-			-	-	-
K3	กาญจนบุรี	เทศบาลตำบลท่าเรือพระแท่น	36,168	240	8,680.27	8,333.06	1,016.63	914.97
K4		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K5	กาญจนบุรี	เทศบาลตำบลท่าไม้	2,361	240	566.63	543.97	66.36	59.73
		เทศบาลตำบลพระแท่น	328	240	78.72	75.57	9.22	8.30
		เทศบาลตำบลห้วยเหนียว	2,116	240	507.81	487.49	59.47	53.53
		รวม	4,805		1,153.16	1,107.03	135.06	121.55
K6		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K7	กาญจนบุรี	เทศบาลตำบลลูกแก	6,445	240	1,546.77	1,484.90	181.16	163.04

ตารางที่ 14 (ต่อ)

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร ปี 60*	ปริมาณน้ำใช้** ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ รวม(ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย*** ลบ.ม./วัน	BOD Load (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K7		เทศบาลตำบลพนมทวน	17,039	240	4,089.26	3,925.69	478.93	431.04
		รวม	23,483		5,636.03	5,410.59	660.09	594.08
K8		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K9	ราชบุรี	เทศบาลตำบลห้วยกระบอก	7,360	240	1,766.51	1,695.84	206.89	186.20
		เทศบาลตำบลท่าผา	10,943	240	2,626.40	2,521.34	307.60	276.84
		เทศบาลตำบลเมืองบ้านโป่ง	8,312	240	1,994.89	1,915.09	233.64	210.28
		เทศบาลตำบลกระเจี๋ย	6,805	240	1,633.28	1,567.95	191.29	172.16
		รวม	33,421		8,021.08	7,700.23	939.43	845.49
K10		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K11	ราชบุรี	เทศบาลตำบลบ้านเลือก	12,136	240	2,912.74	2,796.23	341.14	307.03
		เทศบาลตำบลบางแพ	31,244	240	7,498.56	7,198.62	878.23	790.41
		เทศบาลตำบลเขาขวาง	1,932	240	463.69	445.14	54.31	48.88
		เทศบาลเมืองโพธาราม	5,090	240	1,221.50	1,172.64	143.06	128.76
		รวม	50,402		12,096.49	11,612.63	1,416.74	1,275.07

ตารางที่ 14 (ต่อ)

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร ปี 60*	ปริมาณน้ำใช้** ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ รวม(ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย*** ลบ.ม./วัน	BOD Load (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K12	ราชบุรี	เทศบาลตำบลโพหัก	26,857	240	6,445.75	6,187.92	754.93	679.43
		เทศบาลตำบลเจ็ดเสมียน	7,660	240	1,838.31	1,764.77	215.30	193.77
	นครปฐม	เทศบาลตำบลโพรงมะเดื่อ	2,433	240	583.93	560.58	68.39	61.55
		รวม	36,950		8,284.06	7,952.70	970.23	873.21
K13		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K14	ราชบุรี	เทศบาลตำบลเขาสูง	5,850	240	1,404.03	1,347.87	164.44	148.00
		เทศบาลตำบลหลักเมือง	60,044	240	14,410.60	13,834.17	1,687.77	1,518.99
		เทศบาลตำบลศรีดอนไผ่	39,999	240	9,599.86	9,215.86	1,124.34	1,011.90
		เทศบาลเมืองราชบุรี	5,364	240	1,287.25	1,235.76	150.76	135.69
		เทศบาลตำบลดำเนินสะดวก	42,036	240	10,088.63	9,685.08	1,181.58	1,063.42
		เทศบาลตำบลห้วยชินสีห์	13,564	240	3,255.32	3,125.11	381.26	343.14
		เทศบาลตำบลวัดเพลง	10,114	240	2,427.43	2,330.33	284.30	255.87
		รวม	23,678		42,473.12	40,774.19	4,974.45	4,477.01
K15		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K16		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 14 (ต่อ)

Segment	จังหวัด	แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ประชากร ปี 60*	ปริมาณน้ำใช้** ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ รวม(ลบ.ม./วัน)	ปริมาณน้ำเสีย*** ลบ.ม./วัน	BOD Load (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K17	สมุทรสงคราม	เทศบาลตำบลบางนกแขวก	1,507	240	361.61	347.14	42.35	38.12
		เทศบาลตำบลกระดังงา	7,562	240	1,814.95	1,742.35	212.57	191.31
		รวม	9,069		2,176.56	2,089.49	254.92	229.43
K18		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K19	สมุทรสงคราม	เทศบาลตำบลเหมืองใหม่	1,283	240	307.97	295.65	36.07	32.46
		เทศบาลตำบลอัมพวา	11,351	240	2,724.16	2,615.19	319.05	287.15
		รวม	12,634		3,032.13	2,910.84	355.12	319.61
K20		ไม่มีเทศบาล	-	-	-	-	-	-
K21	สมุทรสงคราม	เทศบาลเมืองสมุทรสงคราม	13,535	240	3,248.40	3,118.46	380.45	342.41
		รวม	13,535		3,248.40	3,118.46	380.45	342.41
		รวม	260,881		98,817.88	94,865.17	11,573.55	10,416.20

หมายเหตุ * คิดจากอัตราการเพิ่มตามธรรมชาติในปี 2560 = 0.41 ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี ปี 2533 - 2563

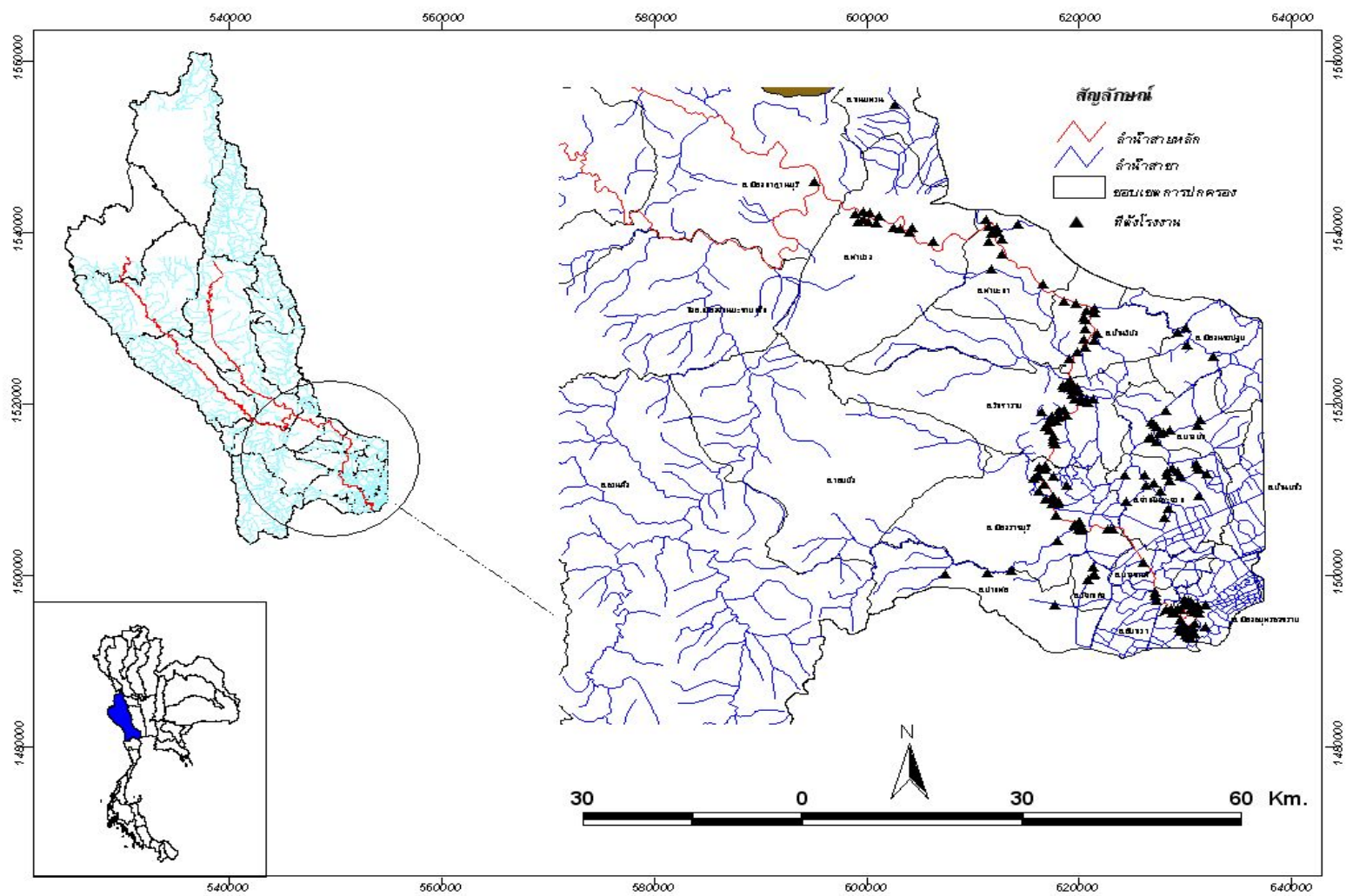
** สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2545

*** ปริมาณน้ำเสียคิดค่าปริมาณน้ำใช้ คูณค่าเฉลี่ยความสกปรกของน้ำทิ้งจากเทศบาลมีค่าเท่ากับ 122 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

3. ปริมาณภาระมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม

โรงงานอุตสาหกรรมในกลุ่มน้ำแม่กลองส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่ตามริมแม่น้ำในบริเวณชุมชน หรือไม่ห่างไกลจากชุมชนมากนัก และโรงงานส่วนใหญ่เป็นโรงงานที่แปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เช่น โรงงานน้ำตาล โรงงานผลิตอาหารสัตว์ โรงงานผลิตอาหาร โรงงานอาหารกระป๋อง เป็นต้น ซึ่งในการศึกษานี้จะรวบรวมข้อมูลโรงงานที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ระยะทางจากลำน้ำ 0 – 1 กิโลเมตร ในกลุ่มน้ำแม่กลอง รวบรวมข้อมูลรายชื่อโรงงาน ที่ตั้ง ลักษณะการประกอบกิจการ และแรงม้า (ตารางผนวกที่ 2) เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณภาระมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมในแต่ละ segment ดังแสดงในภาพที่ 41

ในการประเมินภาระมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม ประเมินจากปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) โดยคิดจากค่าความเข้มข้น BOD ของน้ำเสีย คูณปริมาณน้ำเสียของอุตสาหกรรมแต่ละประเภท ในแต่ละ segment จากการศึกษาพบว่ามีจำนวนโรงงานที่อยู่ในเขตพื้นที่ระยะทางจากลำน้ำ 0 – 1 กิโลเมตรในกลุ่มน้ำแม่กลอง รวมทั้งสิ้น 197 แห่ง มีปริมาณน้ำสุทธิต่างกับ 11,204.0525 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นความสกปรกในรูป BOD เท่ากับ 232.5300 กิโลกรัมต่อวัน และคิดเป็นความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลอง เท่ากับ 209.2770 กิโลกรัมต่อวัน (ตารางที่ 15) ซึ่งใน segment ที่มีความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองที่มากที่สุดคือ K2 (ออกจากอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี) มีจำนวน 13 โรงงาน เนื่องจากมีโรงงานไทยเคนเปเปอร์ ซึ่งทำการผลิตกระดาษคราฟ และกระดาษลูกฟูก มีกำลังการผลิต 3,877.5 ตันต่อเดือน และโรงงานไทยเพิ่มพูนอุตสาหกรรม ทำการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดง กำลังผลิต 9,635 ตัน มีปริมาณน้ำทิ้งสุทธิต่างกับ 4,890.2365 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นค่าความสกปรกในรูป BOD เท่ากับ 124.1597 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นค่าความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลอง เท่ากับ 111.7438 กิโลกรัมต่อวัน รองลงมาคือ K11 (ออกจากอำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี) มีจำนวน 45 โรงงาน มีปริมาณน้ำทิ้งสุทธิต่างกับ 962.1145 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นค่าความสกปรกในรูป BOD เท่ากับ 19.2423 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นค่าความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลอง เท่ากับ 17.3181 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนใน segment ที่มีโรงงานหนาแน่นที่สุดคือ K14 (อำเภอเมือง และอำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี) มีจำนวน 50 โรงงาน และรองลงมาคือ K11 (ออกจากอำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี) มีจำนวน 45 โรงงาน



ภาพที่ 41 ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมระยะทางจากลำน้ำ 0-1 กิโลเมตรในกลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง

ตารางที่ 15 รายชื่อโรงงาน ปริมาณน้ำทิ้ง ค่าความเข้มข้นของ BOD และความสกปรกในรูป BOD แบ่งตาม segment ที่อยู่ในแนวเขตพื้นที่
ระยะทางจากลำน้ำ 0 - 1.0 กิโลเมตร ในลุ่มน้ำแม่กลอง

segment	ชื่อโรงงาน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณน้ำทิ้ง สุทธิ(ลบ.ม./วัน)	ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้ง(มก./ล.)	ค่าความเข้มข้น ของ BOD(มก./ล.)	ความสกปรก ในรูป BOD (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K1	บริษัท อุตสาหกรรมกระดาษศิริศักดิ์ จำกัด	เมือง	กาญจนบุรี	600.0000	20.00	22.80	13.6800	12.3120
	รวม			600.0000			13.6800	12.3120
K2	เจริญโชคชัย	ท่าม่วง	กาญจนบุรี	80.3636	20.00	20.00	1.6073	1.4465
	โรงสีไทยเจริญ	ท่าม่วง	กาญจนบุรี	0.4920	20.00	20.00	0.0098	0.0089
	กนกยนต์อะไหล่	ท่าม่วง	กาญจนบุรี					0.0000
	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ท่าม่วงไทยเฮง	ท่าม่วง	กาญจนบุรี	53.6177	20.00	20.00	1.0724	0.9651
	บริษัท นำสรวง จำกัด	ท่าม่วง	กาญจนบุรี	0.1915	20.00	20.00	0.0038	0.0034
	พินิจการช่าง	ท่าม่วง	กาญจนบุรี					0.0000
	ปุยเจริญรุ่งเรือง	ท่าม่วง	กาญจนบุรี	1.0000	20.00	20.00	0.0200	0.0180
	บริษัท สามัคคีพัฒนา จำกัด	ท่าม่วง	กาญจนบุรี	3.5843	20.00	20.00	0.0717	0.0645
	บริษัท ไทยเคนเปเปอร์ จำกัด (มหาชน)	ท่าม่วง	กาญจนบุรี	2100.0000	20.00	32.55	68.3550	61.5195
	บริษัท ไทยเคนบอร์ด จำกัด	ท่าม่วง	กาญจนบุรี	600.0000	20.00	20.00	12.0000	10.8000
	บริษัท อัลบาทรอส จำกัด	ท่าม่วง	กาญจนบุรี	50.0000	20.00	20.00	1.0000	0.9000
	อุเพธรเจริญ	ท่าม่วง	กาญจนบุรี	0.9873	20.00	20.00	0.0197	0.0178

ตารางที่ 15 (ต่อ)

segment	ชื่อโรงงาน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณน้ำทิ้ง สุทธิ(ลบ.ม./วัน)	ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้ง(มก./ล.)	ค่าความเข้มข้น ของ BOD(มก./ล.)	ความสกปรก ในรูป BOD (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K2	บริษัท ไทยเพิ่มพูนอุตสาหกรรม จำกัด	ท่าม่วง	กาญจนบุรี	2000.0000	20.00	20.00	40.0000	36.0000
	รวม			4890.2365			124.1597	111.7438
K5	อุ๋เจริญชัย	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	10.7155	20.00	20.00	0.2143	0.1929
	ศักดิ์สยามการช่าง	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	1.7082	20.00	20.00	0.0342	0.0307
	รุ่งโรจน์การช่าง	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	0.8636	20.00	20.00	0.0173	0.0155
	วุ่นเส้นท่าเรือ	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	313.9793	20.00	20.00	6.2796	5.6516
	บริษัท สามัคคีพัฒนา จำกัด	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	0.6907	20.00	20.00	0.0138	0.0124
	ท่าเรือไอสกริม	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	0.5000	20.00	20.00	0.0100	0.0090
	จำลองกลกิจ	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	0.8636	20.00	20.00	0.0173	0.0155
	สุขอร่าม	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	0.2461	20.00	20.00	0.0049	0.0044
	บริษัท ปุ๋ยเสริมฐิ จำกัด	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	2.2888	20.00	20.00	0.0458	0.0412
	ว่องปัญญา	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	0.6946	20.00	20.00	0.0139	0.0125
	ว่องพานิช	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	1.3025	20.00	20.00	0.0260	0.0234
	บริษัท อุตสาหกรรมมิตรเกษตร จำกัด	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	800.0000	20.00	20.00	16.0000	14.4000
	รวม			1133.8529			22.6771	20.4094

ตารางที่ 15 (ต่อ)

segment	ชื่อโรงงาน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณน้ำทิ้ง สุทธิ(ลบ.ม./วัน)	ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้ง(มก./ล.)	ค่าความเข้มข้น ของ BOD(มก./ล.)	ความสกปรก ในรูป BOD (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K7	สมอสีข้าว	พนมทวน	กาญจนบุรี	0.3618	20.00	20.00	0.0072	0.0065
	รวม			0.3618			0.0072	0.0065
K9	โรงสีข้าวมิตรแสงไทย	บ้านโป่ง	ราชบุรี	1.0854	20.00	20.00	0.0217	0.0195
	จิตพาณิชย์	บ้านโป่ง	ราชบุรี	0.5789	20.00	20.00	0.0116	0.0104
	บริษัท แดรี่ไทย จำกัด	บ้านโป่ง	ราชบุรี	35.6512	20.00	20.00	0.7130	0.6417
	อุทัยชัยพลาย	บ้านโป่ง	ราชบุรี					0.0000
	อุทวิการช่าง	บ้านโป่ง	ราชบุรี	1.8864	20.00	20.00	0.0377	0.0340
	สิริภูมิ	บ้านโป่ง	ราชบุรี	0.0841	20.00	20.00	0.0017	0.0015
	บริษัท กระจกพีเอ็มเค-เซ็นทรัล จำกัด	บ้านโป่ง	ราชบุรี	2.2078	20.00	20.00	0.0442	0.0397
	บริษัทอุตสาหกรรมแป้งมันบ้านโป่ง จำกัด	บ้านโป่ง	ราชบุรี	1359.2759	20.00	20.00	27.1855	24.4670
	ศรีสมบุญ	บ้านโป่ง	ราชบุรี	0.4342	20.00	20.00	0.0087	0.0078
	บริษัท เอื้อธัญญะ จำกัด	บ้านโป่ง	ราชบุรี	2.9088	20.00	20.00	0.0582	0.0524
	ไทยวัฒนา	บ้านโป่ง	ราชบุรี	0.5065	20.00	20.00	0.0101	0.0091
	บริษัท ฟาร์มฟีดโปรดักส์ จำกัด	บ้านโป่ง	ราชบุรี	4.7170	20.00	20.00	0.0943	0.0849
	ไทยวัฒน์	บ้านโป่ง	ราชบุรี	0.3763	20.00	20.00	0.0075	0.0068

ตารางที่ 15 (ต่อ)

segment	ชื่อโรงงาน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณน้ำทิ้ง สุทธิ(ลบ.ม./วัน)	ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้ง(มก./ล.)	ค่าความเข้มข้น ของ BOD(มก./ล.)	ความสกปรก ในรูป BOD (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K9	ห้างหุ้นส่วนจำกัด รุ่งเจริญบ้านโป่ง	บ้านโป่ง	ราชบุรี	6.1152	20.00	20.0000	0.1223	0.1101
	รวม			1415.8275			28.3166	25.4849
K11	บริษัท สยามปิคมั่นที่อินดัสตรี จำกัด	โพธาราม	ราชบุรี	107.5450	20.00	20.00	2.1509	1.9358
	บริษัท มั่นยิ่งฟอกย้อม จำกัด	โพธาราม	ราชบุรี	387.5019	20.00	20.00	7.7500	6.9750
	บริษัท มั่นยิ่ง จำกัด	โพธาราม	ราชบุรี	19.1007	20.00	20.00	0.3820	0.3438
	โรงสีข้าวสหพัฒนา	บางแพ	ราชบุรี	2.3517	20.00	20.00	0.0470	0.0423
	โรงสีวันมีชัย	บางแพ	ราชบุรี	0.3618	20.00	20.00	0.0072	0.0065
	ไทยเจริญวัฒนา	บางแพ	ราชบุรี	0.3473	20.00	20.00	0.0069	0.0063
	โพธิ์ชัย	บางแพ	ราชบุรี	0.4486	20.00	20.00	0.0090	0.0081
	เจริญทรัพย์	โพธาราม	ราชบุรี	1.3025	20.00	20.00	0.0260	0.0234
	วงศ์รจนา	โพธาราม	ราชบุรี	0.6512	20.00	20.00	0.0130	0.0117
	มิตรเกษตร	บางแพ	ราชบุรี	2.6049	20.00	20.00	0.0521	0.0469
	ศรีอุดม	บางแพ	ราชบุรี	0.4052	20.00	20.00	0.0081	0.0073
	สหวัฒนา	บางแพ	ราชบุรี	0.4052	20.00	20.00	0.0081	0.0073
	คณะบุคคลหุ้นส่วนโรงสีเจริญวัฒนา	โพธาราม	ราชบุรี	0.5210	20.00	20.00	0.0104	0.0094

ตารางที่ 15 (ต่อ)

segment	ชื่อโรงงาน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณน้ำทิ้ง สุทธิ(ลบ.ม./วัน)	ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้ง(มก./ล.)	ค่าความเข้มข้น ของ BOD(มก./ล.)	ความสกปรก ในรูป BOD (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K11		โพธาราม	ราชบุรี	0.4631	20.00	20.00	0.0093	0.0083
		โพธาราม	ราชบุรี	46.3475	20.00	20.00	0.9270	0.8343
	ศ.สามัคคี	โพธาราม	ราชบุรี	0.3763	20.00	20.00	0.0075	0.0068
	โรงสีโชคประกอบ	บางแพ	ราชบุรี	1.3025	20.00	20.00	0.0260	0.0234
	โรงงานผลิตอาหารอุปโภคบริโภค	โพธาราม	ราชบุรี	0.1721	20.00	20.00	0.0034	0.0031
	โรงสีข้าวรักบริบูรณ์ทรัพย์	บางแพ	ราชบุรี	1.3025	20.00	20.00	0.0260	0.0234
	ศ.รุ่งโรจน์	โพธาราม	ราชบุรี	0.5789	20.00	20.00	0.0116	0.0104
	บริษัท กัปตันเคมี จำกัด	บางแพ	ราชบุรี	0.7613	20.00	20.00	0.0152	0.0137
	บริษัท กังวาลเท็กซ์ไทล์ จำกัด	โพธาราม	ราชบุรี	2.4328	20.00	20.00	0.0487	0.0438
	บริษัท กังวาลเท็กซ์ไทล์ จำกัด	โพธาราม	ราชบุรี	13.5258	20.00	20.00	0.2705	0.2435
	ห้างหุ้นส่วนจำกัด โกลเด้นฮาร์เวสต์	โพธาราม	ราชบุรี	345.0812	20.00	20.00	6.9016	6.2115
	บริษัท สุริษา จำกัด	โพธาราม	ราชบุรี	0.1574	20.00	20.00	0.0031	0.0028
	บริษัท สุริษา (อึ้งเลียงฮะ) จำกัด	โพธาราม	ราชบุรี	3.2027	20.00	20.00	0.0641	0.0576
	สมบูรณ์ผล	โพธาราม	ราชบุรี	0.3763	20.00	20.00	0.0075	0.0068
		โพธาราม	ราชบุรี	2.5852	20.00	20.00	0.0517	0.0465

ตารางที่ 15 (ต่อ)

segment	ชื่อโรงงาน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณน้ำทิ้ง สุทธิ(ลบ.ม./วัน)	ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้ง(มก./ล.)	ค่าความเข้มข้น ของ BOD(มก./ล.)	ความสกปรก ในรูป BOD (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K11	สหไพบูลย์	บางแพ	ราชบุรี	0.5065	20.00	20.00	0.0101	0.0091
	ตั้งชุมชน	โพธาราม	ราชบุรี	2.5583	20.00	20.00	0.0512	0.0460
	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ท้อปวิน	โพธาราม	ราชบุรี	0.0763	20.00	20.00	0.0015	0.0014
	โรงงานปลาเค็มสะเซ่ง	โพธาราม	ราชบุรี	0.2597	20.00	20.00	0.0052	0.0047
	บริษัทอุตสาหกรรมผลผลิตโพธาราม จำกัด	โพธาราม	ราชบุรี	1.6405	20.00	20.00	0.0328	0.0295
	เอ่งสุนหลี	โพธาราม	ราชบุรี	3.1373	20.00	20.00	0.0627	0.0565
		โพธาราม	ราชบุรี	2.2550	20.00	20.00	0.0451	0.0406
	อำพรการช่าง	บางแพ	ราชบุรี	2.1745	20.00	20.00	0.0435	0.0391
	โรงสีรวมเกษตรกร	โพธาราม	ราชบุรี	1.0854	20.00	20.00	0.0217	0.0195
	บ้านไธนาเรา	โพธาราม	ราชบุรี	1.3025	20.00	20.00	0.0260	0.0234
	บุญเดิมวัฒนา	โพธาราม	ราชบุรี	0.3618	20.00	20.00	0.0072	0.0065
	โรงสีชัยเจริญผล	โพธาราม	ราชบุรี	1.0854	20.00	20.00	0.0217	0.0195
	โรงสีไพบูลย์ผล	โพธาราม	ราชบุรี	1.0854	20.00	20.00	0.0217	0.0195
	โรงสีเจริญพาณิชย์	บางแพ	ราชบุรี	0.5789	20.00	20.00	0.0116	0.0104
	ลุ่มย่งฮวด	โพธาราม	ราชบุรี	0.6946	20.00	20.00	0.0139	0.0125

ตารางที่ 15 (ต่อ)

segment	ชื่อโรงงาน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณน้ำทิ้ง สุทธิ(ลบ.ม./วัน)	ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้ง(มก./ล.)	ค่าความเข้มข้น ของ BOD(มก./ล.)	ความสกปรก ในรูป BOD (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K11	เจริญพร	โพธาราม	ราชบุรี	0.7236	20.00	20.00	0.0145	0.0130
	รวม			962.1145			19.2423	17.3181
K14	อรุณวัฒนาพานิช 4	วัดเพลง	ราชบุรี	1.3386	20.00	20.00	0.0268	0.0241
	ไมยเจริญพานิช	วัดเพลง	ราชบุรี	1.6643	20.00	20.00	0.0333	0.0300
	ศรีถาวรพานิช	วัดเพลง	ราชบุรี	0.3473	20.00	20.00	0.0069	0.0063
	ศรีถาวรพานิช	วัดเพลง	ราชบุรี	0.3473	20.00	20.00	0.0069	0.0063
	บริษัท โรงสีไทยรุ่ง(ราชบุรี) จำกัด	เมือง	ราชบุรี	1.8090	20.00	20.00	0.0362	0.0326
	ชัยญาผล	เมือง	ราชบุรี	0.3184	20.00	20.00	0.0064	0.0057
	เทพอำนวยพาณิชย์	เมือง	ราชบุรี	0.4052	20.00	20.00	0.0081	0.0073
	กลิ่นสุคนธ์	เมือง	ราชบุรี	0.3618	20.00	20.00	0.0072	0.0065
	บริษัท กัทรัดนากร จำกัด	เมือง	ราชบุรี		20.00	20.00	0.0000	0.0000
	บริษัท ลูกไม้ไทยนครหลวง จำกัด	เมือง	ราชบุรี	4.2479	20.00	20.00	0.0850	0.0765
	อุปเสริฐบริการ	เมือง	ราชบุรี	1.0000	20.00	20.00	0.0200	0.0180
	แสงเจริญยูนิค	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	0.1523	20.00	20.00	0.0030	0.0027
	เชียมแข่งหลี	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี					0.0000

ตารางที่ 15 (ต่อ)

segment	ชื่อโรงงาน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณน้ำทิ้ง สุทธิ(ลบ.ม./วัน)	ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้ง(มก./ล.)	ค่าความเข้มข้น ของ BOD(มก./ล.)	ความสกปรก ในรูป BOD (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K14	ส.อุตสาหกรรม	เมือง	ราชบุรี	0.1868	20.00	20.00	0.0037	0.0034
	โรงงานทอผ้าเพิ่มสิน	เมือง	ราชบุรี	0.3414	20.00	20.00	0.0068	0.0061
	ไทฮั่วเฮง	เมือง	ราชบุรี	0.1932	20.00	20.00	0.0039	0.0035
	ไทยเจริญ	เมือง	ราชบุรี	0.6956	20.00	20.00	0.0139	0.0125
	ไทยเจริญ	เมือง	ราชบุรี	0.2512	20.00	20.00	0.0050	0.0045
	ห้างหุ้นส่วนจำกัด น้ำมันเฉลิมชัย	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	0.0105	20.00	20.00	0.0002	0.0002
	สงฆ์เซ่ง	เมือง	ราชบุรี	1.8743	20.00	20.00	0.0375	0.0337
	ดำเนินเจริญผล	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	0.4342	20.00	20.00	0.0087	0.0078
	ซิมกี	เมือง	ราชบุรี	0.2093	20.00	20.00	0.0042	0.0038
	บริษัท ราชบุรีพัฒนาสิ่งทอ จำกัด	เมือง	ราชบุรี	166.0199	20.00	20.00	3.3204	2.9884
	กว้างฟ้า	เมือง	ราชบุรี	0.1385	20.00	20.00	0.0028	0.0025
	นิคมการทอ	เมือง	ราชบุรี	0.4122	20.00	20.00	0.0082	0.0074
	ศรีราชา	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	0.9615	20.00	20.00	0.0192	0.0173
	ก.คุณเส็ง	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	0.4365	20.00	20.00	0.0087	0.0079
	ห้างหุ้นส่วนจำกัด เหลียงเส่งเฮงฮวด	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	2.0804	20.00	20.00	0.0416	0.0374

ตารางที่ 15 (ต่อ)

segment	ชื่อโรงงาน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณน้ำทิ้ง สุทธิ(ลบ.ม./วัน)	ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้ง(มก./ล.)	ค่าความเข้มข้น ของ BOD(มก./ล.)	ความสกปรก ในรูป BOD (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K14	ส.ยนต์เจริญชัย	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	1.7855	20.00	20.00	0.0357	0.0321
	ยิ่งชะฮวด	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	7.0435	20.00	20.00	0.1409	0.1268
		เมือง	ราชบุรี	0.4342	20.00	20.00	0.0087	0.0078
	ห้างหุ้นส่วนจำกัดโรงสีไฟฟ้ารุ่งโรจน์	เมือง	ราชบุรี	0.8683	20.00	20.00	0.0174	0.0156
	พุทธิชนด์	เมือง	ราชบุรี	13.2045	20.00	20.00	0.2641	0.2377
	สหกรณ์โคนมหนองโพราชบุรี จำกัด	เมือง	ราชบุรี	1.1071	20.00	20.00	0.0221	0.0199
	ไทยสมบัติ	เมือง	ราชบุรี	0.0682	20.00	20.00	0.0014	0.0012
	ณัฐวุฒิพลาสติก	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	0.3724	20.00	20.00	0.0074	0.0067
		เมือง	ราชบุรี	0.0148	20.00	20.00	0.0003	0.0003
	บริษัท เฟรสต์แคนฟู๊ด (ไทย) จำกัด	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	91.0220	20.00	20.00	1.8204	1.6384
	กิตติยาน้ำดื่ม	เมือง	ราชบุรี	0.3526	20.00	20.00	0.0071	0.0063
	โรงสีรักษาวงศ์	เมือง	ราชบุรี	0.4052	20.00	20.00	0.0081	0.0073
	โรงสีรักษาวงศ์	เมือง	ราชบุรี	0.4052	20.00	20.00	0.0081	0.0073
	บริษัทอุตสาหกรรมอาหารราชา จำกัด	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	0.0404	20.00	20.00	0.0008	0.0007
	บริษัทโฟร์โมสต์อาหารนม (กรุงเทพ) จำกัด	เมือง	ราชบุรี	3.6302	20.00	20.00	0.0726	0.0653

ตารางที่ 15 (ต่อ)

segment	ชื่อโรงงาน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณน้ำทิ้ง สุทธิ(ลบ.ม./วัน)	ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้ง(มก./ล.)	ค่าความเข้มข้น ของ BOD(มก./ล.)	ความสกปรก ในรูป BOD(กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K14	บริษัท เฟรช แอนด์ ซิลด์ จำกัด	เมือง	ราชบุรี	28.0440	20.00	20.00	0.5609	0.5048
	โรงสีเกียงเฮงหลี(ชัยเลิศ)	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	0.3473	20.00	20.00	0.0069	0.0063
	ฟาร์ม ก.ไก่	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	5.4642	20.00	20.00	0.1093	0.0984
	รุ่งวัฒนา	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	0.4342	20.00	20.00	0.0087	0.0078
	บริษัท ดี.เอส.ปิโตรเลียมแก๊ส จำกัด	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	0.0247	20.00	20.00	0.0005	0.0004
	โรงสีทรัพย์รุ่งโรจน์	เมือง	ราชบุรี	0.4486	20.00	20.00	0.0090	0.0081
	รัตนไพฑูรย์	ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	0.4052	20.00	20.00	0.0081	0.0073
		ดำเนินสะดวก	ราชบุรี	2.1708	20.00	20.00	0.0434	0.0391
	รวม			344.3308			6.8866	6.1980
K16	โรงสีวัฒนชัย	ปากท่อ	ราชบุรี	1.3025	20.00	20.00	0.0260	0.0234
	เทพอำนวยพานิชย์ 4	ปากท่อ	ราชบุรี	0.6078	20.00	20.00	0.0122	0.0109
	ไทยประเสริฐ	ปากท่อ	ราชบุรี	0.3184	20.00	20.00	0.0064	0.0057
	บริษัท ราชบุรีแอสฟัลท์ คอนกรีต จำกัด	ปากท่อ	ราชบุรี	4.1908	20.00	20.00	0.0838	0.0754
	รวม			6.4195			0.1284	0.1156

ตารางที่ 15 (ต่อ)

segment	ชื่อโรงงาน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณน้ำทิ้ง สุทธิ(ลบ.ม./วัน)	ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้ง(มก./ล.)	ค่าความเข้มข้น ของBOD(มก./ล.)	ความสกปรก ในรูป BOD(กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K17	เทพอวยพร	บางคนที	สมุทรสงคราม	0.5789	20.00	20.00	0.0116	0.0104
	รวม			0.5789			0.0116	0.0104
K19	กุมารการ์เมนต์	อัมพวา	สมุทรสงคราม	2.3919	20.00	20.00	0.0478	0.0431
	บริษัทควีนมารีนฟู้ด จำกัด	อัมพวา	สมุทรสงคราม	1000.0000	20.00	3.00	3.0000	2.7000
	บริษัท โกรเบสท์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด	อัมพวา	สมุทรสงคราม	20.0120	20.00	20.00	0.4002	0.3602
	รวม			1022.4038			3.4481	3.1033
K20	ขันติชัยห้องเย็น	เมือง	สมุทรสงคราม	0.6171	20.00	20.00	0.0123	0.0111
	ห้างหุ้นส่วนจำกัด บุญประเสริฐอุตสาหกรรม	เมือง	สมุทรสงคราม	2.8335	20.00	20.00	0.0567	0.0510
	บริษัท โรงงานน้ำปลาไทย(ตราปลาหมึก) จำกัด	เมือง	สมุทรสงคราม	3.0000	20.00	0.19	0.0006	0.0005
	บริษัท สิ้นธุสมุทร จำกัด (ทั้งโก่วชะ)	เมือง	สมุทรสงคราม	5.0000	20.00	21.50	0.1075	0.0968
	โรงน้ำปลาสะแสงสวัสดิ์	เมือง	สมุทรสงคราม	0.1717	20.00	20.00	0.0034	0.0031
	เดียงอ้งจวน	เมือง	สมุทรสงคราม	0.0253	20.00	20.00	0.0005	0.0005
	โรงงานน้ำปลาไทยพัฒนา	เมือง	สมุทรสงคราม	0.2374	20.00	20.00	0.0047	0.0043
	ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงน้ำปลาแสงไทย	เมือง	สมุทรสงคราม	5.0000	20.00	0.2950	0.0015	0.0013
	บริษัทน้ำปลาทองเจริญ จำกัด	เมือง	สมุทรสงคราม	5.0000	20.00	0.0265	0.0001	0.0001

ตารางที่ 15 (ต่อ)

segment	ชื่อโรงงาน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณน้ำทิ้ง สุทธิ(ลบ.ม./วัน)	ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้ง(มก./ล.)	ค่าความเข้มข้น ของBOD(มก./ล.)	ความสกปรก ในรูป BOD(กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K20	บริษัทมูยเต่า อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด	เมือง	สมุทรสงคราม	1.0000	20.00	20.00	0.0200	0.0180
	สุวรรณรัตน์	เมือง	สมุทรสงคราม	0.0606	20.00	20.00	0.0012	0.0011
	โรงงานน้ำปลาล้างเส้	เมือง	สมุทรสงคราม	0.1180	20.00	20.00	0.0024	0.0021
	เตียฮ้าง	เมือง	สมุทรสงคราม	0.0556	20.00	20.00	0.0011	0.0010
	บริษัท ห้างวันสะ จำกัด	เมือง	สมุทรสงคราม	2.0000	20.00	0.1262	0.0003	0.0002
	น้ำปลาเคตุสยาม (โถวเซฮวด)	เมือง	สมุทรสงคราม	0.1263	20.00	20.00	0.0025	0.0023
	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ปลาปันขันดิชัย	เมือง	สมุทรสงคราม	5.2289	20.00	20.00	0.1046	0.0941
	โรงงานอุตสาหกรรมปลาปัน	เมือง	สมุทรสงคราม	1.3137	20.00	20.00	0.0263	0.0236
	สมุทรสงครามอุตสาหกรรมแก๊ส	เมือง	สมุทรสงคราม	0.5455	20.00	20.00	0.0109	0.0098
	บริษัท ห้างเย็นดวงใจสมุทร จำกัด	เมือง	สมุทรสงคราม	4.7571	20.00	20.00	0.0951	0.0856
	บริษัท สหชัยชีพู๊ด จำกัด	เมือง	สมุทรสงคราม	200.0000	20.00	8.52	1.7040	1.5336
	โรงงานน้ำปลาทวีสิน	เมือง	สมุทรสงคราม	0.1212	20.00	20.00	0.0024	0.0022
	พรประทาน	เมือง	สมุทรสงคราม	0.0343	20.00	20.00	0.0007	0.0006
	บริษัท พัฒนาการตลาดปลาปัน จำกัด	เมือง	สมุทรสงคราม	1.1563	20.00	20.00	0.0231	0.0208
	อู่มือการช่าง	เมือง	สมุทรสงคราม	1.8386	20.00	20.00	0.0368	0.0331

ตารางที่ 15 (ต่อ)

segment	ชื่อโรงงาน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณน้ำทิ้ง สุทธิ(ลบ.ม./วัน)	ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้ง(มก./ล.)	ค่าความเข้มข้น ของBOD(มก./ล.)	ความสกปรก ในรูป BOD (กก./วัน)	คิดเป็น ร้อยละ 90
K20	โรงน้ำปลาฉะเชิง	เมือง	สมุทรสงคราม	3.0000	20.00	20.00	0.0600	0.0540
	เจียมโชติวัฒน์กรุ๊ป	เมือง	สมุทรสงคราม	0.2681	20.00	20.00	0.0054	0.0048
	บริษัทแม่กลองฟูดส์ จำกัด	เมือง	สมุทรสงคราม	143.4475	20.00	20.00	2.8690	2.5821
	ซีดีฟาร์ม แพคกิ้ง	เมือง	สมุทรสงคราม	108.8919	20.00	20.00	2.1778	1.9601
	บริษัท อาหารกุ้งสยาม จำกัด	เมือง	สมุทรสงคราม	6.3379	20.00	20.00	0.1268	0.1141
	บริษัท เอส เอ็ม พี ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด	เมือง	สมุทรสงคราม	325.7397	20.00	20.00	6.5148	5.8633
	รวม			827.9264			13.9725	12.5752
	รวมทั้งหมด			11204.0525			232.5300	209.2770

หมายเหตุ : " - " คือ ไม่มีการสำรวจ

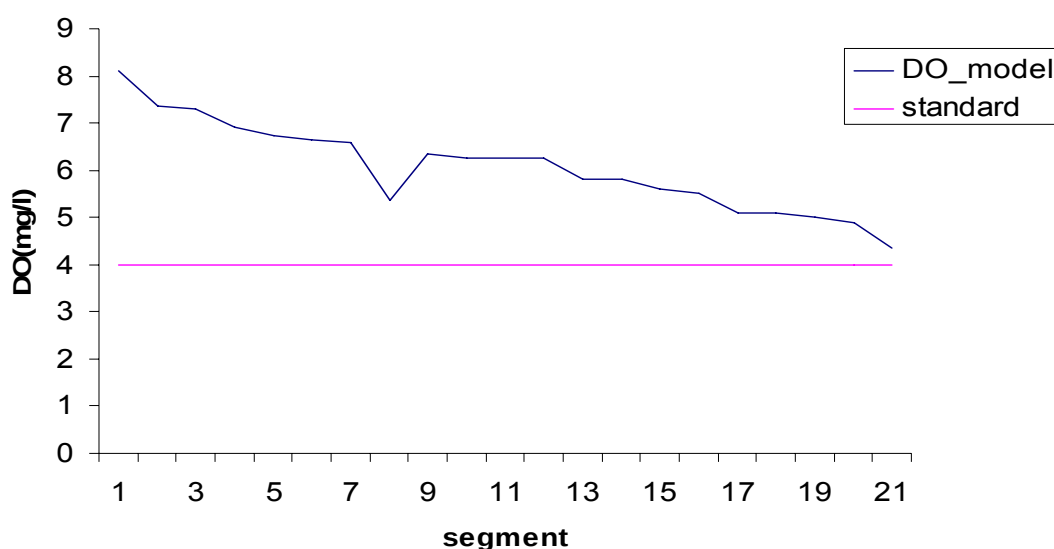
ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม , 2545

4. การประมวลผล

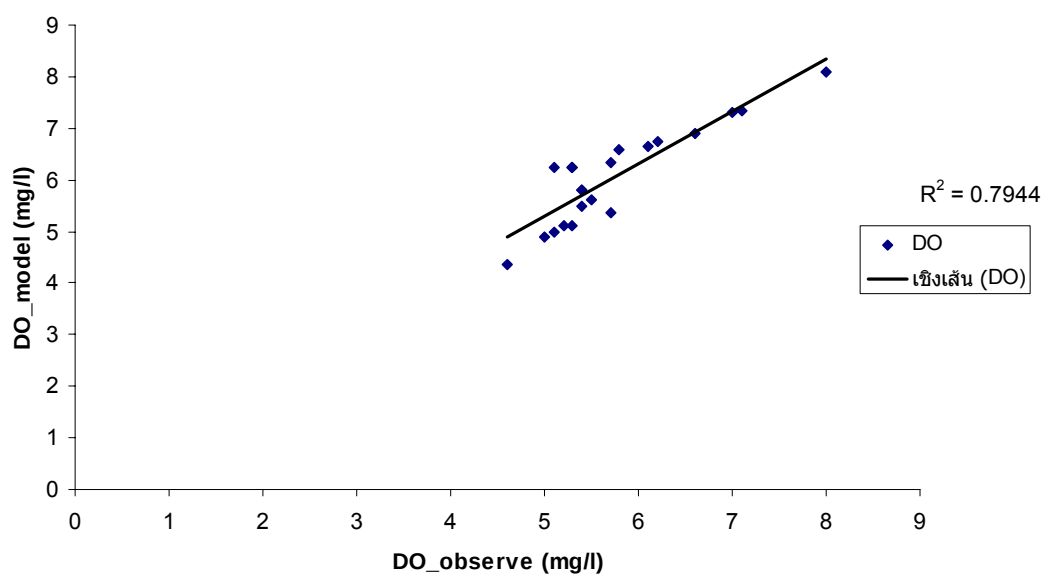
4.1 สถานการณ์ปัจจุบัน

(1) ค่า DO

จากการป้อนข้อมูลเข้าแบบจำลอง WASP 7.0 แล้วประมวลค่าคุณภาพน้ำในปัจจุบันของแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง (ภาพที่ 42) จากภาพจะเห็นได้ว่า ค่า DO จะสูงในช่วงแรกและค่อย ๆ ลดลงจนถึงปากแม่น้ำแม่กลอง เนื่องจากการคำนวณเริ่มต้นที่เขื่อนแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งไม่ค่อยมีกิจกรรมของชุมชน เกษตรกรรม และโรงงานอุตสาหกรรมมากนัก และเมื่อน้ำแม่กลองไหลผ่านชุมชนต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำในจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี และสมุทรสงคราม จนถึงปากแม่น้ำ ทำให้ค่า DO ลดต่ำลง เพราะมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ต่าง ๆ แต่อย่างไรก็ตาม ค่า DO ในช่วงที่ต่ำที่สุดก็ยังไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งกรมควบคุมมลพิษ (2537) ได้กำหนดไว้ว่าค่า DO ในมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากการนำค่า DO จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับค่า DO ที่วัดจริงจากภาคสนามพบว่ามีความสัมพันธ์ $R^2 = 0.7944$ (ภาพที่ 43)



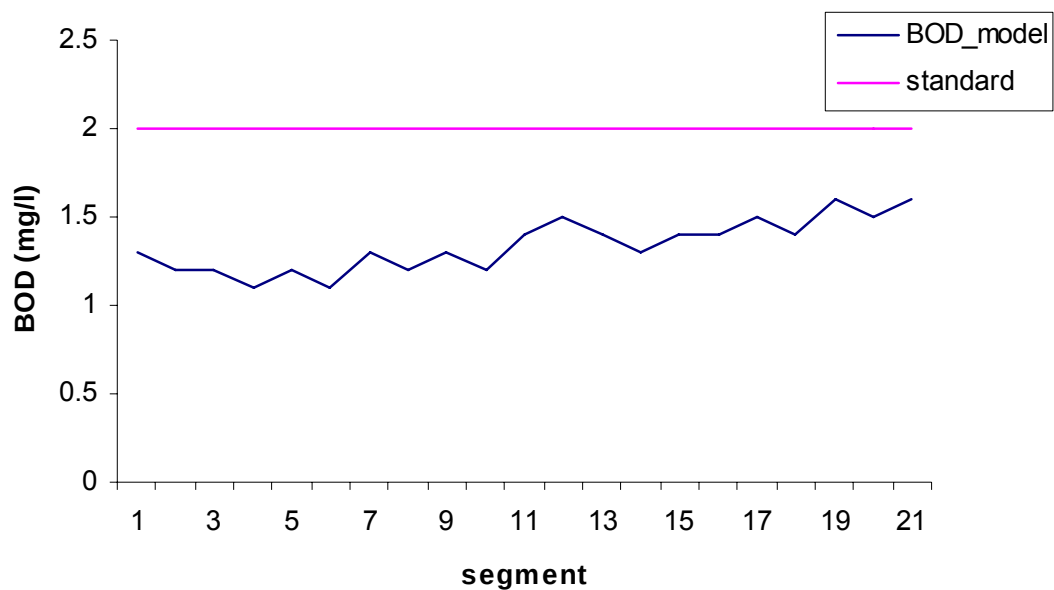
ภาพที่ 42 ค่า DO ในแม่น้ำแม่กลอง ช่วงแล้ง ปี พ.ศ.2545 ที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง WASP 7.0



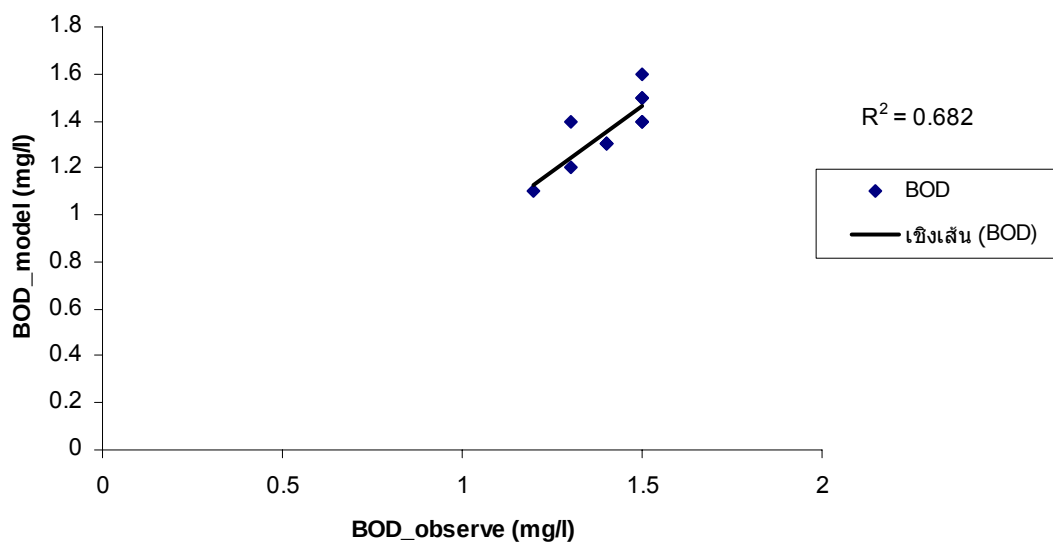
ภาพที่ 43 การเปรียบเทียบค่า DO ที่ได้จากการตรวจวัด และจากแบบจำลองในฤดูแล้ง แม่น้ำแม่กลอง ปี 2545 ($R^2=0.7944$)

2) ค่า BOD

จากการประมวลผลของแบบจำลอง WASP 7.0 ในฤดูแล้งของแม่น้ำแม่กลองในปี 2545 พบว่าค่า BOD จะผันแปรไม่มากนัก โดยค่าจะอยู่ในช่วง 1.1 – 1.6 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 44) ซึ่งยังไม่เกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งกรมควบคุมมลพิษ(2537) ได้กำหนดไว้ว่าค่า BOD ในมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ต้องมีค่าไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเปรียบเทียบกับค่า BOD จากการตรวจวัดในภาคสนามพบว่ามีค่า $R^2=0.6820$ (ภาพที่ 45)



ภาพที่ 44 ค่า BOD ในแม่น้ำแม่กลอง ช่วงแล้ง ปีพ.ศ.2545 ที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง WASP 7.0



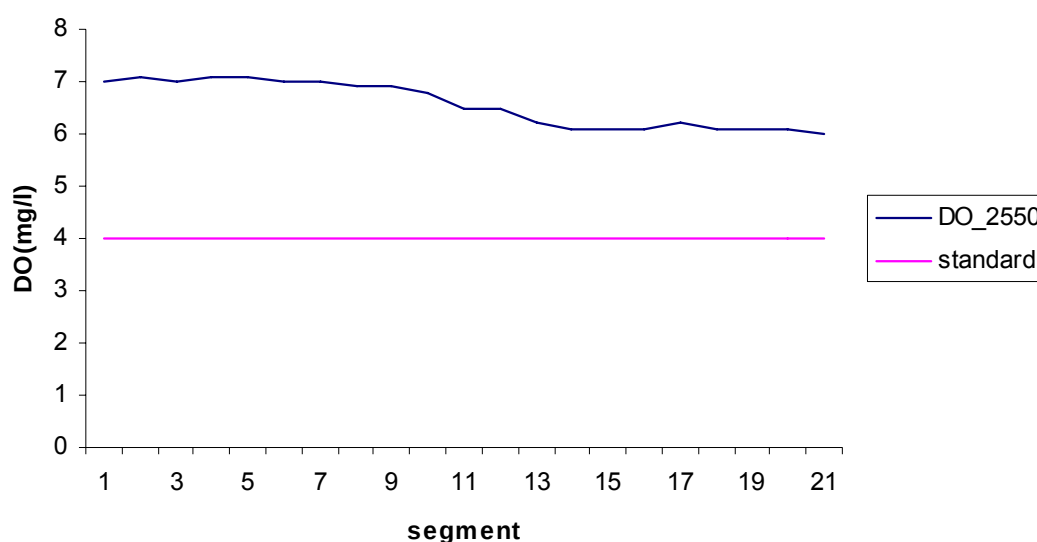
ภาพที่ 45 การเปรียบเทียบค่า BOD ที่ได้จากการตรวจวัด และจากแบบจำลองใน แม่น้ำแม่กลองใน ปี 2545 ($R^2=0.682$)

4.2 การทำนายคุณภาพน้ำในอนาคต

การพยากรณ์ค่า DO และ BOD โดยนำข้อมูลของลำน้ำ เช่น ความกว้าง ความยาว ความลึก ปริมาตร ความลาดชัน ของลำน้ำ สัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ของลำน้ำ ค่าอัตราการไหล ค่าความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำ จากที่ได้กล่าวมาแล้วในวิธีการศึกษา ทำการป้อนข้อมูลในแบบจำลอง WASP 7.0 เพื่อประมวลผล และทำการพยากรณ์คุณภาพน้ำในปี พ.ศ. 2550 2555 และ 2560 ได้ผลการศึกษาดังนี้

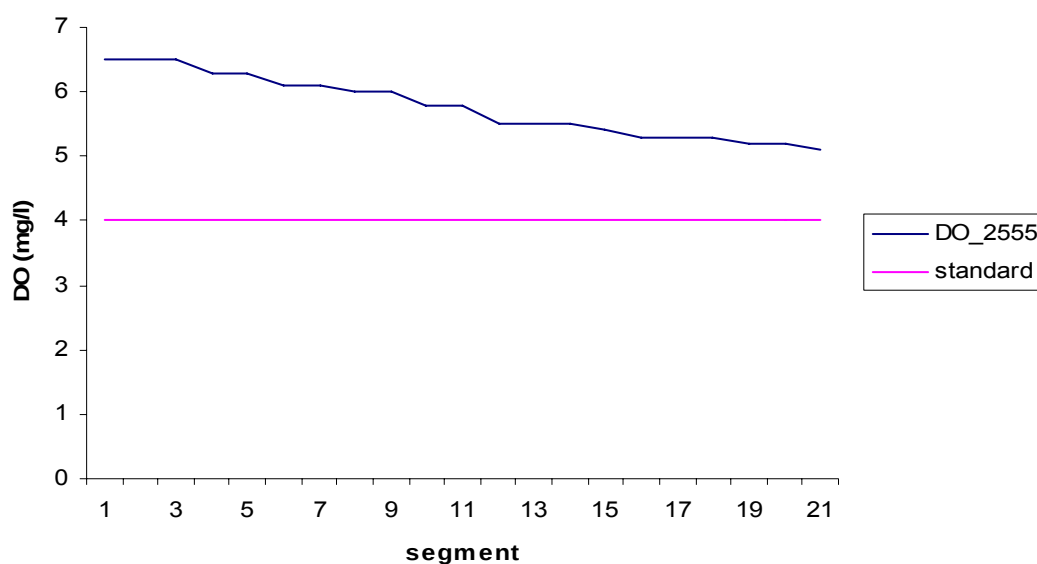
1) DO

(1) ปี พ.ศ.2550 จากการพยากรณ์ค่า DO นั้น พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 6.0 -7.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ค่า DO มีแนวโน้มต่ำลงจากต้นน้ำ (เขื่อนแม่กลอง) จนถึงปลายน้ำ โดยเฉพาะในช่วง segment K11 ถึง K14 ค่า DO ลดลงอย่างมาก ซึ่งอยู่ในเขตเทศบาลตำบลบ้านเลื่อ เทศบาลตำบลบางแพ เทศบาลตำบลเขาขวาง เทศบาลเมืองโพธาราม เทศบาลตำบลเขาสูง เทศบาลตำบลหลักเมือง เทศบาลตำบลศรีดอนไผ่ เทศบาลเมืองราชบุรี เทศบาลตำบลดำเนินสะดวก เทศบาลตำบลห้วยชินสีห์ และเทศบาลตำบลวัดเพลง จังหวัดราชบุรี ดังแสดงในภาพที่ 46



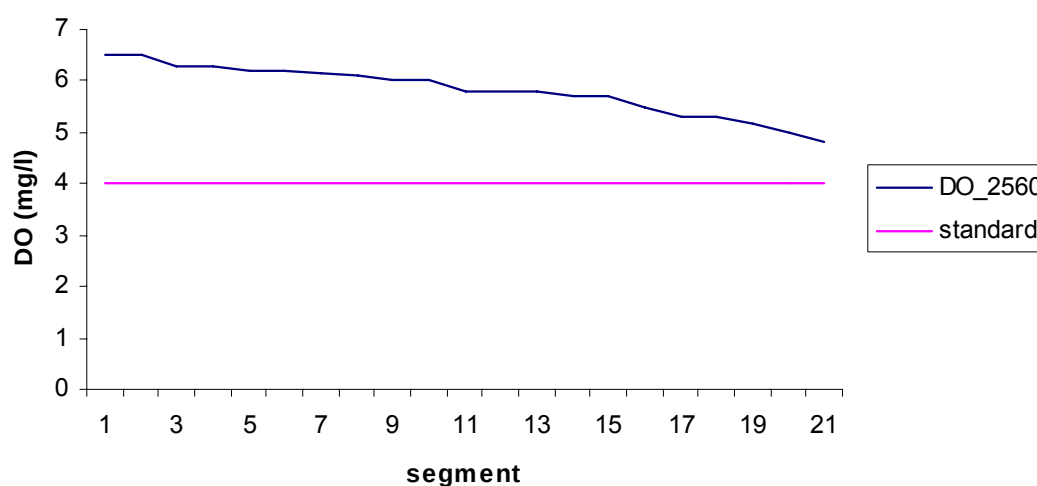
ภาพที่ 46 ค่า DO ของแม่น้ำแม่กลอง ในปี พ.ศ.2550

(2) ปี พ.ศ.2555 จากการพยากรณ์ค่า DO พบว่าค่าอยู่ในช่วง 5.0 – 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีแนวโน้มต่ำลงมากจากในปัจจุบันดังแสดงในภาพที่ 47



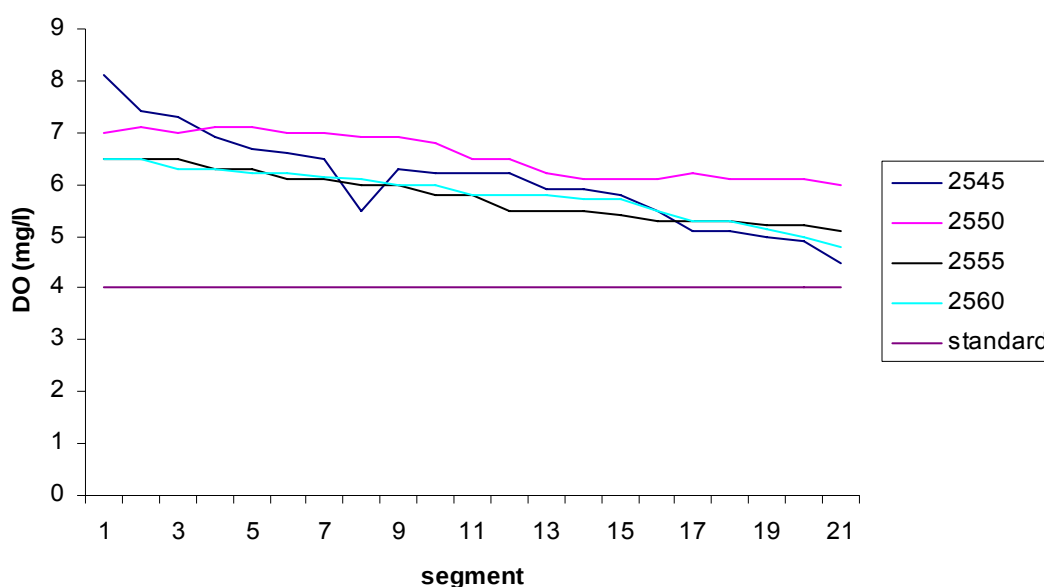
ภาพที่ 47 ค่า DO ของแม่น้ำแม่กลอง ในปี พ.ศ.2555

(3) ปี พ.ศ.2560 จากการพยากรณ์ค่า DO พบว่าค่าอยู่ในช่วง 4.8 – 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถือว่าคุณภาพน้ำค่อนข้างต่ำลงมาก ดังแสดงในภาพที่ 48



ภาพที่ 48 ค่า DO ของแม่น้ำแม่กลอง ในปี พ.ศ.2560

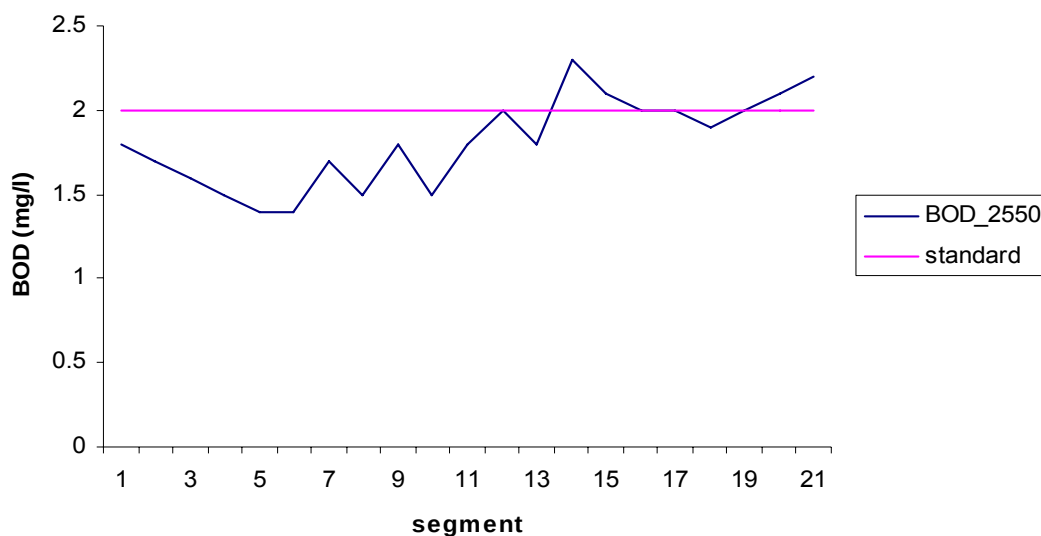
และเมื่อเปรียบเทียบค่า DO ในปี พ.ศ.2550 2555 และ 2560 พบว่าค่า DO ที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลอง WASP 7.0 พบว่าค่า DO มีแนวโน้มต่ำลง เนื่องจากเมื่อปริมาณประชากรเพิ่มมากขึ้นก็มีการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีน้ำเสียหรือความสกปรกในรูป BOD ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองเพิ่มมากขึ้นทำให้ค่า DO มีแนวโน้มต่ำลง แต่อย่างไรก็ตามค่า DO ที่ได้จากการคาดการณ์ยังมีค่าไม่ต่ำกว่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งถือว่าคุณภาพน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ดีอยู่มาก ดังแสดงในภาพที่ 49



ภาพที่ 49 ค่า DO ของแม่น้ำแม่กลอง ในปี พ.ศ.2550, 2555 และ 2560

2) BOD

(1) ปี พ.ศ.2550 จากการพยากรณ์ค่า BOD พบว่าค่าอยู่ในช่วง 1.4 – 2.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นจากต้นน้ำไปยังท้ายน้ำ โดยเฉพาะใน segment K7, K9, K11 และ K14 ค่า BOD เพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งอยู่ในเขตเทศบาลตำบลบ้านเลื่อ เทศบาลตำบลบางแพ เทศบาลตำบลเขาขวาง เทศบาลเมืองโพธาราม เทศบาลตำบลเขาสูง เทศบาลตำบลหลักเมือง เทศบาลตำบลศรีดอนไผ่ เทศบาลเมืองราชบุรี เทศบาลตำบลดำเนินสะดวก เทศบาลตำบลห้วยชินสีห์ และเทศบาลตำบลวัดเพลง จังหวัดราชบุรี ซึ่งตั้งแต่ segment K14 (เทศบาลตำบลเขาสูง เทศบาลตำบลหลักเมือง เทศบาลตำบลศรีดอนไผ่ เทศบาลเมืองราชบุรี เทศบาลตำบลดำเนินสะดวก เทศบาลตำบลห้วยชินสีห์ และเทศบาลตำบลวัดเพลง จนถึงปากแม่น้ำแม่กลอง) นั้นค่า BOD สูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ดังแสดงในภาพที่ 50



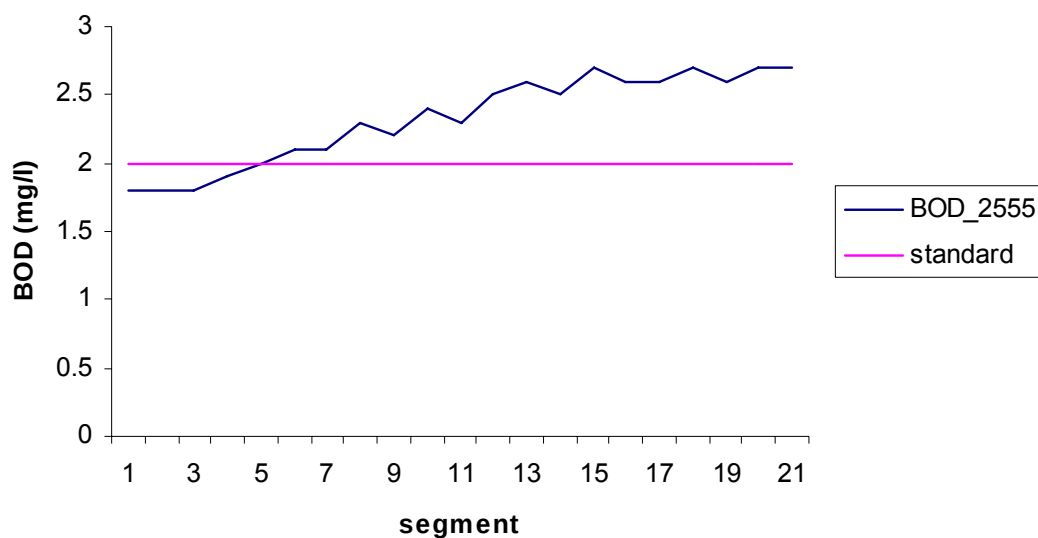
ภาพที่ 50 ค่า BOD ของแม่น้ำแม่กลองในปี พ.ศ.2550

(2) ปี พ.ศ.2555 จากการพยากรณ์ค่า BOD พบว่าค่าอยู่ในช่วง 1.8 – 2.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะสังเกตได้ว่าตั้งแต่ segment K5 (เทศบาลตำบลท่าไม้ เทศบาลตำบลพระแท่น และเทศบาลตำบลห้วยเหินหว จังหวัดกาญจนบุรี) ค่า BOD สูงเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นไปยังท้ายน้ำ (K21) ดังแสดงในภาพที่ 51

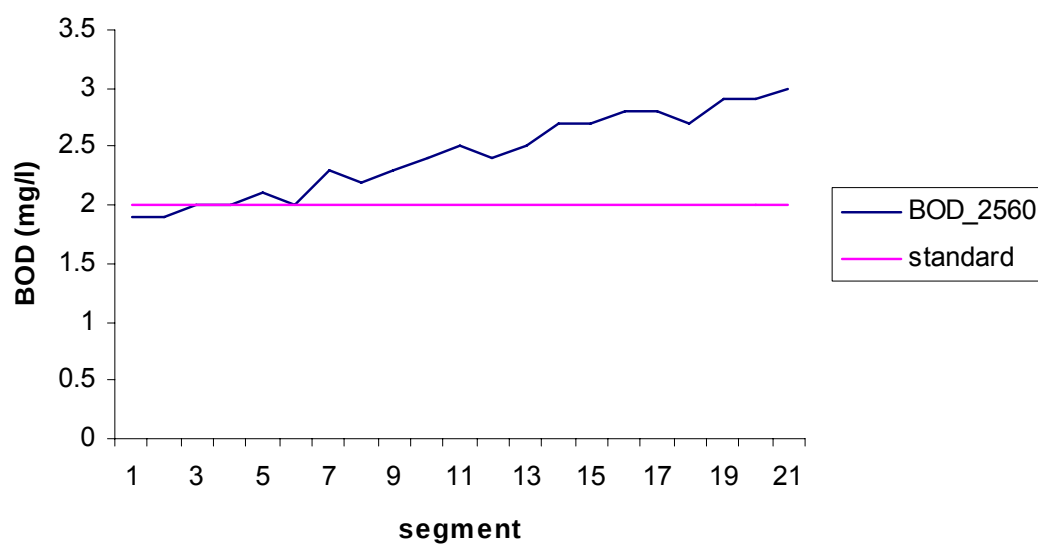
(3) ปี พ.ศ.2560 จากการพยากรณ์ค่า BOD พบว่าค่าอยู่ในช่วง 1.9 – 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่า BOD สูงเกินมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ตั้งแต่ segment K3 (เทศบาลตำบลท่าเรือพระแท่น จังหวัดกาญจนบุรี) และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นไปยังท้ายน้ำ (K21) ดังแสดงในภาพที่ 52

และเมื่อเปรียบเทียบค่า BOD ในปี พ.ศ.2550, 2555 และ 2560 พบว่าค่า BOD ที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลอง WASP 7.0 พบว่าค่า BOD ในปี พ.ศ.2550 ตั้งแต่ segment K14, พ.ศ.2555 ตั้งแต่ segment K5 และใน พ.ศ.2560 ตั้งแต่ segment K3 มีค่าเกินมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 แต่ยังคงอยู่ในมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ซึ่งสังเกตได้ว่า BOD มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากจากต้นน้ำไปยังท้ายน้ำ เนื่องจากเมื่อปริมาณประชากรเพิ่มมากขึ้นก็มีการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้น ทำให้น้ำเสียหรือความสกปรกในรูป BOD ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองเพิ่มมากขึ้นทำให้ค่า BOD มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มีระบบบำบัดน้ำเสียของแต่ละเทศบาลก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลอง จะทำให้

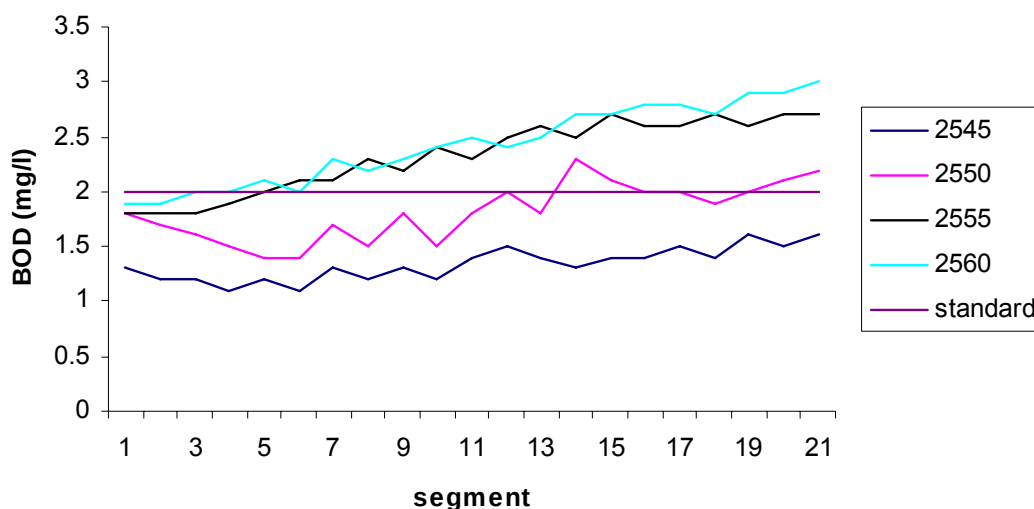
แม่น้ำแม่กลองเน่าเสียได้ หากไม่มีการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพน้ำ หรือมีระบบบำบัดน้ำเสียของแต่ละเทศบาลก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลอง จะทำให้แม่น้ำแม่กลองเน่าเสียได้ ดังแสดงในภาพที่ 53



ภาพที่ 51 ค่า BOD ของแม่น้ำแม่กลอง ในปี พ.ศ.2555



ภาพที่ 52 ค่า BOD ของแม่น้ำแม่กลอง ในปี พ.ศ.2560



ภาพที่ 53 ค่า BOD ของแม่น้ำแม่กลอง ในปี พ.ศ.2550, 2555 และ 2560

จากการศึกษาการพยากรณ์ค่า DO และ BOD มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน segment ที่เป็นที่ตั้งของชุมชน ค่า BOD จะสูงขึ้นมาก จึงควรที่จะมีการจัดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียของแต่ละเทศบาลก่อนปล่อยน้ำทิ้งสู่แม่น้ำแม่กลองเพื่อป้องกันปัญหาแหล่งน้ำเสื่อมโทรมในอนาคต ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการศึกษาของ ชวลิต และทรงฤทธิ์(2545) ซึ่งศึกษาความสามารถในการรองรับมลพิษของแม่น้ำแม่กลองตอนบน ตั้งแต่เขื่อนวชิราลงกรณ์ขึ้นไป (ปัจจุบันคือเขื่อนแม่กลอง) โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Qual2E พบว่า ปริมาณของเสียสูงสุดที่แหล่งน้ำสามารถรองรับได้ต่อวันของแม่กลองตอนบนเท่ากับ 74,760.5 กิโลกรัมต่อวัน และพบว่าภาระความสกปรกในรูป BOD (BOD Loading) ในแหล่งกำเนิดมาจากชุมชน ร้อยละ 83

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการประเมินคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง โดยใช้แบบจำลอง WASP 7.0 พบว่า

1. คุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง ในปี 2545 อยู่ในเกณฑ์ดี คืออยู่ในมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และเป็นประโยชน์เพื่อการเกษตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2537)

2. ปริมาณภาระมลพิษจากชุมชนที่อาศัยอยู่ริมแม่น้ำแม่กลอง (ในระยะ 0 – 1 กิโลเมตร) พบว่า ในปี พ.ศ.2545 มีปริมาณการใช้น้ำของประชาชนเท่ากับ 22,480.76 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นปริมาณความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองเท่ากับ 2,215.26 กิโลกรัมต่อวัน ในปี พ.ศ.2550 ปริมาณการใช้น้ำของประชาชนเพิ่มเป็น 40,055.53 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นปริมาณความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองเท่ากับ 4,222.17 กิโลกรัมต่อวัน ในปี พ.ศ.2555 ปริมาณการใช้น้ำของประชาชนเพิ่มเป็น 66,091.63 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นปริมาณความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองเท่ากับ 6,966.59 กิโลกรัมต่อวัน และในปี พ.ศ.2560 ปริมาณการใช้น้ำของประชาชนเพิ่มเป็น 98,817.88 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นปริมาณความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองเท่ากับ 10,416.20 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งจากการคำนวณค่าความสกปรกในรูป BOD ที่มาจากมลพิษของชุมชนใน ปี พ.ศ.2545, 2550, 2555 และ ปี 2560 พบว่ามีปริมาณมากที่สุดอยู่ใน segment K14 ซึ่งอยู่ในพื้นที่จังหวัดราชบุรี ครอบคลุมเทศบาลตำบลเขาสูง เทศบาลตำบลหลักเมือง เทศบาลตำบลศรีดอนไผ่ เทศบาลเมืองราชบุรี เทศบาลตำบลดำเนินสะดวก เทศบาลตำบลห้วยชินสีห์ และเทศบาลตำบลวัดเพลง ส่วนปริมาณค่าความสกปรกในรูป BOD ที่มาจากมลพิษของชุมชนที่มีปริมาณรองลงมาอยู่ใน segment K2 อยู่ในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งครอบคลุมเทศบาลเมืองกาญจนบุรี เทศบาลตำบลลำธารอง เทศบาลตำบลท่าม่วง และเทศบาลตำบลหนองขาว

3. ปริมาณภาระมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำแม่กลองในระยะ 0 – 1 กิโลเมตร พบว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ที่ใน segment K2 อยู่ในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี เนื่องจากเป็นที่ตั้งของโรงงานไทยเคนเปเปอร์ ซึ่งทำการผลิตกระดาษคราฟ และกล่องกระดาษลูกฟูก มีกำลังการผลิต 3,877.5 ตันต่อเดือน และมีโรงงานไทยเพิ่มพูนอุตสาหกรรม ที่ทำการผลิตน้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายแดง มีกำลังการผลิต 9,635 ตัน ซึ่งมีปริมาณความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองเท่ากับ 111.74 กิโลกรัมต่อวัน เมื่อรวมค่าปริมาณน้ำทิ้งสุทธิจากโรงงานที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง ในระยะ 0 – 1 กิโลเมตร พบว่ามีค่าเท่ากับ 11,204.0525 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นปริมาณความสกปรกในรูป BOD ที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองเท่ากับ 209.2770 กิโลกรัมต่อวัน

4. การทำนายคุณภาพน้ำโดยใช้แบบจำลอง WASP 7.0 ในฤดูแล้ง แม่น้ำแม่กลองปี พ.ศ. 2545 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่า DO ที่ได้จากการตรวจวัดในภาคสนามและการคำนวณจากแบบจำลองพบว่ามีค่า $R^2=0.7944$ และค่า BOD พบว่ามีค่า $R^2=0.6820$

5. การทำนายคุณภาพน้ำในอนาคตเพื่อหาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ พบว่าค่า DO มีแนวโน้มต่ำลง และ BOD มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเกณฑ์คุณภาพน้ำเฉพาะค่า BOD ในปี พ.ศ.2550 (บางสถานี) 2555 และปี พ.ศ.2560 อยู่ในมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 และมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากการขยายตัวของประชากรเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีปริมาณน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำแม่กลองมากขึ้น จึงควรที่จะมีการจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียของแต่ละเทศบาลก่อนปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ โดยเฉพาะเทศบาลที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำแม่กลอง เช่น ในจังหวัดกาญจนบุรี ได้แก่ เทศบาลเมืองกาญจนบุรี (ซึ่งในปัจจุบันมีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว) เทศบาลตำบลหนองขาว เทศบาลตำบลท่าเรือพระแท่น เทศบาลตำบลพนมทวน และในจังหวัดราชบุรี ได้แก่ เทศบาลตำบลหลักเมือง เทศบาลตำบลศรีดอนไผ่ เทศบาลตำบลบางแพ เทศบาลตำบลดำเนินสะดวก ซึ่งเทศบาลเหล่านี้ตั้งอยู่ริมแม่น้ำแม่กลอง

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษพบว่าค่า DO มีแนวโน้มลดลง และค่า BOD มีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากการประชากรเพิ่มมากขึ้นและมีอัตราการใช้น้ำสูงและทำการปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำมากขึ้น สังเกตได้จากใน segment ที่มีประชากรมากค่า BOD จะสูงใน segment นั้น จากการทำนายคุณภาพน้ำจาก

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WASP 7.0 พบว่าแนวโน้มคุณภาพน้ำในแม่น้ำแม่กลองนั้นมีแนวโน้มเลวลง จึงควรที่จะให้เทศบาลและชุมชนต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำแม่กลองควรมีระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยน้ำลงสู่แหล่งน้ำ เพื่อรักษาคุณภาพน้ำให้คงสภาพดีตลอดไป

2. ในการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินคุณภาพน้ำนั้นสิ่งที่สำคัญคือการข้อมูลที่ป้อนเข้าแบบจำลอง เช่นลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ และสัมประสิทธิ์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งในการคำนวณของแบบจำลอง WASP7.0 นั้น ในค่าสัมประสิทธิ์ในส่วนนี้จะป้อนค่าสำหรับลำน้ำของสหรัฐอเมริกา ซึ่งเมื่อนำมาทำการคำนวณในประเทศไทยแล้วอาจจะน้อยกว่าค่าความเป็นจริง ควรมีการพิจารณาปรับแก้ไขแบบจำลอง จึงจะทำให้การทำนายผลนั้นถูกต้อง และแม่นยำมากที่สุด

3. แบบจำลอง WASP 7.0 นั้น ในการประมวลผลแบบจำลองจะค่อนข้างเกิดการผิดพลาดได้ง่าย หากผู้ป้อนทำการป้อนข้อมูลในค่าดัชนีต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่า output control ไม่ครบ จะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สามารถคำนวณผลได้ เพราะฉะนั้นในการป้อนข้อมูลผู้ป้อนต้องใส่ค่าดัชนีที่เกี่ยวข้องให้ครบทุกค่า

4. ในการประมวลผลของแบบจำลอง WASP 7.0 นั้น มีข้อมูลบางดัชนีที่มีผลต่อการประมวลค่าซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีหน่วยงานใดที่ทำการตรวจวิเคราะห์ไว้ ได้แก่ คลอโรฟิลล์เอ, ปริมาณความต้องการออกซิเจนของตะกอน, (sediment oxygen demand ; SOD), slow and fast BOD, total organic carbon, phytoplankton growth rate เป็นต้น สมควรให้ส่วนราชการพิจารณาดำเนินการ เช่น กรมควบคุมมลพิษ เป็นต้น