

## บทที่ 5

### ผลการศึกษา และอภิปรายผลการศึกษา

#### 5.1 ภาระมลพิษของแม่น้ำแม่กลองตอนบน

##### 5.1.1 แหล่งกำเนิดชุมชน

การประเมินภาระมลพิษที่เกิดจากแหล่งกำเนิดชุมชนในการศึกษาครั้งนี้จะทำการประเมินจากชุมชนที่อยู่ห่างจากแม่น้ำแม่กลองไม่เกิน 1 กิโลเมตรเท่านั้น ซึ่งจากการศึกษาของวรารักษ์ ทนงศักดิ์ (2547) พบว่า มีอยู่ด้วยกัน 10 เทศบาล แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 จำนวนประชากรในเทศบาลที่อยู่ห่างจากแม่น้ำแม่กลองไม่เกิน 1 กิโลเมตร

จังหวัด	เทศบาล	อำเภอ	ประชากร (คน)
กาญจนบุรี	เทศบาลตำบลท่าม่วง	ท่าม่วง	11,502
	เทศบาลตำบลท่าเรือ	ท่ามะกา	13,067
	เทศบาลตำบลท่าไม้	ท่ามะกา	8,628
	เทศบาลตำบลพระแท่น	ท่ามะกา	5,783
	เทศบาลตำบลห้วยเหินยิว	ท่ามะกา	4,273
	เทศบาลตำบลท่ามะกา	ท่ามะกา	8,461
ราชบุรี	เทศบาลเมืองบ้านโป่ง	บ้านโป่ง	25,260
	เทศบาลตำบลท่าผา	บ้านโป่ง	20,693
	เทศบาลเมืองโพธาราม	โพธาราม	12,172
	เทศบาลตำบลเจ็ดเสมียน	โพธาราม	3,761
รวม			113,600

ที่มา: ดัดแปลงจากรวการักษ์ ทนงศักดิ์ (2547)

จากการประเมินภาระมลพิษที่เกิดจากแหล่งกำเนิดชุมชน พบว่า มีภาระมลพิษในรูปของค่า BOD ทั้งสิ้นประมาณ 2,594.44 กิโลกรัมต่อวัน

### 5.1.2 แหล่งกำเนิดอุตสาหกรรม

จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า อุตสาหกรรมหลักในพื้นที่ศึกษาเป็นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปสินค้าเกษตร โดยมีอุตสาหกรรมน้ำตาล และอุตสาหกรรมกระดาษเป็นอุตสาหกรรมหลักในพื้นที่ นอกจากนี้ยังมีโรงงานผลิตสุราของ บริษัท แสงโสม จำกัด เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษหลักในพื้นที่ศึกษาอีกด้วย (วารสารณ์ ทนงศักดิ์, 2547)

จากการประเมินภาระมลพิษที่เกิดจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรม พบว่า มีภาระมลพิษในรูปของค่า BOD ทั้งสิ้นประมาณ 44,854.58 กิโลกรัมต่อวัน

### 5.1.3 แหล่งกำเนิดปศุสัตว์

จากรูปแบบการเลี้ยงปศุสัตว์ในพื้นที่ศึกษา พบว่า ฟาร์มสุกร ไก่ โค และการเลี้ยงปลา เป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียหลักในพื้นที่ศึกษา (วารสารณ์ ทนงศักดิ์, 2547) โดยจากการประเมินภาระมลพิษที่เกิดจากแหล่งกำเนิดปศุสัตว์ พบว่า มีภาระมลพิษในรูปของค่า BOD ทั้งสิ้นประมาณ 5,921.60 กิโลกรัมต่อวัน

### 5.1.4 แหล่งกำเนิดเกษตรกรรม

การประเมินภาระมลพิษที่เกิดจากแหล่งกำเนิดเกษตรกรรมในการศึกษารังนี้ จะแบ่งเป็นมลพิษที่เกิดจากพื้นที่นาข้าว พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เพาะปลูกพืชสวนและพืชไร่ โดยแหล่งกำเนิดแต่ละประเภทมีพื้นที่ แสดงดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 พื้นที่และการใช้น้ำในการเกษตรกรรมในพื้นที่ศึกษา

ชนิดพืช	พื้นที่ (ตร.กม.)	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./ปี)
นาข้าว	403.39	504,240,455.00
ไม้ผลและพืชไร่	1,007.47	2,203,840,625.00
ป่าไม้	44.97	112,423,045.00
<b>รวม</b>	<b>1,455.83</b>	<b>2,820,504,125.00</b>

ที่มา: ดัดแปลงจากวารสารณ์ ทนงศักดิ์ (2547)

จากการประเมินภาระมลพิษที่เกิดจากแหล่งกำเนิดเกษตรกรรม พบว่า มีภาระมลพิษในรูปของค่า BOD ทั้งสิ้นประมาณ 6,052.87 กิโลกรัมต่อวัน

ดังนั้น เมื่อรวมภาระมลพิษในรูปของค่า BOD ของแม่น้ำแม่กลองตอนบนทั้งหมด พบว่า แม่น้ำแม่กลองตอนบนมีภาระมลพิษในรูปของค่า BOD ทั้งสิ้น 59,423.49 กิโลกรัมต่อวัน แยกเป็น ภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (point source) 47,449.02

กิโกรัมต่อวัน และภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน (non-point source) 11,974.47 กิโกรัมต่อวัน

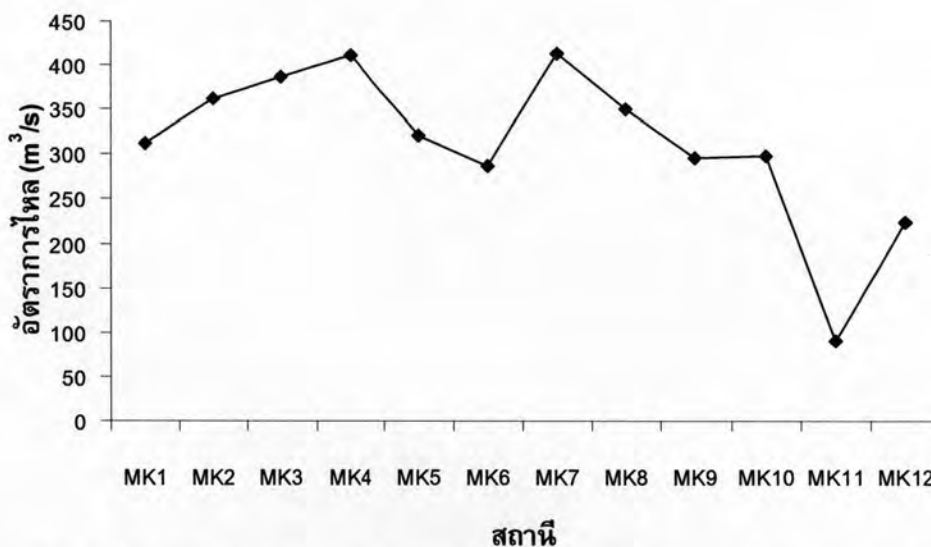
## 5.2 การเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2

### 5.2.1 อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำแม่กลองตอนบน

ขั้นตอนแรกของการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 คือ การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง ซึ่งข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ อัตราการไหลของน้ำ โดยข้อมูลอัตราการไหลของแม่น้ำแม่กลองที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ได้มาจากรายงานการวิจัย เรื่อง ศักยภาพของการพัฒนาลุ่มน้ำที่มีต่อคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำแม่กลอง (สิทธิชัย ดันชนะสฤณี, 2547) ซึ่งนำข้อมูลอัตราการไหลของแม่น้ำแม่กลองมาจากสถานีวัดน้ำของกรมชลประทานในปี พ.ศ.2546 และวัดเพิ่มในบางจุด โดยแบ่งอัตราการไหลของน้ำออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม) และช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนเมษายน)

#### 5.2.1.1 ช่วงฤดูฝน

อัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำในแม่น้ำแม่กลองตอนบนของแต่ละสถานี ในช่วงฤดูฝน แสดงดังภาพที่ 5.1

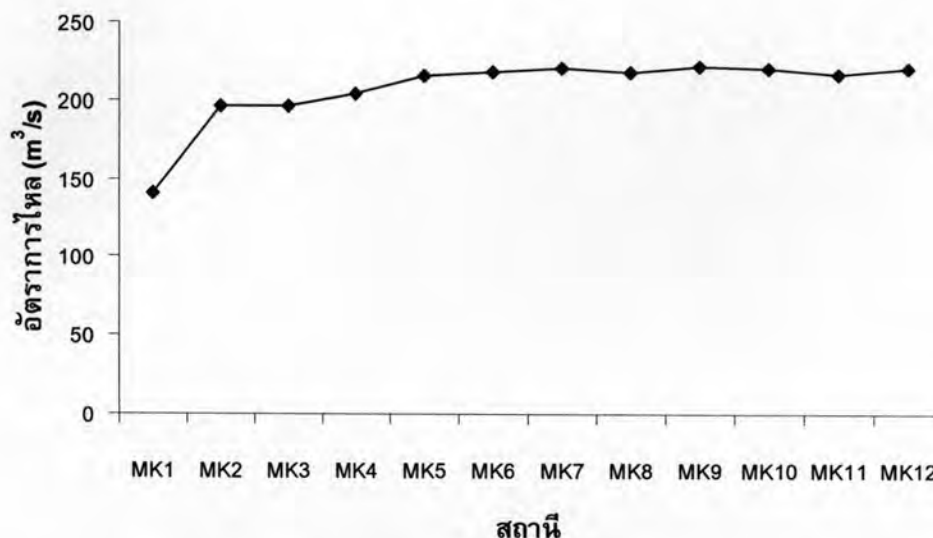


ภาพที่ 5.1 อัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำในแม่น้ำแม่กลองตอนบนในช่วงฤดูฝน

โดยการนำเข้าข้อมูลอัตราการไหลของแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 จะนำเข้าเฉพาะค่าอัตราการไหลของจุดที่เริ่มทำการจำลองเท่านั้น ซึ่งในการศึกษาคั้งนี้ คือ บริเวณท้ายเขื่อนแม่กลอง (สถานี MK1) โดยมีอัตราการไหลเฉลี่ย เท่ากับ 311.5 ลูกบาศก์เมตร ต่อวินาที (m<sup>3</sup>/s)

### 5.2.1.2 ช่วงฤดูแล้ง

อัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำในแม่น้ำแม่กลองตอนบนของแต่ละสถานีในช่วงฤดูแล้ง แสดงดังภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 อัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำในแม่น้ำแม่กลองตอนบนในช่วงฤดูแล้ง

โดยข้อมูลอัตราการไหลที่นำเข้าแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 คือ อัตราการไหลเฉลี่ยที่สถานี MK1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $140.83 \text{ m}^3/\text{s}$

### 5.2.2 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2

โดยทั่วไปแล้วในการจำลองสภาพการไหลของน้ำด้วยแบบจำลองอุทกศาสตร์พารามิเตอร์สำคัญที่ต้องทำการปรับเทียบ คือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning ( $n$ ) ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงลักษณะของท้องน้ำของแหล่งน้ำที่ทำการศึกษา (กรีติ ลีวัจนกุล, ม.ป.ป.) แต่เนื่องจากแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 เป็นแบบจำลองแบบ 2 มิติ จึงมีพารามิเตอร์อื่นที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสภาพการไหลด้วย คือ ค่า eddy viscosity ( $E_{xx}$ ) โดยค่า eddy viscosity เป็นพารามิเตอร์ที่บอกถึงลักษณะการไหลของน้ำหรือของไหลที่เกิดจากอิทธิพลของโมเมนตัมทำให้น้ำหรือของไหลมีการไหลในลักษณะหมุนวน (eddy)

ในการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำแม่กลองตอนบน (ไม่มีผลกระทบจากน้ำทะเลหนุน) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning ( $n$ ) มีค่าเท่ากับ 0.05 และค่า eddy viscosity มีค่าเท่ากับ  $10 \text{ m}^2/\text{s}$  ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ นฤมล สังขประดิษฐ์ (2541) ที่ทำการปรับเทียบแบบจำลอง MIKE11 ในการคาดการณ์คุณภาพน้ำในแม่น้ำแม่กลองตอนบน ซึ่งผลจากการปรับเทียบแบบจำลอง MIKE11 พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning ของแม่น้ำแม่กลองตอนบนอยู่ระหว่าง 0.03 – 0.05 โดยผลของการปรับเทียบ และผลที่ได้จากแบบจำลอง (ค่าความเร็วของกระแส) มีดังนี้

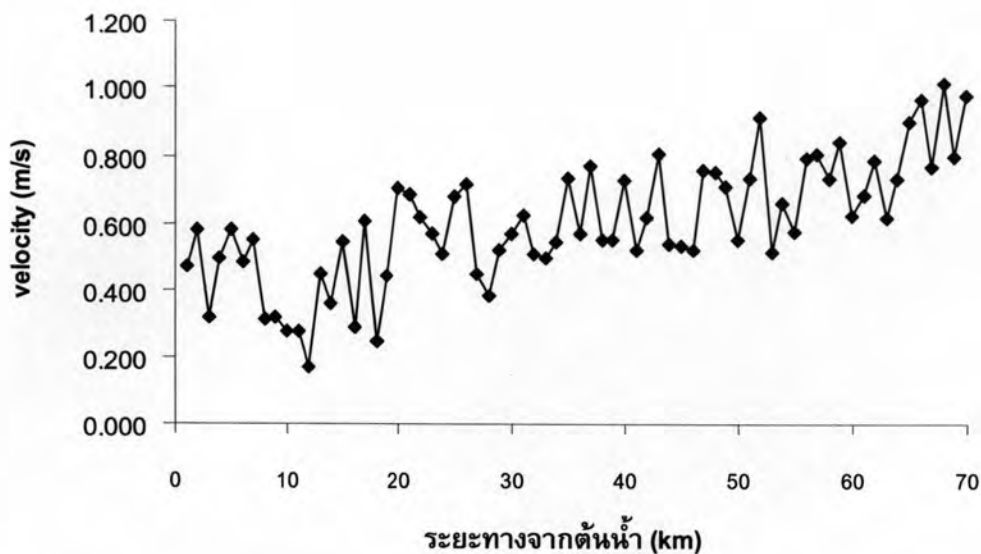
### 5.2.2.1 ช่วงฤดูฝน

ข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 ได้แก่ ค่าความเร็วของกระแสน้ำ (velocity;  $v$ ) มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) ซึ่งได้มาจากการเก็บข้อมูลในภาคสนามวันที่ 19 สิงหาคม 2549 และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในช่วงฤดูฝน

จุดเก็บ ที่	velocity		error
	computed	observe	
1	0.53	0.45	0.0795
2	0.75	0.64	0.1125
3	0.72	0.61	0.108
4	0.54	0.46	0.081
5	0.57	0.48	0.0855
6	0.58	0.49	0.087
7	0.67	0.57	0.1005
8	0.63	0.54	0.0945
9	0.7	0.60	0.105
<b>Root Mean Square Error</b>			0.09553

ส่วนค่าความเร็วของกระแสน้ำที่ได้จากแบบจำลอง แสดงดังภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.3 ความเร็วของกระแสน้ำในฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2

#### 5.2.2.2 ช่วงฤดูแล้ง

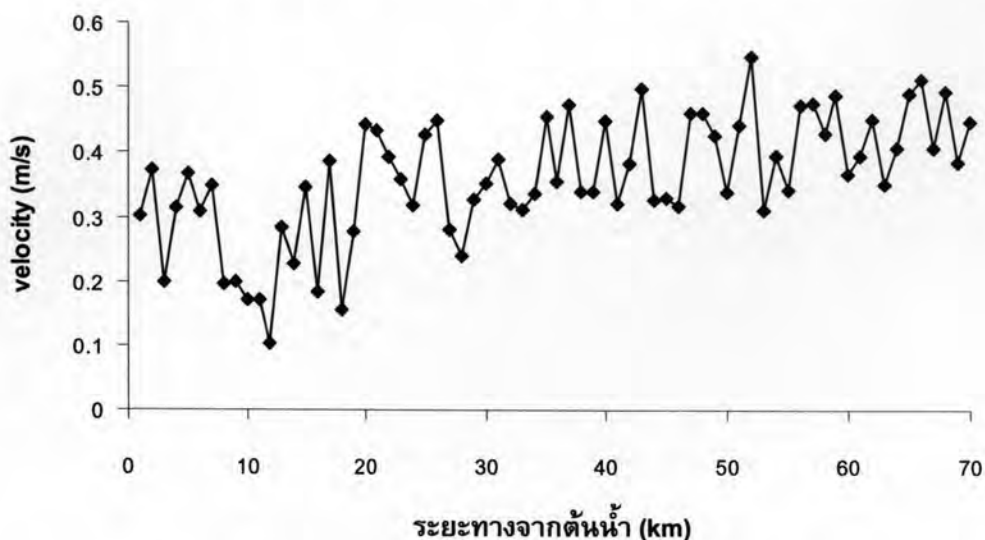
ข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 ในช่วงฤดูแล้งได้มาจากการเก็บข้อมูลภาคสนามในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2550 และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในช่วงฤดูแล้ง

จุดเก็บ ที่	velocity		error
	computed	observe	
1	0.33	0.4	-0.07
2	0.47	0.51	-0.04
3	0.45	0.6	-0.15
4	0.33	0.29	0.04
5	0.35	0.38	-0.03
6	0.34	0.35	-0.01
7	0.4	0.43	-0.03
8	0.36	0.31	0.05
9	0.36	0.4	-0.04
<b>Root Mean Square Error</b>			0.06377



ส่วนค่าความเร็วของกระแสน้ำที่ได้จากแบบจำลอง แสดงดังภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4 ความเร็วของกระแสน้ำในฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2

อย่างไรก็ดี ข้อมูลอัตราการไหลที่นำเข้าแบบจำลอง และข้อมูลความเร็วของกระแสน้ำที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลแบบค่าเฉลี่ย ดังนั้น ผลการจำลองจึงเป็นเพียงค่าที่ยอมรับได้ในระดับการวางแผนเท่านั้น

### 5.3 การเลือกแบบจำลองคุณภาพน้ำที่ใช้ในการศึกษา

ในขั้นตอนการวางแผนการศึกษาผู้วิจัยได้วางแผนที่จะใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำแบบ 2 มิติ RMA4 เนื่องจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ RMA4 เป็นแบบจำลองย่อย (module) แบบจำลองหนึ่งของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SMS เช่นเดียวกับแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 โดยแบบจำลองคุณภาพน้ำ RMA4 สามารถเชื่อมต่อกับแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 เพื่อนำค่าความเร็วและความลึกของกระแสน้ำ (output ของ RMA2) มาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองได้โดยตรง และอีกเหตุผลหนึ่ง คือ การใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำแบบ 2 มิติอาจให้ผลที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากขึ้น เนื่องจากในธรรมชาติแล้วแม่น้ำมีความคดเคี้ยวและมีบางช่วงที่แม่น้ำมีลักษณะเป็นแอ่งกว้างทำให้น้ำไหลช้า ไม่ค่อยหมุนเวียนทำให้อาจเกิดการสะสมของมลพิษบริเวณนั้นได้ แต่จากการศึกษาแบบจำลองคุณภาพน้ำ RMA4 พบว่าแบบจำลองคุณภาพน้ำ RMA4 มีข้อจำกัดที่ทำให้แบบจำลองนี้ไม่เหมาะสมกับการจำลองค่า DO และค่า BOD เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่ออกแบบมาเพื่อเน้นในงานด้านการติดตามมลสารในแหล่งน้ำ เน้นการจำลองการเคลื่อนที่ของมลสาร (transportation of pollutant) แต่ไม่ได้คำนึงถึงกระบวนการย่อยสลายของสาร โดยเฉพาะสารประเภทสารอินทรีย์ที่มีกระบวนการในการย่อย

สลายที่ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งในการจำลองค่า DO และค่า BOD จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงกระบวนการย่อยสลายออกซิเจน และอัตราการเติมอากาศลงสู่แหล่งน้ำ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เวอร์ชัน 7.0 ที่พัฒนาโดย USEPA แทน เนื่องจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เป็นแบบจำลองคุณภาพน้ำที่มีฟังก์ชันในการจำลองค่า DO และ ค่า BOD ที่ผู้ใช้สามารถกำหนดความซับซ้อนในการคำนวณได้ นอกจากนี้ แบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP ยังเป็นแบบจำลองที่ USEPA แนะนำให้ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินค่า TMDL ของแหล่งน้ำ เนื่องจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP ถูกพัฒนาให้มีฟังก์ชันที่ง่ายต่อการปรับเพิ่มหรือลด load ในแต่ละเงื่อนไขการจัดการ (scenario) ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญของการประเมินค่า TMDL ของแหล่งน้ำอีกด้วย

#### 5.4 การเปรียบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP

ในการจำลองคุณภาพน้ำด้วยแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้คำสั่งให้แบบจำลองคำนวณ time step ที่เหมาะสมในการจำลองคุณภาพน้ำ โดยใช้ระยะเวลาในการจำลอง 5 วัน ซึ่งอ้างอิงจากวิธีมาตรฐานในการวัดค่า BOD หลังจากปล่อยให้มีการย่อยสลายเป็นเวลา 5 วัน โดยในการจำลองสมมติให้มีการปล่อยมลพิษทุกวัน วันละ 1 ครั้ง เพื่อความสอดคล้องกับหลักการประเมินค่า TMDL ที่เป็นการพิจารณาถึงปริมาณมลพิษที่สามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำได้ใน 1 วัน

จากนั้นจึงทำการปรับเทียบค่าคงที่ของแบบจำลอง โดยค่าคงที่ที่เกี่ยวข้องในการจำลองค่า DO และค่า BOD ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ค่าคงที่ของการย่อยสลาย BOD ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (BOD decay rate constant @ 20°C;  $k_d$ ) และค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (reaeration rate constant @ 20°C;  $k_a$ ) โดยข้อมูลที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง ได้แก่ ข้อมูลคุณภาพน้ำในปี พ.ศ.2546 จากรายงานการวิจัย เรื่อง ศักยภาพของการพัฒนาลุ่มน้ำที่มีต่อคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำแม่กลอง (สิทธิชัย ดันชนะสถิตย์, 2547)

จากการปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP พบว่า เพื่อให้ค่าคุณภาพน้ำที่คำนวณด้วยแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่จริง จำเป็นต้องมีการกำหนดให้ค่า  $k_d$  ของแม่น้ำในแต่ละช่วงมีค่าที่แตกต่างกัน โดยในการแบ่งแม่น้ำเพื่อกำหนดค่า  $k_d$  จะแบ่งตามคุณลักษณะของน้ำเสียที่ถูกปล่อยลงสู่แม่น้ำ เนื่องจากในเงื่อนไข (assumption) ของแบบจำลอง Streeter-Phelps ซึ่งเป็นแบบจำลองพื้นฐานของแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP กำหนดไว้ว่า ค่าคงที่ของการย่อยสลาย BOD จะเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของ BOD (Rinaldi, S. et al., 1979) กล่าวคือ หากความเข้มข้นของ BOD มีค่ามาก ค่าคงที่การย่อยสลาย BOD จะมีค่ามากตามไปด้วย นอกจากนี้ ค่า  $k_d$  ยังขึ้นกับ อุณหภูมิ และ



ลักษณะทางอุทกศาสตร์ของแหล่งน้ำอีกด้วย (Wright, R.M. et al., 1979) ดังนั้น ในการเปรียบเทียบแบบจำลองจึงแยกการเปรียบเทียบเป็น 2 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 5.4.1 การเปรียบเทียบแบบจำลองในช่วงฤดูฝน

ในการเปรียบเทียบค่า  $k_d$  และค่า  $k_a$  ใช้วิธีลองผิดลองถูก (trial & error) โดยกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยการอ้างอิงจากผลของการเปรียบเทียบแบบจำลอง MIKE11 เพื่อใช้คาดการณ์คุณภาพน้ำในแม่น้ำแม่กลองตอนบน (นฤมล สังขประดิษฐ์, 2541) โดยมีค่า  $k_d = 0.23 \text{ day}^{-1}$  และค่า  $k_a = 0.25 \text{ day}^{-1}$  รายละเอียดของการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 5.5

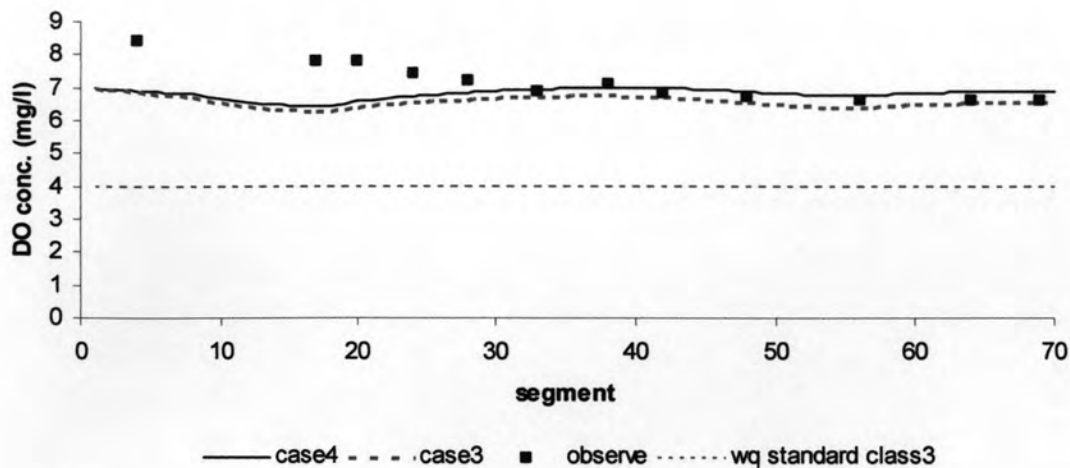
ตารางที่ 5.5 การกำหนดค่า  $k_d$  และค่า  $k_a$  ในการเปรียบเทียบแบบจำลองในช่วงฤดูฝน

กรณี ที่	$k_d$ ( $\text{day}^{-1}$ )			$k_a$ ( $\text{day}^{-1}$ )	RMSE*	
	segment ที่ 1-16	segment ที่ 17-44	segment ที่ 45-70	segment ที่ 1-70	DO	BOD
1	0.6	0.2	0.2	0.2	0.9032	0.2480
2	0.6	0.2	0.2	0.25	0.7485	0.2482
3	0.75	0.25	0.3	0.25	0.8160	0.1663
4	<b>0.75</b>	<b>0.25</b>	<b>0.3</b>	<b>0.30</b>	<b>0.9039</b>	<b>0.1985</b>

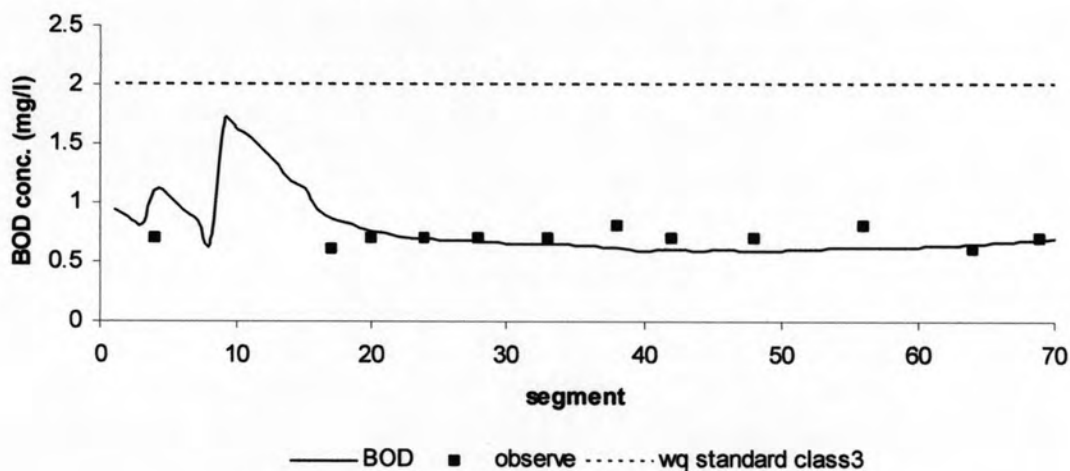
\*RMSE = Root Mean Square Error

จากตารางที่ 5.5 จะเห็นว่าในกรณีที่ 3 ให้ค่า RMSE น้อยที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบค่า DO ที่ได้จากแบบจำลองกับค่าจากการวัดแล้วพบว่า เป็นแบบ underestimate ทั้งหมด แต่ค่า DO ที่ได้จากแบบจำลองในกรณีที่ 4 มีทั้งช่วงที่เป็น underestimate และ overestimate ดังนั้นจึงเลือกค่า  $k_d$  และค่า  $k_a$  ในกรณีที่ 4 เป็นตัวแทนค่า  $k_d$  และค่า  $k_a$  ที่ใช้ในการจำลองคุณภาพน้ำในช่วงฤดูฝน โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากแบบจำลองกับค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดได้ผลแสดงดังภาพที่ 5.5 และภาพที่ 5.6





ภาพที่ 5.5 การเปรียบเทียบค่า DO ที่ได้จากแบบจำลอง  
กับค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงฤดูฝน



ภาพที่ 5.6 การเปรียบเทียบค่า BOD ที่ได้จากแบบจำลอง  
กับค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงฤดูฝน

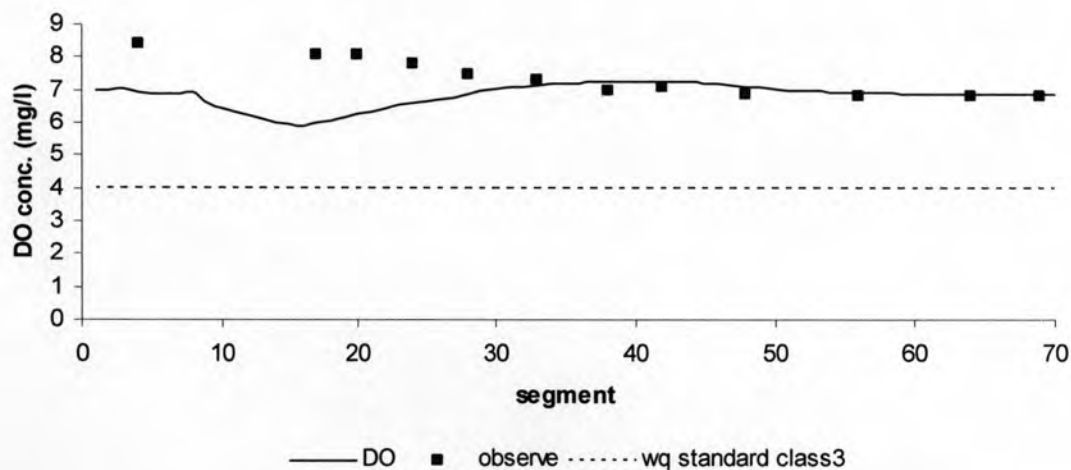
#### 5.4.2 การปรับเทียบแบบจำลองในช่วงฤดูแล้ง

การปรับเทียบแบบจำลองในช่วงฤดูแล้งทำเช่นเดียวกับในช่วงฤดูฝน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 5.6

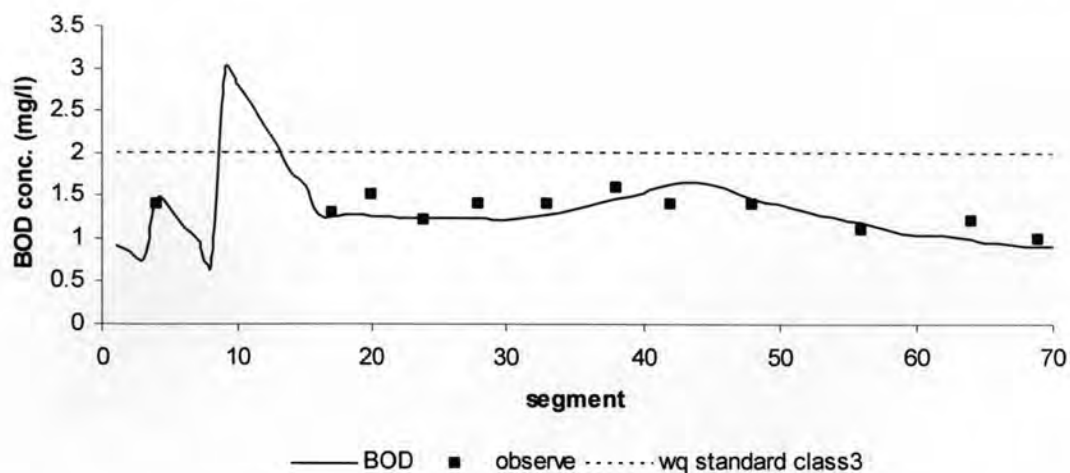
ตารางที่ 5.6 การกำหนดค่า  $k_d$  และค่า  $k_a$  ในการปรับเทียบแบบจำลองในช่วงฤดูแล้ง

กรณี ที่	$k_d$ (day <sup>-1</sup> )			$k_a$ (day <sup>-1</sup> )	RMSE	
	segment ที่ 1-16	segment ที่ 17-44	segment ที่ 45-70	segment ที่ 1-70	DO	BOD
1	0.50	0.125	0.125	0.25	1.2433	0.2760
2	0.25	0.125	0.125	0.20	1.6199	0.2760
3	0.50	0.1875	0.1875	0.25	1.3518	0.4727
4	0.50	0.25	0.25	0.25	1.3291	0.5026
5	0.50	0.075	0.25	0.25	1.2119	0.1450
<b>6</b>	<b>0.50</b>	<b>0.075</b>	<b>0.25</b>	<b>0.30</b>	<b>1.0018</b>	<b>0.1450</b>

จากตารางที่ 5.6 จะเห็นว่าค่า RMSE ในกรณีที่ 6 มีค่าน้อยที่สุด ดังนั้นจึงเลือกค่า  $k_d$  และค่า  $k_a$  ในกรณีที่ 6 เป็นตัวแทนค่า  $k_d$  และค่า  $k_a$  ที่ใช้ในการจำลองคุณภาพน้ำในช่วงฤดูแล้ง โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากแบบจำลองกับค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดได้ผลแสดงดังภาพที่ 5.7 และภาพที่ 5.8



ภาพที่ 5.7 การเปรียบเทียบค่า DO ที่ได้จากแบบจำลองกับค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงฤดูแล้ง



ภาพที่ 5.8 การเปรียบเทียบค่า BOD ที่ได้จากแบบจำลอง  
กับค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงฤดูแล้ง

สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองในทั้งสองฤดู จะเห็นว่า ในการเปรียบเทียบค่า  $k_d$  ได้ทำการแบ่งลำน้ำออกเป็น 3 ช่วง โดยใช้เกณฑ์คุณลักษณะของน้ำเสียที่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ เป็นการแบ่ง เนื่องจากค่า  $k_d$  เป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของ BOD (Rinaldi, S. et al., 1979) โดยในช่วง segment ที่ 1 ถึง 16 เป็นช่วงที่แม่น้ำไหลผ่านโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษ และโรงงานสุรา ซึ่งมีการปล่อยน้ำที่มีค่า BOD ค่อนข้างสูง ดังนั้นค่า  $k_d$  ของแม่น้ำในช่วงนี้จึงควรมีค่าที่สูงกว่าช่วงอื่น ส่วนในช่วง segment ที่ 17 ถึง 44 เป็นช่วงที่แม่น้ำไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรม และชุมชนเบาบาง น้ำเสียที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำมีความเข้มข้นของ BOD ไม่สูงมาก ค่า  $k_d$  ของแม่น้ำในช่วงนี้จึงควรมีค่าที่ต่ำกว่าช่วงอื่น ส่วนใน segment ที่ 45 ถึง 70 เป็นช่วงที่แม่น้ำไหลผ่านแหล่งชุมชนหนาแน่น และโรงงานอุตสาหกรรม ค่า  $k_d$  ของแม่น้ำบริเวณนี้จึงควรมีค่าที่สูงขึ้น ซึ่งหากพิจารณาผลการเปรียบเทียบค่า  $k_d$  แล้ว พบว่า ค่า  $k_d$  ของแม่น้ำในช่วงต่างๆ เป็นไปตามเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น

### 5.5 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP

ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP ในการศึกษาครั้งนี้ ทำโดยการนำผลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองที่ทำการปรับเทียบแล้ว มาเปรียบเทียบกับ ข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้จากการออกภาคสนาม โดยรายละเอียดของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP มีดังนี้

### 5.5.1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำจากการออกภาคสนาม

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการออกเก็บตัวอย่างน้ำ 2 ครั้ง คือ วันที่ 19 สิงหาคม 2549 เพื่อใช้เป็นตัวแทนคุณภาพน้ำในช่วงฤดูฝน และ 11 กุมภาพันธ์ 2550 เพื่อใช้เป็นตัวแทนคุณภาพน้ำในช่วงฤดูแล้ง โดยรายละเอียดและผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำ แสดงดังตารางที่ 5.7 ถึง ตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.7 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในการเก็บตัวอย่างน้ำภาคสนาม

จุดที่	สถานที่	อำเภอ	จังหวัด	UTM
1	วัดบ้านใหม่	ท่าม่วง	กาญจนบุรี	47P 0569772,1540771
2	สวนสาธารณะท่าเรือพระแท่น	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	47P 0581057,1542256
3	วัดห้วยเหนียว	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	47P 0582357,1537586
4	วัดดงสัก	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	47P 0584864,1536633
5	วัดลาดบัวขาว	บ้านโป่ง	ราชบุรี	47P 0590698,1531376
6	วัดอู่ทุมพร	บ้านโป่ง	ราชบุรี	47P 0593637,1525668
7	วัดใหญ่นครชุมน์	โพธาราม	ราชบุรี	47P 0591797,1522759
8	วัดขนอน	โพธาราม	ราชบุรี	47P 0591527,1517692
9	วัดไทรอารีรักษ์	โพธาราม	ราชบุรี	47P 0591894,1514888

ตารางที่ 5.8 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำจากการออกภาคสนามวันที่ 19 สิงหาคม 2549

จุดที่	อุณหภูมิน้ำ (°C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)
1	28.5	7.1	6.98	1.28
2	29.9	7.3	6.76	1.12
3	28.2	7.4	6.21	1.24
4	28.9	7.4	6.50	1.20
5	28.1	7.4	6.33	1.14
6	28.6	7.0	5.72	1.08
7	28.7	7.1	5.62	1.04
8	28.1	7.4	5.36	1.00
9	28.5	7.1	6.05	1.12

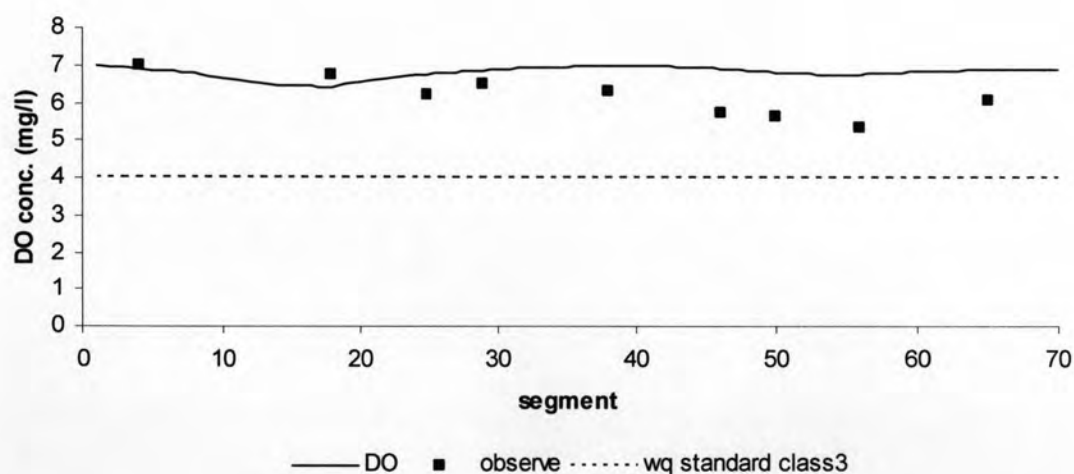


ตารางที่ 5.9 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำจากการออกภาคสนามวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2550

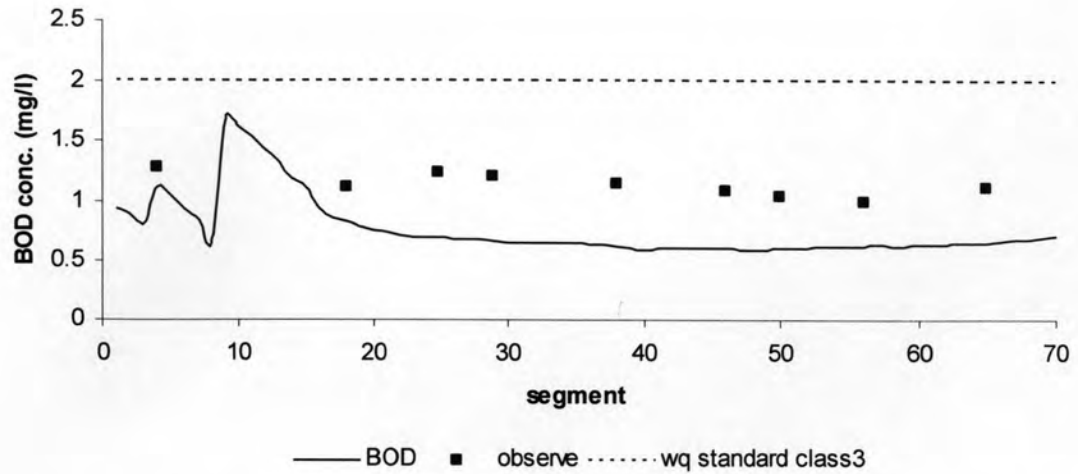
จุดที่	อุณหภูมิน้ำ (°C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)
1	27.3	7.5	5.75	1.50
2	27.6	7.2	5.60	1.20
3	28.0	7.2	5.45	1.30
4	27.8	7.4	5.40	1.70
5	27.5	7.1	5.25	1.60
6	27.4	7.0	5.20	1.50
7	27.5	7.3	5.10	1.35
8	27.7	7.1	5.35	1.10
9	27.5	7.1	5.20	1.05

### 5.5.2 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

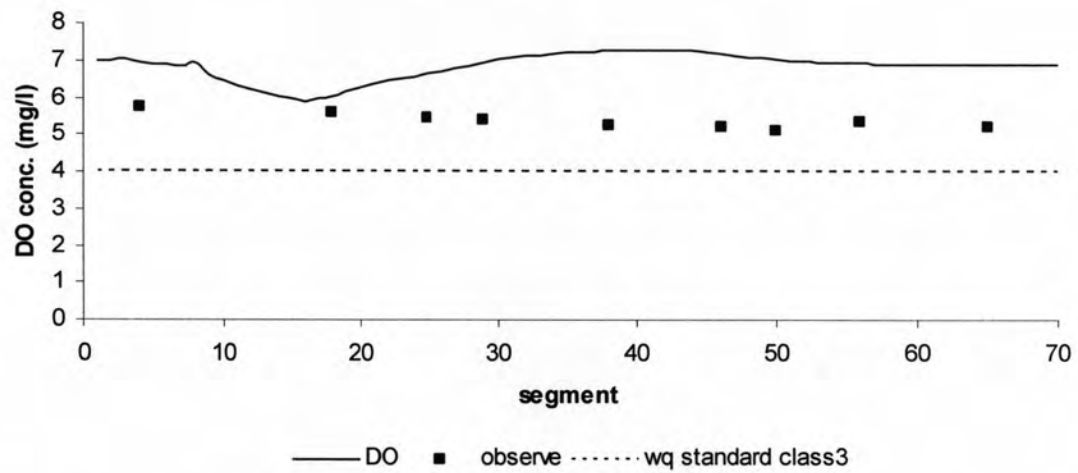
เมื่อนำข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้จากการออกภาคสนามมาเปรียบเทียบกับผลของค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP ที่ปรับเทียบแล้ว ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 5.9 ถึงภาพที่ 5.12



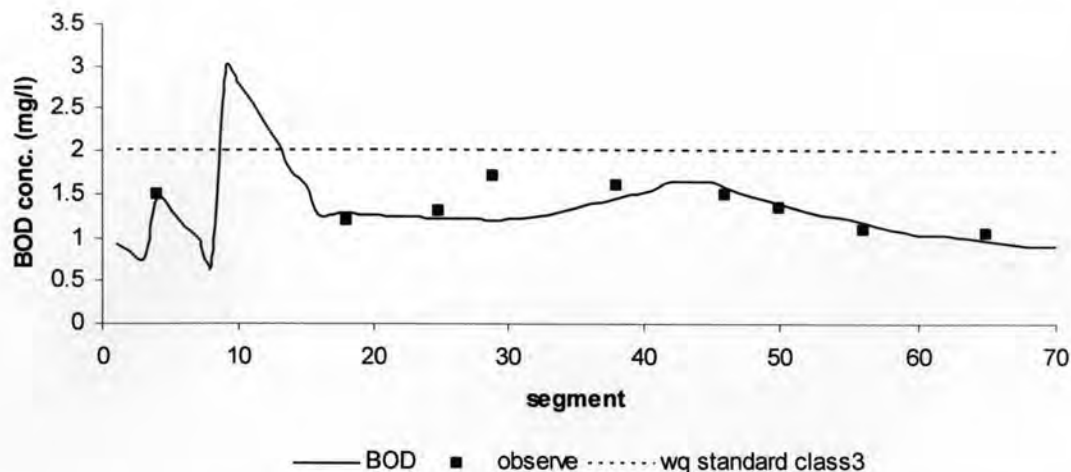
ภาพที่ 5.9 ค่า DO ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP ที่ปรับเทียบแล้ว  
เปรียบเทียบกับค่า DO ที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำภาคสนาม



ภาพที่ 5.10 ค่า BOD ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP ที่ปรับเทียบแล้ว  
เปรียบเทียบกับค่า BOD ที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำภาคสนาม



ภาพที่ 5.11 ค่า DO ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP ที่ปรับเทียบแล้ว  
เปรียบเทียบกับค่า DO ที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำภาคสนาม



ภาพที่ 5.12 ค่า BOD ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP ที่ปรับเทียบแล้ว เปรียบเทียบกับค่า BOD ที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำภาคสนาม

จากภาพที่ 5.9 ถึง ภาพที่ 5.12 จะเห็นว่า ถึงแม้ค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากแบบจำลองกับค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำในภาคสนามจะมีค่าที่ไม่เท่ากัน เนื่องจากการตรวจวัดคุณภาพน้ำในภาคสนามทำในปี พ.ศ.2549 แต่ข้อมูลอัตราการไหลที่ใช้ในแบบจำลองเป็นข้อมูลของปี พ.ศ.2546 แต่ถ้าสังเกตถึงความคล้อยตามกันของข้อมูลจะพบว่า ข้อมูลมีความคล้อยตามกัน และมี order of magnitude ของค่าที่ได้จากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการวัดใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาพที่ 5.9 และภาพที่ 5.12 จะเห็นว่าการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากแบบจำลองและค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดเป็นไปในทิศทางเดียวกัน จึงอาจกล่าวได้ว่าแบบจำลองคุณภาพน้ำที่ปรับเทียบแล้วนี้สามารถใช้จำลองค่าคุณภาพน้ำของแม่น้ำแม่กลองตอนบนได้

## 5.6 การประเมิน TMDL ของแม่น้ำแม่กลองตอนบน

### 5.6.1 การกำหนดเงื่อนไขการจัดการเพื่อใช้ในการประเมิน TMDL ของแหล่งน้ำ

การประเมิน TMDL ของแหล่งน้ำเป็นการประเมินเพื่อหาความสามารถในการรองรับมลพิษประเภทใดประเภทหนึ่งที่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำนั้นๆ โดยเนื่องจากในความเป็นจริงแล้วเราไม่สามารถจะปล่อยมลพิษแล้วสังเกตว่าเมื่อไรแหล่งน้ำนั้นๆ จึงจะเน่าเสียได้ ดังนั้นในการประเมิน TMDL ของแหล่งน้ำจึงเป็นต้องใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อจำลองการปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำแทนการปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำจริงๆ ด้วยเหตุนี้ขั้นตอนหลักในการประเมิน TMDL ของแหล่งน้ำจึงเป็นขั้นตอนในการกำหนดเงื่อนไขการจัดการ (scenario) เพื่อจำลองการปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำ แล้วทำการคำนวณค่าคุณภาพน้ำด้วยแบบจำลอง

คุณภาพน้ำที่ทำการเปรียบเทียบแล้ว เพื่อดูว่า scenario ไต ให้ผลของค่าพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนดไว้

แนวคิดในการกำหนด scenario ที่เสนอในงานวิจัยนี้แบ่งได้เป็น 2 แนวคิดใหญ่ คือ หากทำการจำลองคุณภาพน้ำแล้วพบว่าแหล่งน้ำนั้นมีค่าคุณภาพน้ำเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ให้ทำการกำหนด scenario โดยการลด load ที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจนค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการจำลองไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ในทางกลับกัน หากทำการจำลองคุณภาพน้ำแล้วพบว่าแหล่งน้ำนั้นมีค่าคุณภาพน้ำไม่เกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนดไว้ ให้ทำการกำหนด scenario โดยการเพิ่ม load ที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจนค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการจำลองเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

อย่างไรก็ดี แนวคิดกำหนด scenario ที่เสนอไว้ข้างต้นเป็นเพียงแนวคิดกว้างๆ เท่านั้นในบางกรณีอาจต้องทำการกำหนด scenario ตามความเหมาะสมของพื้นที่ศึกษา โดยในการศึกษาครั้งนี้มีการกำหนด scenario ดังตารางที่ 5.10 และตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.10 scenario ในช่วงฤดูฝน

scenario	LSF*	รายละเอียด	หมายเหตุ
base	1.0	ป้อนค่าภาระมลพิษตามที่ประเมินได้ในหัวข้อ 5.1	ใช้เป็น base run
1	1.2	ป้อนค่าภาระมลพิษเหมือน base run	เพิ่มภาระมลพิษทั้งหมดอีก 20%
2	1.3	ป้อนค่าภาระมลพิษเหมือน base run	เพิ่มภาระมลพิษทั้งหมดอีก 30%
3	1.5	ป้อนค่าภาระมลพิษเหมือน base run	เพิ่มภาระมลพิษทั้งหมดอีก 50%
4	1.0	ป้อนภาระมลพิษของแม่น้ำแม่กลองตอนบน ในช่วง segment ที่ 1 ถึง segment ที่ 16 เพิ่มขึ้นจากภาระมลพิษเดิมร้อยละ 20 ส่วนช่วง segment ที่ 17 ถึง segment ที่ 70 ป้อนค่าภาระมลพิษเพิ่มขึ้นจากเดิม ร้อยละ 200	-

ตารางที่ 5.11 scenario ในช่วงฤดูแล้ง

scenario	LSF*	รายละเอียด	หมายเหตุ
base	1.0	ป้อนค่าภาระมลพิษตามที่ประเมินได้ในหัวข้อ 5.1	ใช้เป็น base run
1	1.0	ป้อนค่าภาระมลพิษเหมือน base run ยกเว้น segment ที่ 4 และ 9 โดยสมมติให้ โรงงาน บริเวณ segment ดังกล่าวมีการบำบัดน้ำเสียจนมีค่า BOD ลดลง 20%	-
2	1.0	ป้อนค่าภาระมลพิษเหมือน base run ยกเว้น segment ที่ 4 และ 9 โดยสมมติให้ โรงงาน บริเวณ segment ดังกล่าวมีการบำบัดน้ำเสียจนมีค่า BOD ลดลง 30%	-

ตารางที่ 5.11 (ต่อ)

scenario	LSF*	รายละเอียด	หมายเหตุ
3	1.0	ป้อนค่าภาระมลพิษเหมือน base run ยกเว้น segment ที่ 4 และ 9 โดยสมมติให้ โรงงาน บริเวณ segment ดังกล่าวมีการบำบัดน้ำเสียจน มีค่า BOD ลดลง 35%	-
4	1.0	ป้อนค่าภาระมลพิษเหมือน base run ยกเว้น segment ที่ 4 และ 9 โดยสมมติให้ โรงงาน บริเวณ segment ดังกล่าวมีการบำบัดน้ำเสียจน มีค่า BOD ลดลง 40%	-
5	1.0	กำหนดให้ segment ที่ 4 และ segment ที่ 9 มีการลดปริมาณภาระมลพิษลงร้อยละ 35 ส่วน ในช่วง segment ที่ 17 ถึง segment ที่ 70 มีการเพิ่มภาระมลพิษอีกร้อยละ 100	-

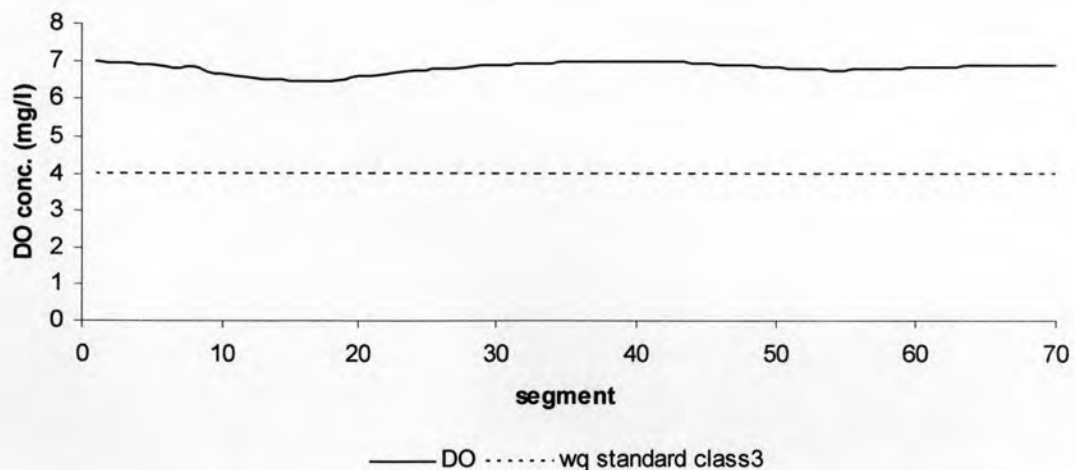
\*Loading Scale Factor เป็นตัวคูณสำหรับเพิ่มหรือลดค่ามลพิษที่ป้อนในแบบจำลอง

## 5.6.2 ผลการจำลองคุณภาพน้ำของแต่ละ scenario

### 5.6.2.1 ช่วงฤดูฝน

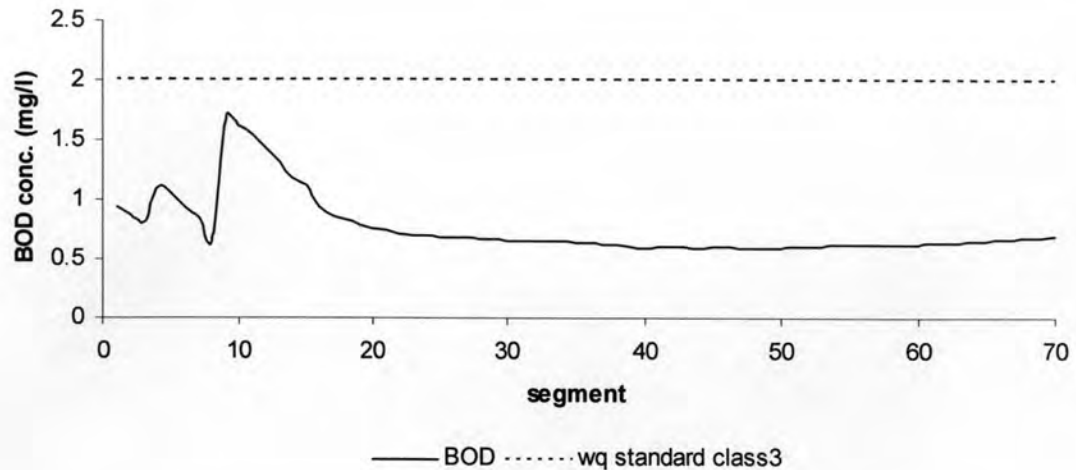
#### 1) base scenario

ในการจำลองคุณภาพน้ำตาม base scenario ทำโดยการป้อนข้อมูลค่าภาระมลพิษตามที่ประเมินไว้ในหัวข้อที่ 5.1 เพื่อใช้เป็นตัวแทนสถานการณ์คุณภาพน้ำก่อนมีการจัดการด้านคุณภาพน้ำ โดยผลจากการจำลองแสดงดังภาพที่ 5.13 และภาพที่ 5.14



ภาพที่ 5.13 ค่า DO ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ base scenario



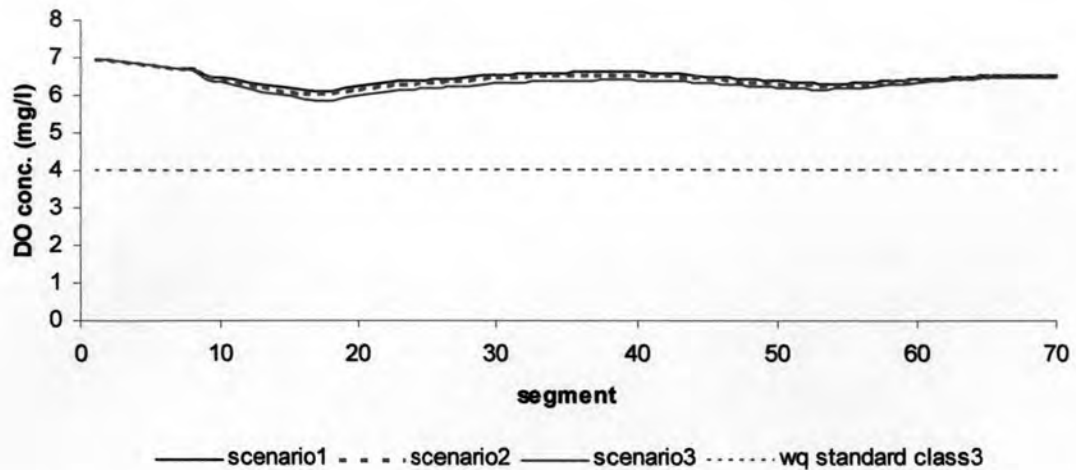


ภาพที่ 5.14 ค่า BOD ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP  
เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ base scenario

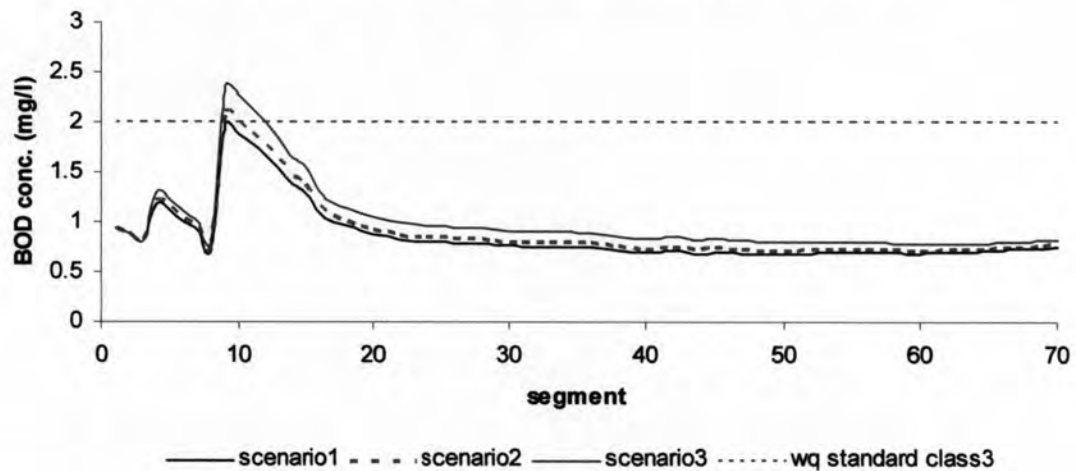
จะเห็นว่าค่า DO ของแม่น้ำแม่กลองตอนบนในช่วงฤดูฝนตลอดทั้งลำน้ำมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 โดยมีค่าเฉลี่ยตลอดลำน้ำประมาณ 6.57 mg/l ส่วนค่า BOD ตลอดทั้งลำน้ำก็มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.76 mg/l และค่า BOD สูงสุดอยู่ที่ segment ที่ 10 โดยมีค่าประมาณ 1.71 mg/l

## 2) scenario 1 ถึง scenario 3

จากการจำลองคุณภาพน้ำตาม base scenario จะเห็นว่า ค่า BOD ตลอดทั้งลำน้ำมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 แสดงให้เห็นว่าแม่น้ำแม่กลองตอนบนยังมีความสามารถในการรองรับมลพิษอีก ดังนั้นในการกำหนด scenario เพื่อการประเมิน TMDL ของแม่น้ำแม่กลองตอนบนในช่วงฤดูฝนจึงทำการกำหนดให้มีการเพิ่มภาระมลพิษลงสู่แม่น้ำมากขึ้น โดยใน scenario 1 ถึง scenario 3 กำหนดให้มีการเพิ่มภาระมลพิษอีกร้อยละ 20 30 และ 50 ตามลำดับ โดยผลการจำลองแสดงดังภาพที่ 5.15 และภาพที่ 5.16



ภาพที่ 5.15 ค่า DO ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP  
เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 1 ถึง scenario ที่ 3



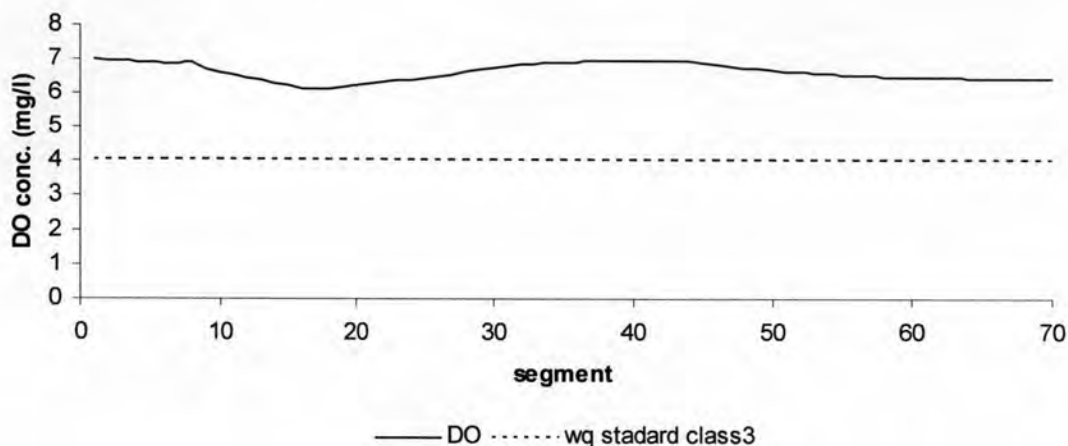
ภาพที่ 5.16 ค่า BOD ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP  
เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 1 ถึง scenario ที่ 3

จากผลการจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 1 ถึง scenario ที่ 3 จะเห็นว่า ค่า BOD ใน segment ที่ 10 มีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงเกณฑ์มาตรฐานใน scenario ที่ 1 และเพิ่มจนเกินเกณฑ์มาตรฐานใน scenario ที่ 2 และ scenario ที่ 3 แต่ค่า BOD ตั้งแต่ segment ที่ 16 ไปจนถึง segment ที่ 70 ยังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้อยู่มาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แม่น้ำแม่กลองตอนบนในช่วงกิโลเมตรที่ 16-70 จากท้ายเขื่อนแม่กลองยังมีความสามารถในการรองรับภาระมลพิษในรูปของค่า BOD ได้อีก

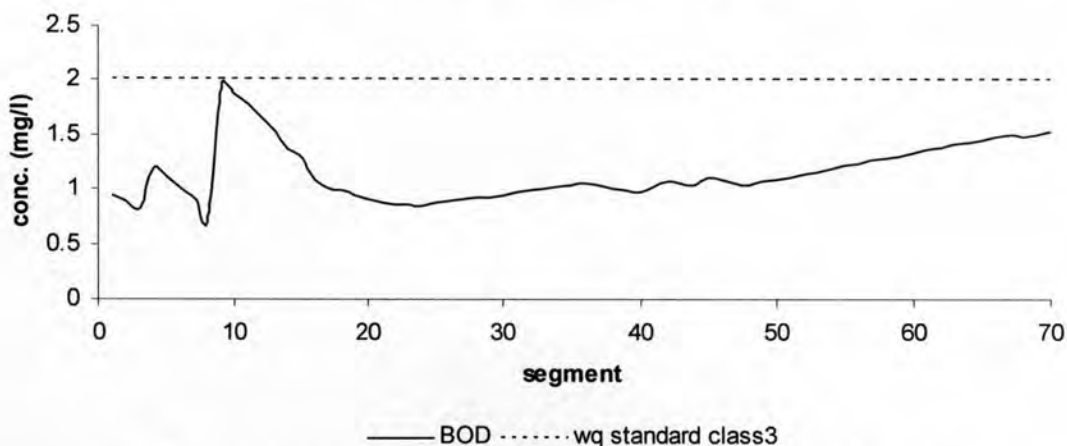
### 3) scenario 4

จากผลการจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 1 ถึง scenario ที่ 3 พบว่า แม่น้ำแม่กลองตอนบนในช่วงกิโลเมตรที่ 16-70 จากท้ายเขื่อนแม่กลองยังม

ความสามารถในการรองรับภาระมลพิษในรูปของค่า BOD ได้อีก ดังนั้นใน scenario 4 จึงกำหนดให้ปริมาณภาระมลพิษของแม่น้ำแม่กลองตอนบนในช่วง segment ที่ 1 ถึง segment ที่ 16 มีค่าเพิ่มขึ้นจากภาระมลพิษเดิมร้อยละ 20 ตาม scenario ที่ 1 และช่วง segment ที่ 17 ถึง segment ที่ 70 มีค่าภาระมลพิษเพิ่มขึ้นจากเดิม ร้อยละ 200 ซึ่งผลของการจำลองตามเงื่อนไขของ scenario 4 แสดงดังภาพที่ 5.17 และ ภาพที่ 5.18



ภาพที่ 5.17 ค่า DO ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 4



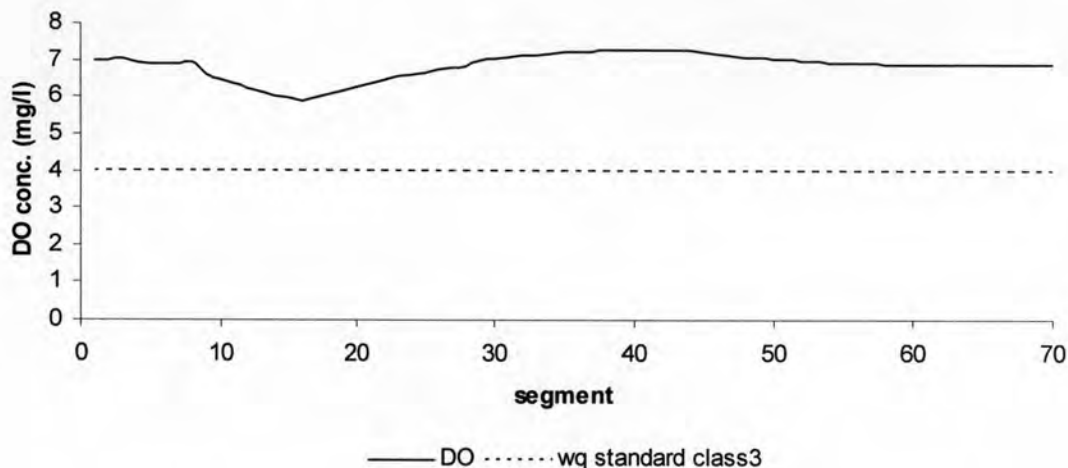
ภาพที่ 5.18 ค่า BOD ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 4

จากผลการจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 4 ซึ่งให้เห็นว่า แม่น้ำแม่กลองตอนบนในช่วงกิโลเมตรที่ 16-70 จากท้ายเขื่อนแม่กลองในช่วงฤดูฝน มีความสามารถในการรองรับมลพิษในรูปของค่า BOD ได้เพิ่มจากเดิมอีกประมาณร้อยละ 200

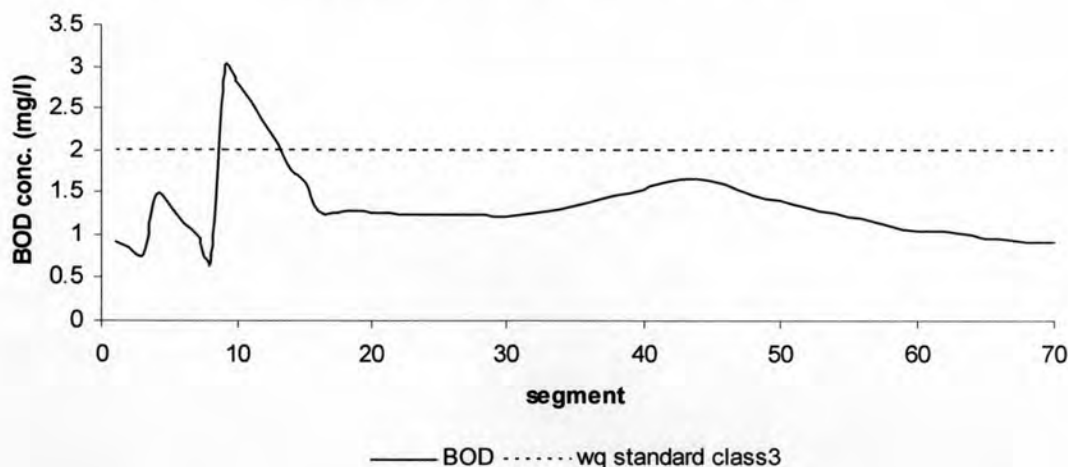
### 5.6.2.2 ช่วงฤดูแล้ง

#### 1) base scenario

เช่นเดียวกับ base scenario ในช่วงฤดูฝน ที่การจำลองคุณภาพน้ำตาม base scenario จะทำโดยการป้อนข้อมูลค่าภาระมลพิษตามที่ประเมินไว้ในหัวข้อที่ 5.1 เพื่อใช้เป็นตัวแทนสถานการณ์คุณภาพน้ำก่อนมีการจัดการด้านคุณภาพน้ำ โดยผลจากการจำลองแสดงดังภาพที่ 5.19 และภาพที่ 5.20



ภาพที่ 5.19 ค่า DO ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ base scenario



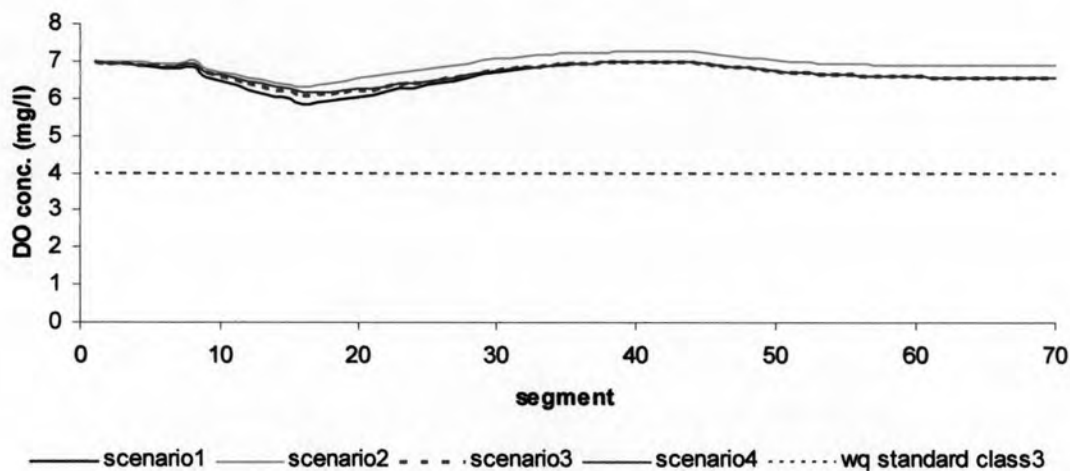
ภาพที่ 5.20 ค่า BOD ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ base scenario

จากการจำลอง จะเห็นว่า ค่า DO ของแม่น้ำแม่กลองตอนบน ในช่วงฤดูแล้ง มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งลำน้ำประมาณ

6.55 mg/l ส่วนค่า BOD ในบางช่วงของแม่น้ำตั้งแต่ segment ที่ 10 ถึง 14 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แต่หลังจากผ่าน segment ที่ 14 ไปแล้วค่า BOD จะมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าเฉลี่ยตลอดลำน้ำประมาณ 1.34 mg/l และมีค่าสูงสุดที่ segment ที่ 10 คือ 3.02 mg/l เนื่องจากได้รับมลพิษหลักจาก segment 4 และ 9 ดังนั้นในการกำหนด scenario เพื่อการประเมิน TMDL ของแม่น้ำแม่กลองตอนบนจะเน้นในการจัดการคุณภาพน้ำจากแหล่งกำเนิดใน segment ที่ 4 และ 9

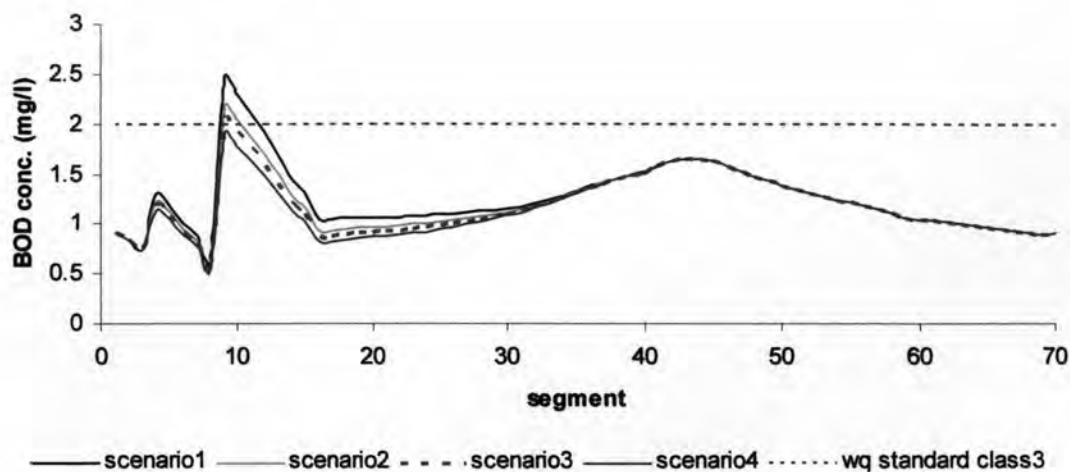
## 2) scenario 1 ถึง scenario 4

จากผลการจำลองตาม base scenario พบว่า แหล่งมลพิษหลักอยู่บริเวณ segment ที่ 4 และ segment ที่ 9 ดังนั้น ใน scenario ที่ 1 ถึง 4 จึงกำหนดให้แหล่งมลพิษในบริเวณทั้งสองปล่อยมลพิษลดลงร้อยละ 20 30 35 และ 40 ตามลำดับ โดยผลจากการจำลองแสดงดังภาพที่ 5.21 และภาพที่ 5.22



ภาพที่ 5.21 ค่า DO ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP  
เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 1 ถึง scenario ที่ 4



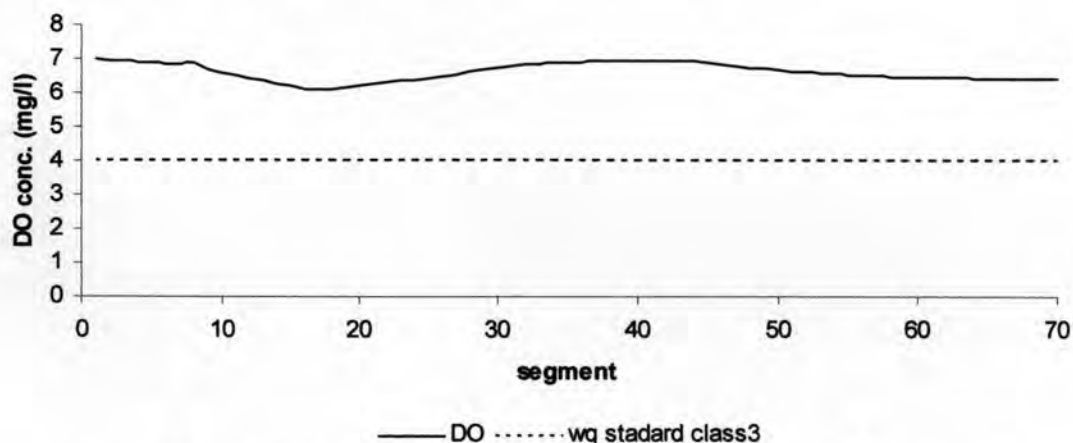


ภาพที่ 5.22 ค่า BOD ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP  
เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 1 ถึง scenario ที่ 4

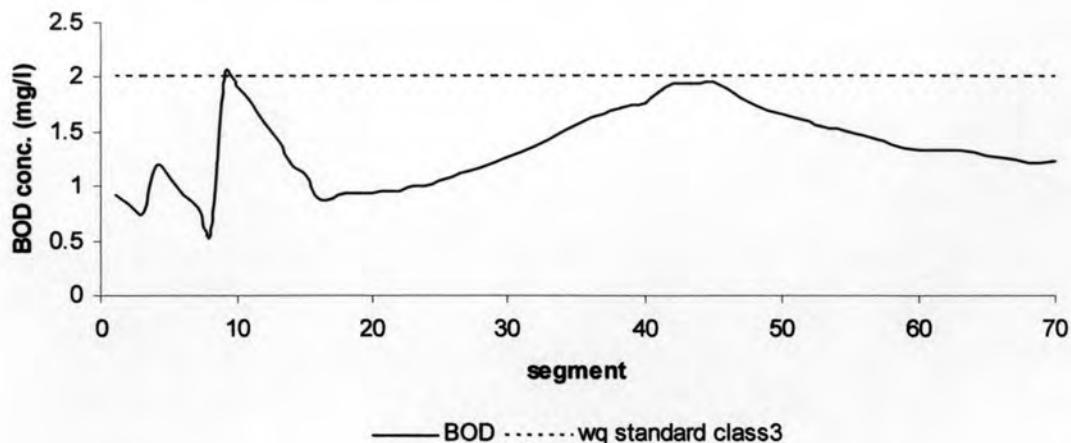
จากผลการจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 1 ถึง scenario ที่ 4 จะเห็นว่า ค่า BOD ใน segment ที่ 10 มีค่าลดลงจนถึงเกณฑ์มาตรฐานใน scenario ที่ 3 โดยที่ค่า BOD ตั้งแต่ segment ที่ 16 ไปจนถึง segment ที่ 70 ยังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แม่น้ำแม่กลองตอนบนในช่วงกิโลเมตรที่ 16-70 จากท้ายเขื่อนแม่กลองยังมีความสามารถในการรองรับภาระมลพิษในรูปของค่า BOD ได้อีกเช่นเดียวกับในช่วงฤดูฝน

### 3) scenario 5

จากเหตุผลที่กล่าวไว้ข้างต้นจึงทำการกำหนด scenario ที่ 5 โดยกำหนดให้ segment ที่ 4 และ segment ที่ 9 มีการลดปริมาณภาระมลพิษลงร้อยละ 35 ส่วนในช่วง segment ที่ 17 ถึง segment ที่ 70 มีการเพิ่มภาระมลพิษอีกร้อยละ 100 โดยผลการจำลองแสดงดังภาพที่ 5.23 และภาพที่ 5.24



ภาพที่ 5.23 ค่า DO ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP  
เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario 5

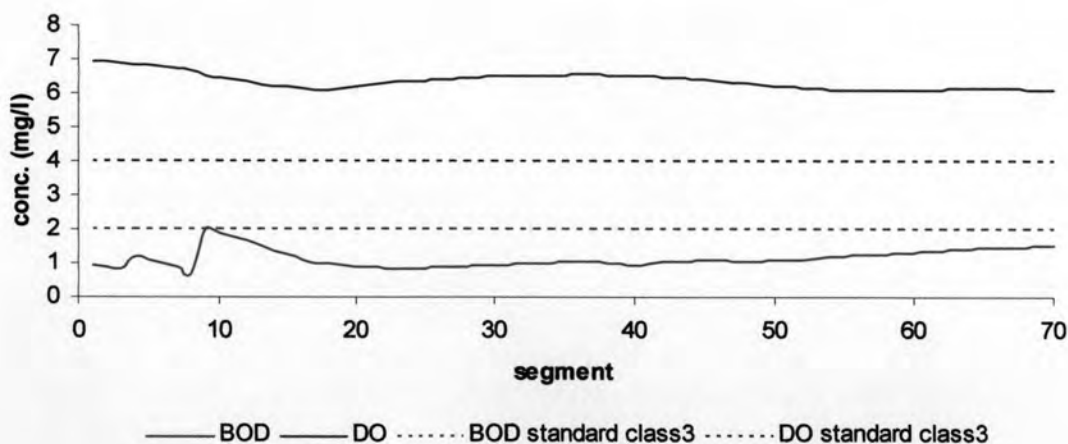


ภาพที่ 5.24 ค่า BOD ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP  
เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario 5

### 5.6.3 การเลือก scenario เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการประเมิน TMDL

#### 5.6.3.1 ช่วงฤดูฝน

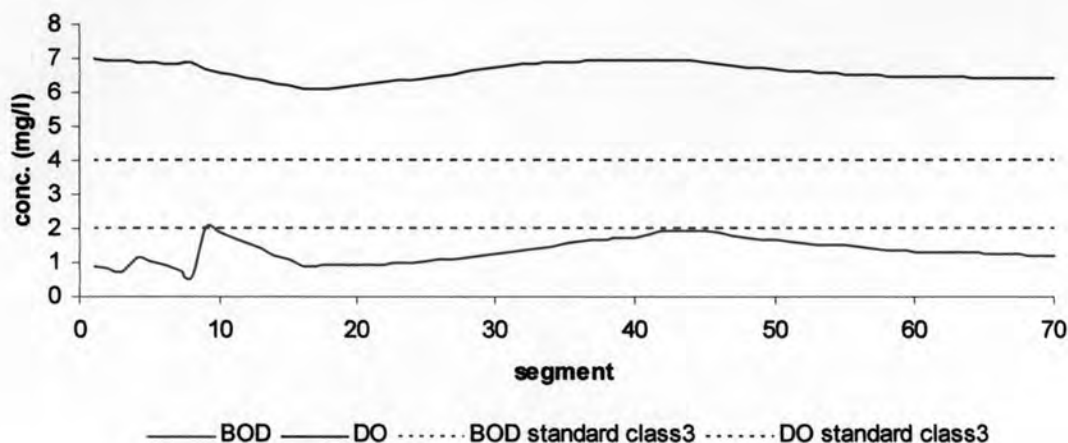
ในการจำลองคุณภาพน้ำในช่วงฤดูฝนของแม่น้ำแม่กลองตอนบนด้วย scenario แบบต่างๆ พบว่า scenario ที่ 4 เหมาะสมสำหรับใช้เป็นพื้นฐานในการประเมิน TMDL ในช่วงฤดูฝน เนื่องจาก จากผลการจำลองจะเห็นว่าทั้งค่า DO และค่า BOD ตลอดทั้งลำน้ำมีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 คือ ค่า DO สูงกว่า 4.0 mg/l และค่า BOD ต่ำกว่า 2.0 mg/l ดังภาพที่ 5.25



ภาพที่ 5.25 ค่า DO และค่า BOD ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP  
เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario 4

### 5.6.3.2 ช่วงฤดูแล้ง

จากการจำลองคุณภาพน้ำในช่วงฤดูแล้งด้วย scenario แบบต่างๆ พบว่า scenario ที่ 5 เหมาะสมสำหรับใช้เป็นพื้นฐานในการประเมิน TMDL ในช่วงฤดูแล้งด้วยเหตุผลเช่นเดียวกันกับในช่วงฤดูฝน โดยผลจากการจำลองคุณภาพน้ำตาม scenario ที่ 3 แสดงดังภาพที่ 5.26



ภาพที่ 5.26 ค่า DO และค่า BOD ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario 5

## 5.6.4 TMDL ของแม่น้ำแม่กลองตอนบน และข้อเสนอแนะในการจัดการคุณภาพน้ำ

### 5.6.4.1 ช่วงฤดูฝน

เนื่องจาก scenario ที่ 4 เป็น scenario ที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นพื้นฐานในการประเมิน TMDL ในช่วงฤดูฝน ดังนั้นในการคำนวณปริมาณมลพิษที่สามารถปล่อยลงสู่แม่น้ำได้จะอ้างอิงจากเงื่อนไขการจัดการคุณภาพน้ำที่กำหนดไว้ใน scenario ที่ 4 ซึ่งได้แก่การเพิ่มภาระมลพิษขึ้นอีกร้อยละ 20 จาก base scenario ในช่วง segment ที่ 1 ถึง segment ที่ 16 และเพิ่มภาระมลพิษอีกร้อยละ 200 ในช่วง segment ที่ 17 ถึง segment ที่ 70

จากการประเมินภาระมลพิษในหัวข้อ 5.1 พบว่าแม่น้ำแม่กลองตอนบนมีภาระมลพิษในรูปของค่า BOD รวมทั้งสิ้น 59,423.49 กิโลกรัมต่อวัน แยกเป็น ภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (point source) 47,449.02 กิโลกรัมต่อวัน และภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน (non-point source) 11,974.47 กิโลกรัมต่อวัน โดยหากทำการคำนวณภาระมลพิษตาม scenario ที่ 4 แม่น้ำแม่กลองตอนบนในช่วงฤดูฝนจะมีภาระมลพิษแสดงดังตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.12 ภาระมลพิษของแม่น้ำแม่กลองตอนบนเมื่อคิดตาม scenario ที่ 4 ในช่วงฤดูฝน

เงื่อนไข	segment 1 - 16	segment 17 - 70	รวม
ภาระมลพิษเดิม (kg/d)	45,840.15	13,583.34	59,423.49
ภาระมลพิษตาม scenario 4 (kg/d)	55,008.18	54,333.34	109,341.52

จากตารางที่ 5.12 สรุปได้ว่า ในช่วงฤดูฝนแม่น้ำแม่กลองตอนบนมีความสามารถในการรองรับมลพิษในรูปของค่า TMDL ของ BOD ประมาณ 109,341.52 กิโลกรัมต่อวัน โดยเมื่อเทียบกับภาระมลพิษเดิมแล้ว พบว่า แม่น้ำแม่กลองในช่วงกิโลเมตรที่ 1 ถึง 16 จากท้ายเขื่อนแม่กลอง ยังสามารถรองรับภาระมลพิษได้เพิ่มขึ้นอีกประมาณร้อยละ 20 ส่วนในช่วงกิโลเมตรที่ 17 ถึง 70 จากท้ายเขื่อนแม่กลอง แม่น้ำแม่กลองยังสามารถรองรับมลพิษเพิ่มขึ้นได้อีกประมาณร้อยละ 200

#### 5.6.4.2 ช่วงฤดูแล้ง

ในส่วนของการประเมิน TMDL ในช่วงฤดูแล้ง จะทำการคำนวณปริมาณภาระมลพิษที่สามารถปล่อยลงสู่แม่น้ำได้โดยอ้างอิงจากเงื่อนไขการจัดการคุณภาพน้ำตาม scenario ที่ 5 ซึ่งได้แก่ การกำหนดให้ โรงงานบริเวณ segment ที่ 4 และ segment ที่ 9 มีการบำบัดน้ำเสียจนมีค่า BOD ลดลงร้อยละ 35 และในช่วง segment ที่ 17 ถึง segment ที่ 70 มีการเพิ่มภาระมลพิษอีกร้อยละ 100 โดยโรงงานบริเวณ segment ที่ 4 และ 9 ได้แก่ บริษัท แสงโสม จำกัด และ บริษัท อุตสาหกรรมกระดาษคราฟท์ไทย จำกัด ซึ่งมีภาระมลพิษ 10,398.07 และ 33,938.52 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (รายละเอียดในภาคผนวก จ)

เมื่อคำนวณภาระมลพิษตาม scenario ที่ 5 จะได้ว่า แม่น้ำแม่กลองตอนบนในช่วงฤดูแล้งจะมีภาระมลพิษดังตารางที่ 5.13

ตารางที่ 5.13 ภาระมลพิษของแม่น้ำแม่กลองตอนบนเมื่อคิดตาม scenario ที่ 5 ในช่วงฤดูแล้ง

เงื่อนไข	segment 1 - 16	segment 17 - 70	รวม
ภาระมลพิษเดิม (kg/d)	45,840.15	13,583.34	59,423.49
ภาระมลพิษตาม scenario 5 (kg/d)	30,060.40	27,166.98	57,227.38

จากตารางที่ 5.13 สรุปได้ว่า ในช่วงฤดูแล้งแม่น้ำแม่กลองตอนบนมีความสามารถในการรองรับมลพิษในรูปของค่า TMDL ของ BOD ประมาณ 57,227.38 กิโลกรัมต่อวัน โดยเมื่อเทียบกับภาระมลพิษเดิมแล้ว พบว่า แม่น้ำแม่กลองในช่วงกิโลเมตรที่ 1 ถึง 16 จากท้ายเขื่อนแม่กลองควรมีการลดภาระมลพิษโดยเฉพาะบริเวณ segment ที่ 4 และ 9 ลงอีก

ประมาณร้อยละ 35 ส่วนในช่วงกิโลเมตรที่ 17 ถึง 70 จากท้ายเขื่อนแม่กลอง แม่น้ำแม่กลองยังสามารถรองรับมลพิษเพิ่มขึ้นได้อีกประมาณร้อยละ 100

#### 5.6.4.3 ข้อเสนอแนะในการจัดการคุณภาพน้ำของแม่น้ำแม่กลอง

##### ตอนบน

จากผลการจำลองคุณภาพน้ำของแม่น้ำแม่กลองตอนบน พบว่า โดยรวมแล้วค่า DO และค่า BOD ของแม่น้ำแม่กลองตอนบนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ยกเว้นบางช่วงของลำน้ำในฤดูแล้งที่มีค่า BOD เกินเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อพิจารณาช่วงของแม่น้ำแม่กลองที่มีค่า BOD เกินเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า เป็นช่วงที่แม่น้ำไหลผ่านโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีความต้องการใช้น้ำในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก ได้แก่ บริษัท แสงโสม จำกัด ผู้ผลิตสุราแสงโสม และ บริษัท อุตสาหกรรมกระดาษคราฟท์ไทย จำกัด ผู้ผลิตกระดาษ ทำให้มีน้ำทิ้งจำนวนมากเช่นกัน และเมื่อพิจารณาจากกระบวนการผลิตแล้ว พบว่า อุตสาหกรรมทั้งสองก่อให้เกิดความสกปรกในรูปของค่า BOD เป็นจำนวนมาก ดังนั้น การจำลองคุณภาพน้ำด้วยแบบจำลองคุณภาพน้ำในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการจำลองภายใต้เงื่อนไขที่ว่า หากไม่มีการบำบัดน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดทั้งสอง หรือหากระบบบำบัดน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดทั้งสองเกิดขัดข้อง คุณภาพน้ำในแม่น้ำแม่กลองตอนบนจะเป็นเช่นไร ซึ่งจากผลการจำลอง พบว่า การจำลองภายใต้เงื่อนไขดังกล่าวทำให้คุณภาพน้ำช่วงที่ผ่านแหล่งกำเนิดทั้งสองมีค่า BOD สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และสามารถบำบัดตัวเองจนมีค่า BOD ตามเกณฑ์มาตรฐานได้เมื่อผ่านไปประมาณ 4 กิโลเมตร (ภาพที่ 5.21) ดังนั้นในการประเมิน TMDL โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งจึงมุ่งเน้นในการกำหนดเงื่อนไขการจัดการคุณภาพน้ำของแหล่งกำเนิดดังกล่าว ซึ่งจากการจำลองคุณภาพน้ำตาม scenario ต่างๆ ที่กำหนดไว้ พบว่า หากโรงงานทุกโรงงานที่มีการระบายน้ำทิ้งลงแม่น้ำแม่กลองมีการบำบัดน้ำเสียจนมีค่า BOD ไม่เกิน 60 mg/l ตามเกณฑ์สูงสุดที่กฎหมายกำหนดแล้ว ค่า BOD ของแม่น้ำแม่กลองตอนบนจะมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำ หรืออีกแนวทางหนึ่ง คือ การที่ระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัท แสงโสม จำกัด และบริษัท อุตสาหกรรมกระดาษคราฟท์ไทย จำกัด ต้องมีความประสิทธิภาพในการบำบัดค่า BOD อย่างน้อยร้อยละ 35 ขึ้นไป ค่า BOD ของแม่น้ำแม่กลองตอนบนจึงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (ภาพที่ 5.23)