การคำนวณการแพร่กระจายของมลพิษในแม่น้ำเจ้าพระยา

โดย ชูชีพ วงศ์สุภาพ และ สุทัศน์ วีสกุล

บทนำ

จากเหตุการณ์ปลาตายในแม่น้ำเจ้าพระยา ช่วงบริเวณอำเภอป่าโมก จังหวัดอ่างทอง เมื่อวันที่ 11-12 มีนาคม พ.ศ. 2550 ที่ผ่านมา พบว่าอาจเกิดจากอุบัติเหตุเรือบรรทุกน้ำตาลล่มที่หน้าโรงงานน้ำตาล อำเภอป่าโมก ในวันที่ 3 มีนาคม น้ำตาลที่ตกในแม่น้ำเจ้าพระยา มีผลทำให้ค่า BOD เพิ่มสูงมาก ค่า BOD ดังกล่าวได้เคลื่อนตัวไปตามการไหลของน้ำและการแพร่กระจาย บริเวณที่ BOD สูงนี้เคลื่อนที่ผ่านทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ที่บริเวณนั้นลดลงอย่างรวดเร็ว (DO Sag) เป็นเหตุให้ปลาที่เลี้ยงในกระชังในแม่น้ำเจ้าพระยาขาดออกซิเจนและตายลงเป็นจำนวนมาก จึงมีแนวคิดที่จะใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ทำนายการเคลื่อนตัวของค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ต่ำผิดปกติ (DO Sag) นี้เพื่อประโยชน์ในการเตือนภัยและวางแผนในการจัดการรับมือมลภาวะดังกล่าวสำหรับประชาชนที่อาศัยอยู่ตลอดแนวแม่น้ำเจ้าพระยา

แบบจำลองคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในแม่น้ำเจ้าพระยาหลังจากเกิดอุบัติเหตุเรือบรรทุกน้ำตาลล่มนี้ใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำ (Water Quality Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ใช้เป็นเครื่องมือคำนวณการเคลื่อนที่ของ DO ที่ลดต่ำลง (DO Sag) แบบจำลองดังกล่าวเป็นแบบจำลอง 1 มิติของการพาและการแพร่กระจาย (1-D Advection-Dispersion) และขบวนการทางชีวเคมีระหว่าง BOD และ DO (BOD-DO Interaction) ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานในแม่น้ำ ข้อมูลที่ต้องใส่เข้าในแบบจำลองคือ ข้อมูลโครงข่ายและรูปตัดลำน้ำ ข้อมูลลักษณะการไหล ข้อมูลคุณภาพน้ำ และข้อมูลปริมาณและแหล่งกำเนิดของมลภาวะที่เกิดขึ้นในแม่น้ำเจ้าพระยา

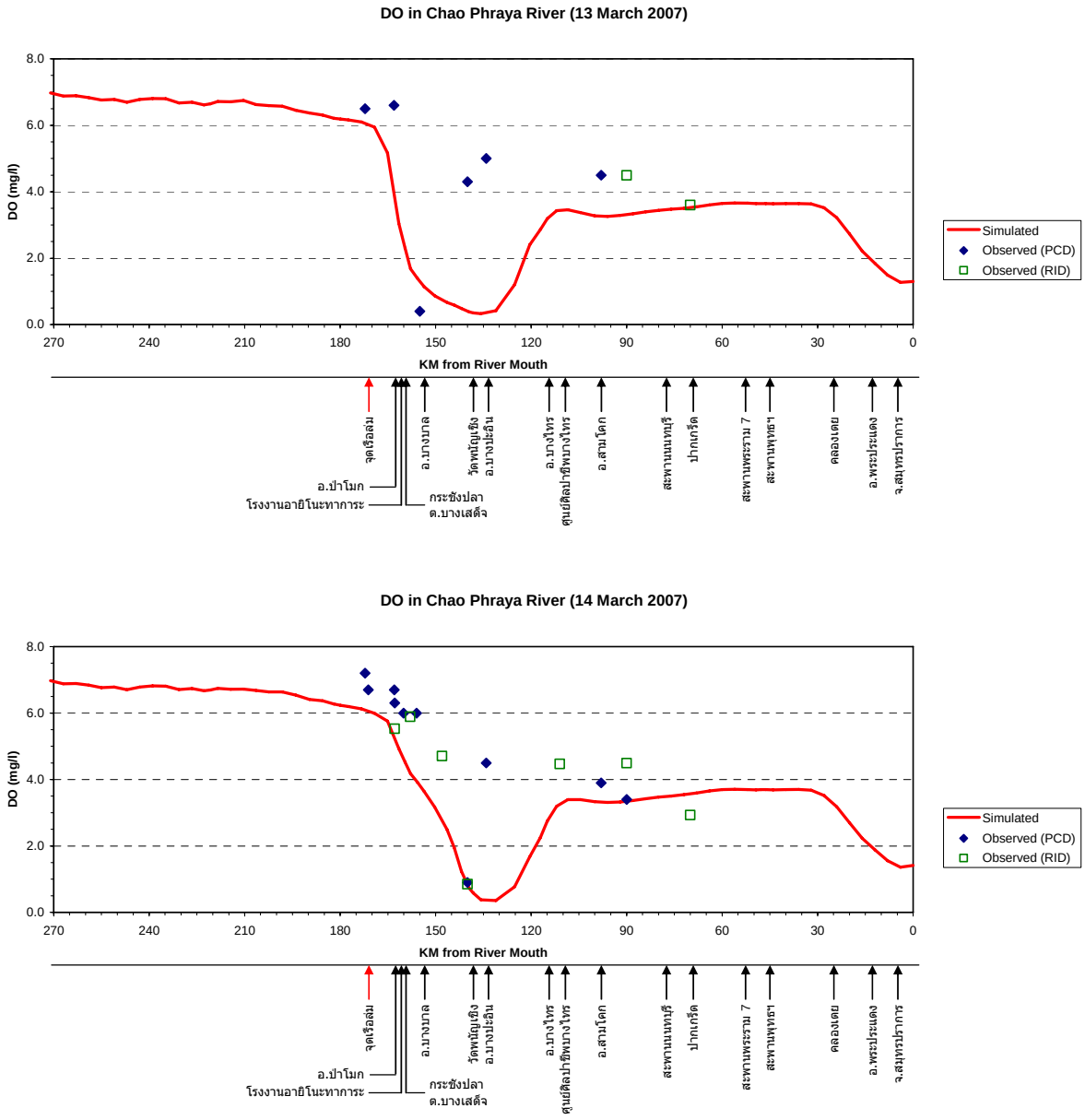
ในที่นี้ตั้งสมมติฐานไว้ว่าในแม่น้ำเจ้าพระยามีแหล่งกำเนิดมลภาวะอยู่จุดเดียว คือ จุดที่เรือบรรทุกล่มในแม่น้ำบริเวณอำเภอป่าโมก จังหวัดอ่างทอง ในวันที่ 3 มีนาคม กำหนดให้น้ำตาล 650 ตันในเรือละลายหมดภายใน 1 3 หรือ 7 วัน น้ำตาลที่ละลายลงในน้ำทำให้เกิด BOD เท่ากับ 700 ตัน (สมมติให้เกิดการออกซิเดชั่นที่สมบูรณ์ และ 100 กรัมกลูโคส ทำให้เกิด 107 กรัม BOD (Chapra, S.C., 1997)) ดังนั้นปริมาณ BOD ที่เกิดขึ้นและนำเข้าแบบจำลองจะมีค่าแตกต่างกัน 3 ค่า การใช้งานแบบจำลองเริ่มต้นด้วยการคำนวณลักษณะการไหลในแม่น้ำเจ้าพระยาก่อน ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ปล่อยมาจากเขื่อนเจ้าพระยาที่จังหวัดชัยนาทและจากลำน้ำสาขาต่างๆ และระดับน้ำที่ปากแม่น้ำที่สถานีป้อมพระจุลจอมเกล้า (ข้อมูลสนับสนุนโดยกรมชลประทาน) ข้อมูลลักษณะการไหลที่คำนวณถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการคำนวณคุณภาพน้ำต่อไป ค่าเริ่มต้นและค่าขอบเขตของคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาได้มาจากข้อมูลการเฝ้าระวังของกรมควบคุมมลพิษ การปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำใช้ข้อมูลตรวจวัดค่า DO ของกรมควบคุมมลพิษ (http://gendb.pcd.go.th/hers/) และกรมชลประทาน (http://irrigation.rid.go.th/news/announce.htm) เป็นตัวเปรียบเทียบ ผลการปรับเทียบแบบจำลองแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีความถูกต้องพอสมควร การใช้ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของ BOD ทั้ง 3 ค่า ไม่มีผลทำให้ค่า DO ที่คำนวณได้แตกต่างกัน ประกอบกับยังไม่มีผลการตรวจวัด BOD ในภาคสนามแสดงไว้ จึงเลือกใช้ค่าความเข้มข้นของ BOD ที่เกิดจากน้ำตาลที่ละลายหมดภายใน 3 วันเป็นค่าเริ่มต้นของปริมาณ BOD ที่ใช้ในแบบจำลองไปก่อน ผลการคำนวณแสดงไว้ในรูปที่ 1 ถึง 5 สำหรับวันที่ 13 – 22 มีนาคม พ.ศ. 2550

การทำนายการเคลื่อนตัวของค่าออกซิเจนละลายน้ำที่ต่ำผิดปกติ (DO Sag) ในแม่น้ำเจ้าพระยาเบื้องต้น

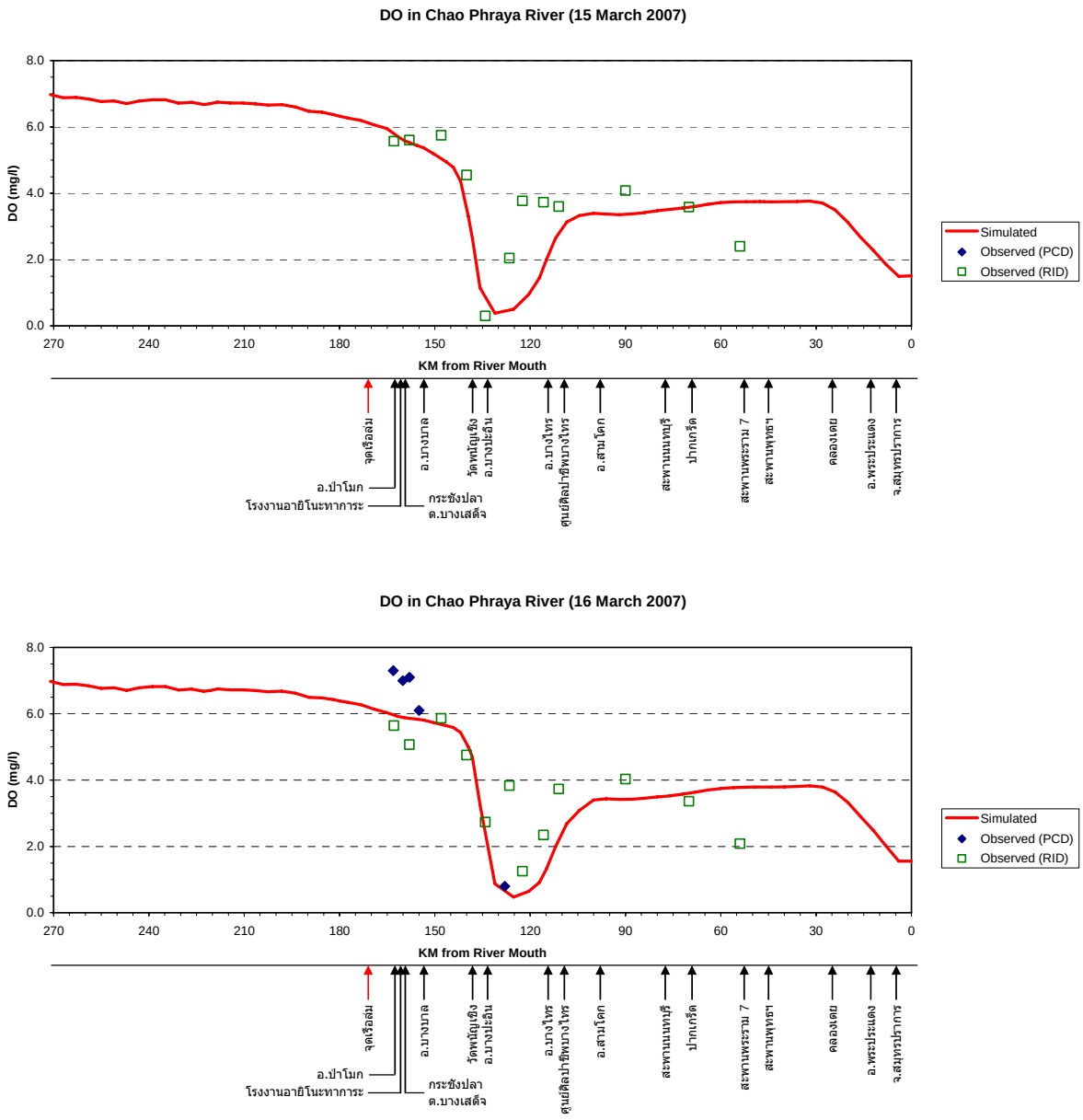
จากแบบจำลองคุณภาพน้ำที่ปรับเทียบแล้ว นำมาทำนายการเคลื่อนตัวของค่า DO ที่ลดต่ำผิดปกตินี้ (DO Sag) ล่วงหน้าได้โดยสมมติให้ข้อมูลปริมาณการไหลจากเขื่อนเจ้าพระยามีค่าคงที่ต่อเนื่อง และข้อมูลระดับน้ำที่ป้อม

พระจุลจอมเกล้าได้มาจากการต่อข้อมูลด้วยวิธี Harmonic Analysis ออกไปตั้งแต่วันที่ 23 ถึง 30 มีนาคม และนำเข้าแบบจำลองคุณภาพน้ำแล้วคำนวณต่อไป

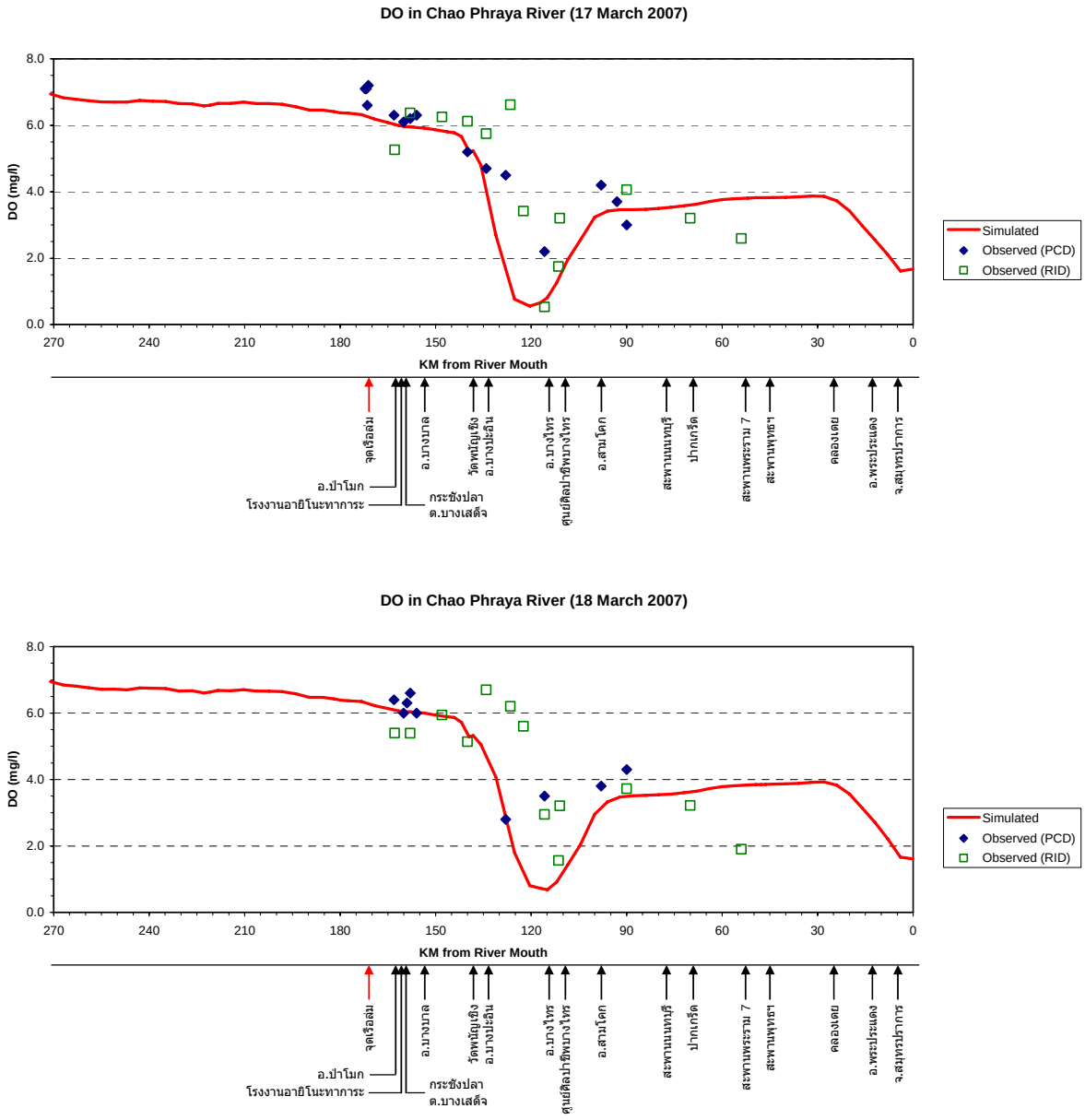
รูปที่ 6 ถึง 9 แสดงผลการทำนายเบื้องต้นของบริเวณที่มีค่า DO ต่ำ และรูปที่ 10 แสดงตำแหน่งของค่า DO ที่ต่ำที่สุดในแต่ละวัน ผลการทำนายเบื้องต้นพบว่าค่า DO ที่ลดต่ำผิดปกตินี้เคลื่อนตัวได้ช้าลงเรื่อยๆ และค่า DO เริ่มปรับตัวมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆตามระยะทาง ในวันที่ 30 มีนาคมค่า DO ที่ลดต่ำผิดปกติยังคงอยู่ที่บริเวณจังหวัดปทุมธานีและรอยต่อของจังหวัดนนทบุรี มีค่าประมาณ 2.2 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นคุณภาพน้ำผิวดินชั้นที่ 4 เมื่อวิเคราะห์แล้วเห็นว่าไม่น่าจะมีผลกระทบสถานการณ์คุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาช่วงบริเวณกรุงเทพมหานคร



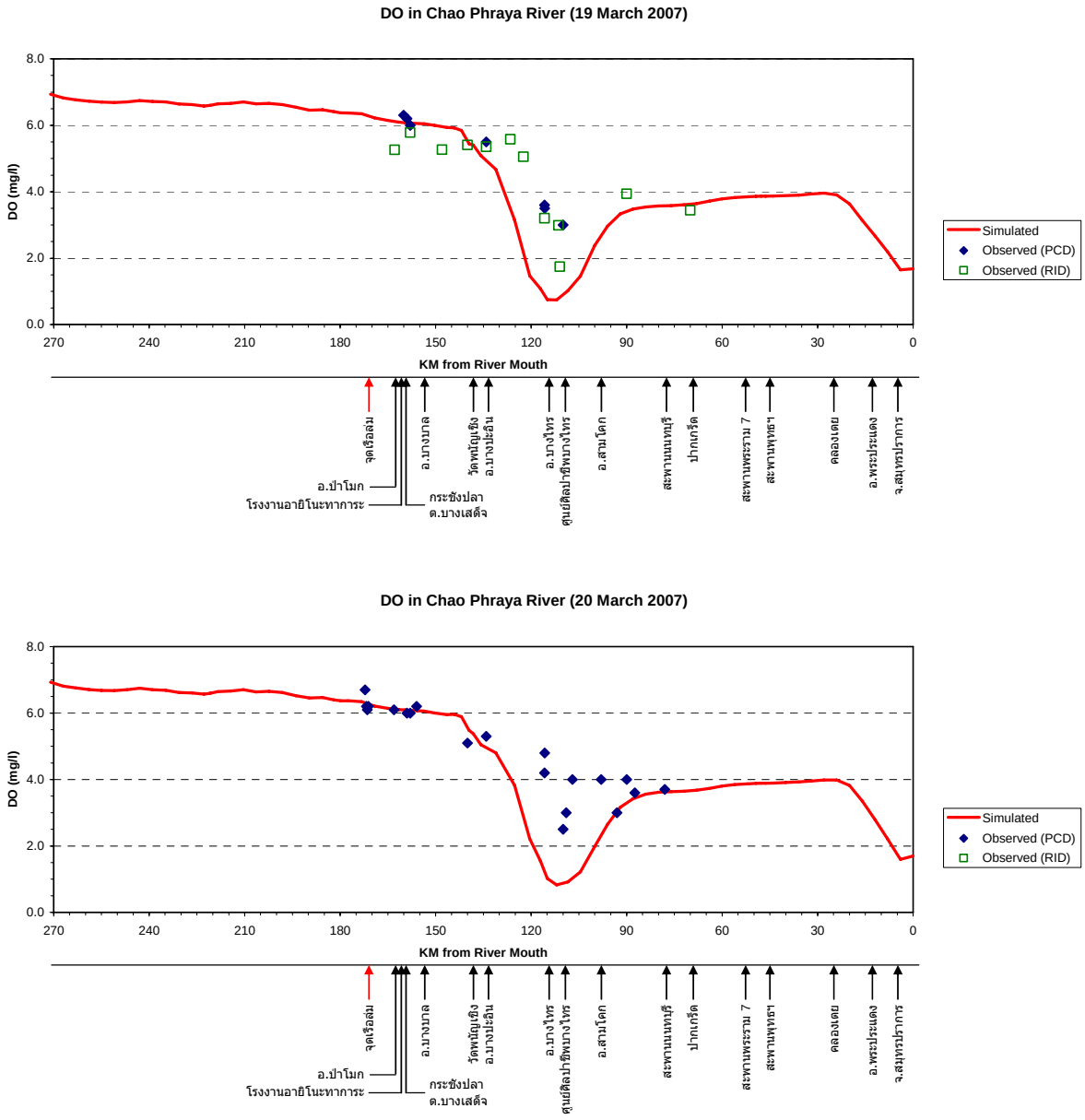
รูปที่ 1 ผลการคำนวณและเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในแม่น้ำเจ้าพระยา
วันที่ 13 – 14 มีนาคม พ.ศ. 2550



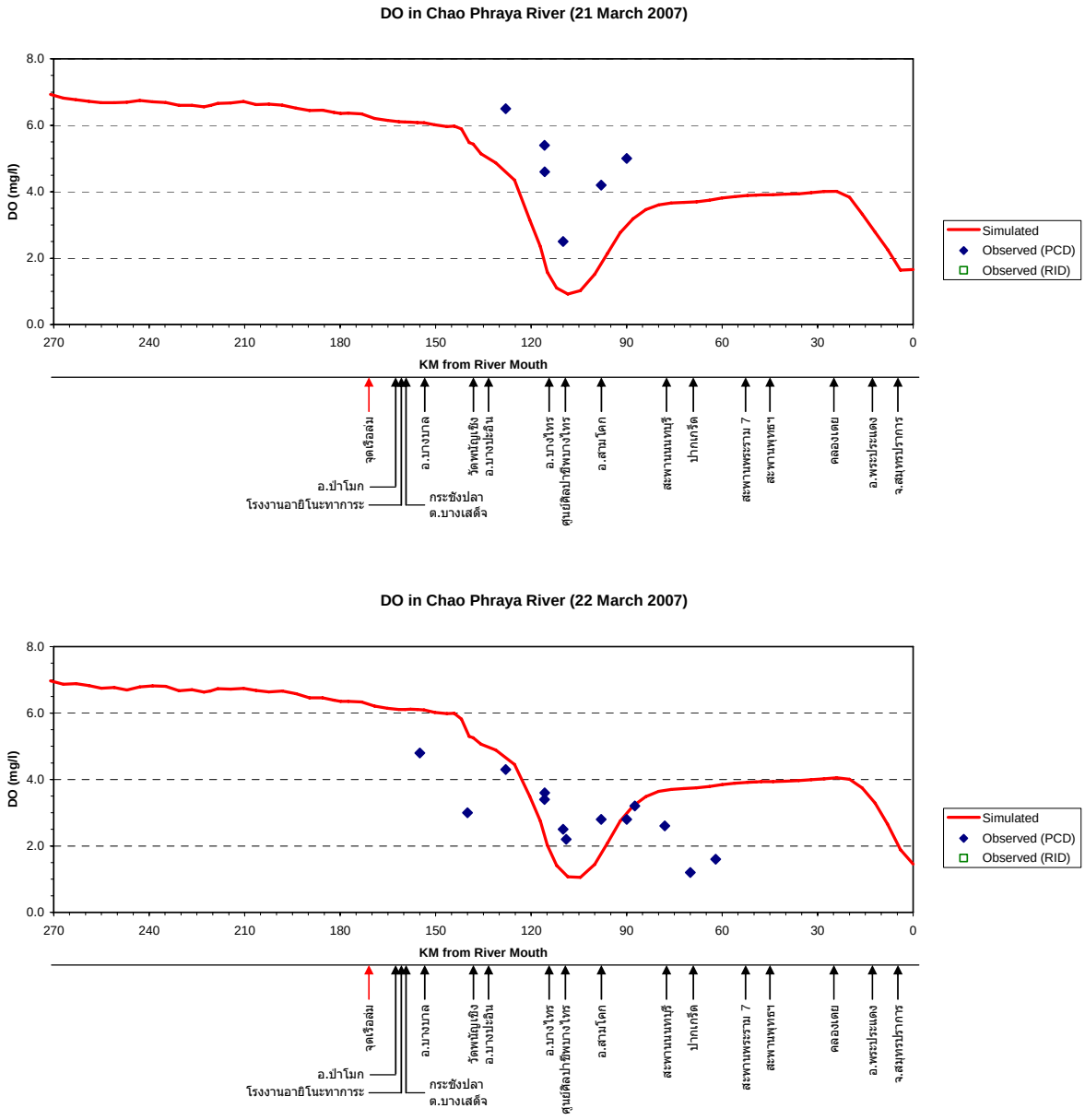
รูปที่ 2 ผลการคำนวณและเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในแม่น้ำเจ้าพระยา
วันที่ 15 – 16 มีนาคม พ.ศ. 2550



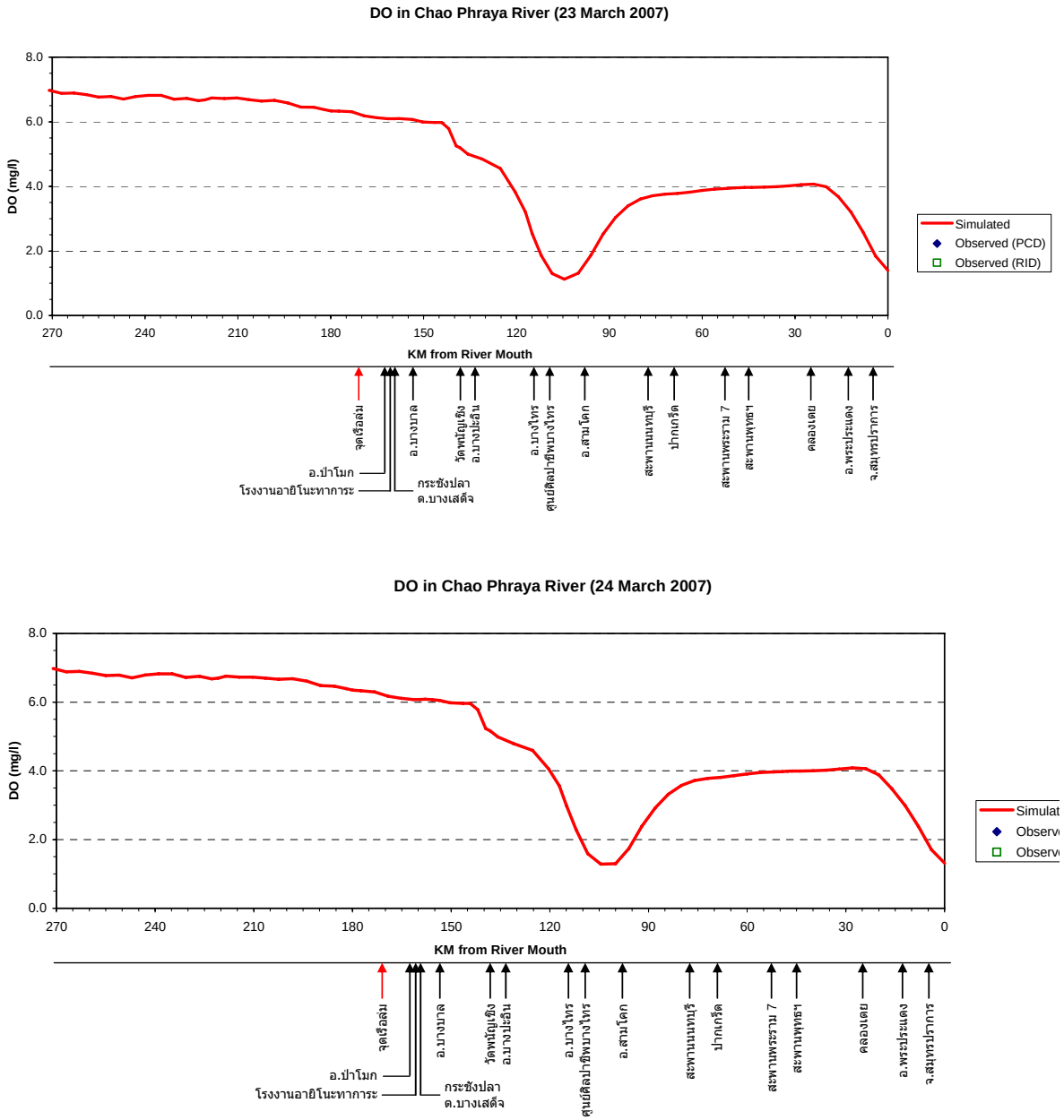
รูปที่ 3 ผลการคำนวณและเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในแม่น้ำเจ้าพระยา
วันที่ 17 – 18 มีนาคม พ.ศ. 2550



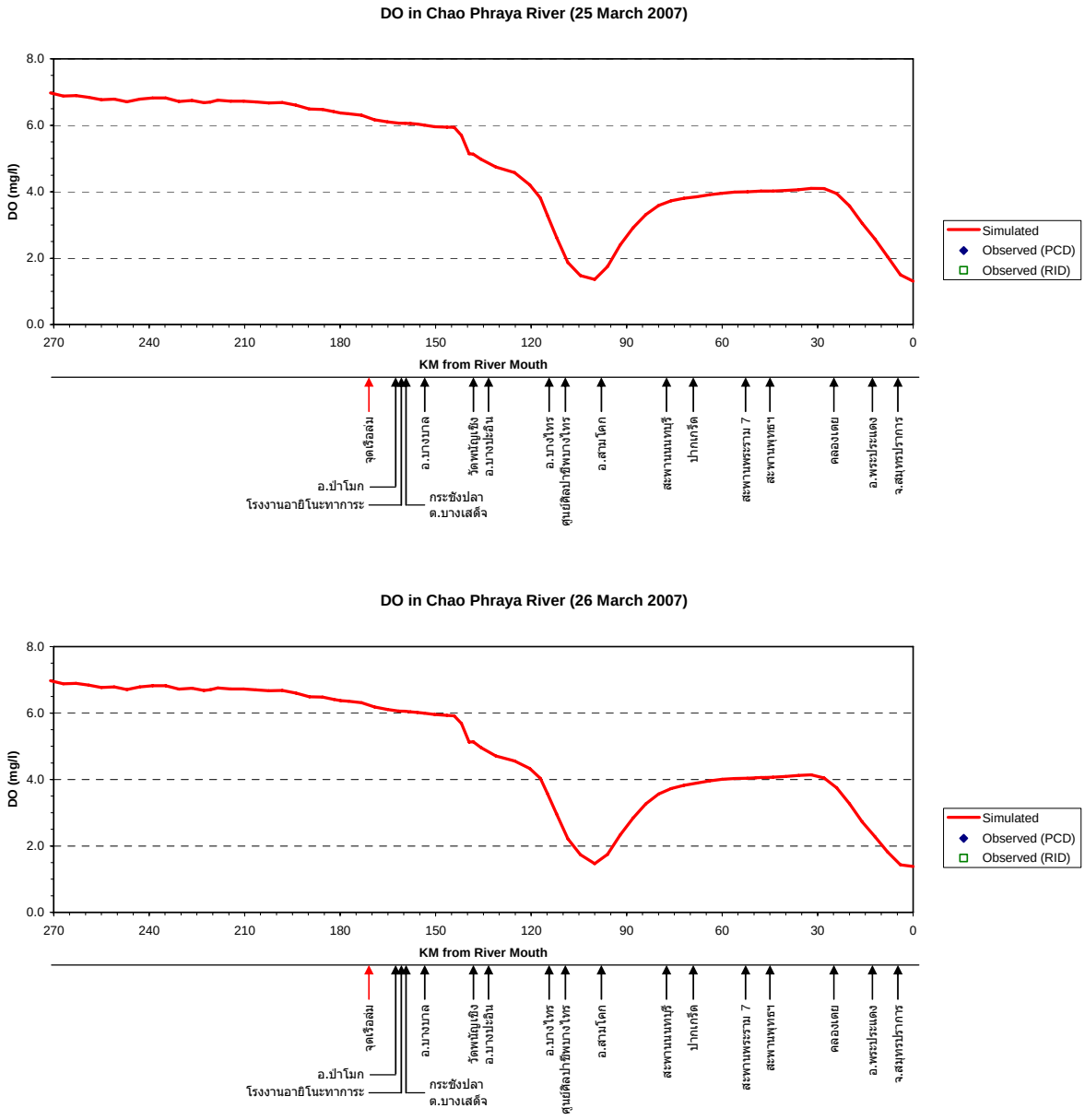
รูปที่ 4 ผลการคำนวณและเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในแม่น้ำเจ้าพระยา
วันที่ 19 – 20 มีนาคม พ.ศ. 2550



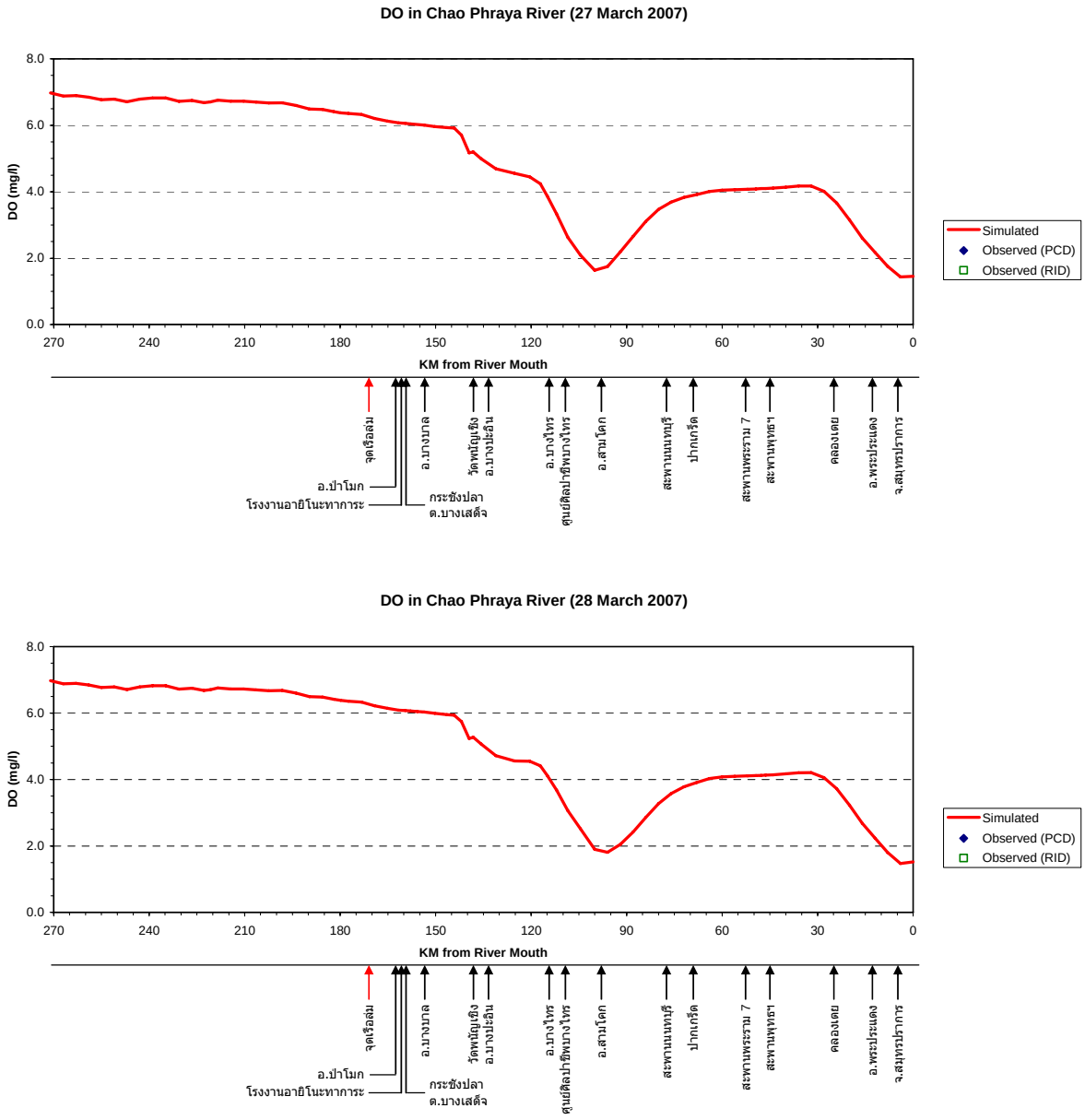
รูปที่ 5 ผลการคำนวณและเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในแม่น้ำเจ้าพระยา
วันที่ 21 – 22 มีนาคม พ.ศ. 2550



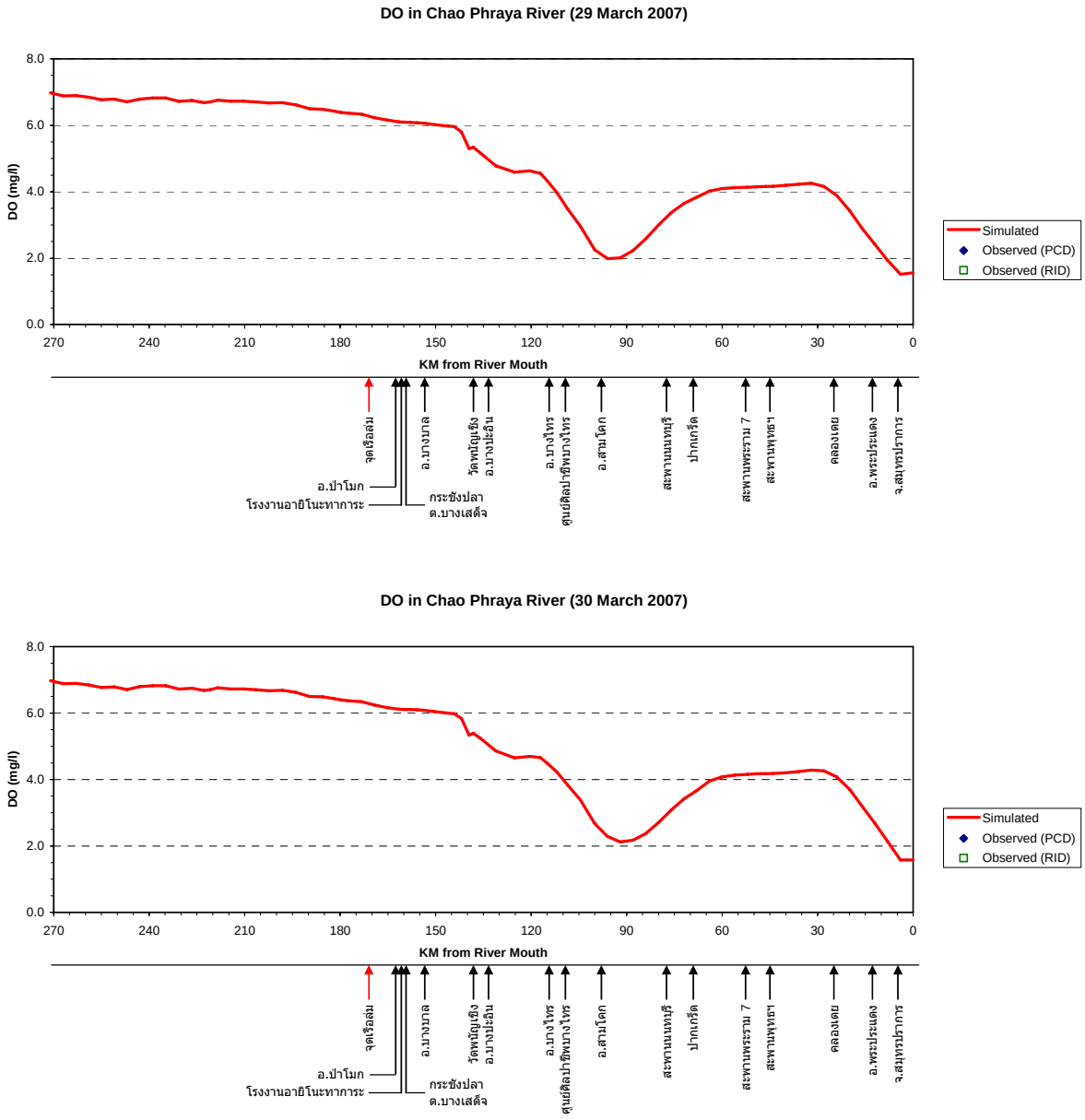
รูปที่ 6 ผลการทำนายเบื้องต้นของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในแม่น้ำเจ้าพระยา
วันที่ 23 – 24 มีนาคม พ.ศ. 2550



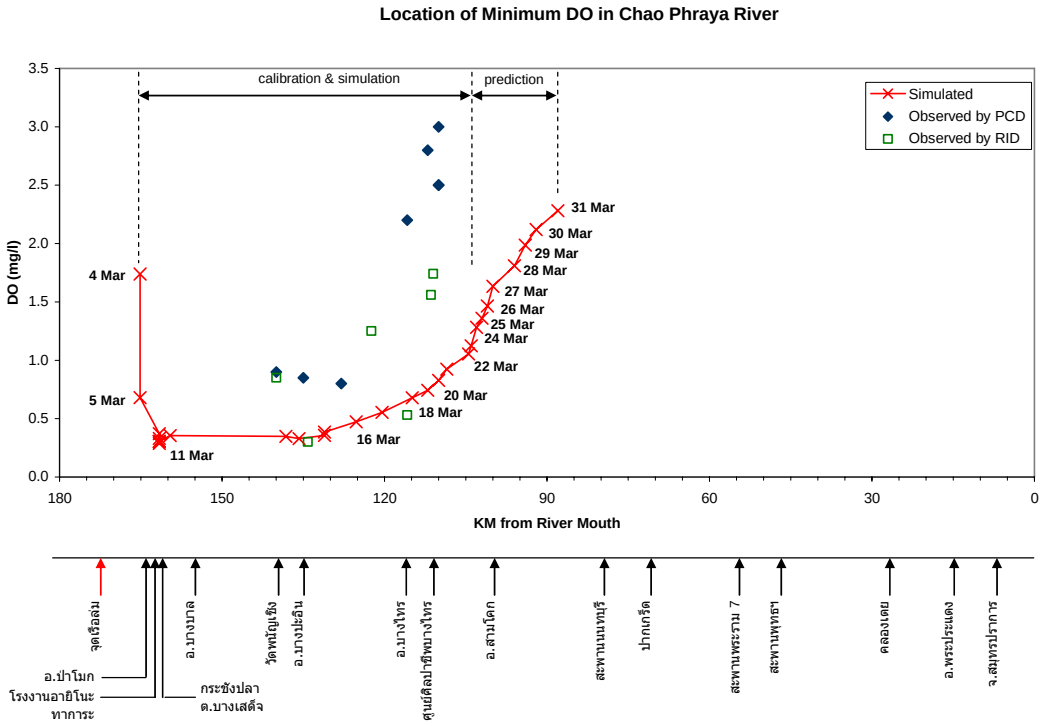
รูปที่ 7 ผลการทำนายเบื้องต้นของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในแม่น้ำเจ้าพระยา
วันที่ 25 – 26 มีนาคม พ.ศ. 2550



รูปที่ 8 ผลการทำนายเบื้องต้นของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในแม่น้ำเจ้าพระยา
วันที่ 27 – 28 มีนาคม พ.ศ. 2550



รูปที่ 9 ผลการทำนายเบื้องต้นของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในแม่น้ำเจ้าพระยา
วันที่ 29 – 30 มีนาคม พ.ศ. 2550



รูปที่ 10 สรุปค่าและตำแหน่งของค่าต่ำสุดของ DO