



บทที่ 4

ผลการวิจัยและการวิจารณ์

การศึกษาผลของ เชื้อนภูมิพลต่อสัมประสิทธิ์การขาดแคลนและการเติมออกซิเจนใน
แม่น้ำปิงนี้ ได้ทำการศึกษาทั้งในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ ในภาคสนามนั้นได้ตรวจวัด
อัตราการไหลของแม่น้ำปิง ปริมาณออกซิเจนละลาย อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศ ณ สถานี
เก็บตัวอย่างทั้ง 5 สถานี และสำหรับการศึกษาในห้องปฏิบัติการนั้นทำการวิเคราะห์ลักษณะ
สมบัติบางประการของคุณภาพน้ำจากตัวอย่างน้ำที่ได้เก็บจากสถานีต่าง ๆ ผลการตรวจวัดและ
วิเคราะห์ทั้งในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 ซึ่งจะกล่าวโดยสรุป
ได้ดังนี้

อัตราการไหล

ในรอบหนึ่งปีที่ทำการศึกษา ได้กำหนดระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำไว้ทั้งหมด
4 ครั้ง โดยให้สอดคล้องกับฤดูกาลและปริมาณน้ำในแม่น้ำ และถือเอาปริมาณน้ำในแม่น้ำที่
สถานีต้นน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำและ เชื้อนภูมิพล เป็นหลัก ผลการตรวจวัดอัตราการไหลของแม่น้ำ
ปิงพบว่า

ฤดูน้ำน้อยคือ เดือนมีนาคม 2529 มีอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำปิงที่สถานีที่ 1
และ 2 เป็น 7.98 และ 15.17 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีตามลำดับ

ฤดูน้ำปานกลางคือ เดือนกรกฎาคม และเดือนกันยายน ในเดือนกรกฎาคมนั้นมี
อัตราการไหลของน้ำที่สถานีที่ 1 และ 2 เป็น 74.43 และ 100.43 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
ตามลำดับ และในเดือนกันยายนนั้นมีอัตราการไหลของน้ำของทั้ง 2 สถานีเป็น 105.94 และ
150.09 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ

และผลการวัดอัตราการไหลของน้ำพบว่า เดือนพฤศจิกายน เป็นฤดูน้ำมากแทนที่จะ
เป็น เดือนกันยายน เช่นเดียวกับทุก ๆ ปีที่ผ่านมา ทั้งนี้ เป็นสาเหตุจากการผันแปรของฤดูกาล

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติบางประการของคุณภาพน้ำแม่น้ำปิง

| ลักษณะสมบัติ | สถานีเหนือเขื่อน | | สถานีท้ายเขื่อน | | |
|-----------------------------------|------------------|------------------|-----------------|--------------|-----------|
| | 1 ตำบล | 2 สถานีอุทกวิทยา | 3 ท้ายเขื่อน | 4 บ้านจ๊กสาร | 5 บ้านศาล |
| จุดน้ำปานกลาง (กรกฏาคม) | | | | | |
| อัตราการไหล, ลูกบาศก์เมตร/วินาที | 74.43 | 100.43 | 243.66 | 192.17 | 257.07 |
| ความลึก, เมตร | 1.13 | 1.15 | 3.4 | 2.53 | 2.4 |
| ความเร็วกระแสน้ำ, เมตร/วินาที | 0.812 | 0.970 | 1.366 | 0.518 | 0.627 |
| อุณหภูมิอากาศ, องศาเซลเซียส | 31 | 28.2 | 27 | 30 | 29 |
| อุณหภูมิน้ำ, องศาเซลเซียส | 29.5 | 25.4 | 26 | 26.7 | 31 |
| ออกซิเจนละลาย, มิลลิกรัม/ลิตร | 2.1 | 1.21 | 3.4 | 3.3 | 4.5 |
| BOD ₅ , มิลลิกรัม/ลิตร | 8.05 | 7.5 | 5.1 | 3.3 | 2.2 |
| Ultimate BOD, มิลลิกรัม/ลิตร | 25.2 | 15 | 11 | 6.02 | 4.42 |
| จุดน้ำปานกลาง (กันยายน) | | | | | |
| อัตราการไหล, ลูกบาศก์เมตร/วินาที | 105.94 | 150.09 | 61.20 | 64.19 | 98.77 |
| ความลึก, เมตร | 1.14 | 1.20 | 1.60 | 0.99 | 0.98 |
| ความเร็วกระแสน้ำ, เมตร/วินาที | 0.948 | 1.162 | 0.557 | 0.510 | 0.534 |
| อุณหภูมิอากาศ, องศาเซลเซียส | 29 | 28 | 28 | 29 | 28 |
| อุณหภูมิน้ำ, องศาเซลเซียส | 28.5 | 27.5 | 27 | 28.7 | 30.5 |
| ออกซิเจนละลาย, มิลลิกรัม/ลิตร | 6.2 | 5.85 | 6.63 | 6.8 | 6.6 |
| BOD ₅ , มิลลิกรัม/ลิตร | 5.5 | 5.8 | 6.2 | 2.03 | 3.03 |
| Ultimate BOD, มิลลิกรัม/ลิตร | 12.5 | 12 | 12 | 3 | 6 |
| จุดน้ำมาก (พฤศจิกายน) | | | | | |
| อัตราการไหล, ลูกบาศก์เมตร/วินาที | 256.92 | 265.07 | 98.82 | 96.92 | 400.96 |
| ความลึก, เมตร | 2.89 | 1.62 | 1.59 | 1.48 | 2.40 |
| ความเร็วกระแสน้ำ, เมตร/วินาที | 1.153 | 1.162 | 1.172 | 1.067 | 0.876 |
| อุณหภูมิอากาศ, องศาเซลเซียส | 28.5 | 32 | 32 | 30 | 30.5 |
| อุณหภูมิน้ำ, องศาเซลเซียส | 25 | 25.2 | 27 | 27.5 | 30 |
| ออกซิเจนละลาย, มิลลิกรัม/ลิตร | 5.86 | 5.82 | 5.56 | 5.86 | 5.2 |
| BOD ₅ , มิลลิกรัม/ลิตร | 4.02 | 2.94 | 2.02 | 2.89 | 3.567 |
| Ultimate BOD, มิลลิกรัม/ลิตร | 7.46 | 6.48 | 6.48 | 6.5 | 7.764 |
| จุดน้ำน้อย (มีนาคม) | | | | | |
| อัตราการไหล, ลูกบาศก์เมตร/วินาที | 7.88 | 15.17 | 486.74 | 448.05 | 804.30 |
| ความลึก, เมตร | 0.95 | 0.85 | 4.73 | 4.56 | 2.78 |
| ความเร็วกระแสน้ำ, เมตร/วินาที | 0.179 | 0.254 | 1.337 | 1.344 | 0.944 |
| อุณหภูมิอากาศ, องศาเซลเซียส | 30 | 33 | 32 | 35 | 32 |
| อุณหภูมิน้ำ, องศาเซลเซียส | 27 | 28.5 | 24 | 24 | 25 |
| ออกซิเจนละลาย, มิลลิกรัม/ลิตร | 6.5 | 6.54 | 4.11 | 3.8 | 5.78 |
| BOD ₅ , มิลลิกรัม/ลิตร | 4.23 | 2.65 | 2.21 | 2.56 | 2.28 |
| Ultimate BOD, มิลลิกรัม/ลิตร | 14 | 3.9 | 3.7 | 3.92 | 3.7 |

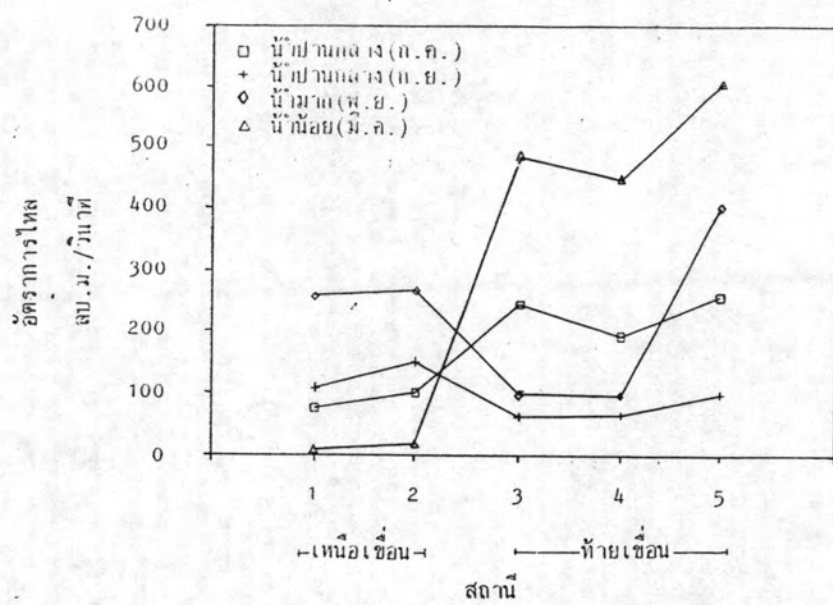
ซึ่งในรอบปีที่ทำการศึกษาลุ่มน้ำบึงคอนบนมีฝนตกมากในเดือนพฤศจิกายน โดยมีอัตราการไหลของแม่น้ำที่สถานีที่ 1 และ 2 เป็น 256.92 และ 265.07 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ

ผลของการตรวจวัดอัตราการไหลของแม่น้ำทั้ง 5 สถานี ในฤดูน้ำน้อย ฤดูน้ำปานกลาง และฤดูน้ำมาก แสดงไว้ในรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าที่สถานีต้นน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำและเขื่อนภูมิพลนั้น อัตราการไหลของแม่น้ำจะผันแปรไปตามฤดูกาล และปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในลุ่มน้ำบึง แต่ที่สถานีท้ายน้ำได้เขื่อนภูมิพลลงไปนั้น อัตราการไหลจะถูกกำหนดโดยการปล่อยน้ำของเขื่อน ซึ่งในฤดูน้ำน้อยนั้น เขื่อนจะปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำมากกว่าในฤดูน้ำปานกลางและฤดูน้ำมาก ส่วนในฤดูน้ำมากนั้น เขื่อนจะปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำน้อยลง การปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บของเขื่อนภูมิพลนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรของพื้นที่ชลประทาน ซึ่งอยู่ทางตอนล่างของเขื่อนภูมิพล และจะเห็นว่าในช่วงที่มีปริมาณน้ำมากนั้นพื้นที่ชลประทานดังกล่าวนี้จะได้น้ำจากน้ำฝนเป็นปริมาณที่เพียงพออยู่แล้ว เขื่อนจึงไม่จำเป็นต้องปล่อยน้ำลงมาสนับสนุน แต่ในฤดูน้ำน้อยซึ่งเป็นช่วงที่ขาดฝน เขื่อนจึงต้องปล่อยน้ำลงมาทดแทนน้ำฝนที่ขาดหายไป แต่อย่างไรก็ตาม การปล่อยน้ำของเขื่อนภูมิพลยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อสนองความต้องการใช้ไฟฟ้า การผลักดันน้ำเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และแผนป้องกันน้ำท่วมของภาคกลางตอนล่างและกรุงเทพมหานคร

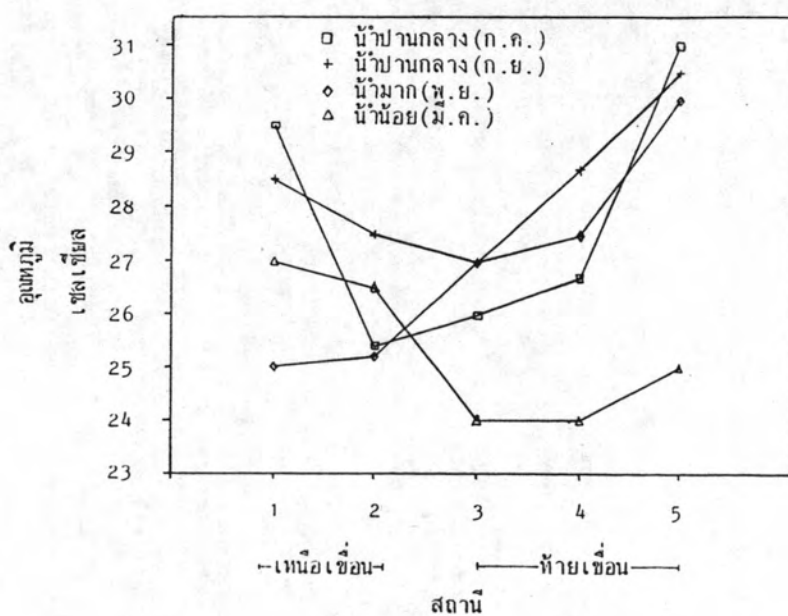
อุทกภัย

อุทกภัยน้ำมีความสำคัญต่อค่า k_1 และ k_2 มาก เพราะเมื่ออุทกภัยน้ำเปลี่ยนไป ค่า k_1 และ k_2 ก็จะไปเปลี่ยนไปด้วย ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องทำการตรวจวัดอุทกภัยน้ำทุกครั้งที่ทำการศึกษาอย่างนี้ ซึ่งผลพบว่าอุทกภัยน้ำของแม่น้ำบึงเจ็ลเสียประมาณ 27.1 องศาเซลเซียส โดยมีค่าอุทกภัยสูงสุดคือ 31 องศาเซลเซียสที่สถานีที่ 5 ในฤดูน้ำปานกลาง (กรกฎาคม) และมีอุทกภัยต่ำสุดที่ 24 องศาเซลเซียสที่สถานีที่ 3 และ 4 ในฤดูน้ำน้อย รูปที่ 4.2 แสดงค่าอุทกภัยของน้ำในแม่น้ำบึงทั้ง 5 สถานีในช่วงที่ปริมาณน้ำต่างกัน

รูปที่ 4.1 อัตราการไหลของแม่น้ำปิง



รูปที่ 4.2 อุณหภูมิน้ำของแม่น้ำปิง



ฤดูน้ำน้อยพบว่า อุณหภูมิของน้ำใต้เขื่อนทั้ง 3 สถานีมีค่าต่ำกว่าที่สถานีต้นน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำและเขื่อนภูมิพล โดยที่อุณหภูมิที่สถานีท้ายน้ำนี้มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิที่สถานีท้ายน้ำในฤดูน้ำปานกลางและปริมาณน้ำมากด้วย รูปที่ 4.3 แสดงอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิที่สถานีเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 5 สถานี ในฤดูน้ำน้อย

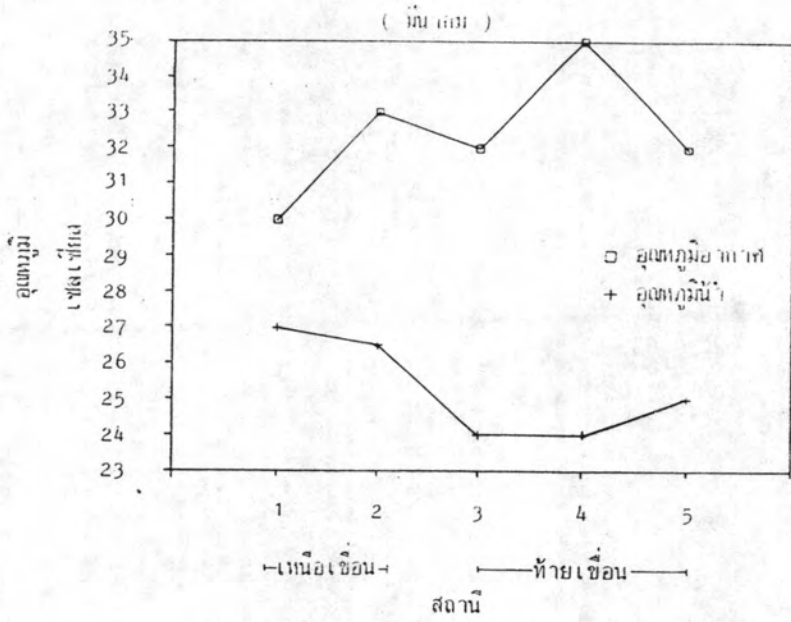
ฤดูน้ำปานกลางทั้งในเดือนกรกฎาคมและเดือนกันยายนนั้นพบว่า อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสถานีต่าง ๆ ในรูปแบบที่เหมือนกันคือ ที่สถานีที่ 1 จะมีค่าอุณหภูมิสูง และจะลดลงเมื่อถึงสถานีที่ 2 และค่าอุณหภูมิจะสูงขึ้นอีกที่สถานีที่ 4 และ 5 ตามลำดับ และที่สถานีท้ายน้ำใต้เขื่อนทั้ง 3 สถานี อุณหภูมิมีค่าใกล้เคียงที่สถานีท้ายน้ำในช่วงที่มีปริมาณน้ำมากด้วย รูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 แสดงค่าอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิในฤดูน้ำปานกลาง (เดือนกรกฎาคม และเดือนกันยายน ตามลำดับ)

ฤดูน้ำมากพบว่าอุณหภูมิที่สถานีต้นน้ำทั้ง 2 สถานีนั้นมีค่าต่ำ คือ ประมาณ 25 องศาเซลเซียส และที่สถานีท้ายน้ำทั้ง 3 สถานีนั้นค่าอุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ คือ 27, 27.5 และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ รูปที่ 4.6 แสดงอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิในฤดูน้ำมาก

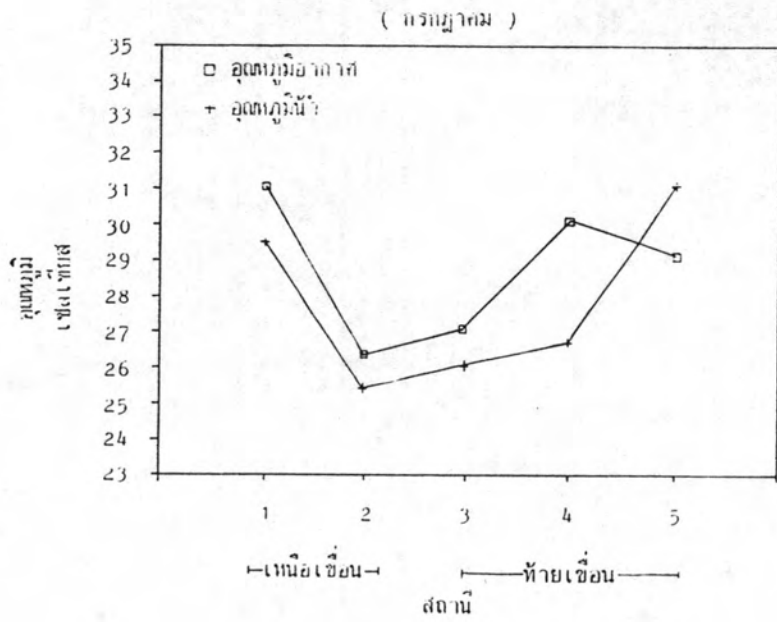
จะเห็นว่าทั้งในฤดูน้ำน้อย น้ำปานกลาง และน้ำมาก อุณหภูมิที่สถานีต่าง ๆ มีความแตกต่างกันน้อยบ้างมากบ้าง ทั้งนี้เป็นสาเหตุจากแต่ละสถานีห่างกันเป็นระยะทางไกล จึงทำให้ไม่สามารถกระทำการเก็บตัวอย่างน้ำได้หมดทั้ง 5 สถานีภายในวันเดียวกัน และอุณหภูมิอากาศในแต่ละวันก็มีความแตกต่างกัน จึงทำให้อุณหภูมิต่างกันไปด้วย เพราะอุณหภูมิมักมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิอากาศ กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิอากาศมีค่าสูงขึ้น อุณหภูมิน้ำก็จะมีแนวโน้มสูงขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิอากาศจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วตามสภาวะอากาศ แต่ในแม่น้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่างช้า ๆ ซึ่งบางสถานีจะพบว่าอุณหภูมิของอากาศลดลงแต่อุณหภูมิน้ำยังคงมีค่าสูงอยู่

สำหรับอุณหภูมิที่สถานีท้ายน้ำในฤดูน้ำน้อย มีค่าต่ำกว่าฤดูน้ำปานกลางและฤดูน้ำมากนั้น ก็เพราะว่าในฤดูน้ำน้อยเขื่อนปล่อยน้ำออกจากเขื่อนเป็นปริมาณมาก และน้ำที่ปล่อยออกมา ก็เป็นชั้นน้ำที่อยู่ต่ำลงมาจากผิวน้ำมากและมีอุณหภูมิต่ำ (สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์, 2529) ด้วยอิทธิพลของน้ำที่เขื่อนปล่อยออกมานี้เองที่ทำให้อุณหภูมิของสถานีท้ายน้ำในฤดูน้ำน้อยมีค่าต่ำกว่าในฤดูน้ำมากและน้ำปานกลาง

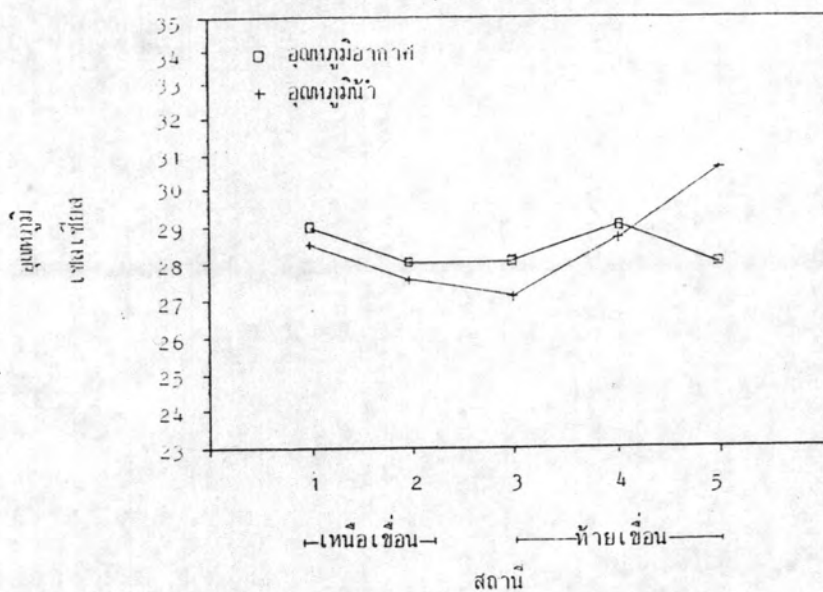
รูปที่ 4.3 อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำของแม่น้ำปิงในฤดูร้อน



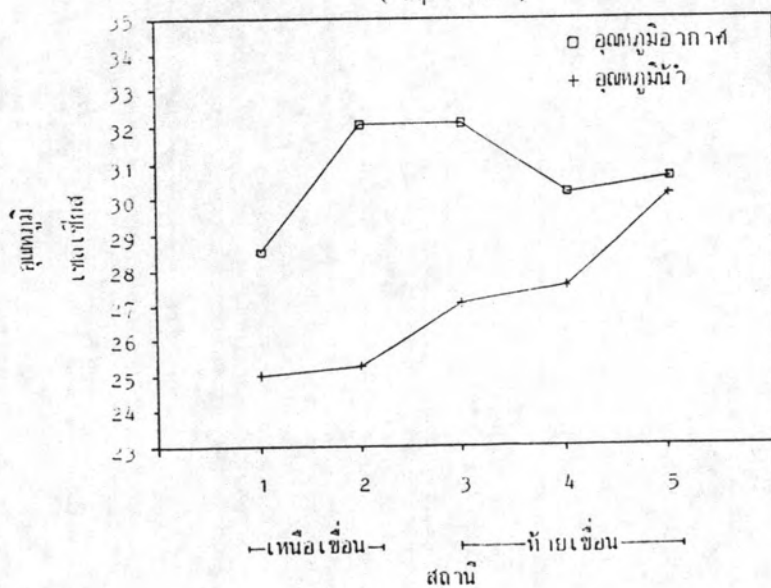
รูปที่ 4.4 อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำของแม่น้ำปิงในฤดูหนาว



รูปที่ 4.5 อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำของแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลาก (กันยายน)



รูปที่ 4.6 อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำของแม่น้ำปิงในฤดูน้ำมาก (พฤศจิกายน)



ออกซิเจนละลาย

ออกซิเจนละลายในแม่น้ำปิงมีค่าเฉลี่ย 5.07 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีค่าสูงสุด 6.8 มิลลิกรัม/ลิตร ที่สถานีที่ 4 ในฤดูน้ำปานกลาง (กันยายน) และมีค่าออกซิเจนละลายต่ำสุด 1.21 มิลลิกรัม/ลิตร ที่สถานีที่ 2 ในเดือนกรกฎาคมซึ่งเป็นฤดูน้ำปานกลางเช่นกัน รูปที่ 4.7 แสดงค่าออกซิเจนละลายของแม่น้ำปิงที่สถานีต่าง ๆ ทั้งในฤดูน้ำน้อย น้ำปานกลาง และน้ำมาก ซึ่งพบว่า :

ในฤดูน้ำน้อย ที่สถานีต้นน้ำทั้งสถานีที่ 1 และ 2 ค่าออกซิเจนละลายมีค่าสูง ซึ่งสูงกว่าทั้งในฤดูน้ำมากและน้ำปานกลางด้วย สำหรับที่สถานีท้ายน้ำได้เขื่อนนั้น ค่าออกซิเจนละลายจะลดลงแต่เมื่อถึงสถานีที่ 5 ค่าออกซิเจนละลายจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ในฤดูน้ำปานกลางทั้ง 2 เดือนพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าออกซิเจนละลายที่สถานีต่าง ๆ มีรูปแบบที่คล้ายกัน แต่มีค่าออกซิเจนละลายที่ต่างกันมาก คือ ในเดือนกรกฎาคม ค่าออกซิเจนละลายที่สถานีต้นน้ำจะมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ซึ่งต่ำกว่าทั้งในฤดูน้ำน้อยและน้ำมาก แต่ที่สถานีท้ายน้ำได้เขื่อนนั้นค่าออกซิเจนละลายของทั้ง 3 สถานีจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น สำหรับในเดือนกันยายนนั้น ค่าออกซิเจนละลายที่สถานีต้นน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่สูง คือ ประมาณ 6 มิลลิกรัม/ลิตร และที่สถานีท้ายน้ำได้เขื่อนทั้ง 3 สถานี ค่าออกซิเจนละลายจะสูงขึ้นเล็กน้อย

ในฤดูน้ำมากนั้นค่าออกซิเจนละลายที่สถานีต้นน้ำและท้ายน้ำมีค่าแตกต่างกันน้อยมาก คือ อยู่ในช่วงระหว่าง 5 - 6 มิลลิกรัม/ลิตร และมีค่าออกซิเจนละลายที่สถานีที่ 5 ต่ำลงเล็กน้อย

ค่าออกซิเจนละลายในแหล่งน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ 2 ประการ (เมื่อไม่คำนึงถึงอุณหภูมิ) คือ ปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ และอัตราการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำนั้น ๆ นอกจากนี้แล้วยังมีปัจจัยอื่นอีก เช่น การสังเคราะห์แสงของพืชน้ำและสาหร่าย และการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายดินตะกอนที่เรียกว่า Benthos Decomposition ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าออกซิเจนละลายที่สถานีที่ 1 และ 2 ในฤดูน้ำปานกลาง (กรกฎาคม) มีค่าต่ำกว่าที่สถานีอื่น ๆ ทั้งในฤดูน้ำน้อย น้ำปานกลาง และน้ำมาก ทั้งนี้เป็นผลมาจากปริมาณสารอินทรีย์ (ซึ่งวัดในรูปบีโอดี และ ultimate BOD) สูงกว่าที่สถานีอื่น ๆ จึงทำให้มีการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์มาก (โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การขาดแคลนออกซิเจนในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.14 ต่อวัน)

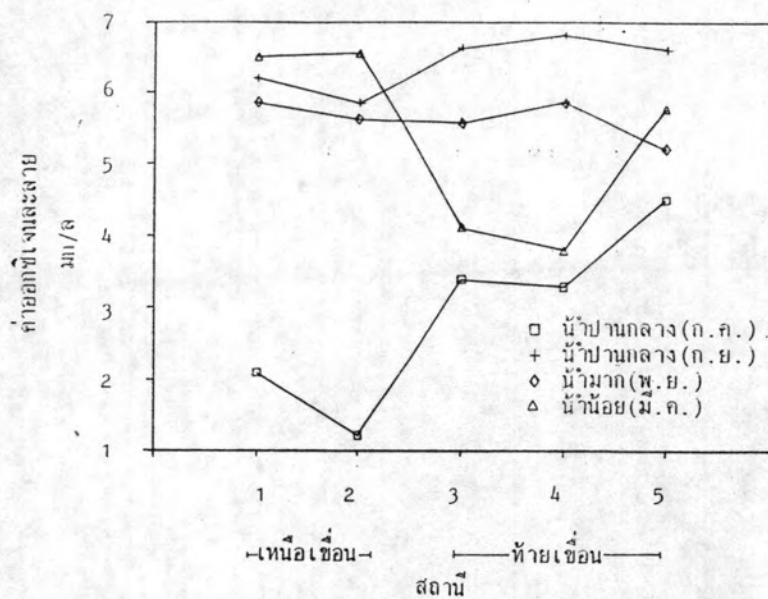
สำหรับค่าออกซิเจนละลายที่สถานีท้ายน้ำนั้น เป็นผลจากการดำเนินงานของเขื่อน ซึ่งจากกราฟจะสังเกตเห็นว่า ค่าออกซิเจนละลายที่สถานีท้ายน้ำมีค่าสูงกว่าที่สถานีต้นน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำ และเขื่อนภูมิพลในช่วงเวลาเดียวกัน ทั้งนี้เป็นผลจากการเกิดการแบ่งชั้นน้ำ (Thermal Stratification) ในอ่างเก็บน้ำ (สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์, 2529) ที่ทำให้ความเข้มข้นของออกซิเจนละลายในชั้นน้ำ epilimnion และเขื่อนก็ปล่อยน้ำในชั้น epilimnion ออกจากอ่างเก็บน้ำ จึงทำให้ท้ายน้ำได้รับน้ำที่มีค่าออกซิเจนละลายสูง และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดมลสารที่เรียกว่า Self purification ของแม่น้ำปิงอีกด้วย แต่สำหรับฤดูน้ำน้อยซึ่งมีค่าออกซิเจนละลายที่สถานีต้นน้ำสูงกว่าที่สถานีท้ายน้ำนั้น เป็นผลจากมวลหรือปริมาณน้ำของแม่น้ำที่สถานีต้นน้ำมีค่าน้อยมากและมีความลึกไม่ถึง 1 เมตร จึงทำให้ออกซิเจนในชั้นบรรยากาศแพร่กระจายและละลายลงสู่แหล่งน้ำได้ดีกว่าที่สถานีท้ายน้ำ ซึ่งมวลหรือปริมาณน้ำมากกว่าและมีความลึกมากกว่าด้วย

บีโอดี และ ultimate BOD

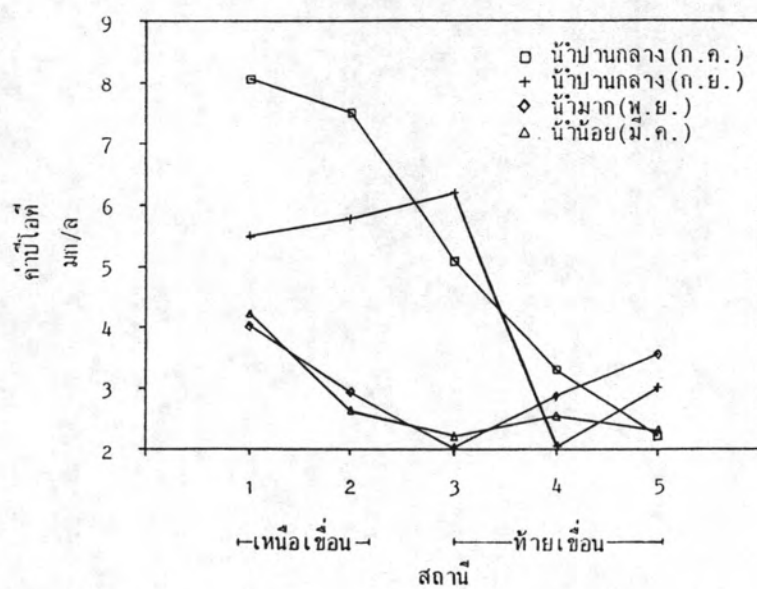
ค่าบีโอดี และ ultimate BOD เฉลี่ยเท่ากับ 3.90 และ 8.54 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยมีค่าบีโอดีสูงสุดเท่ากับ 8.05 มิลลิกรัม/ลิตร ที่สถานีที่ 1 ในฤดูน้ำปานกลาง (กรกฎาคม) และค่า ultimate BOD สูงสุดเท่ากับ 25.2 มิลลิกรัม/ลิตร ที่สถานีที่ 1 ในฤดูน้ำปานกลาง (กรกฎาคม) เช่นกัน ส่วนค่าบีโอดีต่ำสุดเท่ากับ 2.02 มิลลิกรัม/ลิตร ที่สถานีที่ 3 ในฤดูน้ำมาก และค่า ultimate BOD ต่ำสุดเท่ากับ 3 มิลลิกรัม/ลิตร ที่สถานีที่ 4 ในฤดูน้ำปานกลาง (กันยายน) รูปที่ 4.8 แสดงค่าบีโอดี และรูปที่ 4.9 แสดงค่า ultimate BOD ของแม่น้ำปิงที่สถานีต่าง ๆ ในช่วงปีที่ทำการศึกษา

จากกราฟแสดงค่าบีโอดี และ ultimate BOD ของแม่น้ำปิงทั้ง 5 สถานี จะเห็นว่าทั้งในฤดูน้ำน้อย ฤดูน้ำปานกลาง และฤดูน้ำมาก ค่าบีโอดี และ ultimate BOD ที่สถานีท้ายน้ำได้เขื่อนภูมิพลทั้ง 3 สถานี จะมีค่าต่ำกว่าที่สถานีต้นน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำและเขื่อนภูมิพล ทั้งนี้เป็นผลมาจากปฏิกิริยาทางชีววิทยาของแมคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ และการตกตะกอนที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บกักน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำเป็นเวลานาน

รูปที่ 4.7 ค่าออกซิเจนละลายของแม่น้ำปิง

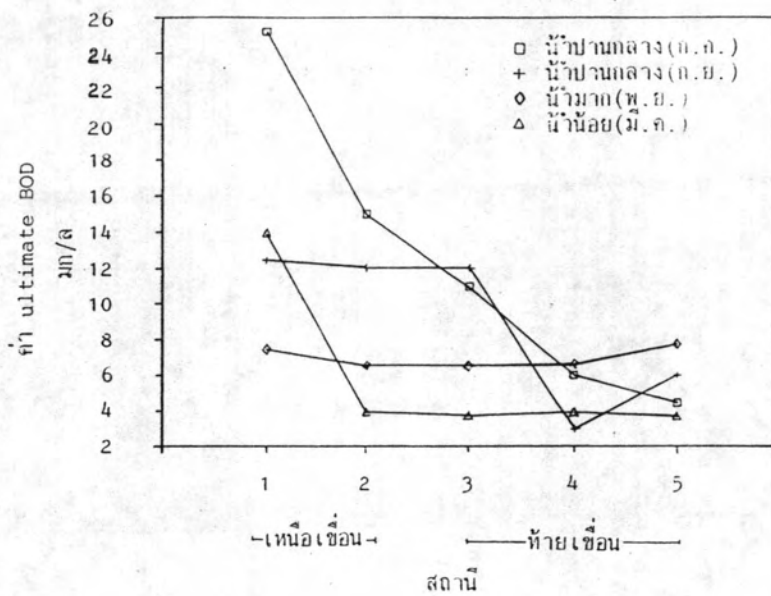


รูปที่ 4.8 ค่าบีโอดีของแม่น้ำปิง





รูปที่ 4.9 ค่า ultimate BOD ของแม่น้ำปิง



สำหรับความแตกต่างของค่าบีโอดี และ ultimate BOD ในฤดูน้ำน้อย น้ำปานกลาง และน้ำมากนั้น พบว่าในฤดูน้ำปานกลางทั้งสองเดือน (กรกฎาคม และกันยายน) จะมีค่าทั้งสอง สูงกว่าในฤดูน้ำน้อยและน้ำมาก โดยเฉพาะที่สถานีต้นน้ำทั้ง 2 สถานีจะเห็นความแตกต่างได้ชัดเจนที่ค่าบีโอดี และ ultimate BOD ของสถานีต้นน้ำมีค่าสูงในฤดูน้ำปานกลางนั้น ก็เพราะว่า ลุ่มน้ำปิงตอนบนมีการใช้ที่ดินเป็นป่าไม้ นาข้าว และพืชไร่เท่านั้น (โสภณ , 2529) มลสารที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์ที่ลงสู่แม่น้ำปิงก็โดยการชะล้างของน้ำฝนแล้วไหลลงสู่แม่น้ำปิง ในช่วงที่ไม่มีฝนตกสารอินทรีย์เหล่านี้จะตกค้างและสะสมตัวอยู่บนผิวดิน เมื่อมีฝนตกลงมาก็จะเกิดการชะล้างลงสู่แม่น้ำปิง เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะเห็นได้ว่าในฤดูน้ำปานกลาง (กรกฎาคม) จะมีค่าบีโอดี และ ultimate BOD สูงมาก สารอินทรีย์ดังกล่าวนี้จะถูกชะลงสู่แม่น้ำปิงเรื่อย ๆ ตลอดเวลาที่มีฝนตก ในที่สุดสารอินทรีย์ที่ตกค้างก็จะเหลืออยู่น้อย ค่าบีโอดี และ ultimate BOD ในช่วงถัดมาคือ ฤดูน้ำปานกลาง (กันยายน) จึงมีค่าต่ำลง และทำให้ค่าบีโอดี และ ultimate BOD ในฤดูน้ำมากต่ำลงมาด้วย เพราะสารอินทรีย์ที่ผิวดินที่จะถูกชะลงมากับ run off ลงสู่แม่น้ำปิงมีน้อย กอปรกับในช่วงนี้น้ำในแม่น้ำปิงมีปริมาณมาก จึงทำให้ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่วัดในรูปของค่าบีโอดี และ ultimate BOD มีค่าน้อยมาก

ในการศึกษาผลของ เขื่อนที่มีต่อการ เปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์การขาดแคลนและสัมประสิทธิ์ การเติมออกซิเจนในแม่น้ำปิง ได้นำข้อมูลอัตราการไหลและลักษณะสมบัติทางประการของคุณภาพ น้ำที่ตรวจวัดและวิเคราะห์ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ทั้งสองค่า โดยวิธีการต่าง ๆ ดังที่ได้ กล่าวไว้แล้วในบทที่ 4 และใช้เครื่องมือโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณและการวิเคราะห์ ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จะถูกนำมาทดสอบค่าเพื่อหาค่าที่ยอมรับว่าเป็นตัวแทนของค่า k_1 และ k_2 ของแม่น้ำปิงในช่วงที่ทำการศึกษา โดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับคุณภาพน้ำ ของ Streeter & Phelps เป็นหลัก คือ

$$D_t = \frac{k_1}{k_2 - k_1} \times La \left(10^{-k_1 t} - 10^{-k_2 t} \right) + Da \times 10^{-k_2 t}$$

ในการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Streeter & Phelps นี้ จะไม่คำนึงถึงค่าออกซิเจนละลายที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงของแพลงตอนพืชและพืชน้ำในแหล่งน้ำ และค่าออกซิเจนที่ถูกใช้ไปโดยสิ่งมีชีวิตบนผิวดินที่พื้นท้องน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากค่าทั้งสองมีค่าต่ำและไม่ทราบค่าที่แน่นอน

สัมประสิทธิ์การขาดแคลนออกซิเจน (k_1) ในแม่น้ำปิง

สัมประสิทธิ์การขาดแคลนออกซิเจนในแม่น้ำปิงได้จากการคำนวณด้วยวิธีการต่าง ๆ หลายวิธี แต่วิธีการประมาณค่า k_1 ที่ให้ค่าใกล้เคียงกับค่า k_1 ของแม่น้ำในช่วงที่ทำการศึกษาก็ใช้วิธีการ 4 วิธี คือ Least-square method, Thomas slope method, Rham's two points method และจากสมการของ Streeter & Phelps รายละเอียดของการคำนวณแต่ละวิธีการที่กล่าวแล้วข้างต้นได้แสดงไว้ในภาคผนวกท้ายเล่ม และตารางที่ 4.2 แสดงค่า k_1 ที่ได้จากการประมาณค่าด้วยวิธีการทั้ง 4 วิธีข้างต้น ซึ่งจะเห็นว่าแต่ละวิธีการให้ค่า k_1 ที่แตกต่างกันไป ค่าเหล่านี้จะถูกนำมาทดสอบค่าเพื่อหาค่า k_1 ของแม่น้ำปิงในช่วงที่ทำการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับคุณภาพน้ำของ Streeter & Phelps

สัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจน (k_2) ในแม่น้ำปิง

สัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนในแม่น้ำปิง ได้จากการคำนวณด้วยวิธีการต่าง ๆ หลายวิธี แต่วิธีการประมาณค่า k_2 ที่ให้ค่าใกล้เคียงกับค่า k_2 ของแม่น้ำปิง ได้ใช้วิธีต่าง ๆ อันได้แก่ วิธีการของ Churchill, Isaacs', Owens และ Streeter & Phelps ซึ่งรายละเอียดในการคำนวณได้แสดงไว้ในภาคผนวกท้ายเล่ม และตารางที่ 4.3 แสดงค่า k_2 ที่ได้จากการประมาณค่าด้วยวิธีการทั้ง 4 วิธีข้างต้น และค่า k_2 ของแม่น้ำปิงในช่วงที่ทำการศึกษา ซึ่งการทดสอบค่าที่ได้จากการประมาณว่าค่าใดคือค่า k_2 ของแม่น้ำปิงในช่วงที่ทำการศึกษานั้นกระทำเช่นเดียวกับค่า k_1 และกระทำพร้อม ๆ กับค่า k_1 ด้วย

ตารางที่ 4.2 ค่าสัมประสิทธิ์การขาดแคลนออกซิเจนในแม่น้ำปิงที่ได้จากการประมาณค่าโดย 4 วิธี

| ช่วงเวลา | สถานี | (k_1) | วิธีการ | | | |
|----------------------------|------------------|---------|---------|--------|-------|----------|
| | | | LEAST | THOMAS | RHAME | STREETER |
| ฤดูแล้ง (กรกฎาคม) | 1 ท่าสี่ | 0.14 | 0.142 | 0.07 | 0.145 | 0.142 |
| | 2 สถานีอุทกวิทยา | | 0.136 | 0.058 | 0.114 | |
| | 3 ท้ายเขื่อน | 0.097 | 0.097 | 0.05 | 0.087 | 2.24 |
| | 4 บ้านจตุร | 0.12 | 0.127 | 0.058 | 0.101 | 0.018 |
| | 5 บ้านคาก | | 0.12 | 0.081 | 0.103 | |
| ฤดูน้ำปานกลาง (กันยายน) | 1 ท่าสี่ | 0.104 | 0.104 | 0.045 | 0.092 | -0.236 |
| | 2 สถานีอุทกวิทยา | | 0.103 | 0.048 | 0.095 | |
| | 3 ท้ายเขื่อน | 0.095 | 0.094 | 0.048 | 0.079 | 2.022 |
| | 4 บ้านจตุร | 0.097 | 0.097 | 0.057 | 0.098 | -1.048 |
| | 5 บ้านคาก | | 0.11 | 0.056 | 0.109 | |
| ฤดูน้ำมาก (พฤศจิกายน) | 1 ท่าสี่ | 0.091 | 0.104 | 0.056 | 0.092 | 0.091 |
| | 2 สถานีอุทกวิทยา | | 0.06 | 0.052 | 0.09 | |
| | 3 ท้ายเขื่อน | 0.051 | 0.055 | 0.051 | 0.052 | 0.051 |
| | 4 บ้านจตุร | 0.088 | 0.08 | 0.077 | 0.063 | -2.77 |
| | 5 บ้านคาก | | 0.083 | 0.088 | 0.079 | |
| ฤดูน้ำน้อย (มีนาคม) | 1 ท่าสี่ | 0.098 | 0.091 | 0.069 | 0.03 | 0.098 |
| | 2 สถานีอุทกวิทยา | | 0.093 | 0.045 | 0.087 | |
| | 3 ท้ายเขื่อน | 0.095 | 0.094 | 0.047 | 0.094 | 0.095 |
| | 4 บ้านจตุร | 0.086 | 0.085 | 0.047 | 0.078 | -0.493 |
| | 5 บ้านคาก | | 0.09 | 0.056 | 0.088 | |

หมายเหตุ (k_1) = ค่าสัมประสิทธิ์การขาดแคลนออกซิเจนในแม่น้ำปิงในช่วงที่ทำการศึกษ

ตารางที่ 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนลงสู่แม่น้ำปิงที่ได้จากการประมาณค่าโดย 4 วิธีการ

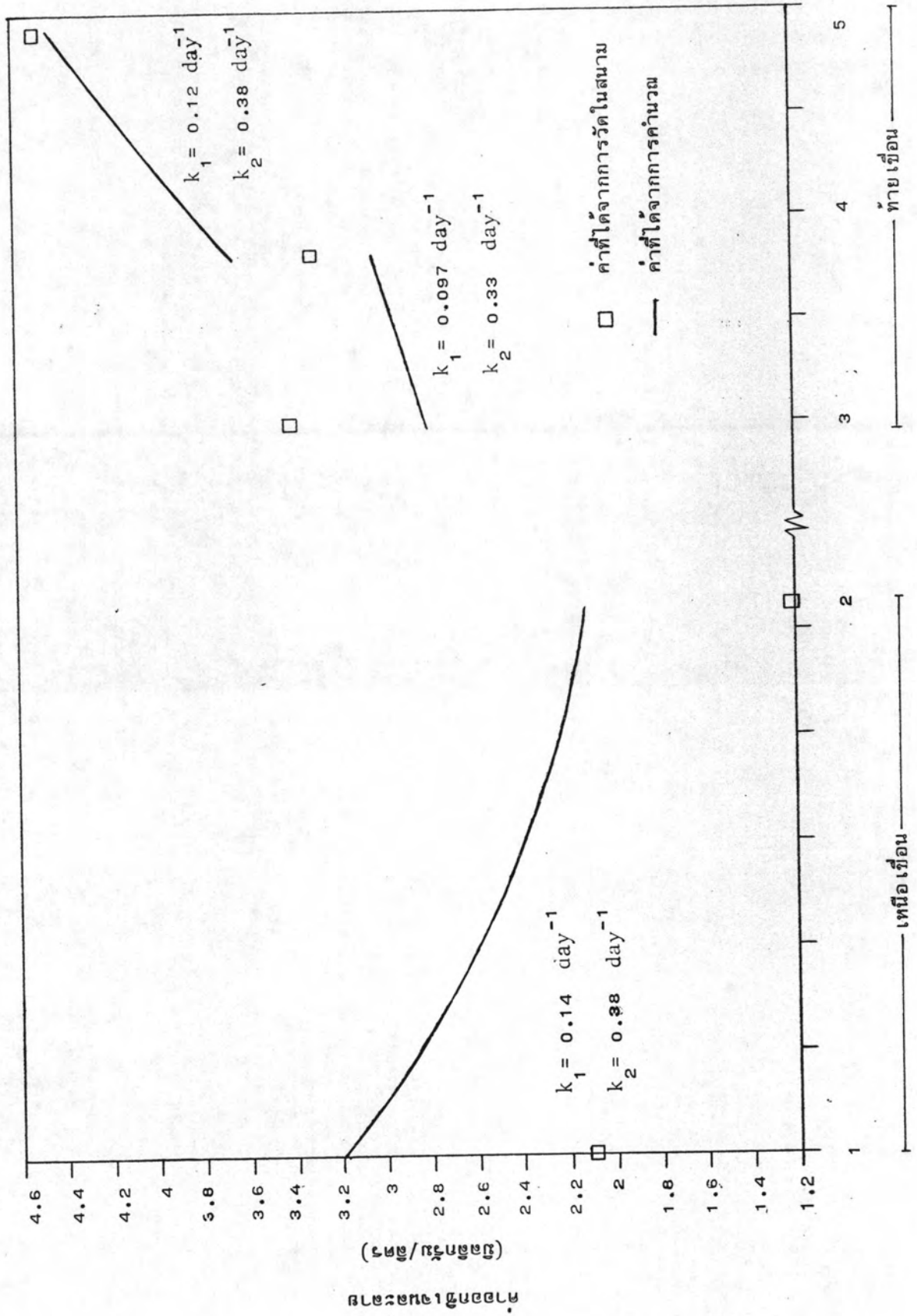
| ช่วงเวลา | สถานี | (k_2) | วิธีการ | | | |
|----------------------------|------------------|---------|-----------|---------|-------|----------|
| | | | CHURCHILL | ISAACS' | OWENS | STRFETER |
| ฤดูแล้ง (กรกฎาคม) | 1 ท่าสี่ | 0.38 | 1.814 | 1.322 | 2.007 | 0.094 |
| | 2 สถานีอุทกวิทยา | | 1.901 | 1.397 | 1.988 | |
| | 3 ท้ายเขื่อน | 0.33 | 0.437 | 0.392 | 0.341 | 4.904 |
| | 4 บ้านจ๊กสรร | 0.38 | 0.284 | 0.235 | 0.312 | 0.24 |
| | 5 บ้านคาก | | 0.385 | 0.316 | 0.412 | |
| ฤดูน้ำปานกลาง (กันยายน) | 1 ท่าสี่ | 0.42 | 2.028 | 1.487 | 2.139 | -2.357 |
| | 2 สถานีอุทกวิทยา | | 2.189 | 1.631 | 2.153 | |
| | 3 ท้ายเขื่อน | 0.34 | 0.663 | 0.507 | 0.772 | 21.268 |
| | 4 บ้านจ๊กสรร | 0.36 | 1.415 | 0.993 | 1.842 | -7.585 |
| | 5 บ้านคาก | | 1.571 | 1.103 | 2.02 | |
| ฤดูน้ำมาก (พฤศจิกายน) | 1 ท่าสี่ | 0.168 | 0.474 | 0.411 | 0.4 | 0.168 |
| | 2 สถานีอุทกวิทยา | | 1.27 | 0.996 | 1.184 | |
| | 3 ท้ายเขื่อน | 0.31 | 1.369 | 1.071 | 1.276 | 0.772 |
| | 4 บ้านจ๊กสรร | 0.21 | 1.436 | 1.106 | 1.396 | -11.831 |
| | 5 บ้านคาก | | 0.56 | 0.466 | 0.53 | |
| ฤดูน้ำน้อย (มีนาคม) | 1 ท่าสี่ | 0.41 | 0.53 | 0.357 | 0.949 | 0.415 |
| | 2 สถานีอุทกวิทยา | | 0.878 | 0.588 | 1.444 | |
| | 3 ท้ายเขื่อน | 0.128 | 0.235 | 0.223 | 0.174 | 0.128 |
| | 4 บ้านจ๊กสรร | 0.39 | 0.249 | 0.235 | 0.185 | 0.115 |
| | 5 บ้านคาก | | 0.439 | 0.374 | 0.398 | |

หมายเหตุ (k_2) = ค่าสัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนลงสู่แม่น้ำปิงในช่วงที่ทำการศึกษา

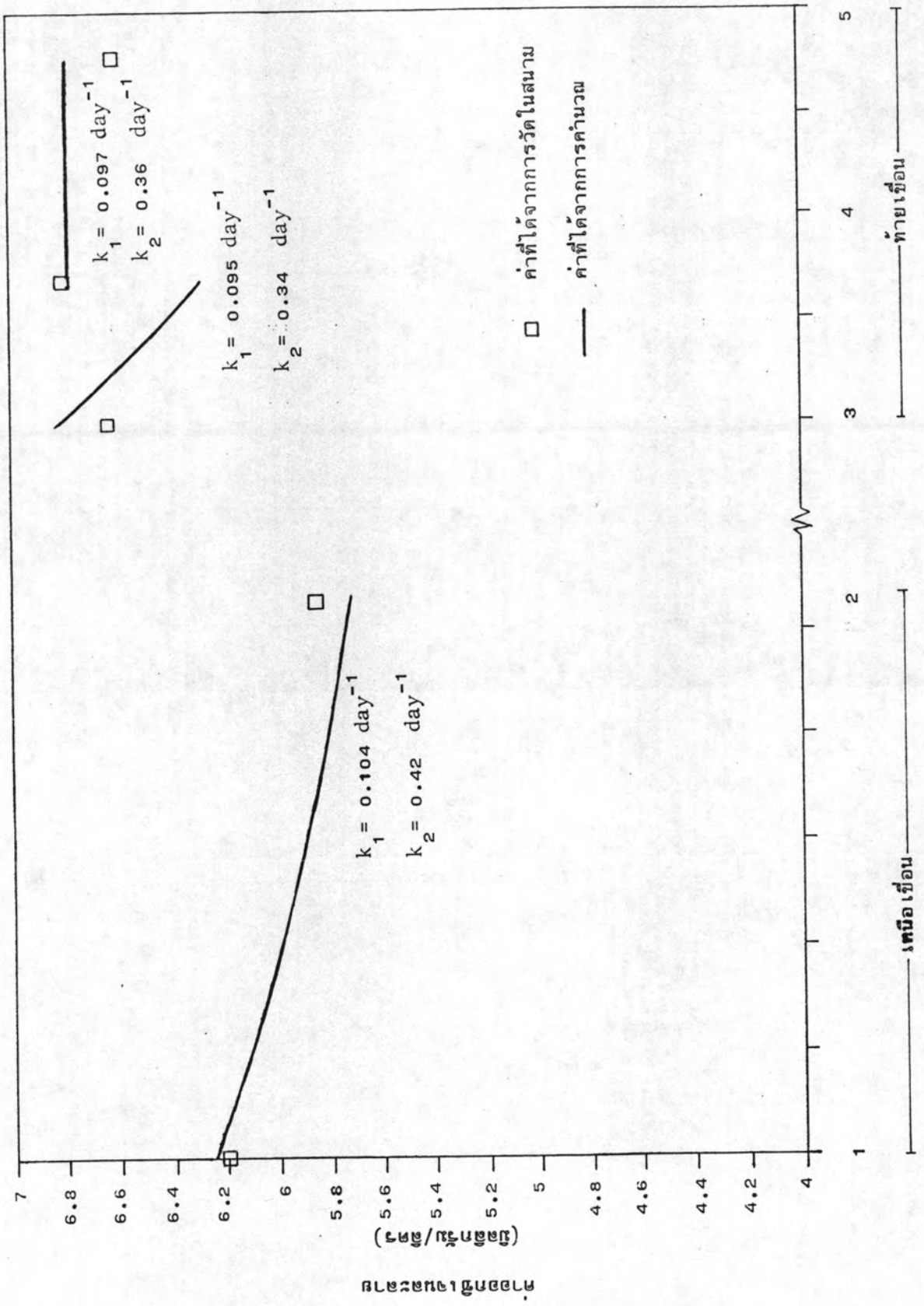
การทดสอบค่าที่ได้จากการประมาณเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การขาดแคลนออกซิเจน และสัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนในแม่น้ำปิงในช่วงที่ทำการศึกษานี้ ซึ่งใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับคุณภาพน้ำของ Streeter & Phelps นั้น จะต้องกระทำพร้อม ๆ กันทั้ง k_1 และ k_2 เพื่อคำนวณค่าออกซิเจนละลาย แล้วนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟเปรียบเทียบกับค่าออกซิเจนละลายที่ตรวจวัดได้จริงในภาคสนาม ค่าที่นำมาทดสอบชุดใดให้กราฟของออกซิเจนละลายทั้งสองใกล้เคียงกันมากที่สุด ก็จะได้ว่าค่าชุดนั้นเป็นสัมประสิทธิ์การขาดแคลนออกซิเจน และสัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนในแม่น้ำปิงในช่วงที่ทำการศึกษานี้ และรูปที่ 4.10, 4.11, 4.12 และ 4.13 เป็นกราฟที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างค่าออกซิเจนละลายที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ค่า k_1 และ k_2 ของแม่น้ำปิงในช่วงที่ทำการศึกษากับค่าออกซิเจนละลายที่ได้จากการตรวจวัดในสนาม ในฤดูน้ำปานกลาง (กรกฎาคม และกันยายน) ฤดูน้ำมาก (พฤศจิกายน) และฤดูน้ำน้อย (มีนาคม) ตามลำดับ ซึ่งสามารถคำนวณค่าออกซิเจนละลายได้ตามระยะทางจากสถานีหนึ่งไปยังอีกสถานีหนึ่งได้ ดังนั้น เมื่อนำค่าที่ได้จากการคำนวณนี้มาสร้างกราฟก็จะได้เป็นกราฟเส้น แต่ค่าที่ได้จากการวัดนั้นทำการวัด ณ สถานีนั้น ๆ เมื่อนำค่าจากการวัดมาสร้างกราฟจึงไม่สามารถลากเส้นระหว่างค่าออกซิเจนละลายระหว่างสถานีต่าง ๆ ได้ เพราะไม่ทราบว่ามีเปลี่ยนแปลงออกซิเจนละลายในช่วงระหว่างสถานีเป็นอย่างไร

จากกราฟเปรียบเทียบค่าออกซิเจนละลายทั้งในฤดูน้ำน้อย น้ำปานกลาง และน้ำมาก จะเห็นว่าเส้นกราฟของค่าออกซิเจนละลายที่ได้จากการคำนวณไม่ทับสนิทกับค่าที่ได้จากการวัดในสนาม กล่าวคือ ค่าที่ได้จากการคำนวณโดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Streeter & Phelps นั้นมิได้คำนึงถึงปรากฏการณ์บางอย่างที่เกิดขึ้นในแม่น้ำ เช่น การเติมออกซิเจนละลายจากขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำและสาหร่าย การใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายดินตะกอนที่เรียกว่า Benthos Decomposition การตกตะกอนของสารอินทรีย์และสารแขวนลอยในแม่น้ำ การเกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนจากพื้นที่ตอมน้ำ เป็นต้น ปรากฏการณ์ดังกล่าวข้างต้นมีผลต่อการใช้และการเติมออกซิเจนละลายและปริมาณสารอินทรีย์ในแม่น้ำซึ่งไม่ทราบค่าที่แน่นอน จึงทำให้ค่าออกซิเจนละลายที่ได้จากการคำนวณและจากการวัดในสนามมีค่าแตกต่างกัน

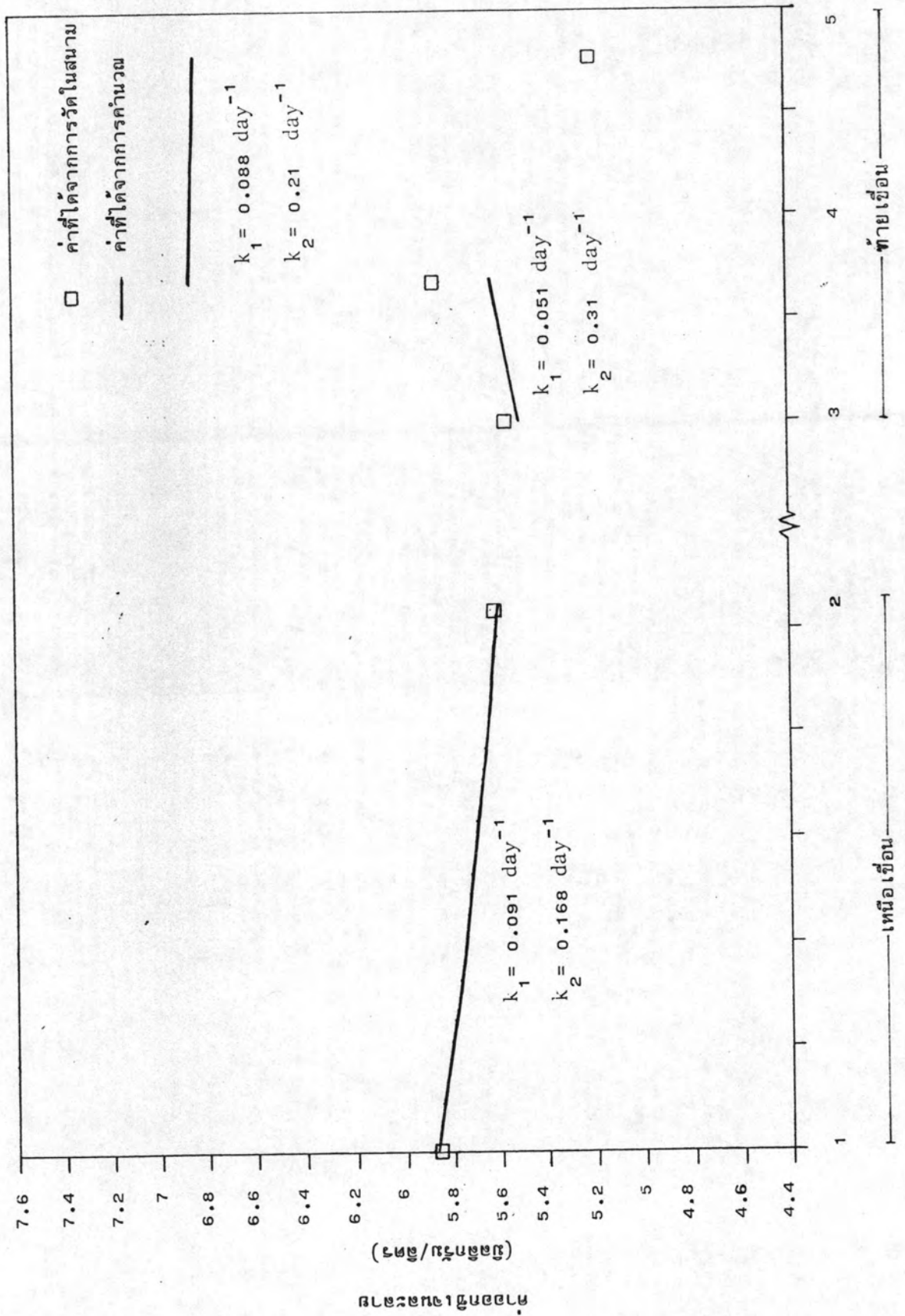
รูปที่ 4.10 กราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าออกซิเจนละลายจากการคำนวณและค่าที่วัดในสนาม ในฤดูน้ำปานกลาง (การกักตุน)



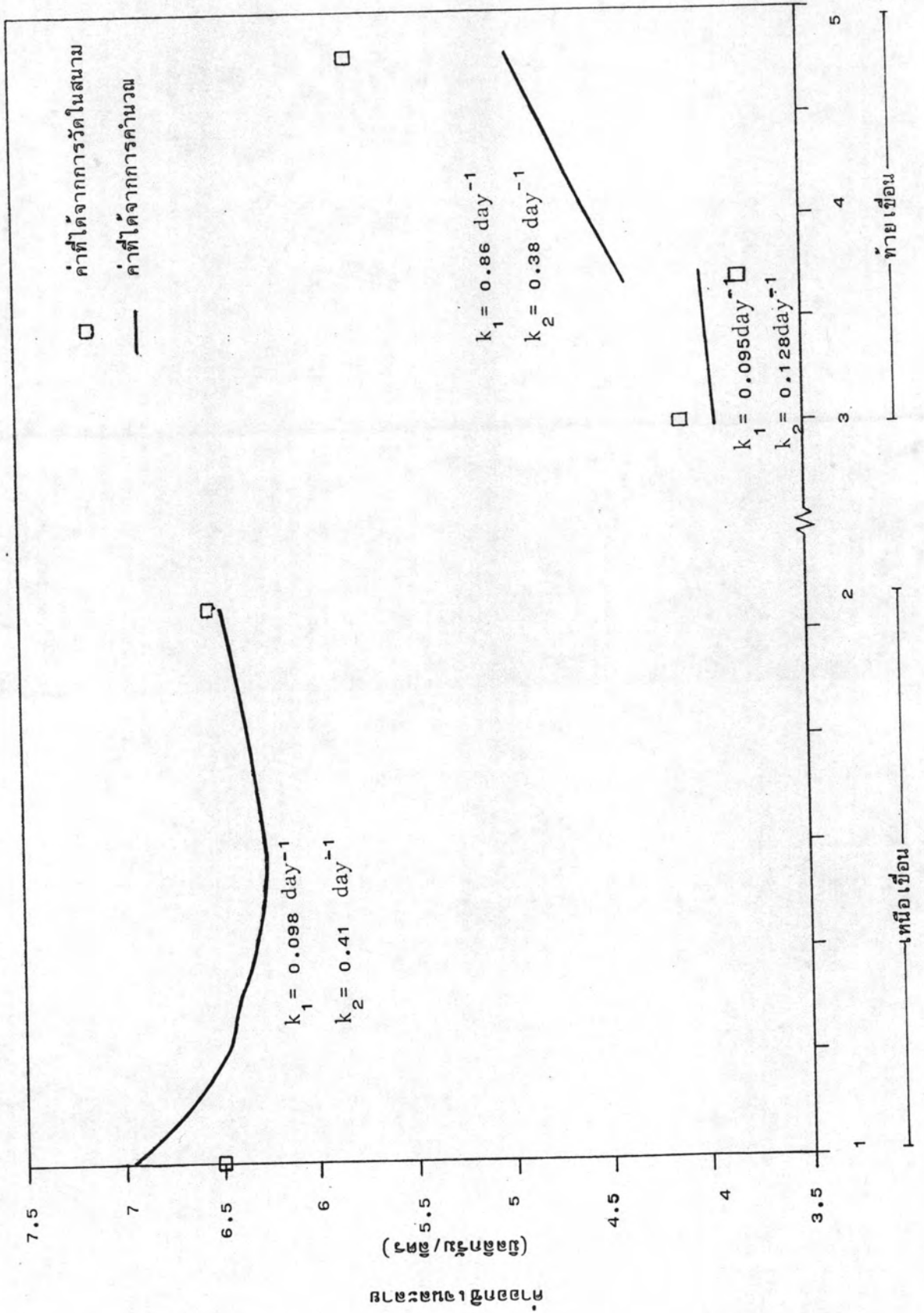
รูปที่ 4.11 กราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าออกซิเจนละลายจากการคำนวณและค่าที่วัดในสนาม ในฤดูน้ำปานกลาง (กันยายน)



รูปที่ 4.12 กราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าออกซิเจนละลายจากการคำนวณและค่าที่วัดในสนาม ในฤดูน้ำมาก (พฤศจิกายน)



รูปที่ 4.13 กราฟเปรียบเทียบค่าออกซิเจนละลายจากการคำนวณและค่าที่วัดในสนาม ในฤดูน้ำน้อย (มีนาคม)



ผ.ช.ว.ช.ท.๑๑๒๒๒๒๒๒