



กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์



คู่มือแนวทางการสืบหาสาเหตุและการประเมินปลาตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด

กรมประมง



คู่มือแนวทางการสืบหาสาเหตุ
และการประเมินปลาตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด



บุญส่ง ศรีเจริญธรรม

ราชการบริหารส่วนกลาง กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์



คู่มือแนวทางการสืบหาสาเหตุ และการประเมินปลาตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด



บุญส่ง ศรีเจริญธรรม

ราชการบริหารส่วนกลาง กรมประมง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

คำปรารภ

ปัจจุบันการเกิดเหตุน้ำท่วมและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืดพบมีจำนวนเพิ่มขึ้นและเกิดขึ้นทั่วทุกภาคของประเทศ หลายเหตุการณ์ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างยิ่งต่อทรัพยากรสัตว์น้ำ เช่น กรณีถึงบรจูกากน้ำตาลของโรงงานน้ำตาลแห่งหนึ่งแตกทำให้กักน้ำตาลจำนวนมากปนเปื้อนลงสู่ลำน้ำพอง ชี และมูลในปี 2535 และกรณีเรือบรรทุกน้ำตาลล่มในแม่น้ำเจ้าพระยาในปี 2550 และปี 2554 ซึ่งทั้ง 3 เหตุการณ์ ก่อให้เกิดความเสียหายแก่สัตว์น้ำเป็นระยะทางมากถึง 350, 68 และ 140 กิโลเมตร ส่งผลให้สัตว์น้ำสูญเสียชีวิตไปจำนวน 439,800, 153,870 และ 319,544 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั่วไปสาเหตุที่ทำให้เกิดปลาและสัตว์น้ำตายนั้นมีได้หลายประการแต่ละสาเหตุก็ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อสัตว์น้ำในระดับต่าง ๆ กัน รวมทั้งส่งผลต่อเนื่องถึงความมั่นคงทางอาหารของประชาชน การสร้างรายได้ของชาวประมง และความเสียหายของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชัง

สืบเนื่องตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ซึ่งบัญญัติไว้ในมาตรา 97 ว่า “ผู้ใดกระทำหรือละเว้นการกระทำด้วยประการใดโดยมิชอบด้วยกฎหมายอันเป็นการทำลายหรือทำให้สูญสิ้นหรือเสียหายแก่ทรัพยากรธรรมชาติซึ่งเป็นของรัฐ หรือเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดิน มีหน้าที่ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายให้แก่อัตราตามมูลค่าทั้งหมดของทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกทำลาย สูญหาย หรือเสียหายไปนั้น” และสืบเนื่องจากปลาและสัตว์น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทหนึ่งที่เกิดขึ้นและดำรงอยู่ในน้ำ และเป็นทรัพยากรในลำดับต้นๆที่จะได้รับผลกระทบเมื่อเกิดเหตุน้ำท่วมทางน้ำ ดังนั้นกรมประมงซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐที่มีหน้าที่ในการดูแล รักษา พัฒนา จัดการ และควบคุมการใช้ประโยชน์สัตว์น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่แหล่งน้ำจืด จึงต้องมีส่วนร่วมในการช่วยเหลือ บรรเทาผลกระทบ ฟุ้งฟู และประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้น โดยเจ้าหน้าที่ของกรมประมงทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาคต้องเข้าร่วมดำเนินการในการกิจดังกล่าว

จากการดำเนินงานที่ผ่านมาพบว่าเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ความเข้าใจและขาดแนวทางปฏิบัติที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ทำให้ส่งผลถึงความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของข้อมูล รวมทั้งอาจทำให้ส่งผลถึงเอกสารรายงานที่จัดทำขึ้นไม่เป็นที่ยอมรับในการนำไปเรียกร้องค่าเสียหายในชั้นศาลอีกด้วย ดังนั้นหากเกิดเหตุน้ำท่วมและสัตว์น้ำตายในแหล่งน้ำใดก็ตาม ถ้าเจ้าหน้าที่ไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือไม่สามารถจัดทำรายงานความเสียหายได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ก็จะทำให้ส่งผลเสียต่อการเรียกร้องค่าเสียหาย และส่งผลต่อเนื่องถึงความเสียหายของทรัพยากรของรัฐที่กรมประมงเป็นผู้ดูแล ด้วยเหตุนี้ข้าพเจ้าซึ่งเป็นผู้หนึ่งที่มีประสบการณ์ด้านการศึกษาวิจัยและการประเมินทรัพยากรสัตว์น้ำในแหล่งน้ำจืด และมีประสบการณ์ด้านการประเมินความเสียหายสัตว์น้ำในกรณีเรือบรรทุกน้ำตาลล่มในแม่น้ำเจ้าพระยาปี 2554 รวมทั้งเป็นผู้ประสานคดีและพยานบุคคลในการเรียกร้องค่าเสียหายในชั้นศาลได้พิจารณาเห็นว่า การจัดทำคู่มือแนวทาง การสืบหาสาเหตุและการประเมินปลาตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืดจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะผู้ซึ่งจะต้องทำหน้าที่ประเมินความเสียหายได้ใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในกรณีเกิดเหตุน้ำท่วมทางน้ำหรือเกิดเหตุน้ำท่วมตายในพื้นที่แหล่งน้ำที่หน่วยงานรับผิดชอบ เนื่องจากในขณะที่เกิดเหตุเจ้าหน้าที่ต้องดำเนินการในกิจกรรมต่างๆให้ทันกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นห้วงเวลาที่มีอยู่จำกัด จึงควรมีคู่มือช่วยในการปฏิบัติงานให้สามารถดำเนินการได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสมบูรณ์

ผู้จัดทำ

ธันวาคม 2558

สารบัญ

	หน้า
คำปรารภ	-
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของกลุ่ม	2
1.4 นิยามศัพท์	2
1.5 การจัดระดับความรุนแรง	4
บทที่ 2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5
2.1 การรับแจ้งเหตุ	7
2.2 การจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์	7
2.3 การปฏิบัติงานในพื้นที่เกิดเหตุ	8
2.4 การเก็บรักษาเอกสารและแบบบันทึกข้อมูล	13
2.5 การประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสาร	13
บทที่ 3 การสืบหาสาเหตุการตาย	16
3.1 สาเหตุที่ทำให้ปลาและสัตว์น้ำตาย	16
3.2 หลักฐานที่ได้จากการสังเกต	22
3.3 การวินิจฉัยลักษณะการตาย	23
บทที่ 4 แนวทางประเมินความเสียหาย	28
4.1 แนวคิดและข้อพึงระวัง	28
4.2 รูปแบบของการเกิดเหตุ	30
4.3 แนวทางและวิธีการประเมิน	30
4.4 ขั้นตอนการประเมิน	38
บทที่ 5 หลักการด้านการคุ้มครองอย่างปลาและสัตว์น้ำ	55
บทที่ 6 การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของสัตว์น้ำ	65
6.1 เครื่องมือเชิงกฎหมายที่ใช้ป้องกัน หยุดยั้ง และฟื้นฟูทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ	65
6.2 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเรียกร้องค่าเสียหายและชดเชย	67
6.3 กรณีศึกษาการประเมินความเสียหายด้านประมงจากเหตุเรือบรรทุกน้ำตาลล่มปี 2554	68
เอกสารอ้างอิง	74
ภาคผนวก	76

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 รายการพารามิเตอร์และวิธีการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ต้องดำเนินการในภาคสนาม	10
ตารางที่ 2 ภาชนะบรรจุตัวอย่างและวิธีการเก็บรักษาตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ	11
ตารางที่ 3 ปริมาณออกซิเจนละลายที่มีได้ในน้ำจืดที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน ที่ระดับหนึ่งแรงดันบรรยากาศ	18
ตารางที่ 4 สถานภาพด้านสภาวะออกซิเจนที่ละลายในน้ำตามระดับชั้นน้ำและการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ	18
ตารางที่ 5 ลักษณะอาการและพฤติกรรมของปลาและสัตว์น้ำรวมทั้งพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ใช้ประกอบการพิจารณาจำแนกกลุ่มของสาเหตุการตายของปลาและสัตว์น้ำในแหล่งน้ำจืด	24
ตารางที่ 6 สภาพแวดล้อมที่สามารถสังเกตและบ่งบอกถึงสาเหตุที่มาของการตายของปลาและสัตว์น้ำ	25
ตารางที่ 7 การสังเกตลักษณะอาการของปลาที่ตายเพื่อบ่งบอกถึงสาเหตุที่มาของการตายที่เกิดขึ้น	26
ตารางที่ 8 ปัจจัยของประเภทแหล่งน้ำและสภาวะแวดล้อมที่ส่งผลให้เกิดการเลือกวิธีประเมินความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำที่แตกต่างกัน	32
ตารางที่ 9 กรอบแนวทางการพิจารณาเพื่อเลือกวิธีการและแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการตรวจนับและประเมินความเสียหายสัตว์น้ำในพื้นที่แหล่งน้ำจืดตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้น	33
ตารางที่ 10 ข้อมูลการสุ่มตัวอย่างตรวจนับจำนวนและน้ำหนัปลาตายในพื้นที่ลำน้ำขนาดเล็ก	40
ตารางที่ 11 ข้อมูลการสุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินผลจับและชนิดสัตว์น้ำที่ถูกจับออกจากพื้นที่เกิดเหตุ	53
ตารางที่ 12 ภาพรวมความเสียหายสัตว์น้ำในส่วนที่ถูกจับออกไปนอกพื้นที่เกิดเหตุ	54

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานด้านการสืบหาสาเหตุและการประเมินความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำในพื้นที่แหล่งน้ำจืด	6
ภาพที่ 2 ตัวอย่างเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในพื้นที่ สำหรับการปฏิบัติงานในพื้นที่เกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายในแหล่งน้ำจืด	14
ภาพที่ 3 ตัวอย่างเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำภาคสนามที่นำไปใช้ปฏิบัติงานการสืบหาสาเหตุ (ถ้ามี) หรือชุดอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายซึ่งอาจเป็นชุดทดสอบภาคสนาม (test kit) หรือชุดอุปกรณ์ที่จัดเตรียมจากห้องปฏิบัติการ	15
ภาพที่ 4 ตัวอย่างแผนที่แสดงจุดสุ่มตัวอย่างน้ำเพื่อเปรียบเทียบและประมาณขอบเขตของพื้นที่ลำน้ำที่ได้รับความเสียหายในเหตุการณ์ปลาและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด	15
ภาพที่ 5 แผนภูมิแสดงสาเหตุและกลุ่มของสาเหตุที่ทำให้เกิดการตายของปลาและสัตว์น้ำในพื้นที่แหล่งน้ำจืด	17
ภาพที่ 6 กลุ่มของปลาและสัตว์น้ำที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ระดับความรุนแรงของการเกิดเหตุมลภาวะในแหล่งน้ำจากการขาดออกซิเจนเพื่อการหายใจ	27
ภาพที่ 7 แสดงวิธีการสุ่มตัวอย่างและขั้นตอนดำเนินการเพื่อประเมินความเสียหายในแหล่งน้ำด้วยการสุ่มตัวอย่างทั้งในส่วนปลาลอยตายและส่วนที่จับออกไปจากแหล่งน้ำ	31
ภาพที่ 8 แนวทางการประเมินปลาและสัตว์น้ำตายหรือได้รับความเสียหายจากเหตุมลพิษทางน้ำในพื้นที่แหล่งน้ำจืดแบบต่างๆที่ใช้อ้างอิงในคู่มือฉบับนี้	37
ภาพที่ 9 แผนที่สังเขปแสดงพื้นที่เกิดเหตุและการแบ่งพื้นที่ที่ตรวจนับปลาตายที่มีระยะทาง 5 กิโลเมตร กำหนดพื้นที่เป็น 5 เขต แต่ละเขตมีพื้นที่ย่อยที่ตรวจนับ 2 พื้นที่ พื้นที่ย่อยละ 100 เมตร	39
ภาพที่ 10 แสดงวิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจนับจำนวนปลาตายในลำน้ำขนาดเล็กที่เข้าถึงได้เพียงบางส่วน	43
ภาพที่ 11 แสดงวิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจนับจำนวนปลาตายในแหล่งน้ำแบบ หนอง บึง อ่างเก็บน้ำด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบตามแนวตัดขวาง	46
ภาพที่ 12 แสดงวิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจนับจำนวนปลาตายในลำน้ำขนาดใหญ่ที่มีความคดเคี้ยวไปมามาก ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่ตามแนวตัดขวาง	48
ภาพที่ 13 การประเมินความเสียหายสัตว์น้ำในส่วนที่จับออกโดยประชาชนในพื้นที่ ด้วยการสุ่มตัวอย่างจากการลงแรงทำประมง	51
ภาพที่ 14 ภาพรวมของวิธีการประเมินความเสียหายสัตว์น้ำในเหตุการณ์กรณีเรือบรรทุกทูกน้ำดาล่มในแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	71
ภาพที่ 15 ภาพรวมของค่าเสียหายและแนวทางการประเมินความเสียหายสัตว์น้ำในเหตุการณ์เรือบรรทุกทูกน้ำดาล่มในแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปี 2554	73

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวกที่ 1 ตัวอย่างแบบบันทึกการรับแจ้งเหตุปลาและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด	76
ภาคผนวกที่ 2 ตัวอย่างแบบตรวจสอบรายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการในที่เกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด	77
ภาคผนวกที่ 3 ตัวอย่างแบบบันทึกการสำรวจที่เกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด	78
ภาคผนวกที่ 4 ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลการสุ่มตรวจนับปลาและสัตว์น้ำที่พบลอยตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด	82
ภาคผนวกที่ 5 ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลการสุ่มตัวอย่างปลาและสัตว์น้ำที่ถูกจับออกจากแหล่งน้ำที่เกิดเหตุในพื้นที่ แหล่งน้ำจืด	83
ภาคผนวกที่ 6 ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลการสุ่มตัวอย่างช่วงวัดขนาดสัตว์น้ำ	84
ภาคผนวกที่ 7 ตัวอย่างแบบสอบถามการจับปลาและสัตว์น้ำจากเหตุการณ์ความเสียหายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด	85

คู่มือแนวทางการสืบหาสาเหตุและการประเมินปลาตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด

บทที่ 1 บทนำ

1.1 หลักการเหตุผล

การเกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายเป็นจำนวนมากเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทั้งในพื้นที่น้ำจืด น้ำกร่อย และทะเล การตายที่เกิดขึ้นนั้นส่งผลให้เกิดความสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ และมีผลทำให้ประชากรสัตว์น้ำลดลง ซึ่งเป็นการสูญเสียมูลค่าของสัตว์น้ำ ความมั่นคงทางอาหาร รายได้ และอาชีพของชาวประมง รวมทั้งต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการกำจัด ทำความสะอาด บำบัด พื้นฟู อีกทั้งอาจจะมี ความสูญเสียต่อเนื่องถึงการท่องเที่ยว การใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภค ตลอดจนมีผลกระทบต่อกลไกการเปลี่ยนแปลงด้านพลวัตของห่วงโซ่อาหาร และสมดุลของสารอาหารในระบบนิเวศทางน้ำอีกด้วย

การเกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายนั้นเป็นสัญญาณที่แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำ แห่งนั้นมีการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติเกิดขึ้น โดยสาเหตุของการเกิดอาจมีได้หลายปัจจัย ดังนั้นหน่วยงานที่ เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรจึงต้องร่วมกันดำเนินการเพื่อติดตามสืบหาสาเหตุ ประเมินความ รุนแรงของเหตุการณ์ และประเมินความสูญเสียทางด้านเศรษฐศาสตร์ของสัตว์น้ำ หลายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ได้กระทำความเสียหายอย่างยิ่งต่อสัตว์น้ำ ดังเช่น เหตุการณ์เรือบรรทุกน้ำตาลล่มในแม่น้ำเจ้าพระยาเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยาปี 2554 ได้ส่งผลให้เกิดความสูญเสียของปลาและกุ้งก้ามกรามเป็นจำนวน 319,544 กิโลกรัม หรือคิดเป็นมูลค่ามากถึง 50 ล้านบาท (กรมประมง, 2554) นอกจากนี้ยังพบรายงานการ ตายของปลาและสัตว์น้ำเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก เช่น ช่วงเวลาในรอบปีระหว่างปี 2554-2555 พบมีรายงาน การเกิดเหตุการณ์ปลาและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำทั่วประเทศมากถึง 30 เหตุการณ์ (กรมประมง, 2555)

คู่มือแนวทางการสืบหาสาเหตุและการประเมินปลาตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืดฉบับนี้จัดทำขึ้น เพื่อเป็นแนวทางการดำเนินงานให้กับเจ้าหน้าที่ของกรมประมงและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปเป็นคู่มือ ประกอบการปฏิบัติงานในพื้นที่เกิดเหตุ เนื่องจากในช่วงขณะที่เกิดเหตุ นั้น การดำเนินกิจกรรมต่างๆมีห้วง เวลาดำเนินการที่ค่อนข้างจำกัดมาก และต้องดำเนินการให้ทันกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น รวมทั้งต้องมีข้อมูล ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีผลการประเมินที่ครบถ้วนสมบูรณ์ ในบางเหตุการณ์อาจเป็นเหตุการณ์ที่ เกิดขึ้นต่อเนื่องหลายวัน ทำให้มีปลาและสัตว์น้ำเสียหายและตายเพิ่มจำนวนมากขึ้น เป็นเหตุให้มีความ ยุ่งยากและความซับซ้อนในขั้นตอนปฏิบัติงาน ดังนั้นหากไม่มีคู่มือช่วยชี้แนะแนวทางปฏิบัติหรือไม่มี พื้นฐานความรู้ความเข้าใจทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง ก็เป็นการยากที่จะดำเนินงานให้บรรลุตามเป้าหมายได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้เจ้าหน้าที่และผู้ที่เกี่ยวข้องมีความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการปฏิบัติงานด้านการสืบหาสาเหตุและการประเมินความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำในกรณีเกิดเหตุในพื้นที่แหล่งน้ำจืด
2. เพื่อเป็นการสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพ เกิดผลงานที่ได้มาตรฐาน และพัฒนากระบวนการทำงานให้เป็นมืออาชีพ
3. เพื่อนำไปสู่การสืบทราบสาเหตุการตายของปลาและสัตว์น้ำที่ถูกต้องและรวดเร็ว ส่งผลให้มีการดำเนินการได้อย่างเหมาะสมและทันกับสถานการณ์ในการป้องกันและดูแลรักษาทรัพยากรสัตว์น้ำสิ่งแวดล้อม รวมทั้งความปลอดภัยของสาธารณชนในพื้นที่
4. เพื่อให้การจัดทำรายงานด้านการประเมินความเสียหายจากกรณีการเกิดเหตุปลาตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืดมีมาตรฐานเดียวกัน สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการประเมินความเสียหายที่ถูกต้อง และนำไปใช้เป็นหลักฐานแสดงความเสียหายที่เกิดขึ้นเพื่อเรียกร้องค่าเสียหายได้

1.3 ขอบเขตของกลุ่ม

เพื่อให้เจ้าหน้าที่และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถดำเนินการด้านการติดตามสืบหาสาเหตุและการประเมินความเสียหายสัตว์น้ำจากกรณีเกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายหรือได้รับความเสียหายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด โดยกลุ่มฉบับนี้มุ่งเน้นรายละเอียดของขั้นตอนการประเมินความเสียหายสัตว์น้ำเป็นอันดับแรก และนำเสนอความรู้ความเข้าใจด้านการสืบหาสาเหตุการตายของปลาและสัตว์น้ำรองลงมา ซึ่งในส่วนนี้ปัจจุบันยังขาดเอกสารคู่มือและแนวทางปฏิบัติงานที่สามารถนำไปใช้อ้างอิงสำหรับดำเนินการได้อย่างเหมาะสมตามสถานะแวดล้อมและสถานการณ์ของการเกิดเหตุ

1.4 นิยามศัพท์

การตายของปลาและสัตว์น้ำ หมายถึง การตายลงทันทีเป็นจำนวนมากของประชากรปลาชนิดต่างๆ และประชากรสัตว์น้ำประเภทกุ้งฝอยและกุ้งก้ามกรามที่มีอยู่ในแหล่งน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ซึ่งไม่ใช่การตายในสภาพปกติทั่วไปในแหล่งน้ำ สาเหตุของการตายอาจมาจากปัจจัยหลายประการ เช่น จากปัจจัยกลุ่มสารพิษหรือสารเคมีอันตรายที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ ปัจจัยจากการลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายที่มีในน้ำ ปัจจัยด้านความเป็นพิษและการเติบโตอย่างรวดเร็วของกลุ่มแพลงก์ตอนบางชนิด และปัจจัยการเกิดโรคและปรสิตในแหล่งน้ำ เป็นต้น

ความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำ หมายถึง จำนวนรวมของปลาและสัตว์น้ำที่ได้รับผลกระทบแล้วเกิดการตายในแหล่งน้ำ และหรือได้รับผลกระทบแล้วถูกประชาชนจับออกหรือนำออกไปจากแหล่งน้ำในขณะก่อนตายและตายแล้ว เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้วยประการใดๆก็ตาม ซึ่งการจับออกหรือนำออกไปซึ่งปลาและสัตว์น้ำดังกล่าวจากแหล่งน้ำนั้นไม่ใช่วิธีที่จะสามารถกระทำได้ดังเช่นการจับปลาและสัตว์น้ำในสภาพปกติทั่วไป

การสืบหาสาเหตุ หมายถึง การดำเนินการตรวจวินิจฉัยเพื่อหากลุ่มของสาเหตุเบื้องต้นที่จะทำให้เกิดหรือส่งผลกระทบต่อให้เกิดการตายของปลาและสัตว์น้ำ โดยการวินิจฉัยดังกล่าวมุ่งเน้นเพื่อสืบทราบสาเหตุการตายของปลาและสัตว์น้ำนั้นว่ามาจากกลุ่มปัจจัยใด มีขอบเขตของผลกระทบเป็นบริเวณกว้างมากน้อยเพียงไร (บางเหตุการณ์ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า) มีระดับความรุนแรงของการเกิดเหตุขนาดใด เป็นต้น ผลการสืบหาสาเหตุดังกล่าวนั้นอาจจะยังไม่สามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิงโดยตรงที่จะระบุถึงต้นเหตุหรือสาเหตุตั้งต้นที่ทำให้ปลาและสัตว์น้ำตาย หรือเป็นการนำไปอ้างอิงเพื่อใช้เรียกร้องค่าเสียหายในชั้นศาล ทั้งนี้ในประเด็นของการสืบหาสาเหตุที่แท้จริงดังกล่าว นั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงและหรือหน่วยงานทางด้านสิ่งแวดล้อมจะต้องเป็นผู้ดำเนินการพิสูจน์เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงหรือนำไปเรียกร้องค่าเสียหายต่อไป ตัวอย่างเช่น กรณีการเกิดเหตุปลาตายจากเหตุการณ์เรือบรรทุกน้ำตาลล่มในแม่น้ำเจ้าพระยา การสืบหาสาเหตุของเจ้าหน้าที่กรมประมงดำเนินการเพื่อต้องการตรวจสอบว่าสภาพการตายของปลาและสัตว์น้ำนั้นมีสาเหตุมาจากกลุ่มปัจจัยใดบ้าง ระหว่างกลุ่มปัจจัยการลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ กลุ่มปัจจัยสารพิษและสารเคมีอันตราย กลุ่มปัจจัยด้านความเป็นพิษของแพลงก์ตอน หรือกลุ่มปัจจัยด้านการเกิดโรคหรือปรสิตในสัตว์น้ำ เป็นต้น มีขอบเขตพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายมากน้อยแค่ไหน มีระดับความรุนแรงของการเกิดเหตุในแต่ละวันแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ส่วนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องคงจะต้องพิสูจน์ให้เห็นว่าการปนเปื้อนของมวลน้ำตาลจำนวนมากในลำน้ำนั้นเป็นสาเหตุทำให้เกิดการลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายที่มีในน้ำได้จริงหรือไม่ อย่างไร และส่งผลทำให้เกิดการตายของปลาและสัตว์น้ำจริงหรือไม่ อย่างไร เช่นกัน

มลพิษ หมายถึง ของเสีย วัตถุอันตราย และมลสารอื่นๆ รวมทั้งกาก ตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่ถูกปล่อยทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษหรือที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดหรืออาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม หรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและสัตว์น้ำได้

ภาวะมลพิษทางน้ำ หมายถึง สภาวะที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงหรือปนเปื้อนโดยมลพิษซึ่งทำให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมทางน้ำเสื่อมโทรมลง

แหล่งกำเนิดมลพิษ หมายถึง ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม อาคาร สิ่งก่อสร้าง ยานพาหนะ สถานที่ประกอบการใดๆ หรือสิ่งอื่นใด ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของมลพิษ

การเฝ้าระวัง หมายถึง การนับจดทุกๆ หน่วย เช่น คน หลังคาเรือน ในระยะเวลาใดเวลาหนึ่งภายในขอบเขตที่กำหนด ซึ่งแสดงถึงจำนวนประชากรตามสถานที่ที่พบนั้น

การสัมภาษณ์ หมายถึง การสนทนากันอย่างมีเป้าหมาย ระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องเที่ยงตรง และเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว

การสุ่มตัวอย่าง หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลประชากรที่ศึกษาด้วยการสำรวจกลุ่มตัวอย่างของประชากรซึ่งเป็นการเจนนับตัวแทนของประชากรเป็นบางส่วน การสำรวจกลุ่มตัวอย่างที่จะทำได้ ข้อมูลที่เป็นตัวแทนของประชากรนั้น มีวิธีการที่นิยมใช้ดำเนินการ 4 วิธี (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, มปป.) คือ

- 1) การสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (simple random sampling)
- 2) การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (systematic random sampling)
- 3) การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling)
- 4) การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (cluster sampling)

1.5 การจัดระดับความรุนแรง

ความรุนแรงของการเกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืดสามารถจัดแบ่งกรอบแนวทางดำเนินการหรือขอบเขตการปฏิบัติงานได้เป็น 3 ระดับ คือ

ความรุนแรงระดับ 1 เป็นเหตุการณ์ขนาดเล็ก เป็นสถานการณ์ที่เกิดการตายของปลาและสัตว์น้ำในลำน้ำขนาดเล็ก หรือแหล่งน้ำที่มีบริเวณพื้นที่ไม่กว้างมากนัก อาจมีขอบเขตของพื้นที่เกิดเหตุในลำน้ำที่มีระยะทางสั้นๆ ไม่เกิน 20-30 กิโลเมตร หรืออาจเกิดเหตุในพื้นที่จังหวัดเดียว เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่สามารถดำเนินการได้โดยไม่ต้องขอรับการสนับสนุนอัตรากำลังจากหน่วยงานนอกพื้นที่มาช่วยปฏิบัติงาน

ความรุนแรงระดับ 2 เป็นเหตุการณ์ขนาดกลาง เป็นสถานการณ์ที่เกิดการตายของปลาและสัตว์น้ำในพื้นที่ลำน้ำที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีระยะทางยาวมากขึ้น อาจมีระยะทางมากกว่า 30-50 กิโลเมตร หรือเป็นแหล่งน้ำที่มีบริเวณกว้างที่อาจมีขอบเขตพื้นที่เกิดเหตุมากกว่าหนึ่งจังหวัด มีความจำเป็นต้องบูรณาการการดำเนินงานร่วมกันระหว่างหน่วยปฏิบัติในพื้นที่และหน่วยงานสนับสนุนอื่นๆ

ความรุนแรงระดับ 3 เป็นเหตุการณ์ขนาดใหญ่ เป็นสถานการณ์ที่เกิดการตายของปลาและสัตว์น้ำจำนวนมาก มีพื้นที่เกิดเหตุเป็นระยะทางยาวมากหรือมีบริเวณกว้างมาก อาจครอบคลุมพื้นที่หลายจังหวัด หรือมีความต่อเนื่องของการเกิดเหตุหลายวัน จำเป็นต้องการความร่วมมือจากหน่วยปฏิบัติ ผู้เชี่ยวชาญ และหน่วยสนับสนุนอื่นๆ ทั้งจากส่วนกลางและจากพื้นที่ใกล้เคียงเข้าร่วมดำเนินการ อาจมีการจัดตั้งเป็นหน่วยเฉพาะกิจหรือศูนย์เฉพาะกิจ ดังเช่น กรณีผลกระทบจากเหตุการณ์เรือบรรทุกน้ำตาลล่มในแม่น้ำเจ้าพระยา ในปี 2554 ซึ่งกรมประมงได้มีคำสั่งจัดตั้ง “ศูนย์เฉพาะกิจกรมประมง ดำเนินการกรณีเรือน้ำตาลล่ม” โดยได้กำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบให้ดำเนินการอย่างชัดเจน

บทที่ 2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

กรณีเกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายหรือได้รับความเสียหายในพื้นที่แหล่งน้ำจืดแห่งใดก็ตาม บริเวณพื้นที่เกิดเหตุอาจมีขอบเขตพื้นที่อยู่ภายใต้การดูแลและรับผิดชอบของเจ้าหน้าที่ในจังหวัดเดียวหรือมีความต่อเนื่องครอบคลุมพื้นที่หลายจังหวัดก็ได้ ขึ้นอยู่กับประเภทของแหล่งน้ำและลักษณะการเกิดเหตุ ในบางเหตุการณ์อาจมีความต้องการผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ชำนาญการเฉพาะด้านเข้ามาช่วยดำเนินการแก้ปัญหา และบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้น ดังนั้นความร่วมมือกันในขั้นตอนการดำเนินงานระหว่างหน่วยงานและระหว่างผู้เชี่ยวชาญจึงมีความจำเป็นและมีส่วนช่วยให้การสืบหาสาเหตุและการประเมินความเสียหายสามารถดำเนินการได้สำเร็จลุล่วงอย่างมีประสิทธิภาพ

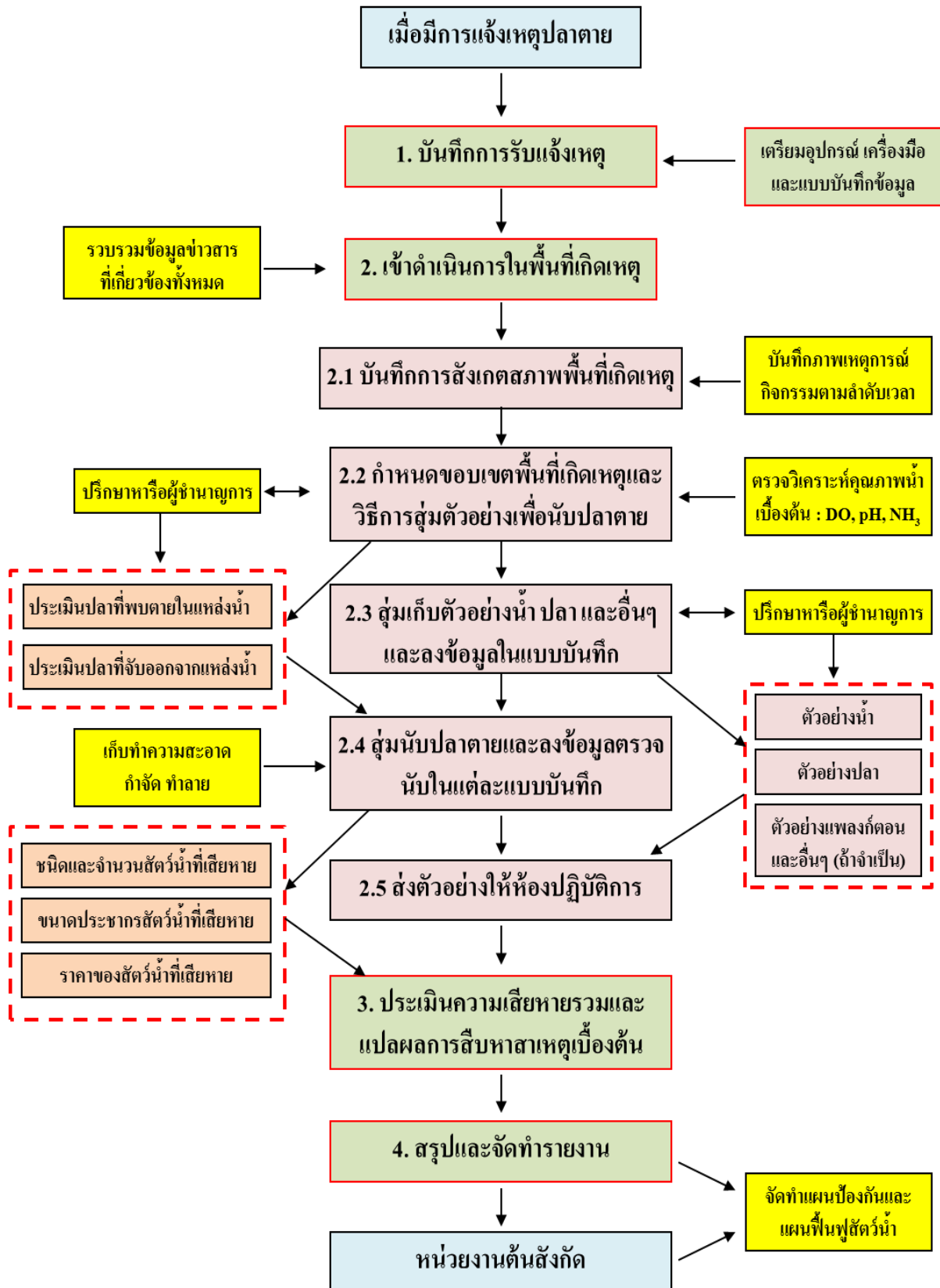
การเกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายในหลายกรณีมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องเข้าดำเนินการ เพื่อให้การบรรเทาผลกระทบและแก้ไขปัญหา ด้วยเหตุนี้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องจึงต้องเข้าพื้นที่เกิดเหตุในทันทีหรือเร็วที่สุดหลังจากได้รับแจ้งเหตุ เพื่อสามารถดำเนินการได้ทันกับสถานการณ์ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของกรมประมงทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาคจึงต้องมีการเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติงาน รวมทั้งซักซ้อมแนวทางปฏิบัติที่มีการกำหนดภารกิจและขั้นตอนการดำเนินงาน กำหนดบุคคลหรือคณะทำงานแต่ละด้านที่จะรับผิดชอบดำเนินกิจกรรมที่เกี่ยวข้องไว้ล่วงหน้า

ภาพรวมของขั้นตอนการปฏิบัติงานในพื้นที่เพื่อทำการสืบหาสาเหตุและประเมินความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำนั้น มีกรอบแนวคิดในการดำเนินงานดังแสดงในแผนภูมิภาพที่ 1 สำหรับขั้นตอนการปฏิบัติงานประกอบด้วยขั้นตอนหลักที่ต้องดำเนินการรวม 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นตอนการรับแจ้งเหตุและการจัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือเพื่อเข้าดำเนินการ
- 2) ขั้นตอนการดำเนินงานในพื้นที่เพื่อสืบหาสาเหตุการตาย
- 3) ขั้นตอนการดำเนินงานในพื้นที่เพื่อประเมินความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำ
- 4) ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล แปลผล และจัดทำรายงาน

ในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนอาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นของแต่ละเหตุการณ์ โดยเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องพิจารณาตัดสินใจตามสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ อย่างไรก็ตามขั้นตอนการปฏิบัติงานที่แสดงไว้ รวมทั้งรายละเอียดของการดำเนินงานที่อธิบายในคู่มือฉบับนี้จะช่วยให้เจ้าหน้าที่หรือผู้เกี่ยวข้องมีความเข้าใจภาพรวมและแนวทางการดำเนินงานในทุกขั้นตอน และช่วยสนับสนุนให้เจ้าหน้าที่สามารถปฏิบัติงานได้และเป็นไปตามหลักการที่ถูกต้อง

การปฏิบัติงานในพื้นที่เกิดเหตุนั้นอาจมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหลายหน่วยงานเข้ามามีส่วนร่วมดำเนินการ แต่ละหน่วยงานก็จะมีภารกิจหลักที่ตนเองรับผิดชอบดำเนินการ ซึ่งขึ้นอยู่กับบทบาทหน้าที่ของหน่วยงาน ลักษณะการเกิดเหตุ และสถานการณ์แวดล้อมในพื้นที่ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนอกเหนือจากเจ้าหน้าที่ของกรมประมงที่จะต้องดำเนินการเกี่ยวกับความเสียหายด้านสัตว์น้ำแล้ว อาจประกอบด้วยเจ้าหน้าที่จากกรมควบคุมมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมเจ้าท่า กรมชลประทาน และรวมถึงเจ้าหน้าที่จากส่วนภูมิภาคและส่วนท้องถิ่นในพื้นที่เกิดเหตุด้วย ในส่วนของกรมประมงนั้นการดำเนินงานจะมีการปฏิบัติหลักในด้านการให้ความช่วยเหลือบรรเทาผลกระทบแก่สัตว์น้ำ และผลกระทบของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชัง รวมทั้งการประเมินความเสียหายของสัตว์น้ำที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำนั้น



ภาพที่ 1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานด้านการสืบหาสาเหตุและการประเมินความเสียหายของปลา และสัตว์น้ำในพื้นที่แหล่งน้ำจืด

2.1 การรับแจ้งเหตุ

เมื่อมีการแจ้งเหตุปลาหรือสัตว์น้ำตายหรือได้รับผลกระทบในพื้นที่แหล่งน้ำจืดแห่งใดก็ตาม เจ้าหน้าที่ของกรมประมงที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนกลางหรือส่วนภูมิภาคในพื้นที่เกิดเหตุ ควรต้องจัดทำบันทึกรับแจ้งเหตุ โดยผู้รับแจ้งต้องรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ลงข้อมูลในแบบบันทึกการรับแจ้งเหตุ รวมทั้งประสานงานหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในส่วนของเอกสารการรับแจ้งเหตุนั้นสามารถใช้ประกอบรายงานการเกิดเหตุปลาตาย หรือรายงานความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำที่จะเสนอต่อต้นสังกัด ตัวอย่างแบบบันทึกการรับแจ้งเหตุดังในภาคผนวกที่ 1 สำหรับขั้นตอนสำคัญที่ต้องดำเนินการในช่วงการรับแจ้งเหตุมีดังนี้

- 1) เมื่อได้รับแจ้งเหตุ ให้ผู้รับแจ้งเหตุดำเนินการสอบถามและบันทึกรายละเอียดของข้อมูลลงในแบบบันทึกการรับแจ้งเหตุปลาและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด
- 2) รายงานให้ผู้บังคับบัญชาหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบเพื่อเข้าประเมินเหตุการณ์
- 3) ประเมินความรุนแรงของเหตุการณ์เพื่อประสานขอความช่วยเหลือ และขอการสนับสนุนการปฏิบัติงานหรือแก้ไขปัญหาพร้อมกับหน่วยงานที่รับผิดชอบตามบทบัญญัติของกฎหมาย
- 4) แจ้งประสานหน่วยงานที่รับผิดชอบและเกี่ยวข้องต่อการปฏิบัติการทางด้านสิ่งแวดล้อมและน้ำทิ้ง เช่น ด้านสารเคมี/วัตถุอันตราย ด้านกากของเสียอันตราย ด้านการควบคุมน้ำทิ้ง/การเททิ้ง และการปนเปื้อนของมลภาวะและสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ
- 5) จัดส่งเจ้าหน้าที่หรือคณะเจ้าหน้าที่ออกปฏิบัติการในพื้นที่ เพื่อให้ความช่วยเหลือ บรรเทาผลกระทบ และประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้น

2.2 การจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์

ในการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับสถานการณ์และเหตุฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้น หน่วยงานต้องมีการจัดเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ อุปกรณ์ และแบบบันทึกข้อมูล รวมทั้งเอกสารต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับปฏิบัติงานในภาคสนาม ซึ่งประกอบด้วย

2.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ ได้แก่

- เครื่องชั่งน้ำหนักขนาดต่างๆ
- ไม้วัด/กระดานวัดขนาดความยาวปลา
- กล่องเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์น้ำที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ (เช่น กล่องโฟม)
- ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ
- ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ (ขวดแก้วและขวดพลาสติก)
- กล้องถ่ายรูปหรืออุปกรณ์บันทึกภาพ
- แผนที่แสดงบริเวณพื้นที่เกิดเหตุ
- อุปกรณ์เครื่องเขียน
- ตัวนับจำนวน (hand counter)

- เทปวัดระยะทาง และลูกดิ่งหรือไม้วัดระดับความลึกหรือ depth meter
- อุปกรณ์ใช้แสดงเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์เพื่อบ่งบอกขอบเขตพื้นที่ที่ได้รับความเสียหาย
- เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำภาคสนาม (วัดค่าออกซิเจนละลาย และอื่นๆ)
- ไฟฉาย และเครื่องคิดเลข
- รายนามชื่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพร้อมเบอร์โทรศัพท์ติดต่อ
- เอกสารและหนังสือคู่มือประกอบการประเมินความเสียหาย

2.2.2 แบบบันทึกข้อมูล ได้แก่

- แบบตรวจสอบรายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการในที่เกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายในบริเวณพื้นที่แหล่งน้ำจืด (ภาคผนวกที่ 2)
- แบบบันทึกผลการตรวจสอบพื้นที่เกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตาย (ภาคผนวกที่ 3)
- แบบบันทึกข้อมูลการสุ่มตรวจนับปลาและสัตว์น้ำที่พบลอยตายในที่เกิดเหตุ (ภาคผนวกที่ 4)
- แบบบันทึกข้อมูลการสุ่มตัวอย่างปลาและสัตว์น้ำที่ถูกจับจากที่เกิดเหตุ (ภาคผนวกที่ 5)
- แบบบันทึกข้อมูลการสุ่มตัวอย่างซึ่งวัดขนาดสัตว์น้ำ (ภาคผนวกที่ 6)
- แบบสอบถามการจับปลาและสัตว์น้ำจากเหตุการณ์ความเสียหายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด (ภาคผนวกที่ 7)

2.3 การปฏิบัติงานในพื้นที่เกิดเหตุ

การดำเนินงานกรณีเกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด เมื่อรับแจ้งเหตุเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องต้องพิจารณาถึงกรอบแนวทางที่จะต้องดำเนินงานในภาพรวมก่อน เพื่อจะได้ทราบถึงขั้นตอนและรายละเอียดของขั้นตอนที่จะต้องดำเนินการว่ามีขั้นตอนอะไร อย่างไรบ้าง (ภาพที่ 1) จากนั้นจึงเริ่มดำเนินการตามในแต่ละขั้นตอน สำหรับการปฏิบัติงานมีขั้นตอนย่อยที่ต้องดำเนินงาน ดังนี้

2.3.1 การรวบรวมข้อมูลข่าวสาร

ก่อนที่จะเริ่มดำเนินการในพื้นที่เกิดเหตุเจ้าหน้าที่ต้องรวบรวมข้อมูลข่าวสารในส่วนที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ที่ได้รับมาทั้งหมด สรุปประเด็นสำคัญต่างๆ ให้ชัดเจน พร้อมจัดเตรียมแผนที่บริเวณที่เกิดเหตุเพื่อนำไปใช้ประกอบการดำเนินงานตามขั้นตอนต่างๆ ในพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นตอนการกำหนดขอบเขตพื้นที่เสียหายและการจัดแบ่งพื้นที่สุ่มตัวอย่างย่อยเพื่อตรวจนับจำนวนปลาที่ได้รับความเสียหาย

2.3.2 การส่งเจ้าหน้าที่เข้าดำเนินการในพื้นที่เกิดเหตุ

หลังจากมีหลักฐานยืนยันการตายของปลาและสัตว์น้ำว่ามีเป็นจำนวนมากและเกิดขึ้นอย่างเฉียบพลัน การเข้าพื้นที่เพื่อตรวจสอบและดำเนินการเป็นสิ่งที่ต้องเร่งดำเนินการให้เร็วที่สุด เมื่อเข้าถึงพื้นที่ควรต้องดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ และลาดตระเวนพื้นที่ ขอบพึงระวังในการดำเนินการก็คือเจ้าหน้าที่ควรดำเนินการสำรวจและลาดตระเวนพื้นที่ไปพร้อมกับการบันทึกข้อมูลในแบบบันทึกต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ไม่ควรดำเนินการสำรวจพื้นที่ให้เรียบร้อยก่อนแล้วจึงค่อยบันทึกข้อมูล เพราะจะทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่ครบถ้วน

ในขั้นตอนการบันทึกข้อมูลเจ้าหน้าที่ที่ดำเนินการในพื้นที่ต้องเริ่มทำการบันทึกข้อมูลเมื่อเข้าถึงพื้นที่ ซึ่งอาจมีการแบ่งแยกเป็นคณะทำงานย่อยได้หลายคณะในช่วงเวลาเดียวกัน ทั้งในวันแรกที่เข้าดำเนินการหรือวันต่อมาที่ยังเกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้อาจมีการประชุมทำความเข้าใจและมอบหมายภารกิจในแต่ละด้านให้กับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องก่อนก็ได้เพื่อสร้างความเข้าใจให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

1) การสำรวจและประมาณขอบเขตของพื้นที่เกิดเหตุ เจ้าหน้าที่จะต้องทำการสำรวจพื้นที่เกิดเหตุและพิจารณาหลักฐานที่ได้ในพื้นที่ เพื่อใช้อ้างอิงแสดงขอบเขตของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ซึ่งได้แก่สภาพบริเวณพื้นที่ที่พบการตายของปลาและสัตว์น้ำ และข้อมูลคุณภาพน้ำบางพารามิเตอร์ที่บ่งชี้ความแตกต่างระหว่างพื้นที่เกิดเหตุกับพื้นที่ที่ยังไม่ได้รับผลกระทบ เช่น ค่าปริมาณออกซิเจนละลาย เป็นต้น แล้วนำไปกำหนดขอบเขตของพื้นที่เกิดเหตุ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายในเหตุการณ์ดังกล่าว โดยขอบเขตของพื้นที่อาจเป็นระยะทางตามความยาวของลำน้ำ หรืออาจเป็นขนาดพื้นที่แหล่งน้ำในบางส่วนหรือบางตอน ว่ามีขนาดความกว้างความยาวจำนวนเท่าไร มีขนาดพื้นที่น้ำกี่ไร่ พร้อมถ่ายภาพเหตุการณ์ในพื้นที่ทั้งหมดไว้เป็นหลักฐานประกอบในรายงาน ถ้าหากสภาพการเกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายนั้นเป็นเหตุที่มีความต่อเนื่องหลายวันและมีการเปลี่ยนแปลงสถานที่เกิดเหตุไปตามลำน้ำที่ได้รับผลกระทบในแต่ละวัน ก็จำเป็นต้องสำรวจและประมาณขอบเขตของพื้นที่เกิดเหตุในแต่ละวันด้วย ขนาดขอบเขตพื้นที่ดังกล่าวจะนำมาใช้ในการประเมินจำนวนความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำที่เกิดขึ้นทั้งหมดต่อไป ซึ่งเป็นการประเมินที่ต้องใช้การอ้างอิงด้วยการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่

2) การสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์ ตัวอย่างน้ำที่จะนำไปตรวจวิเคราะห์ต้องสุ่มเก็บขึ้นมาจากบริเวณพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและนอกบริเวณพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ รวมถึงลำน้ำสาขาอื่นใดที่อาจเกี่ยวข้องและเชื่อมต่อกับพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบด้วย โดยต้องมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการสุ่มตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปตรวจวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ที่ยังไม่ได้รับผลกระทบกับพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบแล้ว จำนวนของการสุ่มตัวอย่างต้องครอบคลุมทั้งพื้นที่ตอนบนเหนือบริเวณที่เกิดเหตุ พื้นที่ในช่วงที่เกิดเหตุ และพื้นที่ตอนล่างท้ายบริเวณที่เกิดเหตุ ไม่ใช่ไปมุ่งเน้นดำเนินการเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่เกิดเหตุเพียงอย่างเดียว และผลของการกำหนดจุดสุ่มตัวอย่างต้องสามารถระบุถึงขอบเขตพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมากหรือรุนแรง พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบน้อย และพื้นที่ที่ยังไม่ได้รับผลกระทบได้ด้วย (ภาพที่ 2, 3 และ 4)

ตัวอย่างน้ำที่นำไปตรวจวิเคราะห์ในพื้นที่เป้าหมายต้องเป็นตัวแทนของบริเวณพื้นที่ที่สงสัยว่าจะเป็นสาเหตุของการเกิดปลาและสัตว์น้ำตาย ในขั้นตอนปฏิบัติงานเพื่อเก็บตัวอย่างน้ำไปตรวจวิเคราะห์ต้องเป็นตัวอย่างน้ำที่เป็นตัวแทนที่ครอบคลุมการกระจายเชิงพื้นที่ของแหล่งน้ำ ทั้งพื้นที่แนวตั้งตามความลึกน้ำ ประกอบด้วยบริเวณผิวน้ำ กลางน้ำ และเหนือพื้นท้องน้ำ และพื้นที่ในแนวนอนตามความกว้างหรือแนวตัดขวางของลำน้ำ เพื่อจะได้มีข้อมูลที่เพียงพอในการอธิบายลักษณะการเกิดเหตุในแหล่งน้ำ รายละเอียดของจำนวนพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ต้องดำเนินการตรวจวิเคราะห์นั้นขึ้นกับสถานการณ์ของการสืบหาสาเหตุ ลักษณะอาการของปลาที่ยังไม่ตาย และสภาพของปลาที่ตายแล้ว รวมทั้งปัจจัยด้านหลักฐานและพยานที่บ่งชี้ถึงแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีในพื้นที่ใกล้เคียงของพื้นที่เกิดเหตุ

ตัวอย่างน้ำที่ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างต้องไม่มีการปนเปื้อนของดินตะกอนบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ ดังนั้นการเก็บตัวอย่างบริเวณใกล้พื้นที่ท้องน้ำควรต้องระมัดระวังไม่ให้มีการไปกวนให้เกิดการฟุ้งกระจายของดินตะกอนพื้นที่ท้องน้ำ และควรต้องเก็บตัวอย่างน้ำให้เรียบร้อยก่อนแล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างปลา ตัวอย่างสัตว์หน้าดิน หรือตัวอย่างอื่นๆ ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อการไปกวนดินตะกอนพื้นที่ท้องน้ำได้

3) การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำอาจจำเป็นต้องมีจำนวนพารามิเตอร์ที่ดำเนินการหลายพารามิเตอร์ (ตารางที่ 1) เช่น อุณหภูมิ น้ำ ปริมาณออกซิเจนละลาย ความเป็นกรดด่าง ปริมาณแอมโมเนียรวม ความเค็ม และการนำไฟฟ้า เป็นต้น อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ต้องผ่านการตรวจสอบและปรับค่าการทำงานให้มีความถูกต้องแม่นยำก่อนใช้งาน การดำเนินการปรับค่า การตรวจวัดของเครื่องมืออุปกรณ์ดังกล่าวต้องมีการจดบันทึกและบันทึกภาพแสดงหลักฐานการดำเนินการ เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในข้อมูลที่ตรวจวัด และเพื่อใช้เป็นหลักฐานยืนยันข้อมูลและการดำเนินงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการในชั้นศาลในกรณีที่มีการเรียกร้องค่าเสียหายกับผู้ก่อให้เกิดมลพิษต่อไป

สำหรับการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ บางกรณีอาจจำเป็นต้องทำการตรวจวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์คุณภาพน้ำทั้งทางด้านสารตกค้างในกลุ่มสารเคมีกำจัดศัตรูพืช กลุ่มโลหะหนัก หรือสารเคมีอันตรายที่มีความสงสัยด้วย ดังนั้นการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์ดังกล่าวจึงจำเป็นต้องเพิ่มจำนวนตัวอย่างน้ำที่สุ่มเก็บให้มากขึ้นในทุกจุดเก็บตัวอย่าง ขวดเก็บตัวอย่างน้ำแบบพลาสติกเป็นภาชนะที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปตรวจวิเคราะห์กลุ่มโลหะหนัก ส่วนขวดเก็บตัวอย่างน้ำแบบขวดแก้วควรนำมาใช้เก็บตัวอย่างสำหรับตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารอินทรีย์ในกลุ่มสารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยเทคนิคการเก็บตัวอย่าง การรักษาตัวอย่างน้ำ และการวิเคราะห์ตัวอย่างต้องเป็นไปตามวิธีการที่เป็นมาตรฐานสากล (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 รายการพารามิเตอร์และวิธีการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ต้องดำเนินการในภาคสนาม

พารามิเตอร์	หน่วย	วิธีวิเคราะห์	เครื่องมือวิเคราะห์
อุณหภูมิและอากาศ	องศาเซลเซียส	-	เทอร์โมมิเตอร์
ความโปร่งแสง	เซนติเมตร	-	secchi disc
ความเป็นกรดด่าง	-	-	pH meter
การนำไฟฟ้า	ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร	-	Conductivity meter
ออกซิเจนละลาย	มิลลิกรัมต่อลิตร	Azide modification	DO meter
คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ	มิลลิกรัมต่อลิตร	Titrimetric	-
ความเป็นด่าง	มิลลิกรัมต่อลิตร	Titrimetric	-
ความกระด้าง	มิลลิกรัมต่อลิตร	EDTA titrimetric	-
ความเค็ม	ส่วนในพันส่วน	-	Salinometer / S-C-T meter

ตารางที่ 2 ภาชนะบรรจุตัวอย่างและวิธีการเก็บรักษาตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ

พารามิเตอร์ ที่ตรวจวัด	ปริมาตรน้ำ ที่ใช้ (ลบ. ซม.)	ภาชนะ ที่ใช้บรรจุ	วิธีการ เก็บรักษา	ระยะเวลาที่ สามารถเก็บไว้ก่อน ทำการวิเคราะห์
ความเป็นกรดค่า	50	พลาสติก, แก้ว	วิเคราะห์ทันที/แช่เย็นที่ 4 °C	6 ชม.
ออกซิเจนละลาย	300	แก้ว (ขวดบีโอดี)	ไม่มี	ต้องวิเคราะห์ทันที
ความเป็นด่าง	100	พลาสติก, แก้ว	แช่เย็นที่ 4 °C	24 ชม.
ความกระด้าง	100	พลาสติก, แก้ว	แช่เย็นที่ 4 °C	7 วัน
บีโอดี	1,000	พลาสติก, แก้ว	แช่เย็นที่ 4 °C	24 ชม.
ไนโตรเจน (แอมโมเนีย, ไนเตรท และไนไตรท์)	400	พลาสติก, แก้ว	เติม HgCL ₂ 40 mg/l แล้วแช่ เย็นที่ 4 °C หรือเติม H ₂ SO ₄ เข้มข้นแล้วแช่เย็น ที่ 4 °C	24 ชม.
ฟอสฟอรัสรวม	50	พลาสติก, แก้ว	แช่เย็นที่ 4 °C	24 ชม.
ฟอสฟอรัสละลายน้ำ	50	พลาสติก, แก้ว	กรองขณะเก็บแล้วแช่เย็น 4°C	24 ชม.
ความเค็ม	200	แก้ว	วิเคราะห์ทันที หรือใช้ กระดาษใบปิดให้แน่น	6 เดือน

ที่มา : กรมประมง (2555)

4) การสังเกตลักษณะอาการและรวบรวมตัวอย่าง ในหลายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพียงอย่างเดียวอาจจะยังไม่สามารถยืนยันสาเหตุการเกิดได้เพียงพอ ดังนั้นจึงควรต้องมีการตรวจวินิจฉัยจากตัวอย่างปลา สัตว์น้ำ และหลักฐานอื่นๆเช่น แพลงก์ตอน และสัตว์หน้าดินหรือสัตว์พื้นท้องน้ำ ทั้งที่ตายแล้วหรือกำลังใกล้จะตาย ตัวอย่างดังกล่าวต้องถูกสุ่มเก็บรวบรวมจากที่เกิดเหตุเพื่อนำไปตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ก่อนส่งตัวอย่างควรต้องมีการตรวจวินิจฉัยลักษณะภายนอกที่แสดงถึงลักษณะอาการที่ผิดปกติด้วย เช่น การตกเลือด เป็นต้น ตัวอย่างปลาและสัตว์น้ำควรต้องทำการเก็บไปตรวจวิเคราะห์ทางด้านเนื้อเยื่อหรือปรีสิต โดยตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์ต้องเป็นตัวอย่างสด ตัวอย่างที่จะนำไปตรวจวิเคราะห์ทางเคมีต้องนำไปแช่แข็งทันทีเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ พฤติกรรมของปลาและสัตว์น้ำที่ได้รับผลกระทบต้องได้รับการจดบันทึกและบันทึกภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว ซึ่งสามารถใช้เป็นหลักฐานบ่งชี้ถึงต้นเหตุของมลพิษเฉพาะด้านได้ วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างจะได้กล่าวต่อไป ส่วนการวินิจฉัยอาการเบื้องต้นมีรายละเอียดดังในบทที่ 3 ถ้าสภาพจากการสังเกตยืนยันชัดเจนว่าเป็นเหตุจากการปนเปื้อนของสารเคมีให้แจ้งประสานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าดำเนินการ ถ้ายืนยันว่าไม่ใช่การปนเปื้อนจากสารเคมีให้ทำการสืบหาสาเหตุต่อเพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติมในการตรวจสอบสาเหตุต่อไป

5) การประเมินปลาตายและได้รับความเสียหาย การตรวจนับจำนวนการตายและความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำควรต้องเร่งดำเนินการ โดยสามารถดำเนินการตามขั้นตอนในคู่มือบทที่ 4 และบทที่ 5 ผลจากการตรวจนับและประเมินจะใช้เป็นข้อมูลแสดงถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นในพื้นที่นั้น วิธีการนับเพื่อประเมินจำนวนและน้ำหนักปลาที่ตายจะมีความแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่แหล่งน้ำ และการคงอยู่ของปลาและสัตว์น้ำในแหล่งน้ำ ซึ่งบางครั้งอาจพบมีประชาชนเข้ามาจับปลาและสัตว์น้ำออกไปนอกพื้นที่เกิดเหตุบ้างแล้ว ถ้าสาเหตุของการตายไม่ได้สืบเนื่องมาจากสารพิษหรือสารเคมีอันตราย

6) การส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ การดำเนินการในขั้นตอนนี้ควรต้องมีการแจ้งประสานกับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการไว้ล่วงหน้า การรวบรวมตัวอย่างสัตว์น้ำเพื่อตรวจวินิจฉัยหาสาเหตุการตายที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของ การตายที่อาจมีสาเหตุมาจากการเกิดโรคระบาด ซึ่งอาจทำให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคต่อเนื่องไปในแหล่งน้ำต่างๆ ได้ ดังนั้นจึงควรต้องมีการส่งตัวอย่างเพื่อชันสูตร สำหรับการวินิจฉัยหาสาเหตุการตายของสัตว์น้ำให้ได้ผลถูกต้องแม่นยำต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามวิธีการเก็บและส่งตัวอย่างไปตรวจยังห้องปฏิบัติการ และถ้ามีประวัติของแหล่งน้ำที่เกี่ยวกับการเจ็บป่วย การตายของสัตว์น้ำ และประวัติการรักษาด้วยวิธีต่างๆ ด้วยก็ยิ่งดี

การส่งตัวอย่างสัตว์น้ำมีชีวิต หากพบอาการป่วยของสัตว์น้ำควรเลือกส่งสัตว์น้ำป่วยจำนวน 5-6 ตัว ที่มีความรุนแรงของอาการแตกต่างกัน เพื่อหาสาเหตุอาการป่วยของสัตว์น้ำที่แท้จริง และทดสอบวิธีการรักษาที่ถูกต้อง และสิ่งที่ควรคำนึงถึงก็คือไม่ควรทำให้สัตว์น้ำเครียดในขณะขนส่ง เช่น ไม่ปล่อยให้อุณหภูมิสูงเกินไปจนร้อนระหว่างการเดินทาง ควรมีวัสดุ เช่น ผ้าชุบน้ำคลุมถุงหรือภาชนะที่ใส่สัตว์น้ำ ควรรักษาอุณหภูมิระหว่าง 25-26 องศาเซลเซียส เพราะถ้าอากาศร้อนจัด อาจเป็นสาเหตุของการทำให้สัตว์น้ำตาย มีผลผิดพลาดต่อการวินิจฉัยและชันสูตรอาการป่วยของสัตว์น้ำได้

การส่งตัวอย่างซากสัตว์น้ำตาย ในกรณีสัตว์น้ำตายควรส่งชันสูตรภายใน 8 ชั่วโมง ถ้าหากไม่สามารถทำได้ให้แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ไม่ควรแช่ในช่องแช่แข็ง) หรือแช่ในกระดิกที่มีน้ำแข็งเต็ม และส่งในสภาพที่เย็นตลอดเวลา และรีบส่งให้เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ ไม่ควรเกิน 1-2 วัน

การเก็บและส่งตัวอย่างชิ้นส่วน ในกรณีที่ซากสัตว์น้ำมีขนาดใหญ่ หรือไม่สามารถนำส่งได้ภายใน 1 วัน ควรทำการผ่าซาก จดบันทึกร่องรอยโรคที่พบ และเก็บตัวอย่างอวัยวะนำส่ง โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกอวัยวะสดใส่ถุงพลาสติก 1 ถุง ต่อ 1 อวัยวะ เพื่อแยกเชื้อ ควรเก็บแช่แข็งระหว่างรอขนส่ง อีกส่วนเก็บในขวดที่มีสารละลายฟอร์มาลิน 10.เปอร์เซ็นต์ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อ ใช้ 1 ขวด ต่อ สัตว์น้ำ 1 ตัว สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง.แต่มีข้อจำกัดในการตรวจคือไม่สามารถตรวจหาเชื้อแบคทีเรีย และยาที่มีผลต่อเชื้อแบคทีเรียได้ หากต้องการเพาะแยกเชื้อต้องส่งเป็นอวัยวะสด

2.3.3 การจัดทำรายงาน

หน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้องและรับผิดชอบในพื้นที่จะต้องจัดทำรายงานการสืบหาสาเหตุและการประเมินความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำ ซึ่งในรายงานอย่างน้อยควรต้องมีรายละเอียดปรากฏดังในตัวอย่างรายงานในภาคผนวกที่ 2 และต้องพิจารณาดำเนินการให้ถูกต้อง มีคุณภาพ และมีความสมบูรณ์

เอกสารดังกล่าวจะถูกนำไปเป็นพยานเอกสารในการเรียกร้องค่าเสียหายที่เกิดขึ้น หากมีการเรียกร้องค่าเสียหายในชั้นศาลต่อไป การละเลยหรือการมองข้ามประเด็นปัญหาในบางประเด็นอาจทำให้รายงานขาดความหนักแน่น ความน่าเชื่อถือ ดังนั้นรายงานต่างๆ จึงควรต้องจัดทำขึ้นอย่างมีคุณภาพ มีความเป็นมืออาชีพ มีความกระชับ และมีรายละเอียดประกอบที่ชัดเจนในการอธิบายภาพเหตุการณ์และความเสียหายที่เกิดขึ้น

2.4 การเก็บรักษาเอกสารและแบบบันทึกข้อมูล

หัวหน้าคณะที่ดำเนินการในภาคสนามควรจะต้องเป็นผู้ที่เก็บรวบรวมเอกสาร แบบบันทึกเหตุการณ์ แบบสัมภาษณ์ และแบบบันทึกข้อมูลต่างๆ ตามลำดับเวลาของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงที่ดำเนินการสืบหาสาเหตุและประเมินความเสียหาย เอกสารแบบบันทึกข้อมูลและแบบสัมภาษณ์ต่างๆ ต้องลงชื่อผู้บันทึกและผู้สัมภาษณ์ รวมถึงสถานที่ ปริมาณตัวอย่างน้ำ ตัวอย่างปลา จำนวน ชนิด ปริมาณ ขนาด และรายละเอียดต่างๆ ให้ครบถ้วน โดยเอกสารดังกล่าวมีความจำเป็นต้องใช้ประกอบในการจัดทำรายงานความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำที่เกิดขึ้น รวมถึงการจำแนกประเด็นที่อาจละเลยไปในระหว่างขั้นตอนการสืบหาสาเหตุและประเมินความเสียหาย ตลอดจนใช้สอบทวนรายงานกิจกรรมที่ได้ดำเนินการในภาคสนามให้เป็นไปตามขั้นตอนและระเบียบปฏิบัติที่ถูกต้อง รวมทั้งแสดงให้เห็นถึงการค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ได้ดำเนินการไป ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งของรายงานและของมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นด้วย

จำนวนตัวอย่างทั้งหมดต้องได้รับการตรวจวิเคราะห์และจำแนกอย่างถูกต้องสมบูรณ์โดยมีการลงลายมือชื่อของผู้ที่เกี่ยวข้องเป็นหลักฐานบนเอกสารที่กำกับหรือแสดงไว้

ภาพถ่าย แผนที่ แผนที่ และหลักฐานที่จำเป็นต่างๆต้องถูกนำไปใช้ประกอบในการจัดทำรายงาน โดยรายละเอียดของช่วงเวลา วันที่ สถานที่ ประเด็นเนื้อหา และชื่อผู้ถ่ายภาพต้องมีการจดบันทึกไว้ด้วย ส่วนเอกสารภาพถ่ายสามารถใช้ประกอบแสดงสาเหตุของมลพิษ ลักษณะและรูปแบบการตายของปลา และสัตว์น้ำ พื้นที่ขอบเขตและขนาดของความเสียหาย ซึ่งเป็นหลักฐานที่มีประโยชน์และมีน้ำหนักอย่างยิ่งในขั้นตอนของการเรียกร้องค่าเสียหายในชั้นศาล

2.5 การประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสาร

การเกิดเหตุการณ์ปลาและสัตว์น้ำตายในแหล่งน้ำธรรมชาตินั้นจะได้รับความสนใจจากสื่อมวลชนและเป็นข่าวที่สาธารณชนติดตามให้ความสนใจเช่นกัน ดังนั้นในการดำเนินการติดตามหาสาเหตุและประเมินความเสียหายควรมีการกำหนดหรือมอบหมายบุคคลที่จะเป็นผู้นำในการให้ข่าวหรือประชาสัมพันธ์ความก้าวหน้าของการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับประเด็นความเสียหายที่เกิดขึ้น เพื่อไม่ทำให้เกิดความสับสนหรือความผิดพลาดของข้อมูลข่าวสาร ซึ่งอาจจะมีผลต่อเนื่องถึงการเรียกร้องความเสียหายที่จะมีต่อไปในอนาคต



1. กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ
แบบ Kemmerer



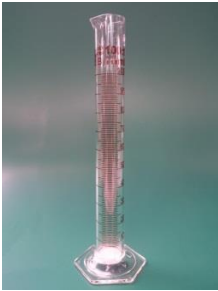
2. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ



3. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์
ออกซิเจนละลาย



4. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml



5. กระบอกตวงขนาด 100 ml



6. ปิเปต (pipette)



7. ลูกยางสำหรับดูดสารละลาย



8. สารละลายมาตรฐาน



9. Thermometer



10. Conductivity meter



11. pH meter



12. Depth meter



13. Secchi disc



14. เครื่องมือเก็บดิน (Ekman grab)



15. ถุงเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน

ภาพที่ 2 ตัวอย่างเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในพื้นที่ สำหรับการปฏิบัติงานในพื้นที่เกิดเหตุดาและสัตว์น้ำตายในแหล่งน้ำจืด



ภาพที่ 3 ตัวอย่างเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำภาคสนามที่นำไปใช้ปฏิบัติงานการสืบหาสาเหตุ (ถ้ามี) หรือชุดอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายซึ่งอาจเป็นชุดทดสอบภาคสนาม (test kit) หรือชุดอุปกรณ์ที่จัดเตรียมจากห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 4 ตัวอย่างแผนที่แสดงจุดสูมตัวอย่างน้ำเพื่อเปรียบเทียบและประมาณขอบเขตของพื้นที่ลำน้ำที่ได้รับ ความเสียหายในเหตุการณ์ปลาและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด (ดัดแปลงจาก Interpole, 2014)

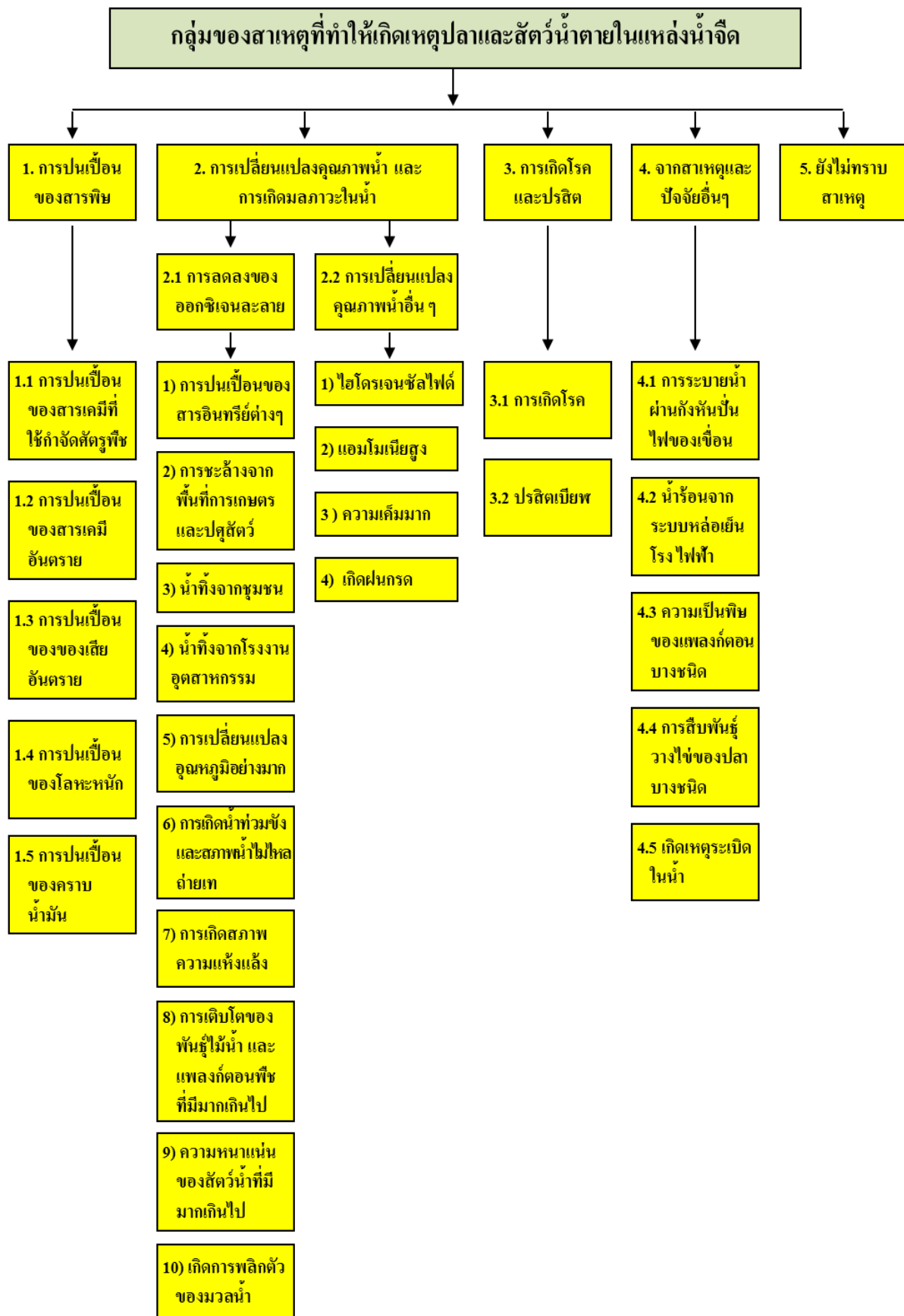
บทที่ 3 การสืบหาสาเหตุการตาย

เมื่อเกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายในแหล่งน้ำซึ่งไม่เป็นไปตามสภาพปกตินั้น เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องสามารถติดตามสืบหาสาเหตุของสาเหตุที่ทำให้เกิดการตายได้ด้วยการสังเกตอาการ พฤติกรรม และตรวจสอบสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำ การติดตามสืบหาสาเหตุการตายของสัตว์น้ำอาจมีหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกันดำเนินการ ดังนั้นความร่วมมือของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงมีความสำคัญต่อความสำเร็จของงานด้วย ในส่วนภารกิจของกรมประมงต้องขึ้นตอนการสืบหาสาเหตุนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบถึงกลุ่มของสาเหตุที่ทำให้เกิดการตายของสัตว์น้ำว่ามาจากกลุ่มเหตุปัจจัยใด มีระดับความรุนแรงมากน้อยเพียงไร และมีขอบเขตพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมากน้อยเท่าใด มีแนวโน้มว่าจะส่งผลกระทบต่อสภาพปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ด้านมลพิษ หรือด้านการระบาดของโรคหรือไม่ อย่างไร ข้อมูลที่ได้จะทำให้สามารถตัดสินใจได้ว่าจะต้องมีการกำหนดมาตรการป้องกันและดูแลทรัพยากรสัตว์น้ำอย่างไร จะต้องควบคุมการระบาดของโรคหรือไม่ ประเด็นเหล่านี้จะช่วยให้สามารถจัดการด้านความปลอดภัยของสาธารณะได้อย่างรวดเร็ว ตลอดจนช่วยลดความห่วงกังวลและผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจที่อาจจะมีการท่องเที่ยวหรืออุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องเนื่องด้วย และประเด็นที่สำคัญอย่างยิ่งก็คือทำให้ทราบขนาดขอบเขตของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่อสัตว์น้ำในแต่ละพื้นที่

3.1 สาเหตุที่ทำให้ปลาและสัตว์น้ำตาย

จากการศึกษาเอกสารที่รวบรวมถึงสาเหตุที่ทำให้ปลาและสัตว์น้ำตายในหลายประเทศได้มีการกล่าวโดยรวมว่า จำนวนเหตุการณ์ประมาณร้อยละ 66.9 นั้นเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เหตุการณ์ร้อยละ 10.1 เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และเหตุการณ์ที่เหลืออีกร้อยละ 23.0 ยังไม่สามารถทราบสาเหตุที่ชัดเจน ส่วนต้นเหตุที่ทำให้เกิดการตายอาจแยกย่อยเป็นกลุ่มๆ ได้ เช่น เกิดจากเหตุมลภาวะที่มาจากการชะล้างพื้นที่เกษตรกรรมร้อยละ 19.5 เกิดจากเหตุความเป็นพิษของแพลงก์ตอนร้อยละ 17.2 เกิดจากการปนเปื้อนของสารเคมีอันตรายร้อยละ 7.1 เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างมากร้อยละ 5.9 เกิดจากการลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายร้อยละ 5.3 เกิดจากโรคและปรสิตร้อยละ 3.6 เกิดจากเกิดก๊าซพิษในแหล่งน้ำร้อยละ 3.6 เกิดจากพฤติกรรมการสืบพันธุ์วางไข่ของปลาบางชนิดร้อยละ 2.4 และเกิดจากผลกระทบของฝนกรดร้อยละ 1.2 ส่วนที่ยังไม่ทราบสาเหตุอีกร้อยละ 23.0 (Thronson and Quigg, 2008; La and Cooke, 2011) และจากการรวบรวมข้อมูลที่สืบค้นจากรายงานปลาตายสามารถนำมาสังเคราะห์และจำแนกกลุ่มของสาเหตุที่ทำให้เกิดการตายของปลาและสัตว์น้ำได้ 5 กลุ่ม ดังนี้ (ภาพที่ 5)

- 1) กลุ่มการปนเปื้อนของสารพิษ เช่น สารเคมีกำจัดศัตรูพืช สารเคมีอันตรายต่างๆ (แอมโมเนีย ไซยาไนต์ คลอรีน) และของเสียอันตราย
- 2) กลุ่มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ ซึ่งแยกออกได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มการลดลงของปริมาณออกซิเจนละลาย และกลุ่มการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์คุณภาพน้ำด้านอื่นๆ
- 3) กลุ่มการเกิดโรคและปรสิต
- 4) กลุ่มที่มีสาเหตุอื่นๆ เช่น การระเบิด การระบายน้ำของเขื่อน การสืบพันธุ์วางไข่ เป็นต้น
- 5) กลุ่มที่ไม่ทราบสาเหตุปัจจัย



ภาพที่ 5 แผนภูมิแสดงสาเหตุและกลุ่มของสาเหตุที่ทำให้เกิดการตายของปลาและสัตว์น้ำในพื้นที่แหล่งน้ำจืด

3.1.1 สาเหตุจากการลดลงของปริมาณออกซิเจนในน้ำ (oxygen depletion)

ปริมาณออกซิเจนละลายที่มีในน้ำเกิดจากการแพร่ของออกซิเจนจากชั้นบรรยากาศสู่ชั้นของมวลน้ำ การละลายของออกซิเจนขึ้นอยู่กับระดับของแรงดันบรรยากาศหรือระดับความสูงของที่ตั้งแหล่งน้ำ อุณหภูมิ และความเค็ม เช่น ที่อุณหภูมิระดับ 20°C ที่ระดับหนึ่งแรงดันบรรยากาศ ปริมาณออกซิเจนละลายที่สามารถมีได้ในน้ำทะเลจะมีประมาณ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร และในน้ำจืดจะมีประมาณ 9 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายที่มีในน้ำจะมีจำนวนลดลงประมาณ 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร ในทุกๆ อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น 10°C (ตารางที่ 3 และ 4)

ตารางที่ 3 ปริมาณออกซิเจนละลายที่มีได้ในน้ำจืดที่ระดับอุณหภูมิต่างๆกัน ที่ระดับหนึ่งแรงดันบรรยากาศ

อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)	ค่า DO ที่ 100 % ของระดับอิ่มตัว (มก./ล.)	ค่า DO ที่ 80 % ของระดับอิ่มตัว (มก./ล.)	ค่า DO ที่ 30 % ของระดับอิ่มตัว (มก./ล.)
0	14.6	11.68	4.38
5	12.8	10.24	3.84
10	11.3	9.04	3.39
15	10.1	8.08	3.03
20	9.1	7.28	2.73
25	8.3	6.64	2.49
30	7.6	6.08	2.28
35	7.0	5.60	2.10
40	6.5	5.20	1.95
45	6.0	4.80	1.80

ที่มา : Barril (2012)

ตารางที่ 4 สถานภาพด้านสภาวะออกซิเจนที่ละลายในน้ำตามระดับชั้นน้ำและการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

ระดับสภาวะของ ออกซิเจนในน้ำ	ปริมาณการ ละลายของ ออกซิเจน (%)	ค่า DO (มก./ล.) ที่ 25°C และหนึ่ง แรงดันบรรยากาศ	หมายเหตุ
สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน	0%	0	สัตว์น้ำทุกชนิดตาย
สภาวะที่มีออกซิเจน น้อยมากอย่างยิ่ง	$> 0\%$ แต่ $< 1\%$	-	ขอบเขตระหว่างชั้นน้ำที่ไม่มีออกซิเจน กับชั้นน้ำที่ขาดออกซิเจน
สภาวะที่ขาดออกซิเจน	1% - 30%	0.07 – 2.28	สัตว์น้ำส่วนใหญ่ไม่สามารถอยู่อาศัยที่ระดับ ออกซิเจนต่ำกว่า 30% ของระดับอิ่มตัวได้
สภาวะที่มีออกซิเจนเพียง พอต่อสุขภาพสัตว์น้ำ	80%	6.64	ปกติของสัตว์น้ำต้องการออกซิเจนอยู่ ระหว่าง 3 - 5 มก./ล.

ที่มา : Barril (2012)

พันธุ์ปลาน้ำจืดหลายชนิดจะมีความเครียดเมื่อปริมาณออกซิเจนละลายมีค่าต่ำกว่า 2-3 มิลลิกรัมต่อลิตร และเริ่มมีความเครียดมากขึ้นหากปริมาณออกซิเจนละลายมีค่าต่ำกว่า 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลานาน โดยทั่วไปปลาและสัตว์น้ำสามารถทนทานต่อสภาพที่มีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำได้ในช่วงสั้นๆ เท่านั้น จากนั้นจะเกิดการหายใจไม่ออกและตายในที่สุด ยกเว้นกลุ่มพันธุ์ปลาที่มีอวัยวะช่วยหายใจ จะอยู่ได้ยาวนานขึ้น เช่น ปลาช่อน ปลาดุก และปลาหมอ เป็นต้น ดังนั้นการลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายที่มีในน้ำที่มีระดับที่ต่ำกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ปลาและสัตว์น้ำเริ่มลอยหัวขึ้นสู่ผิวน้ำ มีพฤติกรรมสูบอากาศเพื่อช่วยหายใจ แต่ถ้ายังคงสภาพดังกล่าวเป็นเวลานานก็จะทำให้เริ่มทยอยตาย โดยกลุ่มปลาที่มีความอ่อนไหวจะเริ่มได้ผลกระทบและตายก่อน และถ้าหากมีค่าปริมาณออกซิเจนละลายต่ำกว่า 0.3-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ปลาและสัตว์น้ำเริ่มตายเป็นจำนวนมากในช่วงเวลาอันสั้น

ดังนั้นการลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายที่มีในน้ำจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ปลาและสัตว์น้ำตายเป็นจำนวนมากได้ โดยปกติปริมาณออกซิเจนละลายจะมีการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน ซึ่งมีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ อุณหภูมิอากาศ และแสงแดด และถ้าหากมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ลงสู่แหล่งน้ำจำนวนมากก็จะเป็นสาเหตุให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าลดลงอย่างมากด้วย เนื่องจากจุลินทรีย์ในน้ำจะย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนแล้วขยายจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้มีปริมาณการใช้ออกซิเจนในน้ำในบริเวณที่มีการปนเปื้อนเป็นจำนวนมาก ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของบริเวณดังกล่าวจึงมีเหลืออยู่น้อยจนไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตของปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ

3.1.2 สาเหตุจากการเกิดโรคและปรสิต (diseases and parasites)

ปลาและสัตว์น้ำสามารถติดเชื้อหรือเป็นโรคได้ทั้งจากเชื้อไวรัส แบคทีเรีย และเชื้อรา รวมทั้งปรสิตที่เข้ามาเบียดหรืออยู่อาศัยในร่างกายหรือในอวัยวะส่วนต่างๆ ของสัตว์น้ำ เช่น โปรโตซัว หนอนสมอ เห็บ หรือพยาธิต่างๆ สิ่งเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้ในแหล่งน้ำจืดหลายแห่ง ปลาและสัตว์น้ำที่ได้รับ ความเครียดจากสภาพแวดล้อมก็จะมีอาการอ่อนแอและติดเชื้อได้ง่าย ลักษณะที่บ่งชี้ถึงการเป็นโรคสามารถสังเกตได้จากอาการเจ็บป่วย เช่น เกล็ดหลุด ชุบผอม เติบโตแบบผิดปกติ หรือมองเห็นปรสิตภายนอกเกาะอยู่ มีพฤติกรรมผิดปกติไม่เคลื่อนไหว สูบอากาศ ลอยหัว หรือหงายท้อง เป็นต้น ในฟาร์มเลี้ยงปลาซึ่งมีจำนวนที่หนาแน่น การเกิดโรคและการระบาดของปรสิตจะกระจายได้รวดเร็ว และทำให้เกิดการตายของปลาจำนวนมากได้ สัญญาณเตือนที่แสดงอาการป่วยของปลาจากการเกิดโรคและปรสิตเบียดเบียนสังเกตได้จาก สีตัวจางซีดลง มีแผล เกล็ดบวมแดง มีเลือดไหล มีจุดขาวจุดดำข้างลำตัว รูปร่างผิดปกติ ตัวบวม เหงือกบวม ตาโต พฤติกรรมอยู่อาศัยผิดปกติ ลอยหัว หรือออกันอยู่ที่บริเวณขอบบ่อหรือทางน้ำเข้า ว่ายน้ำควง ส่วน สูญเสียการทรงตัว ล้น ชักกระตุก และไม่กินอาหาร เป็นต้น

3.1.3 สาเหตุจากการปนเปื้อนของสารพิษ (toxins)

ผลจากการชะล้างของน้ำผ่านพื้นที่เกษตรกรรม น้ำทิ้งจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม การฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและฆ่าแมลง และการปนเปื้อนจากวัตถุอันตรายในแหล่งน้ำ สามารถชักนำให้เกิดความเป็นพิษในน้ำและมีผลให้ปลาและสัตว์น้ำตาย รวมทั้งกลุ่มสาหร่ายหรือแพลงก์ตอนพืชบางชนิดก็อาจผลิตสารพิษที่เป็นอันตรายให้ปลาตายได้ด้วยเช่นกัน

บ่อยครั้งที่มนุษย์เป็นผู้ชักนำให้เกิดเหตุการณ์ปลาตายด้วยการฉีดพ่นสารเคมีและเกิดการปนเปื้อนลงแหล่งน้ำ ทำให้มีความเป็นพิษทันทีต่อปลาและสัตว์น้ำ กลุ่มของสารประกอบไซยาไนด์ก็มีความเป็นพิษต่อปลาทำให้เหงือกไม่สามารถแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนได้ ส่วนคลอรีนในรูปของสารละลายแอลคาไลด์ไฮโปคลอไรท์ก็มีความเป็นพิษอย่างยิ่งต่อเหงือกปลาเช่นกัน ทำให้สูญเสียเมือกและส่งผลให้ระบบการผลิตเมือกทำงานล้มเหลว ส่วนสารละลายหรือก๊าซแอมโมเนียที่ปนเปื้อนลงแหล่งน้ำจะมีผลทำให้สัตว์น้ำตายได้ในทันที

3.1.4 สาเหตุจากพิษน้ำที่มีจำนวนมากหรือเกิดสาหร่ายสะพรั่ง (algae blooms and red tides)

การเกิดสาหร่ายสะพรั่งคือปรากฏการณ์ที่เกิดมีสาหร่ายหรือแพลงก์ตอนพืชจำนวนมากเติบโตขึ้นมาในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะที่บริเวณชั้นผิวหน้าของน้ำ เป็นเหตุการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นในธรรมชาติของแหล่งน้ำทั่วไป สืบเนื่องจากมีความสมบูรณ์ของสารอาหารจำนวนมากในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะในแหล่งน้ำระบบปิดแบบหนอง บึง หรือลำน้ำในช่วงฤดูร้อนที่มีปริมาณสารอาหารเข้าสู่แหล่งน้ำจำนวนมาก แล้วโน้มนำให้เกิดการขยายตัวของแพลงก์ตอนอย่างมาก มีแพลงก์ตอนพืชบางชนิดสามารถผลิตสารพิษออกมา แต่สาเหตุที่ทำให้ปลาตายส่วนใหญ่มาจากการขาดออกซิเจนในน้ำ ซึ่งมีสาเหตุมาจากปริมาณสาหร่ายที่มีจำนวนมากได้ดึงออกซิเจนไปใช้ในการหายใจ และจากการตายของสาหร่ายแล้วย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในน้ำก็ทำให้มีการใช้ออกซิเจนในน้ำเพิ่มขึ้นด้วย จึงมีผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่ในน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของปลาและสัตว์น้ำ บางครั้งเหตุการณ์สาหร่ายสะพรั่งอาจเกิดร่วมกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่สูงขึ้นในแหล่งน้ำ แต่ในแหล่งน้ำแบบน้ำทะเลอาจจะเกิดสาหร่ายพิษในกลุ่มของไดโนแฟกเจลเลตที่ทำให้ปลาตายได้ด้วย หรือไม่ก็เกิดเหตุ red tide จากสาหร่ายในกลุ่มไดโนแฟกเจลเลตในชนิด *Karenia brevis* และ *Alexandrium fundyense*

3.1.5 สาเหตุจากปริมาณของเสียชีวภาพ (biological decay)

การปนเปื้อนจำนวนมากของน้ำทิ้ง ของเสียชีวภาพ หรือสารอินทรีย์ จะชักนำให้เกิดการลดลงของปริมาณออกซิเจนในน้ำ โดยกลุ่มของจุลินทรีย์ในน้ำจะใช้ออกซิเจนที่มีในน้ำในการย่อยสลายสารอินทรีย์ดังกล่าว ดังเช่น การเกิดเหตุการณ์ปนเปื้อนของน้ำตาลหรือกากน้ำตาลลงในแหล่งน้ำ และการเติบโตอย่างรวดเร็วของกลุ่มแพลงก์ตอนพืชจะมีผลทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายที่มีในน้ำลดลงเช่นกัน

3.1.6 สาเหตุจากพฤติกรรมการวางไข่ของปลาบางชนิด (spawning fatalities)

พันธุ์ปลาบางชนิดหลังจากมีพฤติกรรมการสืบพันธุ์วางไข่แล้วจะตายลง ซึ่งการตายดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นในวงจรชีวิต สืบเนื่องจากปลาได้ใช้พลังงานที่มีทั้งหมดไปกับกิจกรรมการสืบพันธุ์วางไข่ ทั้งการเกี้ยวพาราสี การสร้างรัง การวางไข่และปล่อยน้ำเชื้อ ซึ่งปกติปลาจะมีความอ่อนแอและมีความเปราะบางอย่างมากภายหลังการสืบพันธุ์วางไข่ ไม่สามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ตามสภาพปกติ เช่น กลุ่มปลาแซลมอนที่ปลาเพศเมียจะตายทันทีหลังจากการวางไข่

3.1.7 สาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างมาก (water temperature)

การเกิดเหตุปลาตายอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็วหรืออยู่ในภาวะที่มีอุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน โดยทั่วไปน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำจะมีการละลายของออกซิเจนในอากาศได้มากกว่าน้ำที่มีอุณหภูมิสูง ดังนั้นในช่วงเวลาที่น้ำมีอุณหภูมิสูงมากเป็นเวลานานก็จะชักนำไปสู่ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์น้ำได้ และถ้าสัตว์น้ำยังมีปริมาณความหนาแน่นมากขึ้นก็จะยิ่งชักนำไปสู่ปริมาณออกซิเจนมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์น้ำมากขึ้นด้วย

3.1.8 สาเหตุจากการเกิดเหตุระเบิดใต้น้ำ (underwater explosions)

การเกิดเหตุระเบิดใต้น้ำสามารถชักนำไปสู่การตายของปลาเป็นจำนวนมากได้ ซึ่งเป็นผลมาจากถุงลมที่ใช้ในการว่ายน้ำได้รับการกระทบกระเทือนอย่างรุนแรง การใช้ระเบิดจับปลาเป็นสิ่งที่ผิดกฎหมาย แต่อย่างไรก็ตามการเกิดระเบิดใต้น้ำก็อาจเกิดจากอุบัติเหตุได้ เช่น จากการก่อสร้าง จากการทดสอบแผ่นดินไหว และการทำเหมืองแร่ เป็นต้น

3.1.9 สาเหตุจากความแออัดและความหนาแน่นของประชากรสัตว์น้ำที่มีมากเกินไป (droughts and overstocking)

สาเหตุจากความแออัดและการมีประชากรสัตว์น้ำที่ระดับความหนาแน่นมากเกินไปสามารถเป็นเหตุให้เกิดการตายของปลาในแหล่งน้ำจืดได้ ความแออัดมีผลให้แหล่งน้ำธรรมชาติมีพื้นที่และปริมาตรน้ำลดลง ถึงแม้ว่าในน้ำจะยังคงมีปริมาณออกซิเจนละลายที่เพียงพอก็ตาม แต่บางครั้งการลดลงของปริมาตรน้ำก็จะทำให้ไม่มีพื้นที่น้ำเหลือเพียงพอต่อการดำรงชีวิตของประชากรสัตว์น้ำ ความแออัดมักเกิดร่วมกับสถานการณ์ที่มีอุณหภูมิสูงมากขึ้น ซึ่งมีผลให้ค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำลดลง ในแม่น้ำที่มีกระแสน้ำไหลเอื่อยมากจะมีโอกาสทำให้ความสามารถในการเจือจางน้ำทิ้งหรือน้ำเสียจากแหล่งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมลดลง และมีผลให้มีปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีการใช้ออกซิเจนเพื่อการย่อยสลายเพิ่มขึ้น และทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายที่เหลือในน้ำลดลง จนไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์น้ำได้เช่นกัน

3.1.10 สาเหตุจากการพลิกตัวของมวลน้ำ (turn over)

การพลิกตัวของมวลน้ำสามารถเกิดขึ้นได้ในแหล่งน้ำทั่วไป โดยเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศอย่างรวดเร็วหรือทันทีทันใด เช่น การเกิดฝนตกหนักเป็นเวลานาน จนทำให้อุณหภูมิลดลง น้ำมีระดับต่ำกว่าอุณหภูมิที่พื้นท้องน้ำ จึงเป็นเหตุให้เกิดการพลิกตัวของมวลน้ำ ชักนำให้มวลอินทรีย์สารจำนวนมากที่สะสมและจมตัวอยู่ที่พื้นท้องน้ำเป็นเวลานานจากการแบ่งชั้นน้ำในแหล่งน้ำที่มีความลึกมากสามารถลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำ ทำให้เกิดความสมบูรณ์ของอาหารธาตุต่างๆ ที่มากเกินไปอย่างมากมายในชั้นผิวน้ำ มีลักษณะเช่นเดียวกันกับสาเหตุการปนเปื้อนของอินทรีย์สารลงในแหล่งน้ำ เช่น น้ำทิ้ง หรือการปนเปื้อนของน้ำตาล มีผลให้เกิดการขาดออกซิเจนอย่างมากและเป็นบริเวณกว้างในแหล่งน้ำ ส่งผลให้เกิดการตายของสัตว์น้ำเป็นจำนวนมากทั่วทั้งแหล่งน้ำได้

3.1.11 สาเหตุจากการเกิดน้ำท่วมและน้ำเน่าขัง

การเกิดเหตุก็มีลักษณะเช่นเดียวกันหรือมีความคล้ายคลึงกับการเกิดเหตุจากความแห้งแล้ง การพลิกตัวของมวลน้ำ ของเสียชีวภาพ หรือการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ ซึ่งส่งผลให้เกิดการขาดออกซิเจนในแหล่งน้ำและทำให้ปลาและสัตว์น้ำตายในที่สุด

3.2 หลักฐานที่ได้จากการสังเกต

ข้อมูลและหลักฐานเบื้องต้นที่ใช้ประกอบการพิจารณาสืบหาสาเหตุการตายของปลาและสัตว์น้ำ คือ สภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำ ลักษณะอาการ และสภาพการตายของสัตว์น้ำที่ได้รับผลกระทบ สาเหตุที่ทำให้ปลาและสัตว์น้ำตายสามารถพิจารณาได้จากประเด็นต่างๆ ดังนี้

- สถานที่และเวลาที่พบมีสัตว์น้ำตาย
- ขนาดและความลึกของแหล่งน้ำว่ามีขนาดเท่าไร และมีต้นน้ำมาจากที่ใด
- อุณหภูมิของน้ำช่วงเวลาที่เกิดเหตุเป็นเท่าไร
- จำนวนชนิดและปริมาณพืชน้ำเป็นอย่างไร (แสดงด้วยร้อยละของพื้นที่หรือน้ำหนักเป็นกิโลกรัม)
- ข้อมูลล่าสุดของการฉีดพ่นปุ๋ย/สารเคมีทางการเกษตร/หรือการปล่อยของเสียเป็นอย่างไร
- ข้อมูลล่าสุดของสภาพอากาศร้อน/หนาว/พายุ มีหรือไม่ อย่างไร
- สัตว์น้ำชนิดใดตายบ้าง สัตว์น้ำชนิดเดียวตายใช่หรือไม่ สัตว์น้ำทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ตายใช่หรือไม่
- บริเวณใดของแหล่งน้ำที่พบสัตว์น้ำตาย (ผิวน้ำ ก้นบ่อ ริมตลิ่ง หรือทางน้ำไหล)
- ยังพบสัตว์น้ำที่มีอาการกำลังจะตายอยู่อีกหรือไม่
- สัตว์น้ำลอยตัวสูบอากาศที่ผิวน้ำหรือไม่
- สัตว์น้ำมีอาการว่ายน้ำหรือมีพฤติกรรมอื่นๆ ผิดปกติหรือไม่
- ตามร่างกายของสัตว์น้ำพบมีแผล มีเนื้องอก บ้างหรือไม่
- สัตว์น้ำตายบริเวณต้นน้ำหรือปลายน้ำมากกว่ากัน

นอกจากข้อมูลที่ได้กล่าวมาแล้ว ในการสืบหาสาเหตุและการสังเกตอาการสัตว์น้ำที่ตาย ยังสามารถสืบค้นจากข้อมูลหลักฐานด้านสภาพแวดล้อมในพื้นที่เพิ่มเติมได้อีกดังนี้

3.2.1 หลักฐานทางกายภาพ

- ใบบันทึกสภาพพันธุ์ไม้โดยรอบแหล่งน้ำและในแหล่งน้ำ (ทั้งที่มีอยู่ที่ตายไป หรือที่กำลังตาย)
- ถ้าเคยมีการใช้สารเคมีกำจัดแมลงหรือศัตรูพืชบริเวณใกล้แหล่งน้ำ ใบบันทึกทิศทางของการระบายน้ำจากพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมี
- ใบบันทึกทิศทางทางไหลของน้ำจากแหล่งการใช้สารเคมีกำจัดแมลงหรือศัตรูพืช
- ใบบันทึกการก่อสร้างของโครงการต่าง ๆ ที่อยู่บริเวณใกล้เคียง เช่น การสร้างถนน

- ให้บันทึกสี กลิ่น การผุดของฟองอากาศจากพื้นบ่อหรือแหล่งน้ำ
- ให้บันทึกปริมาณออกซิเจนละลายและอุณหภูมิน้ำที่ระดับความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร ในช่วงเวลาตอนเช้ามีดก่อนพระอาทิตย์ขึ้น และเวลาเย็นก่อนพระอาทิตย์ตก

3.2.2 หลักฐานทางชีวภาพ

- ให้บันทึกชนิดและจำนวนสัตว์น้ำที่ตาย รวมทั้งสัตว์อื่นที่ตายในบริเวณแหล่งน้ำนั้น
- ให้บันทึกขนาด (น้ำหนัก ความยาว) ของสัตว์น้ำที่ตาย แยกเป็นรายชนิด
- ให้บันทึกลักษณะที่ผิดปกติของสัตว์น้ำที่ตาย (ทั้งภายนอก ภายใน ช่องปาก และเหงือก)
- ให้บันทึกลักษณะการเน่าสลายของสัตว์น้ำ และประเมินว่าตายมาแล้วนานเท่าใด
- ให้บันทึกลักษณะการว่ายน้ำของสัตว์น้ำที่ผิดปกติ (เช่น ว่ายน้ำอยู่ผิวน้ำ ลอยตัวสู่อากาศ กระโดดขึ้นจากน้ำ)
- ให้บันทึกต้นไม้ที่กำลังจะตาย (ใช้ทิศทางการไหลของสารอันตรายที่ปนเปื้อนมากับน้ำ)

3.2.3 หลักฐานทางสิ่งแวดล้อม

- ให้บันทึกการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศช่วงเกิดเหตุ เช่น มีพายุ มีฟ้าผ่า
- ให้บันทึกสภาพอากาศก่อนเกิดเหตุ เช่น อุณหภูมิ เมฆปกคลุม ทิศทางลม ความเร็วลม ในช่วง 1-7 วัน ก่อนเกิดเหตุ
- ให้บันทึกสีของน้ำ และความขุ่นของน้ำ (น้ำใส น้ำขุ่นจากตะกอนดิน)
- ให้บันทึกการจัดการแหล่งน้ำที่ผ่านมาก่อนเกิดเหตุ (เช่น การใช้สารเคมีทางการเกษตร)
- บันทึกการจัดการหรือการใช้ประโยชน์พื้นที่รอบแหล่งน้ำ (การใส่ปุ๋ยหรือสารเคมี ในนา ข้าว สวนผลไม้ สนามหญ้า โรงงานอุตสาหกรรม)
- ให้บันทึกการใช้สารเคมีและชื่อของสารที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ รอบแหล่งน้ำ

3.3 การวินิจฉัยลักษณะการตาย

ในทางปฏิบัติของการสืบหาสาเหตุการตายอาจจะเป็นการยากที่จะวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดที่เก็บรวบรวมมาจากพื้นที่ว่ามีสาเหตุการตายมาจากอะไร การตายของสัตว์น้ำหลายชนิดพร้อมๆ กันนั้น มีความเป็นไปได้ว่าจะมีสาเหตุมาจากสภาพสิ่งแวดล้อมในด้านใดด้านหนึ่ง แต่ถ้าหากการตายของปลาและสัตว์น้ำพบเป็นรายชนิดก็มักจะมีสาเหตุมาจากการเกิดโรคหรือปรสิตที่เฉพาะเจาะจง ดังนั้นในการวินิจฉัยสาเหตุในเบื้องต้นอาจใช้แนวทางการจำแนกในระดับกลุ่มของสาเหตุออกมาก่อนดังในตารางที่ 5, 6 และ 7 หลังจากสามารถจำแนกหรือกำหนดกลุ่มของสาเหตุการตายของสัตว์น้ำในเบื้องต้นได้แล้ว จึงค่อยสืบค้นในรายละเอียดเพื่อค้นหาต้นเหตุที่แท้จริงต่อไป

ตารางที่ 5 ลักษณะอาการและพฤติกรรมของปลาและสัตว์น้ำรวมทั้งพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ใช้ประกอบการพิจารณาจำแนกกลุ่มของสาเหตุการตายของปลาและสัตว์น้ำในแหล่งน้ำจืด

ลักษณะและพฤติกรรมที่ใช้พิจารณา	กลุ่มของสาเหตุที่ทำให้ปลาและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด			
	จากการลดลงอย่างมากของปริมาณออกซิเจนละลายที่มีในน้ำ	จากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของกลุ่มแพลงก์ตอนพืช	จากความเป็นพิษของสารเคมีและวัตถุอันตราย	จากการเกิดโรคและปรสิตในแหล่งน้ำ
ลักษณะอาการว่ายนํ้าของปลา	อ้าปากสูบน้ำและอากาศ ว่ายนํ้าใกล้ผิวนํ้า	ว่ายนํ้าไม่มีทิศทาง	ว่ายนํ้าไม่มีทิศทาง มีอาการชักเกร็ง	ว่ายนํ้าหรือหมุนควง ไม่มีทิศทาง
ขนาดของปลาที่ตาย	ปลาขนาดใหญ่ตายก่อน พบปลาหลายชนิดตาย	ปลาขนาดเล็กตายก่อน	ปลาขนาดเล็กตายก่อน ปลากินเนื้อจะตายก่อน	ปลาทุกขนาดตาย
ความเฉพาะเจาะจงที่มีต่อชนิดพันธุ์ปลาและสัตว์น้ำ	ไม่มีความเฉพาะต่อชนิดปลา ถ้าเป็นปลาในปลาจืดจะมีโอกาสรอดตายบ้าง ปลาชนิดที่มีอวัยวะช่วยหายใจ (ปลาหมอ ปลาอุก ปลาช่อน) จะมีชีวิตอยู่ได้	ไม่มีความเฉพาะต่อชนิดปลา ปลาทุกชนิดได้รับผลกระทบ	โดยปกติโอกาสที่จะมีปลาชนิดใดชนิดหนึ่งตายก่อนชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะปลากินเนื้อจะไวต่อพิษสารเคมีกว่าปลากินพืช	โดยปกติมีโอกาสที่มีปลาชนิดเดียวตาย
ช่วงเวลาที่ปลาอาจมีการตาย	เวลากลางคืน และช่วงเวลาเช้า	ช่วงเวลามีแสงอาทิตย์ ประมาณ 09:00-17:00 น.	ทุกเวลา ทั้งกลางวันและกลางคืน	ช่วงเวลาที่ปลาเกิดความเครียด
ระดับความอุดมสมบูรณ์ของแพลงก์ตอน	สาหร่ายและตะไคร่นํ้าจะตาย	จะเกิดมีสาหร่ายหรือตะไคร่นํ้าชนิดเดียวจำนวนมาก	ยาฆ่าแมลง / สารเคมี อาจฆ่าสาหร่ายและตะไคร่นํ้าตาย	ไม่มีผล
ปริมาณออกซิเจนละลายที่มีในน้ำ	ปริมาณทั่วไปจะมีค่าน้อยกว่า 2 มก./ล.	มีค่า 12 - 14 มก./ล.	มีค่า 8 - 10 มก./ล.	ไม่มีผล
ความเป็นกรดด่างของน้ำ	6.0 - 8.3	> 9.0	7.5 - 9.0	ไม่มีผล
สีของน้ำ	สีน้ำตาล สีเทา หรือสีดำ	สีเขียวคล้ำ สีน้ำตาลหรือสีทอง	น้ำใส ไม่มีสี มีสีเขียวอ่อน หรือสีน้ำตาลอ่อน	ไม่มีผล

ที่มา : Meyer and Barclay (1990); Purdue University (2009)

ตารางที่ 6 สภาพแวดล้อมที่สามารถสังเกตและบ่งบอกถึงสาเหตุที่มาของการตายของปลาและสัตว์น้ำ

สภาพแวดล้อม	สาเหตุที่อาจเป็นไปได้
สัตว์น้ำตายทันทีจำนวนมากในเวลาอันสั้น ก่อนแสดงอาการให้เห็นไม่นาน พบปลายังมีชีวิตอยู่ผิวน้ำทั่วไป หรืออยู่พื้นบ่อ และอาจเสียการทรงตัว เชื่องซึม ไม่กินอาหาร	1) พืชเลียบบ่อ ตรวจสอบคุณภาพน้ำ (แอมโมเนีย ออกซิเจน) และหาร่องรอยของปรสิตหรือปรสิตตามตัวสัตว์น้ำ ถ้าเป็นไปได้ควรรับชั้นสูตรปลาที่ตายใหม่ ถ้าไม่พบเชื้อโรคสันนิษฐานว่าเกิดจากมลพิษในน้ำ ให้ส่งตัวอย่างสัตว์น้ำไปตรวจหาสารพิษ 2) ค่าออกซิเจนละลายต่ำ ควรวัดความลึกน้ำ และวัดปริมาณออกซิเจนละลายช่วงเช้ามีดก่อนพระอาทิตย์ขึ้น จะเป็นช่วงที่มีค่าออกซิเจนละลายต่ำที่สุด 3) โรคที่เกิดจากแบคทีเรีย การวินิจฉัยต้องใช้ปลาที่ยังมีชีวิตอยู่ และเก็บตัวอย่างเชื้อโรคจากอวัยวะส่วนต่างๆ ของปลา เก็บไว้ในภาชนะที่สะอาด
ปลาและสัตว์น้ำขึ้นสู่ผิวน้ำ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิดที่มีขนาดใหญ่) และสูบอากาศ รวมทั้งตรวจสอบพบปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำบริเวณนั้นมีปริมาณต่ำมาก	สารอินทรีย์ในน้ำทำให้ค่าออกซิเจนละลายลดลง ควรตรวจหาแหล่งปนเปื้อนอินทรีย์สาร แหล่งน้ำทิ้งจากบ่อบำบัดของโรงงานอุตสาหกรรม ฟาร์มปศุสัตว์ หรือน้ำทิ้งจากระบบชลประทาน หรือการชะล้างของสาหร่าย
ปลาและสัตว์น้ำขึ้นสู่ผิวน้ำ สูบอากาศ แต่ตรวจสอบพบปริมาณออกซิเจนละลายมีปริมาณที่เพียงพอสำหรับสัตว์น้ำ	มีการรั่วไหลของน้ำมันร่วมกับน้ำที่มีความเป็นกรดจัด
พบสัตว์น้ำลอยตายหลังจากมีฝนตกหนัก	สารฆ่าแมลง หรือ สารเคมีต่างๆ อาจมีการปนเปื้อนลงสู่ น้ำจากพื้นที่เกษตรกรรมใกล้เคียง หรือจากอุปกรณ์เครื่องฉีดพ่น หรือจากการรั่วไหลขณะที่ฉีดพ่น หรือตะกอนของเสียจากแหล่งเก็บอาจถูกทำให้ฟุ้งกระจาย
บริเวณผิวน้ำมีคราบน้ำมันให้เห็น	อาจมีการรั่วไหลของน้ำมันและสารปิโตรเลียมจากการกลั่น หรือจากท่อส่ง หรือจากรถบรรทุกขนส่งน้ำมันลงสู่แหล่งน้ำ
บริเวณสองฝั่งลำน้ำและพื้นที่ตอมน้ำมีวัสดุเคลือบผิวหน้าสีส้ม ค่าความนำไฟฟ้าสูงมาก	น้ำมีความเป็นกรด อาจได้รับการปนเปื้อนมาจากพื้นที่แหล่งใกล้เคียง หรือจากการปนเปื้อนของสารเคมี
คุณภาพน้ำมีค่าความเป็นกรดต่ำ โดยอาจพบหรือไม่พบการเคลือบผิวหน้าสีส้ม แต่มีสภาพน้ำใสมาก	ปริมาณออกซิเจนละลายอาจลดลงบ้าง แต่ก็มีกรณีในบางพื้นที่ตลอดเวลา ควรตรวจหาแหล่งสารอินทรีย์ของพื้นที่ตอนบน รวมทั้งตรวจวัดแอมโมเนียซึ่งอาจมีความเข้มข้นมากขึ้น ทำให้มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ เช่น จากแหล่งปศุสัตว์

สภาพแวดล้อม	สาเหตุที่อาจเป็นไปได้
พบเฉพาะปลาที่มีขนาดเล็กลอยตายบริเวณริมฝั่ง และสภาพอากาศหนาวเย็นมากๆ	ปลาตายจากสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำมาก
ปลาขนาดเล็กจำนวนมากตายบริเวณท้ายเขื่อนหรือท้ายโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยมวลน้ำที่มีอุณหภูมิสูง (น้ำร้อน)	ปลาและสัตว์น้ำตาย เนื่องจากเดินทางผ่านช่วงประตูระบายน้ำของเขื่อน หรือใบจักรเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และผ่านช่วงน้ำที่มีอุณหภูมิสูงมาก
การตายของสัตว์น้ำมีจำเพาะในบางชนิดหรือในบางขนาดของประชากรสัตว์น้ำ	ปลาอาจตายจากสภาพความเครียดจากพฤติกรรมการสืบพันธุ์วางไข่ที่มีการเดินทางอย่างยาวไกล

ที่มา : กรมประมง (2555)

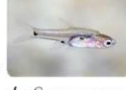
ตารางที่ 7 การสังเกตลักษณะอาการของปลาที่ตายเพื่อบ่งบอกถึงสาเหตุที่มาของการตายที่เกิดขึ้น

ลักษณะอาการของปลาที่ตาย	สาเหตุที่อาจเป็นไปได้
มีฟิล์มสีขาวเคลือบบนเหงือก, ผิวหนัง และปาก	กรด, โลหะหนัก หรือ trimetopphenal
เนื้อเยื่อหุ้มเหงือกถูกทำลาย	ทองแดง, ตะกั่ว, สังกะสี, ผงซักฟอก, แอมโมเนีย และควินโนลีน
เหงือกเป็นสีแดงคล้ำ	ออกซิเจนละลายต่ำ, ฟีนอล, p-cresol และแนฟทอลีน
เหงือกเป็นสีแดงใส	ไซยาไนด์
เหงือกเป็นสีเหลือง	ดีลดริน
แผ่นปิดเหงือกบวม	ฟีนอล, ครีซอล, แอมโมเนีย, ไซยาไนด์
การตกเลือดจากซีเหงือก	ผงซักฟอกต่างๆ
โคลนอุดตันที่เหงือก	น้ำขุ่นมาก, ไฮดรอกไซด์ของเหล็ก
การบวมที่ช่องท้อง	สารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มคลอโรอินเนตไฮโดรคาร์บอน

ที่มา : Enterprise Ireland (2011)

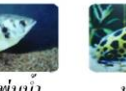
ในส่วนของการเกิดเหตุจากปนเปื้อนของอินทรีย์วัตถุลงในแหล่งน้ำแล้วส่งผลให้แหล่งน้ำเกิดการลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายที่มีในน้ำ ซึ่งจะส่งผลต่อเนื่องให้สัตว์น้ำในแหล่งน้ำนั้นได้รับความเสียหายจากการขาดออกซิเจนเพื่อการหายใจ ระดับความรุนแรงของการเกิดเหตุสามารถสังเกตได้จากชนิดพันธุ์สัตว์น้ำที่ได้รับกระทบได้เช่นกัน ซึ่งมีการจัดแบ่งระดับความรุนแรงออกเป็น 3 กลุ่ม (ภาพที่ 6) คือ

1. กลุ่มที่ทนต่อมลภาวะได้น้อย ถ้าพบสัตว์น้ำกลุ่มนี้ตายแสดงว่าระดับความรุนแรงมีน้อย
2. กลุ่มที่ทนต่อมลภาวะได้ปานกลาง ถ้าพบสัตว์น้ำกลุ่มนี้ตายแสดงว่าระดับความรุนแรงมีปานกลาง
3. กลุ่มที่ทนต่อมลภาวะได้มาก ถ้าพบสัตว์น้ำกลุ่มนี้ตายแสดงว่าระดับความรุนแรงมีมาก

			
ปลากระเบนน้ำจืด	ปลาหมากแดง	ปลาหมอขาว	ปลาน้ำหมึก
			
ปลาแก้มช้ำ	ปลาซิวหางกรรไกร	ปลาจืด	ปลารากกล้วย
			
ปลาเมฆ	ปลาซิวหางแดง	ปลาซิวเคราะสามจุด	ปลาฉิ้งง่อ
			
ปลาบู๋ทราย	กุ้งฝอย	ตัวอ่อนแมลงช้ำปะขาว	ปลาอินทรีหมกขอม่วง

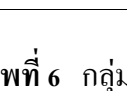
กลุ่มที่ 1

- สัตว์น้ำที่ทนต่อสภาพมลภาวะได้น้อย
- ถ้าพบสัตว์น้ำดังกล่าวตาย แสดงว่าระดับความรุนแรงของน้ำเสียมีน้อย

		
ปลาทู	ปลาเสือพ่นน้ำ	ปลาปักเป้า
		
ปลาเทโพ	ปลากด	ปลากระทุงเหว
		
ปลาตะเพียน	ปลาสร้อยนกเขา	ปลาเขยงข้างลาย
		
ปลาสิงคโปร์	ปลากดหัว	ปลาจิ้มฟันจระเข้
		
ปลาบู่ทอง	ตัวอ่อนแมลงปอ	หอยกาบ

กลุ่มที่ 2

- สัตว์น้ำที่ทนต่อสภาพมลภาวะได้ปานกลาง
- ถ้าพบสัตว์น้ำดังกล่าวตาย แสดงว่าระดับความรุนแรงของน้ำเสียมีอยู่ปานกลาง

	
ปลากระดี่	ปลาเทิ้ม
	
ปลากระสูบจุด	ปลาหมอช้างเหยียบ
	
ปลากระโทง	ปลาหมอ
	
หอยฝาเดียว	ปลานิล
	
ปลาสร้อย	ปลาสร้อย

กลุ่มที่ 3

- สัตว์น้ำที่ทนต่อสภาพมลภาวะได้มาก
- ถ้าพบสัตว์น้ำดังกล่าวตาย แสดงว่าระดับความรุนแรงของน้ำเสียมีมาก

ภาพที่ 6 กลุ่มของปลาและสัตว์น้ำที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ระดับความรุนแรงของการเกิดเหตุมลภาวะในแหล่งน้ำจากการขาดออกซิเจนเพื่อการหายใจ

บทที่ 4 แนวทางประเมินความเสียหาย

เมื่อเกิดเหตุน้ำท่วมและสัตว์น้ำตายหรือได้รับความเสียหายแต่ละครั้ง หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องตลอดจนสาธารณชนจะมีความอยากรู้ถึงปริมาณความเสียหายที่เกิดขึ้นว่ามีจำนวนมากน้อยเพียงไร มีสาเหตุมาจากอะไร ในประเด็นนี้เจ้าหน้าที่ของกรมประมงที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการกิจดังกล่าวจึงต้องสามารถให้ข้อมูลและอธิบายถึงลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นได้ โดยทั่วไปผลกระทบของการเกิดเหตุจะแสดงให้เห็นในรูปของจำนวนสัตว์น้ำที่สูญเสียไป ซึ่งประกอบด้วย ชนิดพันธุ์สัตว์น้ำ จำนวนตัว น้ำหนักรวม น้ำหนักรายชนิด และมูลค่าของความเสียหายที่เกิดขึ้น เป็นต้น

รูปแบบของการเกิดเหตุนั้นยากที่จะคาดเดาได้ล่วงหน้า และเมื่อเกิดขึ้นแล้วก็มีช่วงระยะเวลาดำเนินการที่ค่อนข้างจำกัด จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องจะต้องให้ความสำคัญและต้องเข้าดำเนินการในทันทีเมื่อได้รับแจ้งเหตุ โดยต้องปล่อยวางภารกิจประจำไปก่อนชั่วคราว แล้วเริ่มวางแผนปฏิบัติงานทั้งด้านการให้ความช่วยเหลือ การบรรเทาความเสียหายแก่สัตว์น้ำ และการประเมินความเสียหายของสัตว์น้ำด้วยวิธีที่เหมาะสมสอดคล้องตามสถานการณ์และถูกต้องตามหลักวิชาการ

4.1 แนวคิดและข้อพึงระวัง

การประเมินความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำแต่ละครั้ง เจ้าหน้าที่จำเป็นต้องเข้าดำเนินการให้ทันกับสถานการณ์ เพื่อให้การช่วยเหลือบรรเทาความเสียหาย (ถ้าสามารถกระทำได้) และตรวจนับประเมินปลาและสัตว์น้ำที่ตายและได้รับผลกระทบ ไม่ควรเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุหลังจากเหตุการณ์ผ่านพ้นไปแล้ว เพราะจะทำให้มีความยุ่งยากในขั้นตอนการประเมินความเสียหายมากขึ้น อีกทั้งยังขาดพยานหลักฐานเชิงประจักษ์ส่งผลให้ข้อมูลที่ประเมินได้มีความแม่นยำและความน่าเชื่อถือลดลง และหลักฐานเชิงรูปภาพที่จะแสดงให้เห็นถึงระดับความเสียหายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์ดังกล่าวด้วย

แนวทางและขั้นตอนการดำเนินงานในคู่มือฉบับนี้ได้จำแนกเหตุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านประเภทของแหล่งน้ำที่เกิดเหตุ 2) ด้านลักษณะการเกิดเหตุ และ 3) ด้านการเหลืออยู่ของปลาและสัตว์น้ำที่ตายหรือได้รับผลกระทบ ขั้นตอนของการประเมินความเสียหายไม่ได้ต้องการความรู้ความเข้าใจทางสถิติที่ลึกซึ้งมากนัก เพียงต้องการการคำนวณในระดับค่าเฉลี่ย ค่าสัดส่วน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่านั้น ก่อนเริ่มต้นประเมินมีหลักแนวคิดที่เกี่ยวข้องและมีข้อพึงระวังที่ต้องทำความเข้าใจดังนี้

1. กลุ่มของสาเหตุที่ทำให้ปลาและสัตว์น้ำตาย ถ้าเป็นสาเหตุที่มาจากกลุ่มสารพิษ สารเคมีอันตราย หรือการเกิดโรคในสัตว์น้ำ จำนวนปลาและสัตว์น้ำที่ตายหรือได้รับความเสียหายเกือบทั้งหมดจะยังคงอยู่ในแหล่งน้ำ อาจมีบางส่วนถูกจับออกไปนอกแหล่งน้ำบ้าง แต่ก็มีจำนวนไม่มากนัก ดังนั้นการประเมินความเสียหายจะใช้วิธีการสำรวจด้วยการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่ (area sampling) โดยพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ๆ หลายๆ ส่วน ในแต่ละส่วนไม่มีการทับซ้อนกัน และสามารถเข้าถึงได้เท่าเทียมกัน ในที่นี้เรียกว่าพื้นที่ย่อยดังกล่าวว่า “หน่วยตัวอย่าง” หรือ “พื้นที่สุ่มตัวอย่าง”

2. หลักการนับจำนวนปลาและสัตว์น้ำที่ตายหรือที่ได้รับบาดเจ็บนั้นอยู่บนพื้นฐานของการประเมินที่มีค่าน้อยกว่าความเป็นจริงที่เกิดขึ้น เนื่องจากการประเมินเป็นการนับจำนวนตามที่พบตายจริง จึงมีโอกาสน้อยที่จำนวนที่นับได้จะครบตามจำนวนที่ตายหรือสัดส่วนที่ตายหรือที่เสียหายไปจริงทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากยังมีปลาและสัตว์น้ำที่ได้รับความเสียหายอีกจำนวนหนึ่งที่ไม่สามารถนับหรือประเมินได้ สืบเนื่องจากธรรมชาติของสัตว์น้ำที่ตายมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไปในแต่ละแหล่งน้ำ ทำให้เป็นไปได้ยากที่จะประเมินได้ตามความเป็นจริงที่เกิดขึ้นทั้งหมด ปริมาณปลาหรือสัตว์น้ำที่ตายนั้นจะมีสัดส่วนที่แตกต่างกันไป มีช่วงระยะเวลาการตายแตกต่างกัน รวมทั้งโอกาสในการพบลอยตายในน้ำก็แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ถึงแม้ว่าจะเป็นพันธุ์ปลาชนิดเดียวกันและมีสาเหตุมาจากการเกิดมลภาวะที่ผ่านมามีสาเหตุเดียวกันก็ตาม แต่ระยะเวลาลอยตายและจมลงก็ยังมี ความแตกต่างกันไป ขึ้นกับคุณภาพน้ำ อุณหภูมิ และขนาดของปลา ดังนั้นการนับจำนวนที่ตายจึงมีโอกาสนับพบปลาในบางกลุ่มที่ตายแล้วแต่ยังจมอยู่ที่พื้นท้องน้ำ หรือในบริเวณที่มีความลึกเกินกว่าระดับสายตาดูจะมองเห็น ปลาบางส่วนที่ตายแล้วอาจถูกกลุ่มผู้ล่าชนิดอื่นล่าไปก่อน หรือปลาบางส่วนถูกย่อยสลายที่พื้นท้องน้ำ หรือบางส่วนที่ลอยขึ้นมาแล้วแต่เจ้าหน้าที่ที่สำรวจมองไม่เห็น (เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากเจ้าหน้าที่) ปัจจัยทั้งหลายเหล่านี้มีผลทำให้จำนวนนับหรือสุ่มตัวอย่างที่ได้นั้นมีปริมาณน้อยกว่าความเป็นจริงที่เกิดขึ้น

3. สำหรับการตายที่มีสาเหตุมาจากการเกิดมลภาวะ ที่ผ่านมามีพบว่าปลาและสัตว์น้ำที่ได้รับผลกระทบหรือตายโดยส่วนใหญ่จะถูกประชาชนในพื้นที่จับไปใช้ประโยชน์ทั้งเพื่อการบริโภคและจำหน่าย โดยปลาและสัตว์น้ำที่กำลังจะตายหรือตายแล้วแต่ยังมีสภาพสดอยู่ จะถูกเลือกจับและนำออกไปจากที่เกิดเหตุ ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่เกิดเหตุ ปลาและสัตว์น้ำทั้งหมดที่ได้รับผลกระทบจะยังไม่ตายในทันที แต่จะค่อยทยอยได้รับความเสียหายตามพื้นที่ที่มลภาวะแผ่ขยายไปถึง เช่น การขาดอากาศ หรือขาดปริมาณออกซิเจนในน้ำเพื่อการหายใจ โดยปลาทุกชนิดจะขึ้นสู่ผิวน้ำและสูดอากาศเพื่อหายใจ ส่วนกุ้งก้ามกรามและกุ้งฝอยจะเคลื่อนที่เข้าหาฝั่ง การเกิดเหตุทำนองนี้ ขณะที่เกิดเหตุสัตว์น้ำจะมีสภาพที่อ่อนแออย่างมาก ไม่สามารถว่ายน้ำหลบหนีได้ เหมือนเช่นภาวะปกติ ดังนั้นจึงถูกประชาชนที่เข้ามาในแหล่งน้ำจับออกไปได้โดยง่าย และถ้าเจ้าหน้าที่เข้าพื้นที่ไม่ทันกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นดังกล่าว สัตว์น้ำในส่วนนี้ก็จะถูกเคลื่อนย้ายออกไปนอกพื้นที่แหล่งน้ำที่เกิดเหตุ ทำให้ต้องทำการประเมินความเสียหายแบบย้อนหลัง โดยการสอบถามและสัมภาษณ์กลุ่มผู้จับสัตว์น้ำ วิธีนี้เป็นขั้นตอนที่มีความยุ่งยากมากขึ้น และต้องใช้เวลาและบุคลากรเพิ่มขึ้น เป็นแนวทางที่แนะนำให้ปฏิบัติเป็นทางเลือกสุดท้าย หลักการสำหรับการประเมินในส่วนนี้ใช้วิธีการสำรวจด้วยการสุ่มตัวอย่างปริมาณผลจับสัตว์น้ำของคนที่เข้ามาจับในที่ที่เกิดเหตุ ร่วมกับการเจนนับจำนวนทั้งหมดที่เข้ามาจับสัตว์น้ำ ซึ่งเรียกว่า การสุ่มตัวอย่างเชิงการลงแรงทำประมง

4. ข้อพึงระวังก็คือวิธีการหรือแนวทางที่นำเสนอสำหรับใช้ประเมินอาจจะยังมีข้อจำกัดในบางเหตุการณ์หรือบางสภาวะแวดล้อม จึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสถานการณ์ในพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากยังไม่มีแนวทางการประเมินในรูปแบบใดที่มีความเหมาะสมและครอบคลุมได้ในทุกกรณีของการเกิดเหตุ การปฏิบัติงานจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมและสอดคล้องตามสภาพพื้นที่และสถานการณ์ที่เกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ก็ยังคงใช้หลักการประเมินบนพื้นฐานการสุ่มตัวอย่างของการตรวจนับจำนวนที่ตายเชิงพื้นที่ และการสุ่มตัวอย่างประเมินสัตว์น้ำที่ถูกจับเชิงการลงแรงทำประมงในพื้นที่เช่นกัน

5. สำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งจะต้องมีการประเมินด้านมูลค่าความเสียหายของสัตว์น้ำให้เป็นมูลค่าทางการเงินนั้น มีความจำเป็นจะต้องชั่งน้ำหนักและวัดขนาดความยาวของสัตว์น้ำแต่ละชนิด เพื่อประมาณหาจำนวน น้ำหนัก และขนาดของสัตว์น้ำที่เสียหายไป และเมื่อสุ่มตัวอย่างได้จำนวนข้อมูลรายตัวที่มากพอก็สามารถสุ่มตัวอย่างที่เหลือเฉพาะในส่วนของการน้ำหนักรวมเป็นรายชนิดก็ได้

4.2 รูปแบบของการเกิดเหตุ

ลักษณะของการเกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืดที่ผ่านมาพบมีรูปแบบการเกิดได้หลายแบบ แต่ละแบบก็มีวิธีการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดความแม่นยำของข้อมูลที่แตกต่างกัน ประเภทของการเกิดเหตุสามารถจำแนกเป็นกลุ่มๆตามปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้ 5 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ลักษณะการเกิดเหตุตามประเภทของแหล่งน้ำที่ต่างกัน ได้แก่

- การเกิดเหตุในลำน้ำขนาดเล็กที่มีระยะทางไม่มาก
- การเกิดเหตุในลำน้ำขนาดใหญ่ที่กว้างและมีความยาวมากขึ้น
- การเกิดเหตุในแหล่งน้ำปิดแบบหนอง บึง กว๊าน และอ่างเก็บน้ำ

กลุ่มที่ 2 ลักษณะการตายและความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำที่ต่างกัน ได้แก่

- เมื่อเกิดเหตุแล้ว ปลาและสัตว์น้ำที่ได้รับผลกระทบจะตายลงในทันทีพร้อมๆกัน
- เมื่อเกิดเหตุแล้ว ปลาและสัตว์น้ำที่ได้รับผลกระทบจะทยอยตายตามความทนทานของสัตว์น้ำ และตามระยะเวลาและพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ แต่ละพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบไม่พร้อมกัน

กลุ่มที่ 3 ลักษณะตามช่วงระยะเวลาของการเกิดเหตุที่ต่างกัน

- เป็นเหตุที่เกิดขึ้นเพียงชั่วขณะหรือเกิดในวันเดียวแล้วยุติลง
- เป็นเหตุที่เกิดต่อเนื่องหลายวันในพื้นที่เดิม
- เป็นเหตุที่เกิดขึ้นหลายวันมีความต่อเนื่องของพื้นที่ไปตามลำน้ำ

กลุ่มที่ 4 ตามปัจจัยของประชาชนในพื้นที่ที่เข้ามาจับปลาและสัตว์น้ำ

- เมื่อเกิดเหตุ ปลาและสัตว์น้ำที่ได้รับผลกระทบยังคงอยู่ในพื้นที่ ไม่ถูกจับออกไปนอกแหล่งน้ำ
- เมื่อเกิดเหตุ ปลาและสัตว์น้ำที่ได้รับผลกระทบบางส่วนถูกจับออกไปนอกพื้นที่

กลุ่มที่ 5 ตามปัจจัยความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ที่เกิดเหตุของเจ้าหน้าที่

- เจ้าหน้าที่เข้าประเมินความเสียหายได้ทันเหตุการณ์ พบเห็นหลักฐานการตายและจับสัตว์น้ำ
- เจ้าหน้าที่เข้าประเมินความเสียหายไม่ทันเหตุการณ์ ทำให้ไม่พบเห็นหลักฐานการตายในแหล่งน้ำ และกิจกรรมการจับปลาและสัตว์น้ำของประชาชนในพื้นที่

4.3 แนวทางและวิธีการประเมิน

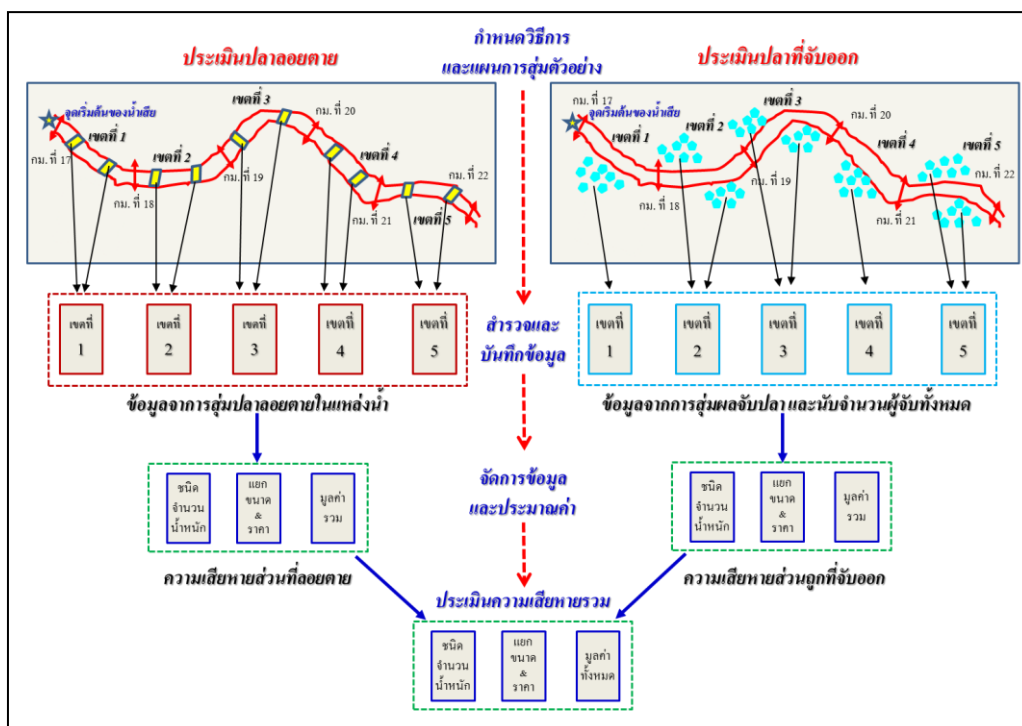
ขั้นตอนที่จะนำเสนอต่อไปเป็นภาพรวมของทางเลือก หรือการตรวจสอบทางเลือกของวิธีการประเมินความเสียหายที่สอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพแหล่งน้ำและสถานการณ์แวดล้อมที่เกิดขึ้น เพื่อให้เจ้าหน้าที่ได้เลือกวิธีการประเมินและแผนการสุ่มตัวอย่างที่ถูกต้องเหมาะสม ส่งผลให้ข้อมูลที่ได้นั้นมีความแม่นยำเที่ยงตรง และสอดคล้องกับสถานการณ์ของการเกิดเหตุมากที่สุด การตรวจสอบทางเลือกมีการพิจารณา

ในตารางที่ 8 และ 9 และในภาพที่ 8 ในการประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำใดก็ตาม อาจจำเป็นต้องใช้หลายวิธีร่วมกันขึ้นกับสภาพแวดล้อมของเหตุการณ์นั้นๆ แต่โดยรวมมีลักษณะการเกิดเหตุใน 3 รูปแบบ ดังนี้

1. ลักษณะการเกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตาย โดยสภาพหลักฐานการตายของปลาและสัตว์น้ำส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในแหล่งน้ำ สืบเนื่องจากสาเหตุของการเกิดอาจมาจากกลุ่มสารพิษ สารเคมีอันตราย หรือจากการเกิดโรคกับสัตว์น้ำ จึงทำให้ไม่มีการจับออกไปใช้ประโยชน์นอกแหล่งน้ำ วิธีการประเมินควรเลือกใช้การตรวจนับจำนวนปลาและสัตว์น้ำที่ลอยตายอยู่ในแหล่งน้ำเป็นหลัก

2. ลักษณะการเกิดเหตุมลภาวะในแหล่งน้ำที่ไม่รุนแรงมากนัก แต่มีผลให้ปลาและสัตว์น้ำเกิดอาการมีเนมาและถูกประชาชนจับออกไปนอกแหล่งน้ำบางส่วน ส่วนพันธุ์ปลาที่เหลือในแหล่งน้ำก็สามารถฟื้นคืนสภาพได้เป็นปกติหลังจากเหตุการณ์ผ่านพ้นไป เช่น แหล่งน้ำได้รับผลกระทบทำให้มีค่าออกซิเจนละลายลดลงแต่ไม่มากนัก (มีค่า DO มากกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีผลให้ปลาและสัตว์น้ำบางชนิดเกิดอาการมีเนมาและอ่อนแรงลง จึงหนีขึ้นสู่ผิวน้ำและริมฝั่ง ทำให้ถูกจับออกไปนอกแหล่งน้ำบางส่วน ส่วนที่เหลือก็สามารถฟื้นคืนสภาพกลับมาเป็นปกติ ในส่วนนี้ให้ใช้วิธีประเมินเฉพาะส่วนที่ถูกจับออกไปจากแหล่งน้ำเป็นหลัก

3. ลักษณะการเกิดเหตุมลภาวะในแหล่งน้ำที่มีความรุนแรงอย่างมาก ส่งผลให้เกิดการลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำอย่างรุนแรง เป็นเหตุให้ปลาและสัตว์น้ำขาดออกซิเจนเพื่อการหายใจอย่างรวดเร็วและยาวนาน สัตว์น้ำทั้งหมดจึงลอยขึ้นสู่ผิวน้ำและเข้าหาริมฝั่งเพื่อหาอากาศหายใจ ทำให้สัตว์น้ำจำนวนมากถูกจับออกไปนอกแหล่งน้ำ และสัตว์น้ำบางส่วนก็เหลือลอยตายอยู่ในแหล่งน้ำ ในรูปแบบนี้จึงต้องทำการประเมินความเสียหายร่วมกันทั้งสองรูปแบบ โดยทำการประเมินความเสียหายทั้งในส่วนที่ถูกจับออก และในส่วนที่เหลือลอยตายอยู่ในแหล่งน้ำ (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 แสดงวิธีการสุ่มตัวอย่างและขั้นตอนดำเนินการเพื่อประเมินความเสียหายในแหล่งน้ำด้วยการสุ่มตัวอย่างทั้งในส่วนปลาลอยตายและส่วนที่ถูกจับออกไปจากแหล่งน้ำ

ตารางที่ 8 ปัจจัยประเภทแหล่งน้ำและสภาวะแวดล้อมที่ส่งผลให้เกิดการเลือกวิธีการประเมินความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำที่แตกต่างกัน

ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น	แนวทาง การประเมิน	ปัจจัยที่ส่งผลให้มีความยุ่งยากและซับซ้อนในการเลือกใช้วิธีการประเมินความเสียหาย				
		ประเภทแหล่งน้ำและ การเข้าดำเนินการ	ลักษณะพื้นที่แหล่งน้ำ และการเกิดเหตุ	อิทธิพลการไหลของกระแสน้ำและ สภาพพื้นที่จับสัตว์น้ำที่มีประสิทธิภาพต่างกัน	การจำแนกชนิด ขนาด และราคาสัตว์น้ำ	
ความเสียหายของปลา และสัตว์น้ำที่เกิดขึ้นใน แหล่งน้ำแยกได้ 3 แบบ 1. ความเสียหายในส่วน ที่พบลอยตายอยู่ในน้ำ อย่างเดียว 2. ความเสียหายในส่วน ที่พบถูกจับออกจาก แหล่งน้ำอย่างเดียว 3. ความเสียหายที่เกิดขึ้น ทั้งส่วนที่ลอยตายและ ส่วนที่ถูกจับออกจาก แหล่งน้ำ	1. การประเมินในส่วน ของปลาและสัตว์น้ำที่ พบลอยตายในลำน้ำ	ลำน้ำขนาดเล็ก	พื้นที่เข้าถึงได้ตลอด	พื้นที่มีกระแสน้ำไหลเอื่อย พื้นที่มีกระแสน้ำไหลแรง (ใช้ปรับแก้จำนวนความที่เสียหายจากการนับใน พื้นที่ที่มีกระแสน้ำไหลแรงให้มีความแม่นยำมาก ยิ่งขึ้น)	ทำการสุ่มตัวอย่างสัตว์น้ำ ในพื้นที่แล้วนำไป - จำแนกชนิด - ชั่งน้ำหนัก - วัดขนาด - ประเมินมูลค่า	
			พื้นที่เข้าถึงได้บางส่วน			
		ลำน้ำขนาดใหญ่	ลำน้ำแบบปกติทั่วไป			
			ลำน้ำที่คดเคี้ยวมาก			
		แหล่งน้ำแบบหนอง บึง กว้าง และอ่างเก็บน้ำ	พื้นที่บริเวณริมฝั่ง			
	2. การประเมินในส่วน ของปลาและสัตว์น้ำที่ ถูกจับออกจากแหล่งน้ำ	เจ้าหน้าที่เข้าประเมิน ได้ทันสถานการณ์ การจับสัตว์น้ำ	เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ภายในวันเดียว	กลุ่มที่จับริมฝั่ง หรือที่ จับด้วยเครื่องมือที่มี ประสิทธิภาพต่ำ	แจกนับคนที่จับปลา ทั้งหมดในแต่ละกลุ่ม	ทำการสุ่มตัวอย่างสัตว์น้ำ ในพื้นที่แล้วนำมา - จำแนกชนิด - ชั่งน้ำหนัก - วัดขนาด - ประเมินมูลค่า
					กลุ่มที่จับกลางน้ำ หรือ ที่จับด้วยเครื่องมือที่มี ประสิทธิภาพสูง	
				กลุ่มที่จับริมฝั่ง หรือที่ จับด้วยเครื่องมือที่มี ประสิทธิภาพต่ำ	แจกนับคนที่จับปลา ทั้งหมดในแต่ละกลุ่ม	
					กลุ่มที่จับกลางน้ำ หรือ ที่จับด้วยเครื่องมือที่มี ประสิทธิภาพสูง	
			เจ้าหน้าที่เข้าประเมิน ไม่ทันสถานการณ์ การจับสัตว์น้ำ	เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ต่อเนื่องหลายวัน	ตามพื้นที่จับสัตว์น้ำ	สอบถามเพื่อหาจำนวนคนทั้งหมดที่เข้ามาจับปลา และสัตว์น้ำในลำน้ำหรือแหล่งน้ำ
ตามวันที่จับสัตว์น้ำ						

ตารางที่ 9 กรอบแนวทางการพิจารณาเพื่อเลือกวิธีการและแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการตรวจนับและประเมินความเสียหายสัตว์น้ำในพื้นที่แหล่งน้ำจืดตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

หัวข้อ	ลักษณะของแหล่งน้ำ และสภาวะแวดล้อมของการเกิดเหตุ	ทางเลือก	ไปที่ ข้อ	สืบค้น ต่อที่
1.	รูปแบบของแหล่งน้ำที่เกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตาย เป็นแหล่งน้ำแบบใด ?	1) ลำน้ำที่มีขนาดเล็กและแคบ	2	-
		2) ลำน้ำขนาดใหญ่ที่กว้างและยาว	3	-
		3) หนอง บึง กว้าง และอ่างเก็บน้ำ	4	-

แนวทางเลือกสำหรับวิธีการประเมินในลำน้ำขนาดเล็กและแคบ

2	ลำน้ำบริเวณพื้นที่เกิดเหตุสามารถเข้าถึงได้โดยตลอด ในทุกพื้นที่หรือไม่ ?	1) เป็นลำน้ำที่เข้าถึงได้ตลอดพื้นที่ 2) เป็นลำน้ำที่เข้าถึงได้บางพื้นที่	2.1 2.2	- -
2.1	สัตว์น้ำที่ตายและเสียหายยังคงอยู่ในที่เกิดเหตุ ทั้งหมดหรือไม่? หรือเหลืออยู่เพียงบางส่วน และถูกจับออกไปนอกแหล่งน้ำแล้วบางส่วน? (ถ้ามีทั้ง 2 แบบ ต้องแยกส่วนประเมินแล้วนำกลับ มารวมกันเป็นความเสียหายทั้งหมด)	1) ถ้าพบสัตว์น้ำลอยตายอยู่ในลำน้ำ ให้ประเมินสัตว์น้ำในส่วนที่ลอยตาย	2.3	-
		2) ถ้าพบสัตว์น้ำถูกจับออกไปบางส่วน ให้ประเมินสัตว์น้ำในส่วนที่ถูกจับ ออกไปนอกแหล่งน้ำ	2.4	-
2.2	เมื่อพบปลาและสัตว์น้ำลอยตายในลำน้ำแบบนี้ ซึ่งมี ความแตกต่างของการเข้าถึงพื้นที่ได้ 3 ส่วน คือ พื้นที่ส่วนที่เข้าถึงได้มาก ส่วนที่เข้าถึงได้บ้าง และที่ เข้าถึงไม่ได้ ซึ่งส่วนมากเป็นพื้นที่ในเขตอนุรักษ์ หรือพื้นที่ป่า จึงไม่อนุญาตให้ทำประมง ดังนั้นปลา และสัตว์น้ำยังอยู่ในพื้นที่ ให้ทำการประเมินโดย	ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบชั้น (stratified random sampling) แบ่งพื้นที่ สำรวจออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เข้าถึงได้ มาก เข้าถึงได้บ้าง และเข้าถึงไม่ได้ และถ้าพบมีกระแสน้ำไหลแรงให้ ปรับแก้ตามแนวทางในข้อ 2.6	-	บทที่ 4.4.1 หน้า 41
3.	บริเวณพื้นที่ลำน้ำช่วงระยะเวลาเกิดเหตุมีลักษณะ การไหลของกระแสน้ำเป็นอย่างไร ?	1) กระแสน้ำไหลเอื่อย 2) กระแสน้ำไหลแรง	2.5 2.6	- -
		1) เจ้าหน้าที่เข้าประเมินทันช่วงเวลาที่ มีประชาชนเข้ามาจับสัตว์น้ำ 2) เจ้าหน้าที่เข้าประเมินไม่ทันช่วงเวลาที่ ประชาชนเข้ามาจับสัตว์น้ำ	2.7 2.8	- -
2.4	เมื่อเจ้าหน้าที่เข้าประเมินความเสียหายในพื้นที่เกิดเหตุ สามารถเข้าทันสถานการณ์ที่มีประชาชนเข้ามาจับ สัตว์น้ำในพื้นที่เกิดเหตุไปใช้ประโยชน์หรือไม่ ?			
2.5	เมื่อพบปลาและสัตว์น้ำลอยตายในลำน้ำแบบนี้ และ พบว่ากระแสน้ำไม่มีอิทธิพลต่อการ ตรวจนับจำนวนปลาที่ตายในพื้นที่ ให้ทำการ ประเมินโดย	ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบง่าย โดยแบ่งพื้นที่เป็นเขตตามระยะทางลำน้ำ (segments random sampling) แล้วสุ่ม ตัวอย่างตามที่พื้นที่ย่อยที่กำหนด	-	บทที่ 4.4.1 หน้า 38
2.6	เมื่อพบปลาและสัตว์น้ำลอยตายในลำน้ำแบบนี้ และ พบว่ากระแสน้ำมีอิทธิพลต่อการตรวจ นับจำนวนที่ตาย ให้ปรับแก้จำนวนที่พบลอยตาย จากการไหลของกระแสน้ำให้แม่นยำมากยิ่งขึ้น โดย	ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบง่าย โดยแบ่งพื้นที่เป็นเขตตามระยะทางลำน้ำ (segments random sampling) แล้วให้ ปรับแก้จำนวนที่ลอยตายตามอิทธิพล การไหลของกระแสน้ำ	-	บทที่ 4.4.1 หน้า 38 & 43

หัวข้อ	ลักษณะของแหล่งน้ำ และสภาวะแวดล้อมของการเกิดเหตุ	ทางเลือก	ไปที่ ข้อ	สืบค้น ต่อที่
2.7	เมื่อพบปลาและสัตว์น้ำเสียหายแล้วถูกจับออกไปใช้ประโยชน์นอกแหล่งน้ำ โดยเจ้าหน้าที่เข้าดำเนินการประเมินความเสียหายได้ทันในช่วงเวลาที่ประชาชนกำลังจับสัตว์น้ำออกไป ให้ทำการประเมินโดย	ประเมินด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างเชิงการลงแรงทำประมง โดยให้เจนนับจำนวนประชาชนทั้งหมดที่เข้ามาจับสัตว์น้ำ ร่วมกับการสำรวจตัวอย่างของผลจับสัตว์น้ำรายบุคคลตามกลุ่มเครื่องมือและหรือพื้นที่จับสัตว์น้ำที่พบ	-	บทที่ 4.4.5 หน้า 51
2.8	เมื่อพบปลาและสัตว์น้ำเสียหายแล้วถูกจับออกไปใช้ประโยชน์นอกแหล่งน้ำ แต่เจ้าหน้าที่เข้าดำเนินการประเมินความเสียหายไม่ทันช่วงเวลาที่ประชาชนจับสัตว์น้ำออกไป (รูปแบบนี้เจ้าหน้าที่ควรต้องดำเนินการหลังเกิดเหตุ ไม่เกิน 2-3 สัปดาห์ เนื่องจากถ้าเวลาช้านานไปจะทำให้ข้อมูลที่ได้รับ ไม่แม่นยำและไม่น่าเชื่อถือมากขึ้น) ให้ทำการประเมินโดย	ประเมินด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างเชิงการลงแรงทำประมงแบบสอบถามย้อนหลัง โดยทำการสอบถามหาจำนวนประชาชนทั้งหมดที่เข้ามาจับสัตว์น้ำ ร่วมกับการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างประชาชนที่ไปจับสัตว์น้ำ เพื่อให้ทราบถึงจำนวนผลจับสัตว์น้ำรายบุคคลที่ได้	-	บทที่ 4.4.5 หน้า 54

แนวทางเลือกสำหรับวิธีการประเมินในลำน้ำที่มีขนาดใหญ่และยาวมาก

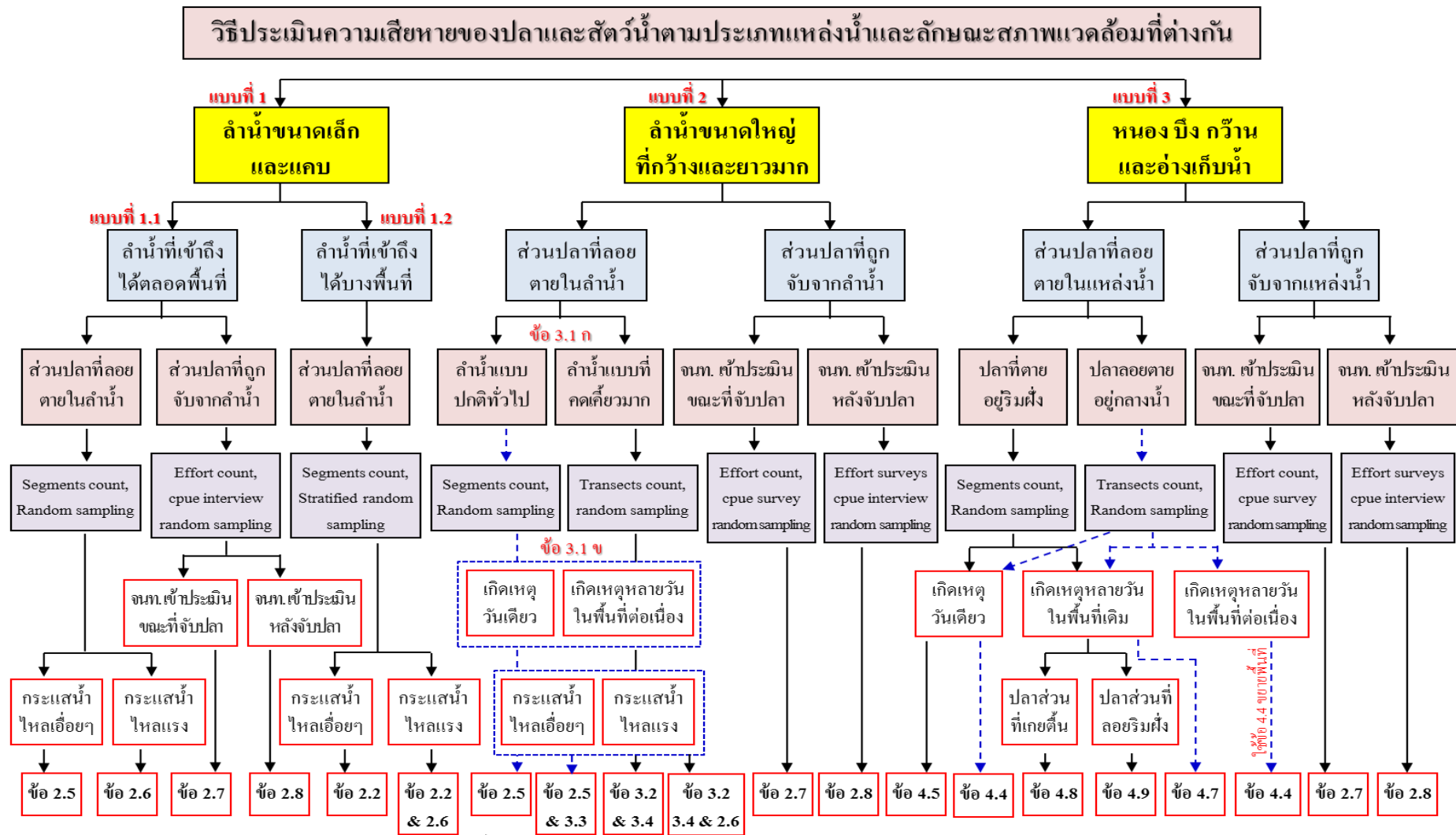
3	ถ้าปลาและสัตว์น้ำที่ตายและเสียหายในที่เกิดเหตุ ยังคงอยู่ในลำน้ำทั้งหมดให้ประเมินในส่วนที่ลอยตาย หรือถ้าพบเหลืออยู่บางส่วนและถูกประชาชนจับออกไปใช้ประโยชน์บางส่วนให้ดำเนินการประเมินแบบแยกส่วนแล้วนำกลับมารวมกันเป็นความเสียหายทั้งหมดในภายหลัง	1) เมื่อพบสัตว์น้ำที่ลอยตายอยู่ในลำน้ำ ให้ประเมินความเสียหายสัตว์น้ำในส่วนที่พบลอยตาย 2) เมื่อพบสัตว์น้ำถูกประชาชนในพื้นที่จับออกไปใช้ประโยชน์ ให้ประเมินสัตว์น้ำในส่วนที่ถูกจับออก	3.1ก 3.1ข	- -
3.1ก	ลำน้ำบริเวณพื้นที่เกิดเหตุมีลักษณะเป็นลำน้ำที่คดเคี้ยวไปมา หรือมีสภาพแบบลำน้ำแบบปกติทั่วไป? (พื้นที่ลำน้ำที่คดเคี้ยวมากจะมีความยุ่งยากในการกำหนดส่วนพื้นที่สุ่มย่อยเพื่อตรวจนับปลาตาย)	1) เป็นพื้นที่ลำน้ำแบบปกติทั่วไปที่ไม่มีความคดเคี้ยวมาก 2) เป็นพื้นที่ลำน้ำที่มีความคดเคี้ยวไปมากค่อนข้างมาก	2.5, 2.6 3.2	- -
3.1ข	ลักษณะการเกิดเหตุในพื้นที่ เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต่อเนื่องหลายวันหรือไม่? (เกิดเหตุวันเดียวความเสียหายมีบริเวณหรือระยะทางไม่มาก ถ้าเกิดต่อเนื่องหลายวันมีความเสียหายต่อเนื่องตามลำน้ำมากขึ้น)	1) พื้นที่ลำน้ำปกติที่ไม่มีคดเคี้ยวมาก และมีการเกิดเหตุต่อเนื่องหลายวัน 2) พื้นที่ลำน้ำที่มีความคดเคี้ยวมากและเกิดเหตุต่อเนื่องหลายวัน	3.3 3.4	- -
3.2	เมื่อพบปลาและสัตว์น้ำลอยตายอยู่ในพื้นที่ลำน้ำแบบนี้ ซึ่งมีความคดเคี้ยวไปมามาก ให้ทำการประเมินโดย	ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบเป็นระบบ โดยแบ่งพื้นที่เป็นเขตตามแนวเส้นตัด ขวางลำน้ำ (transects random sampling) แล้วสุ่มตัวอย่างตามพื้นที่ย่อยที่กำหนด และให้ปรับแก้อิทธิพลการไหลของน้ำดังข้อ 2.6	-	บทที่ 4.4.3 หน้า 48

หัวข้อ	ลักษณะของแหล่งน้ำ และสภาวะแวดล้อมของการเกิดเหตุ	ทางเลือก	ไปที่ ข้อ	สืบค้น ต่อที่
3.3	เมื่อพบปลาและสัตว์น้ำลอยตายอยู่ในพื้นที่ลำน้ำแบบนี้ ซึ่งเป็นลำน้ำปกติที่ไม่คดเคี้ยวมาก และเป็นการเกิดเหตุต่อเนื่องหลายวัน ให้ทำการประเมินโดย	ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบง่าย โดยแบ่งพื้นที่เป็นเขตตามระยะทางลำน้ำ (segments random sampling) สํารวจตามพื้นที่ย่อยที่กำหนดในแต่ละเขตและแต่ละวัน แล้วปรับแก้อิทธิพลการไหลของน้ำดังข้อ 2.6	-	บทที่ 4.4.1 หน้า 38 & 49
3.4	เมื่อพบปลาและสัตว์น้ำลอยตายอยู่ในพื้นที่ลำน้ำแบบนี้ ซึ่งเป็นลำน้ำที่มีความคดเคี้ยวมาก และเป็นการเกิดเหตุต่อเนื่องหลายวัน ให้ทำการประเมินโดย	ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบเป็นระบบ โดยแบ่งพื้นที่เป็นเขตตามแนวตัดขวางลำน้ำ (transects random sampling) สํารวจตามพื้นที่ย่อยที่กำหนดในแต่ละเขตและแต่ละวัน แล้วปรับแก้อิทธิพลการไหลของน้ำดังข้อ 2.6	-	บทที่ 4.4.3 หน้า 48 & 49

แนวทางเลือกสำหรับวิธีการประเมินในแหล่งน้ำแบบหนอง บึง กว้าง และอ่างเก็บน้ำ

4	ถ้าปลาและสัตว์น้ำที่ตายในที่เกิดเหตุยังคงอยู่ในลำน้ำทั้งหมดให้ประเมินในส่วนที่ลอยตาย ถ้าพบเหลืออยู่บางส่วนและถูกประชาชนจับออกไปใช้ประโยชน์บางส่วน ให้ดำเนินการประเมินแบบแยกส่วน แล้วนำกลับมารวมกันเป็นความเสียหายทั้งหมดในภายหลัง	1) เมื่อพบสัตว์น้ำลอยตายอยู่ในลำน้ำ ให้ประเมินความเสียหายสัตว์น้ำในส่วนที่พบลอยตาย	4.1	-
		2) เมื่อพบสัตว์น้ำถูกประชาชนในพื้นที่จับออกไปใช้ประโยชน์ ให้ประเมินสัตว์น้ำในส่วนที่ถูกจับออก	2.4	-
4.1	แหล่งน้ำบริเวณที่เกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายมีความแตกต่างของจำนวนปลาที่ลอยตายระหว่างพื้นที่บริเวณริมฝั่งกับบริเวณพื้นที่กลางน้ำหรือไม่? โดยทั่วไปบริเวณพื้นที่ริมฝั่งมีความหนาแน่นของจำนวนปลาตายมากกว่าพื้นที่กลางน้ำ	1) ถ้าไม่มีความแตกต่างของจำนวนที่พบตายระหว่าง 2 พื้นที่ ให้กลับไปพิจารณาวิธีการประเมินตามข้อ 2	2.5, 2.6	-
		2) ถ้ามีความแตกต่างของจำนวนที่พบตายระหว่าง 2 พื้นที่ ให้ประเมินแบบแยกเขตแล้วนำมารวมกันภายหลัง	4.2	-
4.2	การประเมินความเสียหายในส่วนที่พบลอยตาย โดยประเมินแบบแยกเขตพื้นที่ระหว่างริมฝั่งกับกลางน้ำ จะทำให้ผลการประเมินมีความแม่นยำยิ่งขึ้น เมื่อแยกประเมินแล้วให้นำมารวมเป็นความเสียหายในส่วนนี้	1) วิธีการประเมินปลาลอยตายในบริเวณพื้นที่ริมฝั่ง	4.3	-
		2) วิธีการประเมินปลาลอยตายในบริเวณพื้นที่กลางน้ำ	4.4	-
4.3	วิธีการประเมินความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำที่พบลอยตายในบริเวณพื้นที่ริมฝั่งยังแยกย่อยเป็นการประเมินตามเหตุที่เกิดในวันเดียวหรือเหตุที่เกิดหลายวันต่อเนื่อง	1) เป็นเหตุการณ์ที่เกิดในวันเดียว	4.5	-
		2) เป็นเหตุการณ์ที่ทยอยเกิดขึ้นแบบหลายวันในพื้นที่เดิม	4.6	-
		3) เป็นเหตุการณ์ที่ทยอยเกิดขึ้นแบบหลายวันในพื้นที่ต่อเนื่อง	4.7	-

หัวข้อ	ลักษณะของแหล่งน้ำ และสภาวะแวดล้อมของการเกิดเหตุ	ทางเลือก	ไปที่ ข้อ	สืบค้น ต่อที่
4.4	เมื่อพบปลาและสัตว์น้ำลอยตายอยู่ในพื้นที่กลางน้ำ แบบนี้ ให้ทำการประเมินโดย	ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบ เป็นระบบ โดยแบ่งพื้นที่เป็นเขตตาม แนวตัดขวางลำน้ำ (transects random sampling) แล้วตรวจนับจำนวนใน พื้นที่ย่อยที่กำหนด		บทที่ 4.4.2 หน้า 45
4.5	เมื่อพบปลาและสัตว์น้ำลอยตายอยู่ในพื้นที่ริมฝั่งแบบนี้ โดยเป็นลำน้ำที่มีการเกิดเหตุในวันเดียว ให้ทำการ ประเมินปลาที่ลอยตายบริเวณพื้นที่ริมฝั่ง โดย	ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบง่าย แบ่งพื้นที่เป็นเขตตามระยะทางลำน้ำ (segments random sampling) แล้วตรวจนับ จำนวนในพื้นที่ย่อยที่กำหนด		บทที่ 4.4.2 หน้า 44
4.6	เมื่อพบปลาและสัตว์น้ำลอยตายอยู่ในพื้นที่ริมฝั่ง ซึ่ง เป็นพื้นที่ที่เกิดเหตุต่อเนื่องหลายวัน ให้ทำการ ประเมินโดย	1) แยกประเมินในส่วนของพื้นที่ริม ฝั่งแบบสัตว์น้ำมาเกยตื้น	4.8	-
		2) แยกประเมินในส่วนพื้นที่ริมฝั่ง แบบสัตว์น้ำยังลอยอยู่ริมน้ำ	4.9	-
4.7	เมื่อพบปลาและสัตว์น้ำลอยตายอยู่ในพื้นที่ริมฝั่งแบบนี้ ซึ่งเป็นลำน้ำที่เกิดเหตุต่อเนื่องหลายวัน ให้ทำการ ประเมินโดย	ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบ เป็นระบบ โดยแบ่งพื้นที่เป็นเขตตาม แนวตัดขวางลำน้ำ (transects random sampling) แล้วตรวจนับจำนวนในพื้นที่ ย่อยที่กำหนดในแต่ละวัน		บทที่ 4.4.2 หน้า 44 & 49
4.8	เมื่อพบปลาและสัตว์น้ำลอยตายอยู่ในพื้นที่ริมฝั่ง ซึ่ง เป็นพื้นที่เกิดเหตุแบบต่อเนื่องหลายวัน ให้ทำการ ประเมินปลาที่ตายบริเวณพื้นที่ริมฝั่งในกลุ่มปลาที่ เกยตื้น โดย	ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบง่าย โดยแบ่งพื้นที่เป็นเขตตามระยะทางลำ น้ำ (segments random sampling) แล้ว ตรวจนับจำนวนในพื้นที่ย่อยที่กำหนด ในแต่ละวัน		บทที่ 4.4.2 หน้า 44 & 49
4.9	เมื่อพบปลาและสัตว์น้ำลอยตายอยู่ในพื้นที่ริมฝั่ง ซึ่ง เป็นพื้นที่เกิดเหตุแบบต่อเนื่องหลายวัน ให้ทำการ ประเมินปลาที่ตายบริเวณพื้นที่ริมฝั่งในกลุ่มปลาที่ ริมน้ำโดย	ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบง่าย โดยแบ่งพื้นที่เป็นเขตตามระยะทางลำ น้ำ (segments random sampling) แล้ว ตรวจนับจำนวนในพื้นที่ย่อยที่กำหนด ในแต่ละวัน		บทที่ 4.4.2 หน้า 44 & 49



หมายเหตุ การประเมินความเสียหายของปลาและสัตว์น้ำที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำใดก็ตาม อาจมีความจำเป็นต้องใช้วิธีการประเมินหลายวิธีการร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการสมบูรณ์และแม่นยำ

ภาพที่ 8 แนวทางการประเมินปลาและสัตว์น้ำตายหรือได้รับความเสียหายจากเหตุมลพิษทางน้ำในพื้นที่แหล่งน้ำจืดแบบต่างๆ ที่ใช้อย่างอิงในคู่มือฉบับนี้

4.4 ขั้นตอนการประเมิน

4.4.1 การประเมินในพื้นที่ลำน้ำขนาดเล็ก

หากพื้นที่แหล่งน้ำที่ได้รับความเสียหายเป็นลำน้ำขนาดเล็กสามารถทำการประเมินได้ 2 แบบ คือ ประเมินด้วยการตรวจนับแบบสมบูรณ์ตลอดทั้งลำน้ำที่เกิดเหตุ หรือประเมินจากการสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ย่อยเป็นเขตๆตามแผนการสุ่มตัวอย่างที่กำหนด ซึ่งทางเลือกอาจขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ที่เสียหาย ความสามารถในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ และช่วงเวลาที่สามารถปฏิบัติงานก่อนที่ปลาตายจะจมลงสู่พื้นท้องน้ำหรือถูกกำจัดออกจากแหล่งน้ำ

1) ลำน้ำขนาดเล็กที่เข้าถึงได้ตลอดพื้นที่เกิดเหตุ

แนวทางปฏิบัติสำหรับพื้นที่เกิดเหตุที่เป็นลำน้ำแบบเข้าถึงได้ตลอดก็คือการเข้าตรวจนับและประเมินในทุกส่วนของเขตพื้นที่ย่อยของลำน้ำ มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดขอบเขตของพื้นที่เกิดเหตุหรือที่ได้รับความเสียหายว่ามีระยะทางเท่าไร

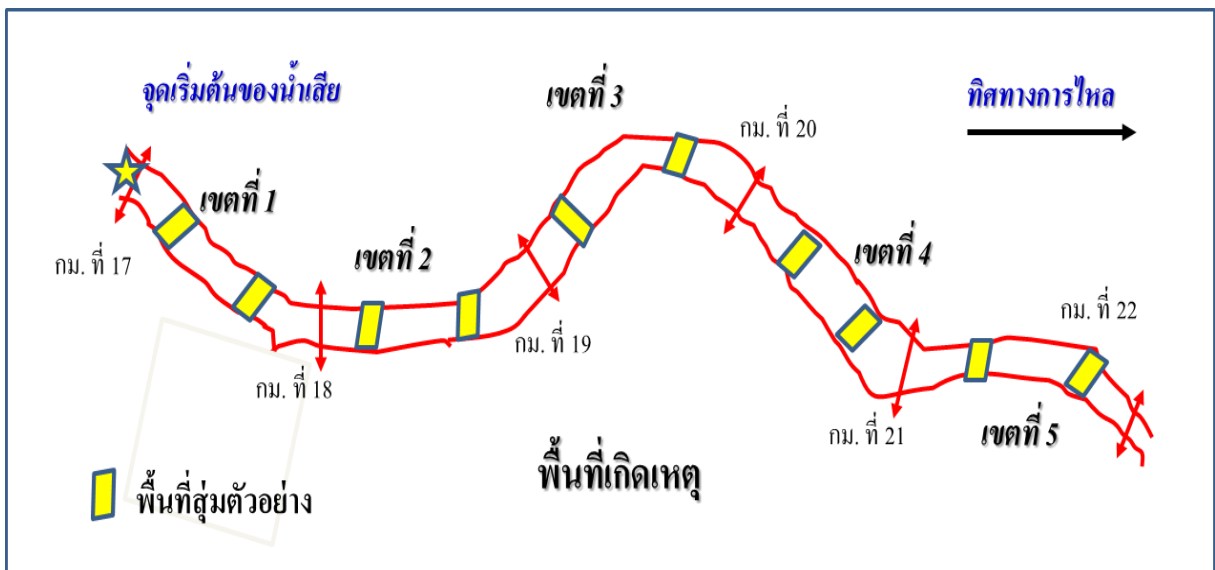
ขั้นตอนที่ 2 แบ่งส่วนพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อยๆ มีจำนวนทั้งหมดกี่ส่วนก็ได้ ตามความเหมาะสม เพื่อใช้เป็นพื้นที่สุ่มตัวอย่างในการตรวจนับจำนวนปลาตายหรือประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้น พื้นที่ย่อยที่แบ่งไว้จะถูกจัดเป็นกลุ่มๆตามเขตพื้นที่ แต่ละกลุ่มจะมีจำนวนพื้นที่ย่อยเท่ากัน (ภาพที่ 9) ถ้าหากทราบข้อมูลเบื้องต้นมาก่อนหรือทำการสำรวจในเบื้องต้นตลอดช่วงพื้นที่เกิดเหตุก็สามารถจัดแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนๆที่มีระยะทางแตกต่างกันได้ การดำเนินการเช่นนี้จะช่วยเพิ่มระดับความแม่นยำและลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นที่ของลำน้ำได้ แต่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานที่เพิ่มขึ้น

ตัวอย่าง พื้นที่ลำน้ำขนาดเล็กแห่งหนึ่งเกิดเหตุปลาตายมีระยะทางตามลำน้ำประมาณ 5 กิโลเมตร ได้กำหนดเขตพื้นที่ที่เสียหายออกเป็นเขตรวม 5 เขต แต่ละเขตมีความยาว 1 กิโลเมตร ภายในหนึ่งเขตจะประกอบด้วยพื้นที่ย่อยจำนวน 10 พื้นที่ พื้นที่ย่อยละ 100 เมตร แล้วดำเนินการตรวจนับและรวบรวมตัวอย่างปลาตายภายในพื้นที่ย่อยของแต่ละเขต รวมระยะทางสุ่มเขตละ 200 เมตร หรือเขตละ 2 พื้นที่ย่อย ดำเนินการในลักษณะเดียวกันในทุกเขตที่เหลืตลอดช่วงระยะทางของลำน้ำที่เกิดเหตุ ถ้าหากขอบเขตของความยาวลำน้ำที่ได้รับผลกระทบมีระยะทางมากขึ้น ก็สามารถขยายขอบเขตของพื้นที่ย่อยแต่ละช่วงออกไปได้ (เช่น ขยายระยะทางของพื้นที่เขต จากช่วงละ 1 กิโลเมตร เป็นช่วงละ 3 กิโลเมตร และพื้นที่ย่อยจากช่วงละ 100 เมตร เป็นช่วงละ 300 เมตร) แล้วลดจำนวนพื้นที่สุ่มตัวอย่างที่ใช้ตรวจนับและรวบรวมปลาตายลง แต่ต้องเพิ่มจำนวนซ้ำของการสุ่มนับภายในแต่ละเขตให้มากขึ้น เช่น ลดระยะทางที่ใช้สุ่มตัวอย่างจากที่กำหนดไว้ที่ระยะ 100 เมตร ให้เหลือในระยะ 50 เมตร ของทุกช่วงความยาวพื้นที่ย่อยที่กำหนด 300 เมตร แล้วสุ่มในช่วงพื้นที่ที่ขยายเป็น 3 กิโลเมตร โดยเพิ่มจำนวนซ้ำเป็น 3-4 ซ้ำ เช่น ถ้ามีจำนวนซ้ำของการสุ่มรวม 4 ซ้ำ ระยะทางรวมที่ทำการสุ่มตัวอย่างจะเท่ากับ $50 \times 4 = 200$ เมตร จากพื้นที่ในช่วง 3 กิโลเมตร นั้น

ขั้นตอนที่ 3 สุ่มตัวอย่างในพื้นที่ย่อยเพื่อตรวจนับและรวบรวมตัวอย่างปลาตายมาชั่งน้ำหนัก และวัดความยาว เมื่อดำเนินการเรียบร้อยแล้วอาจต้องทำการปรับแก้ข้อมูลจำนวนปลาที่มีการลอยตายตาม กระแสน้ำลงไปสู่ลำน้ำตอนล่างให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น (รายละเอียดในหน้า 43) จากนั้นให้บันทึกข้อมูลแยก ออกจากกันระหว่างพื้นที่ที่สุ่มตัวอย่างย่อยแต่ละพื้นที่ เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวจะนำไปใช้ในการคำนวณค่า เบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (รายละเอียดในหน้า 62) และใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ถ้าหาก พบว่าพื้นที่ที่สุ่มตัวอย่างย่อยใดมีจำนวนปลาตายเป็นจำนวนมากก็อาจใช้รูปแบบ “การสุ่มย่อย” ดำเนินการ สุ่มตัวอย่างในพื้นที่นั้นก็ได้ (รายละเอียดในหน้า 64)

ขั้นตอนที่ 4 นำจำนวนและน้ำหนักปลาตายที่ตรวจนับและรวบรวมได้ในแต่ละพื้นที่ที่สุ่ม ตัวอย่างย่อยไปขยายส่วนให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบทั้งหมดในลำน้ำ (รายละเอียดในหน้า 59) โดยการคูณจำนวนนับหรือค่าเฉลี่ยที่ได้จากพื้นที่สุ่มตัวอย่างย่อยด้วยจำนวนพื้นที่ที่สุ่มตัวอย่างที่จัดแบ่ง ทั้งหมด หรือด้วยการคูณจำนวนทั้งหมดที่สุ่มได้ด้วยค่าคงที่ที่คำนวณได้ ค่าคงที่ดังกล่าวเป็นค่าสัดส่วนของ จำนวนระยะทางตามลำน้ำทั้งหมดที่ได้รับผลกระทบหารด้วยจำนวนระยะทางตามลำน้ำที่ทำการสุ่มตัวอย่าง ตรวจนับปลาตาย

ตัวอย่าง เมื่อเกิดเหตุปลาตายในบริเวณพื้นที่ลำน้ำขนาดเล็กแห่งหนึ่ง ซึ่งมีระยะทางของลำน้ำ ในช่วงที่เกิดเหตุประมาณ 5 กิโลเมตร ลำน้ำที่เกิดเหตุสามารถเข้าถึงได้ทุกพื้นที่ กำหนดพื้นที่ที่ได้รับความ เสียหายออกเป็น 5 เขต แต่ละเขตมีระยะทางยาว 1 กิโลเมตร (1,000 เมตร) ตรวจนับและรวบรวมตัวอย่าง ปลาตายของพื้นที่ย่อยภายในแต่ละเขตมีระยะทางรวมเขตละ 200 เมตร โดยสุ่มพื้นที่ย่อยละ 100 เมตร จำนวน 2 พื้นที่ (ภาพที่ 9 และตารางที่ 10) จากนั้นนำจำนวนปลาตายที่ตรวจนับและประเมินได้ในพื้นที่เกิด เหตุดังกล่าวไปคำนวณความเสียหายต่อไป



ภาพที่ 9 แผนที่สังเขปแสดงพื้นที่เกิดเหตุและการแบ่งพื้นที่ตรวจนับปลาตายที่มีระยะทาง 5 กิโลเมตร กำหนดพื้นที่เป็น 5 เขต แต่ละเขตมีพื้นที่ย่อยที่ตรวจนับ 2 พื้นที่ พื้นที่ย่อยละ 100 เมตร

ตารางที่ 10 ข้อมูลการสุ่มตัวอย่างตรวจนับจำนวนและน้ำหนักปลาตายในพื้นที่ลำนํ้าขนาดเล็ก

ชนิดพันธุ์ปลาที่พบ	จำนวนปลาในพื้นที่สุ่มย่อย (ตัว)					น้ำหนักปลาในพื้นที่สุ่มย่อย (กก.)					ผลรวม	
	เขตที่ 1	เขตที่ 2	เขตที่ 3	เขตที่ 4	เขตที่ 5	เขตที่ 1	เขตที่ 2	เขตที่ 3	เขตที่ 4	เขตที่ 5	จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก (กก.)
ปลาตะเพียน	140	100	40	0	0	35.00	25.00	10.00	0.00	0.00	280	70.00
ปลาชิวทวาย	120	80	30	20	10	1.20	0.80	0.30	0.20	0.10	260	2.60
ปลาช่า	60	40	20	5	5	7.20	4.80	2.40	0.60	0.60	130	15.60
ปลาหมอช้างเหยียบ	30	15	25	30	15	4.50	2.25	3.75	4.50	2.25	115	17.25
ปลากระดี่	30	20	15	20	10	1.50	1.00	0.75	1.00	0.50	95	4.75
ปลาสร้อยนกเขา	25	15	20	10	5	5.00	3.00	4.00	2.00	1.00	75	15.00
ปลาช่อน	10	5	10	5	0	8.00	4.00	8.00	4.00	0.00	30	24.00
ปลาดุก	5	5	5	5	0	0.75	0.75	0.75	0.75	0.00	20	3.00
รวมจำนวน	420	280	165	95	45	63.15	41.60	29.95	13.05	4.45	1,005	152.20
เฉลี่ย	201					30.44					-	-

หมายเหตุ ชนิดพันธุ์ปลา จำนวน และน้ำหนักปลาในตารางเป็นข้อมูลสมมุติเพื่อแสดงให้เห็นตัวอย่างในการคำนวณ

(1) การคำนวณค่าคงที่

$$\text{ค่าคงที่ที่ใช้คำนวณ} = \frac{\text{ความยาวของพื้นที่เกิดเหตุ}}{\text{ความยาวของพื้นที่สุ่มย่อย}} = \frac{1,000 \text{ ม} \times 5 \text{ กม.}}{5 \text{ พื้นที่ย่อย} \times 200 \text{ ม.}} = 5.0$$

(2) การประมาณค่าจำนวนและน้ำหนักปลาตายเฉลี่ยต่อพื้นที่สุ่มตัวอย่าง

$$\begin{aligned} \text{ค่าเฉลี่ยของจำนวนปลาตาย} &= \frac{\text{จำนวนปลาตายรวม (ตัว)}}{\text{พื้นที่สุ่มย่อย}} = \frac{1,005 \text{ ตัว}}{5 \text{ พื้นที่ย่อย}} = 201 \text{ ตัว/พื้นที่สุ่ม} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักปลาตาย} &= \frac{\text{น้ำหนักปลาตายรวม (ตัว)}}{\text{พื้นที่สุ่มย่อย}} = \frac{152.20 \text{ กก.}}{5 \text{ พื้นที่ย่อย}} = 30.44 \text{ กก./พื้นที่สุ่ม} \end{aligned}$$

(3) การประมาณค่าจำนวนและน้ำหนักปลาที่พบตายทั้งหมด

$$\begin{aligned} \text{จำนวนปลาตายทั้งหมด} &= (201 \text{ ตัว/พื้นที่สุ่ม}) \times (\text{พื้นที่สุ่มย่อย } 25 \text{ พื้นที่}) = 5,025 \text{ ตัว} \end{aligned}$$

หรืออาจจะคำนวณได้จาก

$$\begin{aligned} \text{จำนวนปลาตายทั้งหมด} &= (\text{ปลาตายที่นับได้ } 1,005 \text{ ตัว}) \times (\text{ค่าคงที่ } 5.0) = 5,025 \text{ ตัว} \end{aligned}$$

น้ำหนักรปลาดาย ทั้งหมด	=	(30.44 ตัว/พื้นที่ที่สุ่ม) x (พื้นที่ที่สุ่มย่อย 25 พื้นที่)	=	761 กก.
---------------------------	---	--	---	---------

หรืออาจจะคำนวณได้จาก

น้ำหนักรปลาดาย ทั้งหมด	=	(ปลาดายที่นับได้ 152.2 ตัว) x (ค่าคงที่ 5.0)	=	761 กก
---------------------------	---	--	---	--------

(4) การประมาณค่าในรายชนิดพันธุ์ปลาที่พบตาย เช่น ปลาดูเพียน

จำนวนปลา ดูเพียนที่ตาย	=	(ปลาดูเพียนที่นับได้ 280 ตัว) x (ค่าคงที่ 5.0)	=	1,400 ตัว
---------------------------	---	--	---	-----------

น้ำหนักรปลา ดูเพียนที่ตาย	=	(ปลาดูเพียนที่นับได้ 70 กก.) x (ค่าคงที่ 5.0)	=	350 กก.
------------------------------	---	---	---	---------

2) ถ้าน้ำขนาดเล็กที่เข้าถึงได้บางพื้นที่

เมื่อเกิดเหตุปลาดายในพื้นที่ถ้าน้ำขนาดเล็กที่สามารถเข้าถึงได้บางส่วน แต่ไม่สามารถเข้าถึงได้ทุกพื้นที่ เช่น ถ้าน้ำที่ตั้งอยู่เขตอนุรักษ์หรือในป่าหรือในชุมชนที่ยังไม่มีเส้นทางสัญจรเข้าถึงถ้าน้ำทั้งหมด เจ้าหน้าที่ผู้ประเมินจำเป็นต้องปรับรูปแบบการสุ่มตัวอย่างซึ่งแตกต่างไปจากเดิมในข้อที่ผ่านมา โดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) ในส่วนของพื้นที่ที่เข้าถึงได้ของถ้าน้ำจะเป็นพื้นที่หลักที่ใช้ตรวจนับจำนวนปลาดาย จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปประมาณค่าในส่วนที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ ซึ่งต้องใช้การพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลและใช้ประสบการณ์จากการดำเนินงานในพื้นที่ที่เข้าถึงมาประกอบการพิจารณา เจ้าหน้าที่ผู้ประเมินอาจใช้การพิจารณาคำเนินการตามสถานการณ์ที่เหมาะสม โดยในส่วนของกรสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ที่เข้าถึงได้บางส่วนจะจัดกลุ่มพื้นที่ออกเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่มชั้น (strata III) (ภาพที่ 10) ดังนี้

- กลุ่มชั้นที่ I คือ ส่วนของพื้นที่ถ้าน้ำที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก เช่น บริเวณถ้าน้ำที่ถนนตัดผ่าน
- กลุ่มชั้นที่ II คือ ส่วนของพื้นที่ถ้าน้ำที่สามารถเข้าถึงได้ต่อเนื่องจากพื้นที่แรกหรือพื้นที่ถนนตัดผ่าน ซึ่งในส่วนนี้พอจะเข้าถึงได้บ้างตามระยะทางที่เอื้ออำนวย ซึ่งจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละที่
- กลุ่มชั้นที่ III คือ ส่วนของพื้นที่ถ้าน้ำที่ยังคงไม่สามารถเข้าถึงได้

ดังนั้นส่วนพื้นที่ถ้าน้ำที่สามารถเข้าถึงได้ในช่วงที่มีถนนตัดผ่านจะได้แก่ พื้นที่ย่อยในกลุ่มชั้นที่ I และ II โดยระยะทางของส่วนพื้นที่ย่อยในกลุ่มชั้นที่ I นั้น จะมีทั้งส่วนที่อยู่ตอนบนถ้าน้ำเหนือสะพานและส่วนตอนล่างถ้าน้ำท้ายสะพาน ซึ่งจะมีระยะทางที่สามารถดำเนินการได้ในระดับหนึ่ง ข้อจำกัดของพื้นที่ย่อยกลุ่มชั้นที่ I คือ เป็นจำนวนของพื้นที่ที่สามารถเข้าถึง ไม่ใช่จำนวนระยะทางในพื้นที่สุ่มบริเวณที่เข้าถึง ดังนั้นในแต่ละพื้นที่ที่มีถนนตัดผ่านสามารถนำมารวมกันเป็นหนึ่งพื้นที่ของบริเวณพื้นที่เหนือ

สะพานและท้ายสะพาน ไม่จำเป็นต้องแยกออกจากกัน ในการประมาณค่าจำนวนปลาตายทั้งหมดในพื้นที่ย่อยกลุ่มที่ I ให้นับจำนวนแต่ละชนิดทั้งหมดและชั่งน้ำหนักปลาตายรายชนิดที่นับได้

ตัวอย่าง มีลำน้ำที่สามารถเข้าถึงได้บางส่วนแห่งหนึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ห่างไกลได้เกิดเหตุปลาตายในลำน้ำแห่งนี้มีระยะทางความยาวประมาณ 8 กิโลเมตร โดยในบริเวณพื้นที่ลำน้ำ 8 กิโลเมตรดังกล่าว มีถนนที่ตัดผ่านลำน้ำรวม 6 แห่ง ดังนั้นสามารถจัดแบ่งกลุ่มพื้นที่ได้เป็น 3 กลุ่ม (ภาพที่ 10) คือ

กลุ่มชั้นที่ I บริเวณพื้นที่ลำน้ำที่มีถนนตัดผ่านจำนวน 6 พื้นที่ มีความยาวพื้นที่ละ 100 เมตร (เหนือสะพาน 50 เมตร และท้ายสะพาน 50 เมตร) รวมเป็นความยาวทั้งหมดในพื้นที่กลุ่มนี้ = 600 เมตร

กลุ่มชั้นที่ II บริเวณพื้นที่ที่ต่อเนื่องจากพื้นที่แรกมี 12 พื้นที่ (รวมทั้งเหนือสะพานและท้ายสะพาน) พื้นที่ละ 100 เมตร รวมเป็นความยาวทั้งหมดในพื้นที่กลุ่มชั้นนี้ = 1,200 เมตร

กลุ่มชั้นที่ III บริเวณพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ มีความยาว = $8,000 - 1,800 = 6,200$ เมตร

การนับจำนวนปลาตายในแต่ละพื้นที่พบมีดังนี้

กลุ่มชั้นที่ I จำนวน 6 พื้นที่ นับปลาตายได้รวมทั้งสิ้น 1,210 ตัว มีน้ำหนัก 242.0 กิโลกรัม

กลุ่มชั้นที่ II จำนวน 12 พื้นที่ สุ่มนับปลาตายใน 4 พื้นที่ พบจำนวน 30, 47, 115, 25 ตัว และน้ำหนักปลา 6.0, 9.4, 23.0, 5.0 กิโลกรัม มีจำนวนรวม 217 ตัว และมีน้ำหนักรวม 43.4 กิโลกรัม

เมื่อประมาณค่าจำนวนปลาตายรวมจาก 12 พื้นที่ ของกลุ่มชั้นที่ II จะมีจำนวนปลาตายรวมเท่ากับ 651 ตัว และมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 130.2 กิโลกรัม

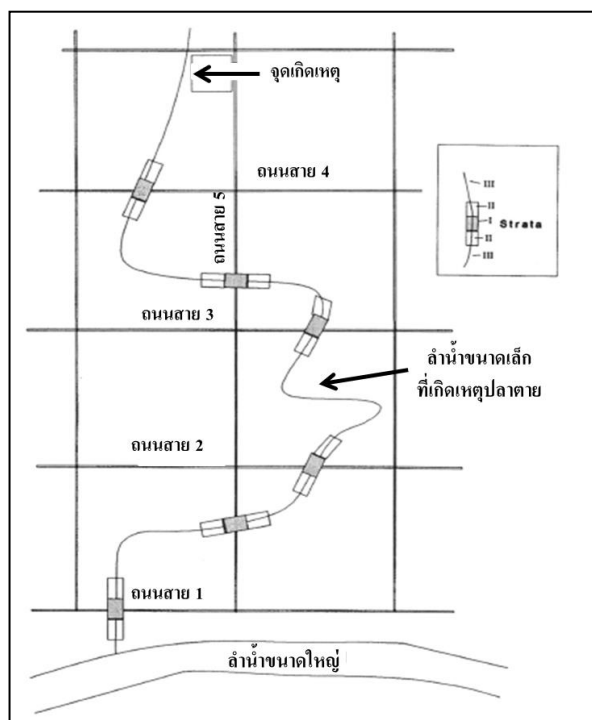
กลุ่มชั้นที่ III มีระยะทางในพื้นที่รวม 6,200 เมตร ถ้าประเมินว่าพื้นที่ของกลุ่มชั้นที่ III มีปริมาณความหนาแน่นของจำนวนปลาที่ลอยตายเช่นเดียวกับพื้นที่กลุ่มชั้นที่ II ดังนั้นจำนวนปลาที่ประเมินได้ทั้งหมดเท่ากับ $651 \times 6,200 / 1,200 = 3,364$ ตัว และมีน้ำหนักปลาเท่ากับ $130.2 \times 6,200 / 1,200 = 673$ กิโลกรัม

ในบริเวณพื้นที่ของกลุ่มชั้นที่ I ซึ่งพบมีปลาลอยตายจำนวนมากนั้น อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากโครงสร้างของสะพานที่เป็นตัวชะลอทำให้ปลาที่ลอยตายเกิดการสะสมรวมกันอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่กลุ่มชั้นที่ III จะมีความหนาแน่นเช่นเดียวกันกับกลุ่มชั้นที่ I ดังนั้นจึงไม่พิจารณาเลือกปริมาณปลาที่พบในกลุ่มชั้นที่ I มาใช้ประกอบการประมาณค่าจำนวนปลาในกลุ่มชั้นที่ III (ในส่วนนี้จำเป็นต้องพิจารณาจากสภาพแวดล้อมและข้อมูลต่างๆในพื้นที่ประกอบการตัดสินใจว่าสมควรจะเลือกใช้ข้อมูลในส่วนใดจึงจะเหมาะสม ถ้าหากพบว่าปริมาณความหนาแน่นของปลาทั้งกลุ่มชั้นที่ I และกลุ่มชั้นที่ II ไม่แตกต่างกันมาก ก็สามารถใช้อ้างอิงข้อมูลทั้งสองพื้นที่มาประมาณการร่วมกันก็ได้)

ดังนั้น จำนวนรวมของปลาที่พบตายทั้งหมด = $1,210 + 651 + 3,364 = 5,225$ ตัว

และผลรวมของน้ำหนักปลาที่พบตายทั้งหมด = $242 + 130 + 673 = 1,045$ กิโลกรัม

ในส่วนของการประเมินความเสียหายตามรายชนิดพันธุ์ปลาก็สามารถดำเนินการได้ในทำนองเดียวกันกับวิธีการในพื้นที่ลำน้ำเล็ก โดยคำนวณหาสัดส่วนขององค์ประกอบเฉลี่ยของชนิดพันธุ์ปลาที่พบเสียหายในกลุ่มชั้นที่ II มาประมาณค่ารายชนิดพันธุ์ปลาในกลุ่มชั้นที่ III แล้วจึงนำชนิดพันธุ์ปลาที่พบทั้งสามกลุ่มมารวมกันตามรายชนิดพันธุ์ปลาเพื่อเป็นความเสียหายในภาพรวม แล้วนำไปคูณกับราคาเพื่อเป็นมูลค่าความเสียหายต่อไป



ภาพที่ 10 แสดงวิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจนับจำนวนปลาตายในลำน้ำขนาดเล็กที่เข้าถึงได้เพียงบางส่วน (ดัดแปลงจาก Southwick and Loftus, 2003)

3) ลำน้ำขนาดเล็กที่มีการเคลื่อนที่ของมวลน้ำและปลาลอยตาย

ปลาที่ลอยตายไปตามลำน้ำสามารถสร้างปัญหาในการประเมินได้ โดยในขณะที่เจ้าหน้าที่ทำการรวบรวมตัวอย่างเพื่อตรวจนับและชั่งวัดขนาดปลาในพื้นที่ย่อยหนึ่ง ปลาบางส่วนอาจมีการลอยข้ามออกไปนอกพื้นที่สุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ ปลาบางส่วนก็ลอยเข้ามาเพิ่มขึ้นในพื้นที่เดิม และบางส่วนอาจจะหมุนวนอยู่ในพื้นที่ ถ้าปลาที่ลอยเข้ามามีจำนวนไม่มากนักก็อาจจะละเลยไปได้ หรืออีกแนวทางก็คือนำไปเพิ่มเติมไว้ในส่วนของการนับในพื้นที่ริมฝั่ง ซึ่งมีผลในการเพิ่มจำนวนเกินขึ้นไปอีกเล็กน้อยหากเป็นการนับแบบทวนกระแสน้ำขึ้นไป หรือต่ำกว่าเล็กน้อยในกรณีนับแบบตามกระแสน้ำลงมา

แต่ถ้ากลุ่มของปลาที่ลอยไปตามกระแสน้ำมีจำนวนมาก ก็จำเป็นต้องมีวิธีการปรับแก้เพื่อให้การนับมีความแม่นยำมากขึ้น เมื่อจำเป็นต้องปรับแก้จำนวนปลาที่ลอยตามกระแสน้ำ ให้แยกกลุ่มปลาในส่วนนี้ออกจากส่วนของปลาในกลุ่มริมฝั่ง และค่อยนำกลับมารวมกันใหม่ในภายหลัง จำนวนปลาตายที่ลอยลงไปตามกระแสน้ำนั้นเป็นส่วนที่ทำให้ผิดพลาด แต่ถ้าจำนวนที่นับได้ในพื้นที่สุ่มย่อยมีจำนวนน้อยก็อาจจะไม่ส่งผลในการเพิ่มเติมขึ้นหรืออาจเพิ่มขึ้นในจำนวนที่น้อยมาก

เมื่อนับจำนวนปลาตายแบบทวนกระแสน้ำขึ้นไป จำนวนปลาที่นับทั้งบริเวณพื้นที่ริมฝั่งและพื้นที่กลางน้ำ (ไม่ว่าจะเป็นปลาที่ลอยตามกระแสน้ำไปด้วยหรือไม่ก็ตาม) ให้บันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการนับในส่วน of พื้นที่สุ่มย่อยนี้ จากนั้นในทำนองเดียวกันให้ทำการสุ่มนับจำนวนปลาที่ลอยผ่าน ณ จุดอ้างอิงจุดใดจุดหนึ่งในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวในช่วงเวลาที่เท่ากัน แล้วนำส่วนที่นับได้ไปหักลบออก เพื่อปรับแก้จำนวนปลาที่นับเดิมให้มีความถูกต้องตามจริงมากขึ้น ถ้าหากจำนวนปลาที่หักลบออกแล้วมีผลให้

ได้ค่าเป็นศูนย์หรือติดลบ ให้ใช้จำนวนเดิมที่ยังไม่มีการปรับแก้ตั้งแต่ตอนต้นไปใช้คำนวณต่อไป โดยจำนวนปลาทั้งหมดในแต่ละพื้นที่ที่สุ่มย่อนั้นจะต้องประกอบด้วยจำนวนปลาที่พบบริเวณพื้นที่ที่ริมฝั่งรวมกับจำนวนปลาที่ได้ปรับแก้ในส่วนที่ลอยอยู่กลางน้ำแล้ว

เมื่อนับจำนวนปลาตายแบบตามกระแสน้ำลงไป จำนวนปลาที่นับต้องมีทั้งส่วนบริเวณพื้นที่ริมฝั่งที่เคลื่อนที่ผ่าน และส่วนพื้นที่ที่ลอยอยู่ในน้ำที่ได้เคลื่อนที่ผ่านไป ไม่ต้องสนใจว่าจะเป็นปลาที่ได้พบเห็นมาก่อนแล้วหรือไม่ ให้นับปลาที่ผ่านไปทั้งหมด และให้บันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการนับในส่วนในพื้นที่ที่สุ่มนี้ และในทำนองเดียวกันก็ให้สุ่มนับจำนวนปลาที่ลอยผ่าน ณ จุดอ้างอิงจุดใดจุดหนึ่งที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวในช่วงเวลาที่เท่ากัน การปรับแก้ก็คือให้ใช้จำนวนปลาที่ลอยผ่านตำแหน่งที่ยืนอยู่บวกกับจำนวนปลาที่นับได้เมื่อเราเคลื่อนที่ผ่าน ลบด้วยจำนวนปลาที่ลอยน้ำเคลื่อนที่ผ่านเราไปในตอนแรก ถ้าได้ค่าเป็นศูนย์หรือติดลบ ให้ใช้จำนวนปลาที่ลอยผ่านจากการนับที่ตำแหน่งคงที่เท่า นั้น โดยจำนวนปลาที่พบในส่วนพื้นที่ที่ย่อยทั้งหมดนั้นจะประกอบด้วยปลาที่พบพื้นที่ริมฝั่งรวมกับจำนวนปลาที่ได้ปรับแก้ในส่วนที่ลอยอยู่กลางน้ำแล้ว

4.4.2 การประเมินในหนอง บึง กว้าง และอ่างเก็บน้ำ

กรณีการเกิดเหตุปลาตายในพื้นที่แหล่งน้ำแบบหนอง บึง กว้าง และอ่างเก็บน้ำ ปลาที่พบลอยตายส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณริมฝั่ง และมีบางส่วนยังคงลอยตายอยู่ในพื้นที่กลางน้ำ ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงควรแบ่งพื้นที่สำรวจออกเป็น 2 เขตพื้นที่ แต่ละเขตพื้นที่จะใช้วิธีการประเมินด้วยแผนการสุ่มตัวอย่างที่ต่างกัน การสุ่มบริเวณเขตพื้นที่ริมฝั่งให้ดำเนินการแบ่งพื้นที่ย่อยออกเป็นส่วนๆ (segments) ส่วนบริเวณเขตพื้นที่กลางน้ำให้แบ่งพื้นที่ย่อยออกเป็นแนวตามทิศทางของเส้นตัดขวางแหล่งน้ำ (transects) ซึ่งมีจำนวนได้หลายแนว จำนวนปลาที่ตายทั้งหมดจะถูกประมาณค่าจากพื้นที่ย่อยของแต่ละเขต แล้วนำค่าจำนวนที่ประเมินได้ทั้งสองส่วนมารวมกันเป็นจำนวนปลาที่พบตายทั้งหมด

วิธีการประเมินแบบนี้มีความเหมาะสมสำหรับลักษณะของลำน้ำที่มีบริเวณที่ค่อนข้างกว้างมากด้วยเช่นกัน ซึ่งจะต้องตรวจนับจากพื้นที่ริมฝั่งของทั้งสองฝั่งและบริเวณส่วนกลางของลำน้ำ ถ้าหากพื้นที่ริมฝั่งไม่สามารถเข้าถึงได้หรือปลาตายที่พบไม่ได้มีจำนวนที่หนาแน่นมาก การสุ่มด้วยวิธีแบ่งพื้นที่ตามแนวตัดขวางลำน้ำอย่างเดียวก็สามารถนำมาใช้ได้กับพื้นที่ลำน้ำแบบนี้

หลักการของการสุ่มตัวอย่างแบบแนวตัดขวาง (transects) ก็เหมือนกับการสุ่มตัวอย่างด้วยการแบ่งเป็นพื้นที่ส่วนย่อยๆ (segments) เช่นกัน โดยปลาที่พบลอยตายจะถูกนับและบันทึกลงในพื้นที่หน่วยย่อยที่สุ่มตัวอย่างทั้งในแนวตัดขวางและในพื้นที่ย่อยที่สุ่ม แล้วนำไปขยายส่วนให้เป็นพื้นที่ทั้งหมดที่ได้รับ ความเสียหาย จากนั้นจึงนำในแต่ละส่วนมารวมกันเป็นความเสียหายรวมทั้งเกิดขึ้นทั้งแหล่งน้ำต่อไป

1) การนับจำนวนบริเวณพื้นที่ริมฝั่ง

ขั้นตอนที่ 1 ให้ทำการประมาณขอบเขตพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ โดยวัดระยะความยาวของพื้นที่ริมฝั่งที่ได้รับผลกระทบ แล้วแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ ที่เท่ากัน ตามระยะทางความยาวของลำน้ำ

ขั้นตอนที่ 2 ทำการนับจำนวนพื้นที่ย่อยทั้งหมดที่จัดแบ่งได้ว่ามีจำนวนเท่าไร

ขั้นตอนที่ 3 ทำการสุ่มเลือกพื้นที่ย่อยเพื่อใช้เป็นตัวแทนในการตรวจนับและรวบรวมปลาตาย เพื่อนำไปจำแนกชนิด ชั่งน้ำหนักและวัดขนาดความยาวรายตัว เพื่อประเมินขนาดของประชากรปลาที่ได้รับ ความเสียหาย

ขั้นตอนที่ 4 จากนั้นนำจำนวนพื้นที่ย่อยที่มีไปคูณกับค่าเฉลี่ยที่ประเมินได้ของพื้นที่สุ่มตัวอย่าง เพื่อประมาณค่าจำนวนและน้ำหนักปลาที่พบเสียหายทั้งหมด ส่วนมูลค่าความเสียหายให้นำน้ำหนักปลาใน รายชนิดสัตว์น้ำไปคูณกับราคาตามขนาดสัตว์น้ำชนิดนั้นๆ เพื่อเป็นมูลค่าของความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อไป

โดยทั่วไปลักษณะพื้นที่แหล่งน้ำแบบหนอง บึง กว้าง หรืออ่างเก็บน้ำนี้ ปริมาณปลาที่พบตาย ประมาณร้อยละ 75 จะพบอยู่บริเวณพื้นที่ริมฝั่งซึ่งสามารถสำรวจได้อย่างเป็นอิสระโดยกำหนดส่วนของ พื้นที่ย่อยให้อยู่ในรูปแบบที่เท่าๆกัน แล้วทำการสุ่มตัวอย่างด้วยแผนการสุ่มแบบเป็นระบบหรือเจาะจง (systematic sampling) พื้นที่ย่อยที่อยู่ภายในกลุ่มหรือเขตแรกที่กำหนดให้เริ่มต้นด้วยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ก่อน (รายละเอียดในหน้า 59) สำหรับการสำรวจที่ดำเนินการในรอบหนึ่งวัน สามารถขยายส่วนพื้นที่ริมฝั่ง ให้ครอบคลุมเข้าไปในพื้นที่กลางน้ำได้ไกลตามที่ต้องการได้ ซึ่งในทางปฏิบัติให้ดำเนินการโดยวัดระยะห่าง จากพื้นที่ริมฝั่งเข้ามา เมื่อกำหนดระยะห่างจากริมฝั่งได้แล้ว ต้องคงระยะห่างดังกล่าวไว้ตลอดช่วงที่ทำการ สำรวจแล้วตรวจนับความเสียหายที่เกิดขึ้น ขอบเขตของระยะดังกล่าวจะถูกใช้กำหนดเป็นเส้นแบ่งเขตของ พื้นที่กลางน้ำซึ่งใช้ในการสุ่มตัวอย่างตามแนวตัดขวางที่มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดอยู่ในพื้นที่นี้ด้วย และถ้า การสำรวจมีการดำเนินการต่อเนื่องในบริเวณพื้นที่เดิมมากกว่าหนึ่งวัน บริเวณพื้นที่ริมฝั่งก็อาจแบ่งย่อย ออกเป็นพื้นที่สุ่มตัวอย่าง 2 พื้นที่ได้ พื้นที่แรกคือพื้นที่ที่พบปลาตายเกยตื้นอยู่ริมฝั่ง และพื้นที่ที่สองคือพื้นที่ ที่พบปลาลอยตามแนวริมฝั่ง

การสำรวจในบริเวณพื้นที่ริมฝั่งให้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบพื้นที่ย่อย (segments) เช่นเดียวกันกับพื้นที่ลำนํ้าขนาดเล็ก ในการกำหนดหรือจัดแบ่งขนาดพื้นที่ย่อยอาจแบ่งกลุ่มได้หลายขนาดตามระยะ ความยาวพื้นที่ที่พบมีจำนวนปลาตายที่เท่ากัน ซึ่งการแบ่งแบบนี้จะช่วยให้มีระดับความแม่นยำของการ ประเมินระหว่างพื้นที่สุ่มย่อยได้มากขึ้น แต่ทว่าต้องมีการใช้จ่ายเพิ่มในการสำรวจพื้นที่ก่อนการสุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมากำหนดพื้นที่แต่ละพื้นที่สุ่มย่อย อันจะมีผลทำให้ลดจำนวนหน่วยของพื้นที่สุ่มย่อยลงไปได้บ้าง

2) การนับจำนวนบริเวณพื้นที่กลางน้ำ

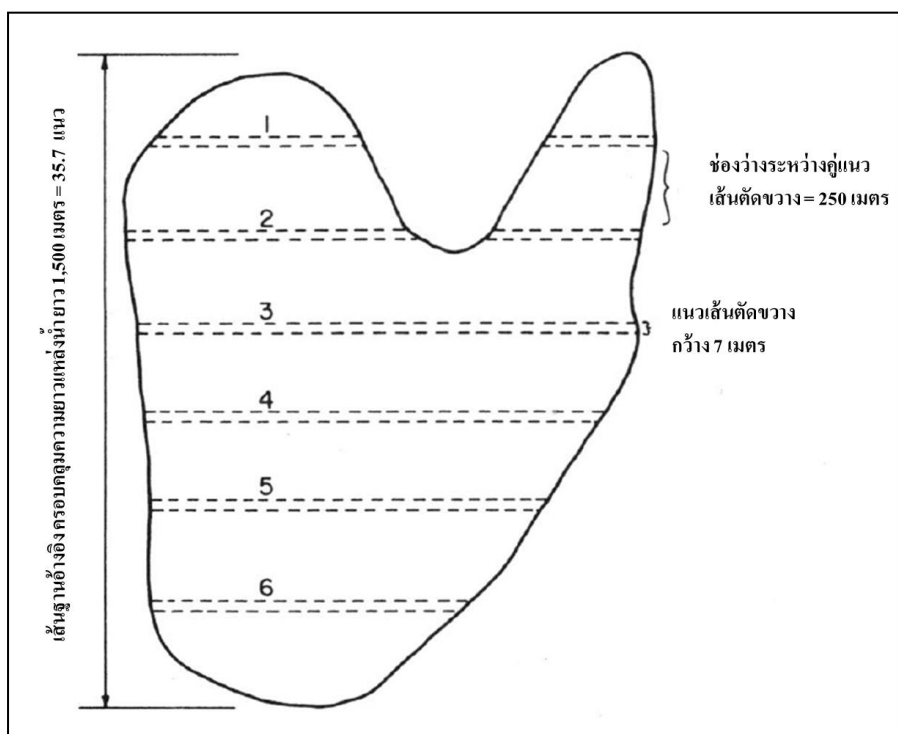
จำนวนปลาตายทั้งหมดที่อยู่บริเวณพื้นที่กลางน้ำสามารถประเมินได้จากการสุ่มตัวอย่างเชิง พื้นที่ โดยหน่วยของตัวอย่างสุ่มก็คือพื้นที่สุ่มในแนวตัดขวาง ซึ่งแนวตัดขวางแต่ละแนวที่กำหนดจะรู้ขนาด ความยาวจากริมฝั่งด้านหนึ่งไปยังริมฝั่งอีกด้านหนึ่ง โดยมีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดอยู่ในวงรอบของพื้นที่ กลางน้ำ ที่เป็นอิสระส่วนพื้นที่กับการสุ่มตัวอย่างบริเวณเขตพื้นที่ริมฝั่ง

รายละเอียดของการใช้แนวตัดขวางมีระบุไว้ในหน้าที่ 57 (ภาพที่ 11) เจ้าหน้าที่ต้องตัดสินใจ เลือกขนาดความกว้างของแนวตัดขวางที่เหมาะสม และจำนวนแนวที่จะทำการสุ่มตัวอย่าง แล้ววางผังของ จำนวนแนวตัดขวางลงในแผนที่ โดยกำหนดการสุ่มตัวอย่างด้วยแผนการสุ่มแบบเป็นระบบ (systematic sampling) ตามจำนวนแนวตัดขวางที่จะเลือกสุ่ม แล้วให้บันทึกข้อมูลการตรวจนับจำนวนและน้ำหนักปลา ตายแยกจากกันในแต่ละแนว ซึ่งจะทำได้สามารถนำไปคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยได้ด้วย

ถ้าแหล่งน้ำแบบหนอง บึง กว้าง หรืออ่างเก็บน้ำมีรูปร่างที่ไม่มีรูปทรงที่ชัดเจน แนวตัดขวางอาจถูกรบกวนหรือมีการพาดผ่านในส่วนของพื้นที่ยื่นล้ำเข้ามาในพื้นที่น้ำก็ได้ หากเป็นเช่นนี้ก็ให้นับจำนวนปลาที่พบทั้งสองด้านของแนวเส้นเข้าด้วยกันรวมเป็นค่าเดียว

วิธีการคำนวณจำนวนปลาตายตามการสุ่มตัวอย่างในแนวตัดขวางของพื้นที่กลางน้ำ สามารถคำนวณได้ 2 วิธี ความเหมาะสมของทั้งสองวิธีขึ้นอยู่กับสภาพข้อมูลที่มีอยู่ ถ้าหากมีข้อมูลจำนวนน้อยและรู้เฉพาะระยะความยาวของแนวเส้นฐานควรเลือกใช้วิธีแรก แต่ถ้าหากมีแผนที่ที่มีความละเอียดที่ดีพอซึ่งสามารถคำนวณพื้นที่ของแหล่งน้ำและระยะความยาวของแนวตัดขวางแต่ละแนวได้ก็ให้เลือกใช้วิธีที่สอง เพราะจะสามารถเพิ่มความแม่นยำของข้อมูลได้มากขึ้น

ตัวอย่าง เกิดเหตุปลาตายในแหล่งน้ำแบบหนองบึงแห่งหนึ่งมีรูปร่างดังในภาพที่ 11 แหล่งน้ำมีพื้นที่ประมาณ 750 ไร่ มีเส้นฐานอ้างอิงยาวประมาณ 1,500 เมตร กำหนดการสุ่มตัวอย่างแบบแนวตัดขวางรวมจำนวน 6 แนว มีระยะห่างของช่องว่างระหว่างเส้นศูนย์กลางของคู่แนวตัดขวางที่กำหนด = $(1,500/6) = 250$ เมตร และมีความกว้างของแนวเส้นที่ใช้สุ่มตัวอย่างแนวละ 7 เมตร ซึ่งเป็นระยะที่สามารถรวบรวมตัวอย่างปลาได้จากด้านข้างเรือทั้งสองด้าน ดังนั้นจำนวนแนวตัดขวางที่จะมีได้ในระหว่างระยะช่องว่างที่กำหนดเท่ากับ 36 แนว $[(250/7) = 35.7]$ การสุ่มเลือกแนวตัดขวางที่จะใช้สุ่มตัวอย่างในส่วนช่องว่างแรกระหว่างแนวที่ 1 ถึงแนวที่ 36 สมมุติว่าสุ่มได้แนวที่ 19 ดังนั้นจุดศูนย์กลางของแนวตัดขวางแนวที่ 19 ก็คือที่ระยะทาง 130 เมตร จากจุดเริ่มต้นของเส้นฐานอ้างอิงโดยมีวิธีการคำนวณดังนี้



ภาพที่ 11 แสดงวิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจนับจำนวนปลาตายในแหล่งน้ำแบบ หนอง บึง อ่างเก็บน้ำด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่แบบตามแนวตัดขวาง (ดัดแปลงจาก Southwick and Loftus, 2003)

วิธีการคำนวณในแบบแรก เมื่อมีแผนที่แบบธรรมดา

- ระยะเริ่มของศูนย์กลางแนวที่ 19 = $(18 \text{ แนวตัดขวาง} \times 7 \text{ เมตร}) + (7 \text{ เมตร} / 2) = 130 \text{ เมตร}$

- ระยะของแนวตัดขวางที่ 2 คือ แนวที่ 1 + ระยะระหว่างช่อง 250 เมตร = 380 เมตร

- ระยะของแนวถัดไปเท่ากับ 630, 880, 1,130 และ 1,380 เมตร จากจุดเริ่มต้นของเส้นฐานอ้างอิง

ให้เจ้าหน้าที่ตรวจนับจำนวนปลาตายที่พบทั้งหมดระหว่างช่วงความกว้างของแนวที่มีระยะ 7 เมตร จากจุดเริ่มต้นฝั่งด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง แล้วรวบรวมตัวอย่างสัตว์น้ำที่พบทั้งหมดมาจำแนกชนิดจำนวน และชั่งวัดขนาดความยาวและน้ำหนักรายตัว แล้วบันทึกข้อมูลในแต่ละแนว

ค่าคงที่ที่ใช้ในการคำนวณ = $T / (W \times N)$

T = ความยาวของเส้นฐานอ้างอิง = 1,500 เมตร

W = ระยะความกว้างของแนวตัดขวาง = 7 เมตร

N = จำนวนแนวตัดขวางที่จะสุ่มตัวอย่าง = 6 แนว

ค่าคงที่ = $[1,500 / (7 \times 6)] = 35.7$

ถ้าจำนวนปลาที่นับได้พบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 720 ตัว และ 180 กิโลกรัม ต่อแนวตัดขวาง

ดังนั้น จำนวนปลาทั้งหมด = $720 \times 35.7 = 25,704 = 25,700$ ตัว

น้ำหนักปลาทั้งหมด = $180 \times 35.7 = 6,426$ กิโลกรัม

ความเสียหายรวมที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำต้องนำจำนวนและน้ำหนักปลาในแต่ละชนิดที่ประเมินได้ของพื้นที่ริมฝั่งและพื้นที่กลางน้ำมารวมกัน โดยในส่วนของการประเมินความเสียหายมีวิธีดำเนินการทำนองเดียวกับการสุ่มตัวอย่างพื้นที่ลำนํ้าเล็ก เมื่อได้ความเสียหายเป็นรายชนิดสัตว์น้ำในภาพรวมแล้วจึงนำไปคูณกับราคาตามขนาดของสัตว์น้ำเพื่อได้ปริมาณความเสียหายเป็นมูลค่าทางการเงิน

วิธีการคำนวณในแบบที่สอง เมื่อมีแผนที่ที่มีความละเอียดสูง

เมื่อมีแผนที่ที่สามารถวัดระยะของขนาดแหล่งน้ำและความยาวของแนวตัดขวางอย่างแม่นยำจากมาตราส่วนของแผนที่ก็จะทำให้ทราบพื้นที่ที่สุ่มในแต่ละแนวได้ ให้ใช้สัดส่วนความหนาแน่นของจำนวนปลาตายที่พบเฉลี่ยในพื้นที่สุ่มย่อยไปคำนวณจำนวนปลาตายทั้งหมดในพื้นที่แหล่งน้ำ ซึ่งวิธีนี้จะมี ความแม่นยำมากขึ้น แต่ก็มีสมมุติฐานที่กำหนด 2 ข้อ คือ 1) แนวตัดขวางแต่ละแนวจะต้องมีความยาวไม่เท่ากัน และ 2) จำนวนปลาตายที่พบนั้นจะต้องมีความแปรผันไปตามขนาดความยาวของแนวตัดขวาง จากตัวอย่างในรูปที่ 11 จะเห็นว่าแหล่งน้ำมีพื้นที่ขนาด 1,200,000 ตารางเมตร (750 ไร่) ความยาวของแนวตัดขวางทั้งหมดรวมกันเท่ากับ 4,550 เมตร โดยมีความกว้าง 7 เมตร ดังนั้นแนวตัดขวางมีพื้นที่ทั้งหมดเท่ากับ 31,850 ตารางเมตร ทีมสำรวจรวบรวมปลาได้เฉลี่ย 720 ตัว ซึ่งที่ความหนาแน่นเท่ากับ 0.022606 ตัวต่อตารางเมตร เมื่อคูณจำนวนความหนาแน่นกับพื้นที่แหล่งน้ำทั้งหมด ซึ่งเป็นจำนวนปลาที่ตายทั้งหมดของแหล่งน้ำ คือ 27,127 ตัว หรือประมาณเท่ากับ 27,130 ตัว ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้มีค่า 2,120 หรือมีสัดส่วนเท่ากับ 0.187 (วิธีการดังในหน้าที่ 62)

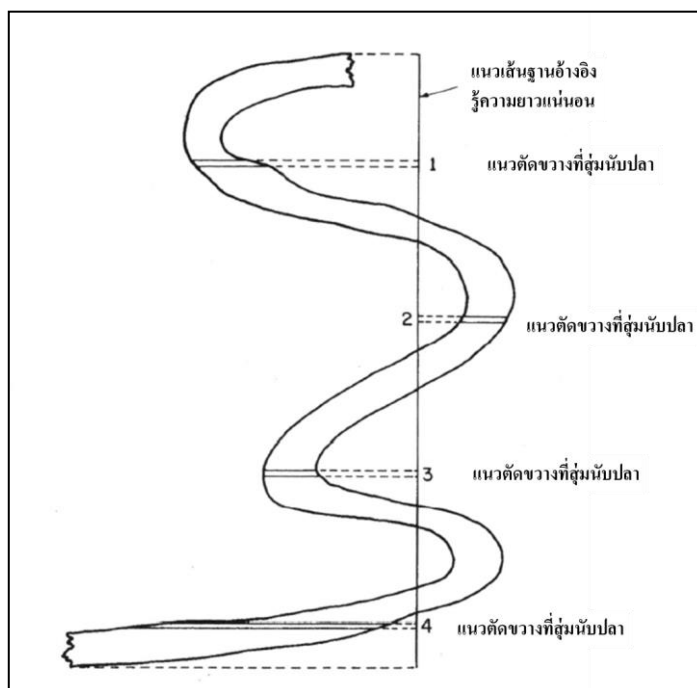
4.4.3 การประเมินในลำน้ำขนาดใหญ่ที่คดเคี้ยว

สำหรับพื้นที่ลำน้ำที่มีขนาดใหญ่และมีลักษณะคดเคี้ยวไปมา การสุ่มตัวอย่างอาจมีปัญหายุ่งยากขึ้น สืบเนื่องจากวิธีที่นำเสนอมาก่อนหน้าอาจจะไม่สอดคล้องกับรูปร่างของลำน้ำ อย่างไรก็ตามถ้าสามารถสุ่มตัวอย่างในรูปแบบของลำน้ำที่จัดแบ่งพื้นที่ย่อยโดยไม่มีการทับซ้อนกันได้ ก็ให้ใช้แนวทางการสุ่มตัวอย่างในรูปแบบนั้น แต่ถ้าการแบ่งพื้นที่ย่อยเป็นไปได้น้อยมากและมีการทับซ้อนกันมาก ก็ให้นำวิธีสุ่มตัวอย่างตามแนวตัดขวางลำน้ำมาใช้แทน โดยกำหนดให้ขอบเขตของพื้นที่สุ่มตัวอย่างต้องมีเส้นฐานอ้างอิงตามแนวตั้งฉากกับทิศทางการไหลของน้ำ และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างในแนวตัดขวางตามแผนการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (systematic sampling) โดยเริ่มต้นด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายในการสำรวจเขตแรก ส่วนปัญหาการลอยตายของปลาตามกระแสน้ำให้ปรับแก้ด้วยวิธีเดียวกับพื้นที่ลำน้ำขนาดเล็ก แต่โดยทั่วไปความเร็วกระแสน้ำในพื้นที่ลำน้ำที่มีขนาดใหญ่จะมีน้อยจนอาจจะไม่มีผลกระทบหรือไม่มีปัญหาก็ได้

ขั้นตอนที่ 1 ให้กำหนดเส้นฐานอ้างอิง (ภาพที่ 12) ที่มีความยาวครอบคลุมลำน้ำที่ได้รับผลกระทบ ซึ่งมีขนาดความยาวเพียงพอที่จะลากเส้นแนวตัดขวางมาชนในแนวตั้งฉากกับเส้นฐานอ้างอิง

ขั้นตอนที่ 2 เลือกขนาดความกว้างของแนวตัดขวางและดำเนินการเช่นเดียวกันกับข้อ 4.4.2 ในส่วนของพื้นที่กลางน้ำ โดยกำหนดจำนวนแนวตัดขวาง จำนวนระยะห่างระหว่างแนวตัดขวาง

ขั้นตอนที่ 3 ทำการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบโดยเริ่มต้นด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายในช่องว่างแรก รูปแบบของการสุ่มแบบนี้ในบางแนวอาจจะมีความยาวมากกว่าแนวอื่นๆ ซึ่งอาจจะส่งผลถึงระดับความแม่นยำและเพิ่มค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานให้มากขึ้นได้ ถ้าขนาดพื้นที่และขนาดความยาวของแนวตัดขวางลำน้ำสามารถคำนวณหาได้ก็จะทำให้ข้อมูลที่ได้มีระดับความแม่นยำมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 12 แสดงวิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจนับจำนวนปลาตายในลำน้ำขนาดใหญ่ที่มีความคดเคี้ยวไปมา ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่ตามแนวตัดขวาง (ดัดแปลงจาก Southwick and Loftus, 2003)

4.4.4 การประเมินในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบต่อเนื่องหลายวัน

ในหลายเหตุการณ์ปลาดายอาจมีการตายต่อเนื่องได้หลายวัน เช่น เหตุการณ์ปลาดายจากกรณีเรือน้ำตาล้อมในแม่น้ำเจ้าพระยาที่พบมีการเกิดเหตุปลาดายติดต่อกันนานถึง 5 วัน

1) การเกิดเหตุปลาดายหลายวันในบริเวณพื้นที่เดิม

ในบางพื้นที่แหล่งน้ำอาจเกิดเหตุปลาดายต่อเนื่องในพื้นที่เดิมเป็นเวลาหลายวันได้ โดยปลาที่ตายได้ทยอยลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ ดังนั้นการตรวจนับจำนวนการตายในวันเดียวอาจทำให้เกิดการประเมินที่มีค่าต่ำกว่าความเป็นจริงที่เกิดขึ้น แต่ถ้ามีการนับจำนวนที่เพิ่มขึ้นหลายวันเกินไปก็อาจจะทำให้เกิดการนับซ้ำซ้อนจนได้จำนวนมากเกินกว่าที่เป็นจริง ดังนั้นเจ้าหน้าที่จึงต้องสำรวจและรวบรวมตัวอย่างในพื้นที่สุ่มตัวอย่างที่กำหนดเพื่อพิจารณาแยกจำนวนปลาที่พบลอยตายขึ้นมาสู่ผิวน้ำในแต่ละวันว่ามีสัดส่วนของปลาที่ปรากฏขึ้นมาให้เห็นเป็นปลากลุ่มใหม่หรือไม่ เช่น ปลาที่พบยังมีเหงือกสดสีแดง ตาใส ไม่มีกลิ่นเน่าเหม็น เป็นต้น จำนวนที่พบใหม่นั้นมีเท่าไร มีชนิดปลาอะไรบ้าง และขนาดปลาแตกต่างอย่างไรในแต่ละชนิด

ในบางสถานการณ์การประเมินปลาดายโดยประเมินจากจำนวนทั้งหมดที่พบตายจากพื้นที่ริมฝั่งว่ามีจำนวนเท่าไร แล้วแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อย 2 ส่วน ทำการนับและทำเครื่องหมายกำกับปลาที่พบและรวบรวมไปชั่งวัดในแต่ละวันในพื้นที่สุ่มย่อยนั้น ซึ่งจะทำให้ทราบสัดส่วนของจำนวนปลาที่พบลอยตายขึ้นมาใหม่ในแต่ละวันได้ จากนั้นเมื่อรวมจำนวนปลาที่พบตายทั้งหมดในพื้นที่สุ่มย่อยนั้น แล้วขยายส่วนไปสู่พื้นที่ทั้งหมดที่ได้รับผลกระทบเสียหาย วิธีการนี้มีสมมุติฐานว่าปลาที่พบนั้นจะไม่ลอยตายออกกลางลำน้ำหลังจากเกยตื้นที่พื้นที่ริมฝั่งแล้ว การประมาณค่าจำนวนปลาที่ตายริมฝั่งในช่วงเวลาหลายวันนั้นไม่สามารถนำไปรวมกับปลาที่ลอยตายกลางน้ำ เพราะว่าปลาลอยตายกลางน้ำอาจจะเข้ามาเป็นปลาที่เกยตื้นตายที่ริมฝั่งได้

2) การเกิดเหตุหลายวันในบริเวณพื้นที่ต่อเนื่องตามลำน้ำ

ในพื้นที่ลำน้ำอาจมีการเกิดเหตุมลพิษแล้วทำให้ปลาดายต่อเนื่องได้เป็นเวลาหลายวันติดต่อกันลงไปตามลำน้ำตอนล่าง ปลาบางส่วนมีการลอยน้ำลงสู่ตอนล่าง บางส่วนก็อาจเกยตื้นอยู่ริมฝั่ง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นดังกล่าวยังไม่สามารถคาดการณ์ได้ ถ้าหากเจ้าหน้าที่รอเวลาจนเหตุการณ์สิ้นสุด ปลาที่ตายไปแล้วบางส่วนก็จะถูกศัตรูล่าออกไปก่อน หรือจมเน่าสลายลงกับพื้นท้องน้ำ บางส่วนก็อาจลอยตามลำน้ำลงไปตอนล่าง ดังนั้นการสำรวจปลาดายควรเริ่มในทันทีเท่าที่จะเป็นไปได้หลังจากที่ปลาเริ่มตาย และต้องติดตามการตายลงไปตามลำน้ำของพื้นที่เกิดเหตุต่อเนื่องโดยไม่มีพื้นที่ทับซ้อนกัน การนับจำนวนก็ต้องแบ่งเป็นพื้นที่สุ่มย่อยที่มีการสำรวจ การดำเนินการควรแบ่งกลุ่มเป็นแบบกลุ่มชั้นของพื้นที่ย่อยที่สำรวจในแต่ละวัน หรือวิธีอื่นที่อาจมีความเหมาะสมมากกว่าในรูปแบบของการสุ่มตัวอย่างแบบหลายวัน การพิจารณาความเหมาะสมของสถานการณ์ในพื้นที่เป็นสิ่งจำเป็นในการพิจารณาตัดสินใจ

การประมาณการตายรวมอาจนำผลนับปลาดายที่ได้มารวมกันในเชิงของวันที่ประเมินหรือเชิงพื้นที่ย่อยที่ทำการประเมินก็ได้ตามที่เจ้าหน้าที่พิจารณาว่าเหมาะสม ซึ่งจากการประเมินจะเห็นว่าควรนำปลาที่ตายบริเวณพื้นที่ริมฝั่งมารวมกันถ้าปลาเหล่านั้นตายริมฝั่งโดยไม่มีการเคลื่อนที่ไปตามลำน้ำ แต่ไม่สมควรที่จะนำปลาที่พบลอยตายกลางน้ำทั้งหมดมารวมกันในแต่ละวัน การรวมกันในเชิงพื้นที่สุ่มย่อยจะมี

ความเหมาะสมมากกว่า ในการนำเสนอภาพรวมความเสียหายที่เกิดขึ้นในช่วงหลายวันต่อเนื่องกันนั้น การพิจารณาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่เป็นสิ่งที่จำเป็นมากที่ต้องนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจ

4.4.5 การประเมินปลาและสัตว์น้ำในส่วนที่ถูกจับไปจากแหล่งน้ำ

สืบเนื่องจากสัตว์น้ำเป็นส่วนหนึ่งของอาหารหลักที่คนไทยคุ้นเคยและใช้ดำรงชีพมาตั้งแต่บรรพกาล ที่ผ่านมามาประเทศไทยก็ให้สิทธิประชาชนในการเข้าถึงทรัพยากรสัตว์น้ำได้อย่างเสรี จะมีจำกัดบ้างก็เฉพาะในบางพื้นที่และบางช่วงฤดูกาลที่กฎหมายกำหนดห้ามไว้ ดังนั้นถ้าหากแหล่งน้ำใดเกิดเหตุปลาตายแล้วมีประชาชนเข้าไปจับสัตว์น้ำมาใช้ประโยชน์โดยไม่มีความเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ก็เป็นเหตุการณ์ปกติทั่วไปที่จะพบเห็นประชาชนจำนวนมากเข้าไปจับสัตว์น้ำในแหล่งน้ำที่เกิดเหตุดังกล่าว ดังเช่นเหตุการณ์เรือบรรทุกน้ำตาลล่มในแม่น้ำเจ้าพระยา ที่การปนเปื้อนของน้ำตาลส่งผลให้เกิดการลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายที่มีในน้ำอย่างมาก แต่ไม่มีความเป็นอันตรายอยู่ในตัวสัตว์น้ำ จึงทำให้มีประชาชนเข้าไปจับสัตว์น้ำกันเป็นจำนวนมากแต่อย่างไรก็ตาม ถ้าหากแหล่งน้ำไม่ได้รับการปนเปื้อนจากเหตุผลพิษแล้ว ส่งผลให้สัตว์น้ำมีสภาพที่อ่อนแอหรือตายลง ก็เป็นการยากที่ประชาชนทั่วไปจะสามารถจับสัตว์น้ำได้ด้วยมือเปล่าหรืออุปกรณ์พื้นบ้านทั่วไป

แนวทางปฏิบัติสำหรับการประเมินความเสียหายสัตว์น้ำในพื้นที่เกิดเหตุที่มีประชาชนเข้าไปจับสัตว์น้ำจำแนกได้ 2 แบบ ตามสถานการณ์ของการเข้าประเมินในพื้นที่ ซึ่งทั้ง 2 วิธี มีความยุ่งยากในการประเมินและมีความแม่นยำและความเชื่อมั่นของผลการประเมินที่ต่างกัน

- แบบที่ 1 การประเมินความเสียหายในขณะที่ประชาชนกำลังจับสัตว์น้ำในที่เกิดเหตุ
- แบบที่ 2 การประเมินความเสียหายหลังจากประชาชนจับสัตว์น้ำออกไปจากพื้นที่เกิดเหตุแล้ว

แนวทางการประเมินทั้ง 2 แบบ ใช้หลักการเกี่ยวกับการศึกษาปริมาณผลจับสัตว์น้ำจากการทำการประมงในแหล่งน้ำต่างๆ โดยต้องทำการประเมินหาจำนวนประชาชนทั้งหมดที่เข้ามาจับสัตว์น้ำในเหตุการณ์ร่วมกับการประเมินปริมาณผลจับสัตว์น้ำเฉลี่ยของประชาชนกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว แต่การประเมินในแบบที่ 2 จะมีความยุ่งยากและความแม่นยำน้อยกว่าในแบบแรก เนื่องจากเป็นเหตุการณ์ที่ผ่านพ้นไปแล้ว จึงมีความยากลำบากในการประมาณค่าจำนวนประชาชนทั้งหมดที่ออกมาจับสัตว์น้ำ รวมทั้งการสุ่มตัวอย่างสำรวจปริมาณผลจับสัตว์น้ำของประชาชนแต่ละรายก็เป็นการสุ่มตัวอย่างที่ต้องใช้ความทรงจำย้อนหลังไปสู่วันที่เกิดเหตุ ถ้าวันเวลาล่วงเลยไปนานก็ยังทำให้ข้อมูลที่ได้อาจคลาดเคลื่อนได้มากขึ้น ในขณะที่การประเมินในรูปแบบแรกสามารถเจนนับจำนวนคนที่ออกมาจับสัตว์น้ำทั้งหมดได้โดยตรง และทำการสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ซึ่งเกิดเหตุเพื่อหาปริมาณผลจับเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างได้ ทั้งตามกลุ่มย่อยของพื้นที่หรือกลุ่มย่อยของวิธีการที่ใช้จับสัตว์น้ำ การจำแนกดังกล่าวเป็นไปตามจำนวนที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาขณะนั้น รวมทั้งปริมาณผลจับที่สำรวจได้จากประชาชนแต่ละรายก็เป็นผลจับที่ได้ในขณะช่วงเวลาที่เกิดเหตุซึ่งสามารถติดตามจำแนกชนิดและช่วงขนาดสัตว์น้ำ และบันทึกภาพเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นเป็นหลักฐานประกอบการจัดทำรายงานและเป็นหลักฐานพยานในการเรียกร้องค่าเสียหายได้ด้วย

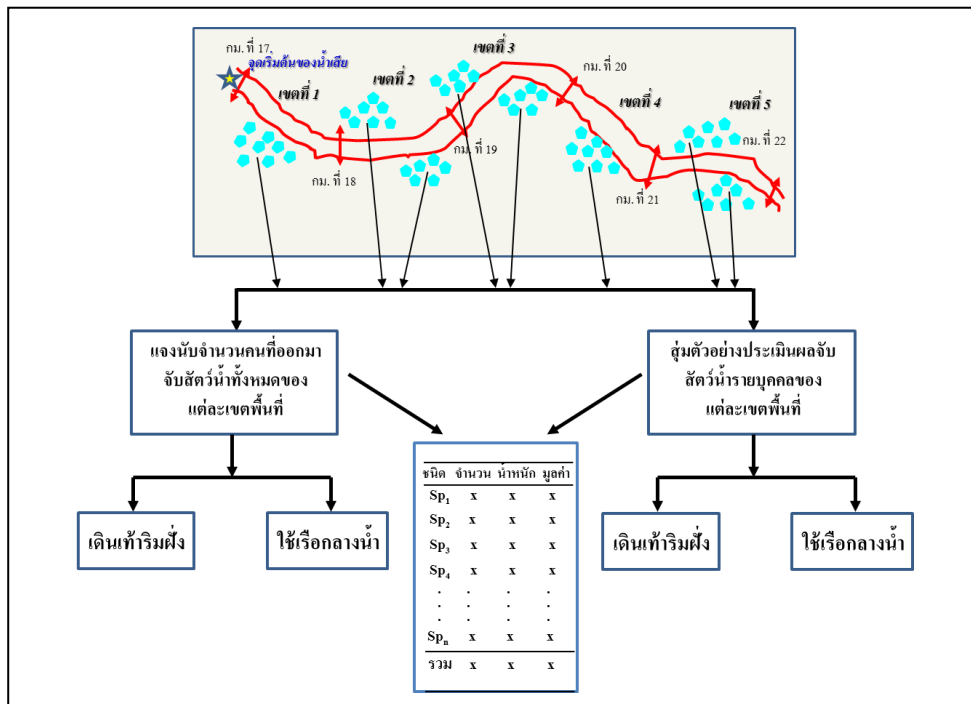
1) การประเมินความเสียหายในขณะที่ประชาชนกำลังจับสัตว์น้ำที่เกิดเหตุ

ขั้นตอนที่ 1 ให้แบ่งเขตพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายในส่วนที่มีประชาชนเข้าจับสัตว์น้ำออกเป็นเขตใหญ่ๆตามสภาพพื้นที่แหล่งน้ำและการตั้งบ้านเรือนของประชาชน (ภาพที่ 13)

ขั้นตอนที่ 2 ให้สำรวจข้อมูลจำนวนการลงแรงทำประมงทั้งหมด หรือจำนวนคนทั้งหมดที่เข้ามาจับสัตว์น้ำในที่เกิดเหตุ โดยจำแนกตามเขตพื้นที่ที่จัดแบ่งและภายในเขตก็แยกย่อยเป็นจำนวนริมฝั่งและกลางน้ำ ให้เจ้าหน้าที่เฝ้าจับจำนวนคนจับสัตว์น้ำด้วยการเดินเท้าหรือยานพาหนะ เช่น เรือเครื่อง รถยนต์ หรือจักรยานยนต์ หรือพาหนะอื่นที่มีความสะดวกในการเคลื่อนที่ผ่านไปมาตามที่เกิดเหตุโดยใช้เครื่องนับจำนวนด้วยมือหรือการจดลงคะแนนในแบบบันทึก จำแนกข้อมูลเป็นจำนวนตามเขตพื้นที่ และตามพื้นที่ริมฝั่งกับพื้นที่กลางน้ำของแต่ละเขต การเฝ้าจับจำนวนในพื้นที่ขนาดใหญ่หรือมีระยะทางมากอาจแบ่งให้เจ้าหน้าที่หลายคนดำเนินการเป็นรายเขตพื้นที่พร้อมกันได้ แต่ต้องไม่ทับซ้อนพื้นที่และไม่นับจำนวนคนซ้ำซ้อนกัน

ขั้นตอนที่ 3 ให้สำรวจข้อมูลด้วยการสุ่มตัวอย่างสัตว์น้ำจากประชาชนที่เข้ามาจับเพื่อตรวจนับปริมาณผลจับที่ได้ รวมถึงช่วงวัดสัตว์น้ำตามรายชนิดและขนาดที่พบ เพื่อนำไปประเมินผลจับสัตว์น้ำเฉลี่ยในแต่ละเขตพื้นที่ โดยให้แยกตัวอย่างตามกลุ่มพื้นที่ริมฝั่งและกลางน้ำของแต่ละเขต จำนวนตัวอย่างที่สุ่มจำแนกชนิดและช่วงวัดขนาดสัตว์น้ำนั้น ขึ้นต่ำต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่าเขตละ 10 ราย แบ่งเป็นพื้นที่กลางน้ำ 5 ราย และพื้นที่ริมฝั่ง 5 ราย หรืออาจปรับเปลี่ยนจำนวนสัดส่วนตามข้อมูลจำนวนคนที่พบจากทั้ง 2 พื้นที่ได้ ส่วนจำนวนผลจับสัตว์น้ำของประชาชนในแต่ละรายให้ดำเนินการสอบถามให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ขั้นตอนที่ 4 ให้นำข้อมูลที่ได้ทั้งสองส่วนมาคำนวณร่วมกันตามสูตรและตัวอย่างในตารางที่ 11 และภาพที่ 13 เมื่อได้จำนวน น้ำหนัก และมูลค่าสัตว์น้ำแต่ละเขตแล้ว จึงนำข้อมูลดังกล่าวมารวมกันเป็นปริมาณผลจับสัตว์น้ำรวมของพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายในส่วนที่นำสัตว์น้ำออกไปจากแหล่งน้ำ



ภาพที่ 13 การประเมินความเสียหายสัตว์น้ำในส่วนที่จับออกโดยประชาชนในพื้นที่ ด้วยการสุ่มตัวอย่างจากการลงแรงทำประมง

สูตรที่ 1

ปริมาณผลจับ สัตว์น้ำรวม (กก.)	=	ปริมาณผลจับสัตว์น้ำ เฉลี่ย (กก./ราย)	X	จำนวนคนที่ออกมาจับ สัตว์น้ำทั้งหมด (ราย)
----------------------------------	---	---	---	---

สูตรที่ 2

ปริมาณผลจับ สัตว์น้ำเฉลี่ย (กก./ราย)	=	น้ำหนักรวมของสัตว์น้ำที่ได้จากตัวอย่างสุ่มในพื้นที่ (กก.) จำนวนตัวอย่างสุ่มในพื้นที่ (ราย)
--	---	---

สูตรที่ 3

ผลจับรวมของ รายชนิดสัตว์น้ำ (กก.)	=	สัดส่วนของผลจับ ตามรายชนิดสัตว์น้ำ ที่ได้จากตัวอย่างสุ่ม (%)	X	ปริมาณผลจับ สัตว์น้ำรวมที่คำนวณได้ จากพื้นที่สุ่ม (กก.)
---	---	--	---	---

สูตรที่ 4

มูลค่าตาม รายชนิดสัตว์น้ำ (บาท)	=	ราคาแรกจำหน่าย ตามรายชนิดสัตว์น้ำ (บาท/กก.)	X	ผลจับรวมของ รายชนิดสัตว์น้ำ (กก.)
---------------------------------------	---	---	---	---

ตัวอย่าง เกิดเหตุปลาตายในวันเดียวในบริเวณลำน้ำแห่งหนึ่งซึ่งมีระยะทางความเสียหายตามลำน้ำประมาณ 20 กิโลเมตร ปลาและสัตว์น้ำที่ได้รับผลกระทบส่วนใหญ่ถูกประชาชนในพื้นที่จับออกไปใช้ประโยชน์ เจ้าหน้าที่ได้เข้าประเมินความเสียหายในขณะที่พบมีการจับสัตว์น้ำ จึงได้กำหนดเขตพื้นที่เสียหายออกเป็น 5 เขต แต่ละเขตมีระยะทางยาว 4 กิโลเมตร (4,000 เมตร) แบ่งเจ้าหน้าที่ออกเป็น 2 ชุด ชุดแรกทำการเจนนับจำนวนคนที่กำลังจับสัตว์น้ำในลำน้ำโดยใช้เรือเครื่องหางยาวแล่นสำรวจไปในลำน้ำ แล้วเจนนับจำนวนคนที่ออกมาจับปลาและสัตว์น้ำทั้งหมดในแต่ละเขต โดยแยกกลุ่มจำนวนที่ตรวจนับออกเป็นพื้นที่ริมฝั่งกับพื้นที่กลางน้ำ ส่วนเจ้าหน้าที่ชุดที่สองทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อรวบรวมข้อมูลปริมาณผลจับต่อรายของประชาชนที่เข้ามาจับสัตว์น้ำ รวมทั้งบันทึกข้อมูลชนิดสัตว์น้ำที่ได้ รวมถึงจำนวนและน้ำหนักรายชนิดจากการชั่งวัดขนาดสัตว์น้ำที่พบ (ตามแบบบันทึกข้อมูลในภาคผนวก) พร้อมถ่ายภาพประกอบเป็นหลักฐานในการดำเนินกิจกรรมทั้งหมด โดยทำการสุ่มตัวอย่างชั่งวัดชนิดและขนาดปลาอย่างน้อยเขตละ 10 ราย แบ่งเป็นพื้นที่ริมฝั่ง 5 ราย และพื้นที่กลางน้ำ 5 ราย รวมจำนวน 50 ราย ใน 5 เขต ส่วนข้อมูลปริมาณผลจับสัตว์น้ำของประชาชนแต่ละรายสามารถสอบถามเพิ่มเติมให้ได้จำนวนตัวอย่างมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ตารางที่ 11 และภาพที่ 13) จากนั้นนำข้อมูลจำนวนคนจับสัตว์น้ำที่เจนนับได้ และจำนวนข้อมูลตัวอย่างผลจับสัตว์น้ำที่สุ่มชั่งวัดได้ในแต่ละเขตไปคำนวณหาปริมาณความเสียหายที่เกิดขึ้นกับปลาและสัตว์น้ำในส่วนที่ถูกจับออกต่อไป

ตารางที่ 11 ข้อมูลการสุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินผลจับและชนิดสัตว์น้ำที่ถูกจับออกจากพื้นที่เกิดเหตุ (ข้อมูลสมมติในตัวอย่างสุ่มเขตที่ 1)

ชนิดสัตว์น้ำ ที่จับได้	ปริมาณผลจับสัตว์น้ำ (กก.) จากตัวอย่างสุ่มในเขตที่1.....										ผลจับสัตว์น้ำ เฉลี่ย (กก./ราย)		ผลจับสัตว์น้ำ ทั้งหมด (กก.)		ผลจับ สัตว์น้ำ รวมเขต ที่ ...1.... (กก.)	ราคา สัตว์น้ำ (บาท/ กก.)	มูลค่า สัตว์น้ำ ในเขต ที่ ...1.... (บาท)	
	พื้นที่ริมฝั่ง					พื้นที่กลางน้ำ					พื้นที่ ริมฝั่ง	พื้นที่ กลางน้ำ	พื้นที่ ริมฝั่ง	พื้นที่ กลางน้ำ				
	รายชื่อ.....	รายชื่อ.....	รายชื่อ.....	รายชื่อ.....	รายชื่อ.....	รายชื่อ.....	รายชื่อ.....	รายชื่อ.....	รายชื่อ.....	รายชื่อ.....								
ปลาตะเพียน	12.3	5.1	3.4	4.1	4.5	15.2	20.5	23.4	14.6	15.0	5.9	17.7	499.8	496.7	996.5	40	39,861	
ปลากระมัง	10.2	2.1	2.3	5.2	4.3	10.2	14.2	25	13.6	10.1	4.8	14.6	409.7	409.4	819.1	40	32,762	
ปลาสวายขาว	3.4	1.2	3.4	2.5	3.1	3.0	15.3	2.8	15.3	12.8	2.7	9.8	231.2	275.5	506.7	30	15,202	
ปลาสวายนกเขา	3.5	2.6	4.2	6.0	3.4	12.5	3.4	6.2	4.3	3.6	3.9	6.0	334.9	168.0	502.9	40	20,116	
ปลาเทโพ	5.2	3.8	4.6	5.0	4.8	20.3	24.5	18.1	15.2	16.0	4.7	18.8	397.8	527.0	924.8	80	73,981	
ปลาช่อน	5.4	12.6	8.4	7.2	1.3	2.2	3.5	4.2	2.8	3.9	7.0	3.3	593.3	93.0	686.3	120	82,351	
ปลาดุก	2.4	2.5	3.8	4.1	1.2	1.2	-	1.3	-	-	2.8	0.5	238	14.0	252.0	60	15,120	
ปลากด	3.2	3.4	2.1	4.5	1.2	41.5	12.6	4.8	10.5	4.5	2.9	14.8	244.8	413.8	658.6	100	65,864	
ปลาเค้า	-	-	2.1	-	2.4	20.5	16.2	10.2	8.4	6.5	0.9	12.4	76.5	346.1	422.6	180	76,064	
ปลาหมอช้างเหยียบ	5.5	2.8	3.4	5.1	4.7	-	2.5	-	-	3.2	4.3	1.1	365.5	31.9	397.4	50	19,871	
ปลาแขยง	-	-	-	2.1	-	-	-	3.2	4.3	-	0.4	1.5	35.7	42.0	77.7	50	3,885	
ปลาแดง	-	-	1.8	-	1.1	4.5	2.8	-	-	4.5	0.6	2.4	49.3	66.1	115.4	180	20,768	
ปลาปึกไก่	-	-	-	-	-	2.1	-	-	3.8	1.2	0.7	1.4	60.35	39.8	100.1	120	12,013	
ปลารวม(ไม่แยกชนิด)	5.3	1.2	3.6	-	-	-	-	-	12.1	5.3	2.0	3.5	171.7	97.4	269.1	40	10,766	
รวม (น้ำหนัก)	56.4	37.3	43.1	45.8	32.0	133.2	115.5	99.2	104.9	86.6	43.6	107.9	3,708.6	3,020.6	6,729.2	-	-	
รวม (จำนวนตัว)	134	98	103	115	76	317	321	248	262	192	81.4	198.0	6,917	5,545	12,462	-	-	
จำนวนที่เจนนับ(ราย)/ มูลค่ารวม (บาท)	85					28					-	-	-	-	-	-	-	488,624

ตารางที่ 12 ภาพรวมความเสียหายสัตว์น้ำในส่วนที่ถูกจับออกไปนอกพื้นที่เกิดเหตุ

ข้อมูลการจับสัตว์น้ำ	เขตที่ 1	เขตที่ 2	เขตที่ 3	เขตที่ 4	เขตที่ 5	รวม
1. จำนวนคนที่มาจับสัตว์น้ำทั้งหมด (ราย)	113	185	135	85	61	579
2. ข้อมูลการจับสัตว์น้ำในพื้นที่เกิดเหตุ						
2.1 จำนวนตัวอย่างสุ่มซึ่งวัดสัตว์น้ำ (ราย)	10	10	10	10	10	50
2.2 จำนวนตัวอย่างที่สอบถามผลจับ (ราย)	25	35	38	22	28	148
2.2 น้ำหนักสัตว์น้ำที่เสียหาย (กก)	6,729	11,017	8,039	5,062	3,632	34,479
2.3 จำนวนสัตว์น้ำที่เสียหาย (ตัว)	12,462	20,402	14,888	9,374	6,727	63,854
3. มูลค่าความเสียหายสัตว์น้ำ (บาท)	488,624	799,960	583,754	367,549	263,770	2,503,657

2) การประเมินความเสียหายหลังจากประชาชนจับสัตว์น้ำออกไปจากพื้นที่เกิดเหตุแล้ว

ให้ทำการสำรวจภาคสนามในบริเวณพื้นที่เกิดเหตุเช่นเดียวกันกับวิธีการประเมินด้วยการเข้าพื้นที่ขณะที่มีการจับสัตว์น้ำตามรายละเอียดที่ผ่านมา โดยทำการสุ่มรวบรวมข้อมูลจำนวนคนที่ออกมาจับสัตว์น้ำ และข้อมูลปริมาณผลจับสัตว์น้ำที่ได้ต่อราย รวมทั้งข้อมูลชนิดและขนาดสัตว์น้ำที่ได้ ด้วยวิธีการสำรวจจากครัวเรือนประชาชนที่ออกไปจับสัตว์น้ำในพื้นที่เกิดเหตุที่จัดแบ่งเป็นเขตหมู่บ้าน ในวิธีนี้อาจจะไม่สามารถจัดแบ่งพื้นที่ย่อยเป็นพื้นที่ริมฝั่งกับพื้นที่กลางน้ำได้ จากนั้นให้ทำการสอบถามและสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้ออกจับสัตว์น้ำในแต่ละพื้นที่เช่นเดียวกันกับวิธีการแรก โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (accidental sampling) สำหรับรายแรกของหมู่บ้านที่เข้าไปสำรวจข้อมูล จากนั้นใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบบอกต่อ (snowball sampling) โดยขอความร่วมมือจากผู้ให้ข้อมูลรายแรกช่วยหาผู้ที่ตนเองรู้จักและเป็นผู้ได้ออกไปจับสัตว์น้ำด้วยเช่นกัน เพื่อจะได้ไปดำเนินการสอบถามข้อมูล ให้ดำเนินการเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนได้จำนวนตัวอย่างครอบคลุมพื้นที่และหมู่บ้านของครัวเรือนที่ต้องการในพื้นที่นั้นๆ

สำหรับขั้นตอนการประเมินหาจำนวนประชาชนทั้งหมดที่ออกไปจับสัตว์น้ำของแต่ละหมู่บ้านในช่วงเวลาที่เกิดเหตุ ให้เจ้าหน้าที่ผู้จะสืบหาข้อมูลใช้วิธีการสืบหาด้วยการจัดสนทนากลุ่มย่อยภายในหมู่บ้าน ซึ่งมีจำนวนสมาชิกที่ร่วมสนทนาประกอบด้วยผู้นำชุมชน ผู้อาวุโสในหมู่บ้าน กลุ่มชาวประมงของหมู่บ้าน และกลุ่มแม่บ้าน เป็นต้น โดยจำนวนสมาชิกภายในกลุ่มสนทนาอาจมีจำนวนประมาณ 4-7 คน แล้วให้ทุกคนบอกเล่าเหตุการณ์ที่พบเห็นในวันนั้น รวมทั้งให้ประมาณจำนวนคนและรายชื่อบุคคลในหมู่บ้านที่ตนเองพบเห็นในการจับสัตว์น้ำในเหตุการณ์ จากนั้นให้เจ้าหน้าที่รวบรวมและตรวจสอบรายชื่อเบื้องต้นเพื่อหาจำนวนคนทั้งหมดโดยไม่ให้มีการซ้ำซ้อนกัน การดำเนินการดังกล่าวควรต้องเร่งดำเนินการหลังจากเหตุการณ์ผ่านไปในช่วง 2-3 สัปดาห์ และดำเนินการเช่นนี้ในทุกหมู่บ้านของพื้นที่เกิดเหตุ ถ้ามีพื้นที่เกิดเหตุมีหมู่บ้านเป็นจำนวนมากก็ให้ใช้การสำรวจแบบแบ่งกลุ่มหมู่บ้านเป็นเขต แล้วสุ่มตัวอย่างหมู่บ้านของแต่ละเขตเป็นตัวแทน เพื่อนำข้อมูลสัดส่วนระหว่างประชากรของหมู่บ้านที่ออกจับปลาในวันเกิดเหตุกับจำนวนประชากรทั้งหมดในหมู่บ้าน ไปคำนวณและประเมินหาจำนวนประชาชนทั้งหมดในพื้นที่เกิดเหตุที่ออกมาจับสัตว์น้ำต่อไป

บทที่ 5 หลักการด้านการสูดตัวอย่างปลาและสัตว์น้ำ

ในบทนี้ต้องการมุ่งเน้นให้เจ้าหน้าที่และผู้ที่จะนำคู่มือฉบับนี้ไปใช้ปฏิบัติได้มีความเข้าใจในหลักการและมีความรู้พื้นฐานในการนำคู่มือไปปรับใช้ให้เข้ากับสถานการณ์และสภาวะแวดล้อมที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไป ทั้งนี้สืบเนื่องจากเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติจำเป็นต้องเข้าดำเนินการในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบให้ทันกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ดังนั้นเมื่อเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุจึงอยู่ภายใต้สถานการณ์ที่มีความกดดันในระดับหนึ่งที่จะต้องตัดสินใจดำเนินการในส่วนต่างๆ ในทันที ด้วยเหตุนี้รายละเอียดที่ได้นำเสนอในส่วนนี้จะช่วยเป็นแนวทางให้สามารถตัดสินใจดำเนินการได้อย่างมีความเข้าใจที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

1) ธรรมชาติของปลาทาย

จากการเกิดเหตุมลพิษในพื้นที่แหล่งน้ำจืด อาการตอบสนองของปลาแต่ละชนิดและแต่ละขนาดจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละประเภทของมลพิษที่มากระทบ บางเหตุการณ์อาจมีผลให้ปลาบางชนิดตายก่อนและปลาบางชนิดตายทีหลัง หรือบางเหตุการณ์อาจมีผลให้ปลาขนาดใหญ่ตายก่อนและปลาขนาดเล็กตายทีหลัง ดังนั้นลักษณะการตายของปลาแต่ละชนิดและแต่ละขนาดจึงเป็นไปไม่พร้อมกัน ส่วนลักษณะการลอยตายของปลาก็มีรูปแบบการแสดงออกที่ไม่เหมือนกันด้วยเช่นกัน โดยเมื่อปลาได้รับผลกระทบและตายนั้น ปลาบางตัวอาจจะยังคงลอยอยู่ ปลาบางตัวอาจจะจมลงสู่พื้นท้องน้ำแล้วลอยกลับขึ้นสู่ผิวน้ำใหม่ หรือปลาบางตัวจมแล้วก็ไม่ลอยขึ้นมาอีกเลย แต่ธรรมชาติโดยทั่วไปของปลาส่วนใหญ่จะลอยขึ้นมาสู่ผิวน้ำภายในช่วงเวลาประมาณ 1-3 วัน ยกเว้นปลาที่ได้รับผลกระทบจากสารเคมีบางประเภทและในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิที่ต่ำมากจะใช้เวลานานมากจึงจะลอยขึ้นมาสู่ผิวน้ำ มีรายงานการศึกษาในแหล่งน้ำของประเทศสหรัฐอเมริกาที่อ้างอิงถึงการเกิดเหตุปลาทายจากสารพิษว่า ปลาที่ตายนั้นจะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำในสัดส่วนร้อยละ 53, 37 และ 10 โดยจำนวน และสัดส่วนร้อยละ 64, 25 และ 11 โดยน้ำหนัก ในช่วงระหว่างวันที่เกิดเหตุ 1-3 วันแรก และในแหล่งน้ำอื่นๆก็อาจมีรายงานที่แตกต่างกันไป นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาหลังการเกิดเหตุปลาทายแล้ว 3 วัน เมื่อดำน้ำไปตรวจนับพบมีปลาอีกจำนวนหนึ่งที่ไม่ได้ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำโดยพบมีสัดส่วนร้อยละ 34 โดยจำนวน และร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

ดังนั้นในการเกิดเหตุปลาทายในพื้นที่ใดก็ตาม จำนวนปลาทายที่จะลอยขึ้นมาสู่ผิวน้ำให้ตรวจนับได้นั้น จะมีปริมาณที่เปลี่ยนแปลงแตกต่างกันในแต่ละช่วงวันเวลาหลังเกิดเหตุ และนอกจากนี้จำนวนปลาที่ตายไปนั้นยังจะสูญหายไปด้วยบางส่วนจากการถูกกินหรือถูกล่าเหยื่อจากกลุ่มผู้ล่าต่างๆ เช่น นก งู และสัตว์เลื้อยคลาน เป็นต้น และสูญหายไปจากการถูกย่อยสลายของกลุ่มผู้ย่อยสลายที่พื้นท้องน้ำอีกด้วย

2) การนับจำนวนอย่างสมบูรณ์

การนับจำนวนอย่างสมบูรณ์ คือ วิธีการที่ดีที่สุดในการประเมินจำนวนปลาและสัตว์น้ำที่ตายและเสียหายในพื้นที่เกิดเหตุ โดยเป็นการนับจำนวนที่พบทั้งหมดในเหตุการณ์ แต่ในทางปฏิบัติของวิธีการนับจำนวนอย่างสมบูรณ์นั้นเป็นไปได้ยากมากสำหรับบริเวณพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบทั้งหมด เนื่องจาก

จำนวนปลาและสัตว์น้ำที่ได้รับผลกระทบนั้นจะมีเป็นจำนวนมาก พื้นที่เกิดเหตุก็มีบริเวณที่กว้างขวางเกินกว่าที่จะเข้าถึงได้ทั้งหมด อีกทั้งในช่วงขณะเกิดเหตุก็มีข้อจำกัดเรื่องของห้วงเวลาในการปฏิบัติงาน รวมทั้งจำนวนบุคลากร ยานพาหนะ อุปกรณ์ และงบประมาณค่าใช้จ่ายที่จะดำเนินการ ดังนั้นวิธีการปฏิบัติที่เหมาะสมที่สุดจึงต้องใช้วิธีการสำรวจด้วยการสุ่มตัวอย่าง โดยยึดหลักปฏิบัติด้วยการนับจำนวนอย่างสมบูรณ์ในพื้นที่สุ่มตัวอย่างย่อยที่กำหนดขึ้นมา ซึ่งเป็นหลักการและที่มาของการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่ ทั้งการสุ่มตัวอย่างของปลาที่ลอยตายในแหล่งน้ำและการสุ่มตัวอย่างของจำนวนปลาที่ถูกจับออกจากแหล่งน้ำโดยประชาชนในพื้นที่เกิดเหตุ

3) การสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่

การสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่เป็นวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความเหมาะสมในการปฏิบัติเพื่อประเมินหาจำนวนปลาและสัตว์น้ำที่ตายในแหล่งน้ำจืด แนวทางของการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่มีหลักการง่ายๆ ดังนี้

ขนาดของตัวอย่างสุ่มคือพื้นที่ ในการเกิดเหตุปลาหรือสัตว์น้ำตายหรือได้รับความเสียหายนั้น ปลาและสัตว์น้ำที่ตายและได้รับผลกระทบจะเกิดขึ้นแบบกระจายกระจายไปทั่วแหล่งน้ำ ไม่ว่าจะเป็นแหล่งน้ำแบบลำนํ้า หนอง บึง หรืออ่างเก็บน้ำ โดยจำนวนปลาและสัตว์น้ำที่ตายหรือได้รับความเสียหายจะถูกประเมินจากพื้นที่ย่อยที่ผ่านการกำหนดเลือกให้เป็นพื้นที่สุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะต้องทราบขนาดหรือระยะทางตามลำน้ำที่แน่นอน ส่วนข้อมูลจำนวนปลาและสัตว์น้ำที่พบตายหรือเสียหายในพื้นที่สุ่มตัวอย่างย่อยนั้นจะถูกรวบรวมมาจำแนกชนิด ตรวจสอบ วัดขนาด และชั่งน้ำหนัก จำนวนและน้ำหนักที่ตรวจสอบได้ดังกล่าวจะถูกนำไปขยายส่วนให้เป็นความเสียหายทั้งหมดที่ได้รับผลกระทบ ด้วยการใส่ค่าคงที่เป็นตัวคูณ ซึ่งในหลักการนี้จะเห็นได้ว่า ตัวอย่างสุ่มนั้นเป็นเรื่องของพื้นที่ ไม่ใช่เป็นจำนวนปลาและสัตว์น้ำที่ได้รับผลกระทบ ปลาและสัตว์น้ำที่ได้รับผลกระทบจะถูกนับและประเมินจริงทั้งหมดในพื้นที่สุ่มตัวอย่างย่อยที่ผ่านการเลือกมาเป็นตัวแทน

พื้นที่สุ่มตัวอย่างต้องผ่านการเลือกที่เท่าเทียมกัน เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงความลำเอียงที่จะเกิดขึ้นด้วยความตั้งใจหรือไม่ก็ตาม พื้นที่สุ่มตัวอย่างจึงต้องผ่านการเลือกแบบมีหลักการตามวัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน และทุกพื้นที่สุ่มตัวอย่างย่อยต้องมีโอกาสได้รับเลือกแบบเท่าเทียมกัน และถึงแม้ว่าบางพื้นที่สุ่มตัวอย่างอาจจะถูกเลือกด้วยเหตุผลบางประการ แต่ก็ต้องเป็นตัวแทนของพื้นที่เกิดเหตุ สำหรับในส่วนพื้นที่เกิดเหตุที่ไม่สามารถเข้าถึงนั้นก็ไม่ได้มีข้อจำกัดและขัดขวางต่อหลักการสุ่มตัวอย่างนี้

ความแม่นยำขึ้นกับขนาดของพื้นที่สุ่มและจำนวนปลาที่นับได้ การกำหนดพื้นที่สุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ และจำนวนการตายที่ตรวจสอบได้จำนวนมากจะส่งผลให้ข้อมูลการประมาณค่าของจำนวนปลาตายมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ในหลักการของการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่นั้น ผู้มีหน้าที่ประเมินต้องจัดแบ่งพื้นที่สุ่มตัวอย่างภายใต้พื้นที่เกิดเหตุทั้งหมดออกเป็นพื้นที่ย่อยที่ไม่ทับซ้อนกัน พื้นที่ย่อยทั้งหมดเมื่อรวมกันต้องเท่ากับพื้นที่ทั้งหมดที่ได้รับผลกระทบ และขนาดของพื้นที่สุ่มตัวอย่างที่เลือกต้องสามารถปฏิบัติงานในภาคสนามได้หรือมีขนาดที่เหมาะสมเพียงพอต่อการตรวจสอบจำนวนและชั่งวัดขนาดปลา ในแต่ละพื้นที่สุ่มตัวอย่างย่อยต้องระบุชื่อที่ชัดเจนโดยมีขนาดพื้นที่สุ่มที่เท่ากันหรือแตกต่างกันไปก็ได้

ข้อดีประการหนึ่งของการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่ก็คือสามารถกำหนดและจัดแบ่งพื้นที่ได้สะดวกในแผนที่ของบริเวณที่ได้รับผลกระทบทั้งหมด ซึ่งแผนที่ที่มีความละเอียดเพียงพอจะสามารถวัดขนาดและคำนวณพื้นที่ที่ย่อยได้ ดังนั้นจำนวนปลาตายทั้งหมดจึงสามารถคำนวณจากค่าเฉลี่ยของปลาที่พบตายต่อหน่วยของพื้นที่สุ่มตัวอย่างย่อยคูณกับพื้นที่ทั้งหมดที่ได้รับผลกระทบ หรือคำนวณจากจำนวนปลาตายที่พบทั้งหมดในพื้นที่สุ่มตัวอย่างคูณกับค่าคงที่ระหว่างพื้นที่สุ่มตัวอย่างกับพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบทั้งหมด

3.1) การสุ่มตัวอย่างด้วยการแบ่งพื้นที่ตามแนวตัดขวาง (transects)

การสุ่มตัวอย่างด้วยการแบ่งพื้นที่ตามแนวตัดขวางที่นำเสนอในการสำรวจตามคู่มือฉบับนี้คือการแบ่งพื้นที่ออกเป็นแนวระนาบของแถบเส้นตรง 2 เส้น ที่ขนานกันไปเป็นแผ่นตามความยาวของแนวตัดขวางลำน้ำหรือแหล่งน้ำ ที่รู้หรือทราบขนาดความกว้างที่ชัดเจนระหว่างเส้นคู่ขนานทั้งสองเส้น เป็นพื้นที่ที่ครอบคลุมบนพื้นที่ของลำน้ำหรือแหล่งน้ำ โดยทั่วไปแนวตัดขวางที่ใช้สุ่มตัวอย่างจะมีขนาดความยาวและขนาดพื้นที่ที่แตกต่างกัน ดังนั้นแนวทางการสุ่มตัวอย่างจึงต้องใช้รูปแบบหรือวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบหรือแบบเจาะจง (systematics sample) ด้วยการเริ่มต้นจากการสุ่มแบบง่ายในกลุ่มพื้นที่ย่อยของกลุ่มแรก จากนั้นในกลุ่มอื่นๆที่เหลือจะใช้แบบเจาะจงตามข้อมูลการเลือกสุ่มที่สืบเนื่องมาจากกลุ่มแรก

การวางแถบแนวตัดขวางให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของแหล่งน้ำบริเวณที่ได้รับผลกระทบนั้น ในขั้นตอนแรกให้กำหนดเส้นฐานขึ้นมาหนึ่งเส้นซึ่งต้องตั้งฉากกับทิศทางของแนวตัดขวาง โดยจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องรู้ระยะความยาวของเส้นฐานดังกล่าวซึ่งระยะความยาวที่ครอบคลุมพื้นที่เกิดเหตุทั้งปลายด้านบนและด้านล่างของแนวขอบที่ได้รับผลกระทบ โดยมีทิศทางขนานไปกับเส้นแกนด้านความยาวของแหล่งน้ำหรือทิศทางการไหลของน้ำ (ภาพที่ 9)

ในทางปฏิบัติจำเป็นต้องรู้สถานที่ ทิศทาง และความยาวของเส้นฐานอ้างอิง โดยต้องกำหนดมาก่อนในแผนที่ที่จะทำการแบ่งเส้นแนวตัดขวางเพื่อสำรวจและสุ่มตัวอย่าง ถ้าหากมีแผนที่ที่มีความละเอียดเพียงพอก็สามารถกำหนดแนวตัดขวางได้ก่อนล่วงหน้าเนื่องจากมีมาตราส่วนอ้างอิงที่สามารถวัดและคำนวณพื้นที่ได้

การเลือกขนาดความกว้างของเส้นตัดขวางควรอยู่ในวิสัยที่สามารถทำการสุ่มและรวบรวมตัวอย่างจากเรือที่ใช้ทำการสำรวจได้ อุปกรณ์ที่ช่วยกำหนดขอบเขตได้ชัดเจนได้แก่การใช้เสาไม้ขนาดเล็กผูกเชือกออกด้านข้างเรือทางด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านก็ได้ โดยเชือกที่ใช้กำหนดเขตพื้นที่ในการสุ่มตัวอย่างจะผูกโยงจากปลายเสาด้านหัวเรือไปด้านท้ายเรือ แล้วปล่อยให้แนวเชือกอยู่ในระนาบเดียวกับผิวน้ำเพื่อระบุขอบเขตแนวความกว้างที่ชัดเจนของพื้นที่สุ่มตัวอย่างในขณะที่เรือเคลื่อนที่ไปในลำน้ำ แล้วทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาเฉพาะส่วนที่อยู่ในขอบเขตของแนวเชือก โดยต้องใช้ขนาดความกว้างของแนวที่เท่ากันดังกล่าวไปตลอดทุกแนวตัดขวางที่ทำการสุ่มตัวอย่าง

จากนั้นทำการกำหนดในเบื้องต้นว่าจะสุ่มตัวอย่างตามแนวตัดขวางจำนวนกี่แนว เพื่อจะทำการรวบรวมและตรวจนับตัวอย่างปลาตาย จำนวนแนวตัดขวางที่ทำการสุ่มตัวอย่างถ้ามีจำนวนยิ่งมากก็จะ

ยิ่งช่วยให้มีความแม่นยำและความเที่ยงตรงของข้อมูลที่ได้รับมากยิ่งขึ้น จำนวนแนวตัดขวางที่ต้องสุ่มตัวอย่างนั้นขึ้นอยู่กับความแปรปรวนของจำนวนปลาที่ได้ แต่ในขั้นต้นอย่างน้อยที่สุดต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่า 3 แนว จากนั้นให้ทำการหารระยะห่างระหว่างกลุ่มของแนวตัดขวางที่จะทำการสำรวจในแต่ละช่วง และจำนวนแนวตัดขวางที่จะมีหรือที่จะครอบคลุมในพื้นที่ของช่วงห่างระหว่างแนวดังกล่าว สุดท้ายให้ทำการเลือกแนวตัดขวางขึ้นมาหนึ่งแนวด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายในบริเวณช่องว่างของพื้นที่ในกลุ่มแรกที่จะสำรวจ ส่วนแนวตัดขวางที่เหลือก็มีหมายเลขกำกับซึ่งจะจัดเรียงกันเป็นลำดับในพื้นที่ลำน้ำ ขั้นตอนต่อไปให้ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบในการเลือกแนวตัดขวางที่เหลือทั้งหมด

ทำการสุ่มตัวอย่างในแนวที่เลือกจากริมฝั่งด้านหนึ่งไปยังปลายของริมฝั่งอีกด้านหนึ่งที่มีแนวตั้งฉากกับเส้นฐานอ้างอิง โดยใช้เรือสำรวจที่มีเข็มทิศกำกับทิศทางของแนวตัดขวาง ทำการรวบรวมตัวอย่างปลาที่ลอยตายในแนวขอบเขตที่กำหนด โดยเจ้าหน้าที่สำรวจจะต้องมีทั้งสองฝั่งของเรือในการรวบรวมตัวอย่างแต่ละแนว ความเร็วเรือต้องไม่เร็วจนเกินไป จนไม่สามารถรวบรวมตัวอย่างปลาได้ทัน ให้บันทึกจำนวนและน้ำหนักของตัวอย่างปลาตายที่รวบรวมได้ในแต่ละแนวเพื่อนำไปคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยต่อไป

3.2) การสุ่มตัวอย่างด้วยการแบ่งพื้นที่เป็นส่วนย่อย (segments)

การสุ่มตัวอย่างแบบนี้ดำเนินการโดยการแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนย่อยหลายๆส่วน เป็นการแบ่งพื้นที่ที่จัดเรียงกันในลักษณะแนวเส้นที่มีขนาดความกว้างของแนวคงที่ ยาวต่อเนื่องไปตามพื้นที่ริมขอบฝั่งของแหล่งน้ำหรืออ่างเก็บน้ำ หรือจัดแบ่งตามช่วงความยาวของลำน้ำที่มีขนาดเท่ากันแต่อาจมีความผันแปรของความกว้างลำน้ำที่เปลี่ยนแปลงกว้างมากบ้างน้อยบ้างสลับกันไปภายใต้การจัดเรียงที่ต่อเนื่องกันของลำน้ำ พื้นที่ส่วนย่อยทั้งหมดจะต้องเท่ากับพื้นที่ผืนใหญ่ที่กำหนดขอบเขตในการศึกษา โดยไม่มีการทับซ้อนกัน โดยทั่วไปในแต่ละพื้นที่ย่อยควรจะมีจำนวนปลาที่ตรวจนับได้ไม่น้อยกว่าพื้นที่ละ 50-200 ตัว ในขั้นตอนการจัดแบ่งให้ทำการวัดระยะความยาวของลำน้ำหรือความยาวของพื้นที่ริมขอบอ่างในบริเวณที่เกิดปลาตายในแผนที่ หรือการวัดพื้นที่จริงด้วยสายวัดหรือการเดินนับก้าว แล้วกำหนดจำนวนของพื้นที่ย่อยที่จะทำการสุ่มรวบรวมเพื่อตรวจนับจำนวนและช่วงวัดขนาดปลาที่ตาย โดยขั้นต้นสุดนั้นต้องมีจำนวนพื้นที่ย่อยไม่น้อยกว่า 3 พื้นที่ย่อย แต่ในทางปฏิบัติควรนับจำนวนให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

โดยเมื่อเรียงลำดับของจำนวนพื้นที่ส่วนย่อยที่มีทั้งหมดให้เป็นระบบที่ต่อเนื่องกันแล้ว จากนั้นแบ่งกลุ่มของพื้นที่ย่อยออกเป็นกลุ่มๆหรือเป็นเขตที่ไม่ทับซ้อนกัน และมีจำนวนพื้นที่ย่อยภายในที่เท่ากัน จากนั้นเลือกสุ่มตัวอย่างของพื้นที่ย่อยภายในกลุ่มแรกด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย หลังจากนั้นให้ใช้จำนวนตัวอย่างพื้นที่ย่อยในแต่ละกลุ่มเป็นตัวเลือกในการสุ่มครั้งต่อไป เช่น ต้องการสุ่มเลือกพื้นที่ย่อย โดยจัดแบ่งกลุ่มพื้นที่ย่อยออกเป็น 10 กลุ่ม ในหนึ่งกลุ่มมีจำนวนพื้นที่ย่อย 10 พื้นที่ จากพื้นที่ย่อยที่มีทั้งหมด 100 พื้นที่นั้นคือ 10 พื้นที่ย่อยจะรวมกันเป็นหนึ่งกลุ่มหรือหนึ่งเขต ทำการสุ่มเลือกเฉพาะในกรณีของกลุ่มแรกที่มีพื้นที่ย่อยเลขที่ 1 ถึง 10 เท่านั้น โดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย สมมุติว่าได้พื้นที่ย่อยที่ 4 จากนั้นนับเว่นช่วงไปอีก 10 ก็จะได้กรณีที่สอง และนับเว่นช่วงต่อไปเรื่อยๆก็จะได้จำนวนตัวอย่างของพื้นที่ย่อยที่ต้องสุ่มตามที่ต้องการ นั่นคือ

จะได้พื้นที่ย่อยที่ลงท้ายด้วย 4 ของทุกช่วง การสุ่มแบบนี้สะดวกไม่ต้องสุ่มเลือกทุกกรณี แต่ก็มีข้อจำกัดในการปฏิบัติตรงที่ได้กลุ่มตัวอย่างกระจายไปทั่วต้องเสียเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4) การประมาณค่าจำนวนปลาตายทั้งหมด

การประมาณค่าจำนวนปลาตายที่พบหรือได้รับเสียหายทั้งหมดนั้นเป็นวัตถุประสงค์หลักของการสุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่และการนับจำนวนปลาตาย ในส่วนนี้จะสามารถประมาณค่าโดยมีวิธีการคำนวณง่ายๆ ดังนี้ สืบเนื่องจากความยาวของพื้นที่สุ่มตัวอย่างย่อยตามลำน้ำทั้งหมด หรือความกว้างของพื้นที่สุ่มตามแนวเส้นขอบอ่างเก็บน้ำจะเท่ากัน ดังนั้นในการคำนวณหาจำนวนปลาตายทั้งหมดสามารถใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสุ่มนับของพื้นที่ย่อยทั้งหมดคูณด้วยจำนวนพื้นที่สุ่มตัวอย่างย่อยที่มีทั้งหมดได้เลย หรือใช้จำนวนนับทั้งหมดในพื้นที่สุ่มตัวอย่างย่อยที่นับคูณด้วยค่าคงที่ที่เป็นสัดส่วนระหว่างพื้นที่ทั้งหมดกับพื้นที่ที่สุ่มตัวอย่าง การคำนวณนี้สามารถนำไปใช้กับชนิดปลาและสัตว์น้ำที่เป็นองค์ประกอบภายในตัวอย่างสุ่มได้เช่นกัน ในทำนองเดียวกันก็มีข้อพึงระวังคือวิธีนี้จะไม่สามารถคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยได้ ต้องใช้การคำนวณจากจำนวนข้อมูลที่บ้านทักในแต่ละหน่วยของพื้นที่สุ่มตัวอย่างย่อยเท่านั้น

5) การสุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างหมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลของประชากรที่ศึกษาด้วยการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นตัวแทนของประชากรเพียงบางส่วน การสำรวจกลุ่มตัวอย่างที่จะทำได้ตัวแทนของประชากรที่คั้น มีแนวทางปฏิบัติที่นิยม 4 วิธี คือ

1 การสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (simple random sampling) เป็นการสุ่มที่ให้ทุกหน่วยประชากรที่ต้องการสำรวจมีโอกาสที่จะถูกเลือกมาเป็นตัวอย่างเท่ากัน นั่นคือการสำรวจแบบนี้จะได้ตัวอย่างกระจายทั่วไป

2. การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (systematic random sampling) เป็นการสุ่มที่คล้ายกับการสุ่มตัวอย่างแบบกระจาย ต่างกันที่ว่า การสุ่มตัวอย่างแบบกระจายนั้นจะสุ่มเลือกตัวอย่างที่ละกรณีจนครบจำนวนที่ต้องการ แต่การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบจะสุ่มเลือกเฉพาะหน่วยแรกเท่านั้นกรณีต่อไปจะเลือกตามช่วงสัดส่วนของตัวอย่าง เช่น ต้องการสุ่มเลือกพื้นที่ย่อยในเขตที่หนึ่งที่มี 10 พื้นที่ จากทั้งหมด 100 พื้นที่ย่อย นั่นคือ 10 พื้นที่ย่อย จะสุ่มเลือกหนึ่งพื้นที่ กรณีแรกก็จะเอาพื้นที่ย่อยที่ 1 ถึง 10 มาสุ่มตัวอย่างแบบกระจาย สมมุติว่าได้พื้นที่ย่อยที่ 4 จากนั้นนับเว้นช่วงไปอีก 10 ก็จะได้กรณีที่สองนับเว้นช่วงต่อไปเรื่อย ๆ ก็จะได้กลุ่มตัวอย่างตามต้องการ นั่นคือ ได้พื้นที่ย่อยที่ลงท้ายด้วย 4 ทุกช่วง การสุ่มแบบนี้สะดวกไม่ต้องสุ่มเลือกทุกกรณี แต่ก็มีข้อจำกัดในการปฏิบัติตรงที่ได้กลุ่มตัวอย่างกระจายไปทั่วต้องเสียเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายมากในการเก็บรวบรวมข้อมูล แต่ก็อาจเสียน้อยกว่าแบบการสุ่มกระจาย

3. การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) วิธีนี้ก่อนสุ่มเลือกจะแบ่งประชากรที่ต้องการสำรวจออกเป็นชั้นหรือกลุ่มพวก โดยอาศัยเกณฑ์บางอย่างก่อน เช่น แบ่งตามพื้นที่แหล่งน้ำที่เข้าถึงได้มาก ได้บ้าง ไม่ได้ เป็นต้น แล้วจึงสุ่มเลือกตัวอย่างจากประชากรแต่ละชั้นหรือพวกนั้น

ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกระจายหรือแบบมีระบบให้ได้แต่ละชั้นหรือพวกเป็นสัดส่วนกัน วิธีนี้มีข้อดีตรงที่ประชากรแต่ละชั้นจะมีลักษณะเหมือนกัน จึงไม่จำเป็นต้องสุ่มเลือกตัวอย่างมามาก ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้เลือกตัวอย่างจากแต่ละชั้นในสัดส่วนที่แตกต่างกันได้ด้วย ซึ่งจะทำได้ตัวอย่างที่เพียงพอในการสำรวจ

4. การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (cluster sampling) วิธีนี้คล้ายกับการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นต่างกันตรงที่การแบ่งกลุ่มอาศัยเกณฑ์ตามลักษณะภูมิศาสตร์หรือเขตการปกครอง เมื่อแบ่งแล้วแต่ละกลุ่มจะมีลักษณะที่ต้องการสำรวจเหมือนกัน จากนั้นแทนที่จะสุ่มเลือกตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเป็นสัดส่วนกัน กลับสุ่มเลือกกลุ่มแทน เมื่อได้กลุ่มแล้ว จึงสำรวจประชากรทุกคนในกลุ่มที่สุ่มเลือกนั้นหรือจะสุ่มเลือกตัวอย่างอีกครั้งตามวิธีใดวิธีหนึ่งที่กล่าวมาแล้วก็ได้ การสุ่มตัวอย่างวิธีนี้เป็นวิธีที่พยายามขจัดข้อเสียของวิธีการทั้ง 3 ดังกล่าวแล้วข้างต้น โดยเฉพาะการสุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ๆ ถ้าใช้วิธีนี้จะทำให้สะดวก เสียเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายน้อยกว่า

6) ความแม่นยำ

ความแม่นยำและความน่าเชื่อถือทางสถิติของการประมาณค่าสามารถตรวจวัดได้จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error) หรือค่าความแปรปรวนของค่าประมาณการที่เกิดจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยยกกำลังสอง โดยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยยังมีค่าน้อย มีผลให้ค่าความเชื่อมั่นของการประมาณค่าที่ได้ยังมีสูงขึ้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยเป็นค่าตัวเลขที่มีที่มาจากค่าความแปรปรวนของข้อมูลและค่าจำนวนของขนาดตัวอย่างสุ่ม ความแม่นยำของค่าที่ประมาณได้สามารถนำเสนอให้เห็นได้ด้วยในรูปของค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรผัน (ซึ่งคล้ายกับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกับค่าเฉลี่ย) ซึ่งก็คือค่าสัดส่วนระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยที่ได้หารด้วยค่าเฉลี่ยที่ประมาณการได้ว่ามีสัดส่วนเท่าไร

ในการอธิบายว่าทำไมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยจึงสามารถบ่งบอกข้อมูลระดับความเชื่อมั่นได้นั้น ก็เนื่องมาจากความเชื่อมั่นนั้นหมายถึงหรืออ้างอิงถึงระดับของกลุ่มข้อมูลที่มีความเข้าใจค่าที่แท้จริงเมื่อมีการประมาณค่าซ้ำๆ ด้วยวิธีการเดียวกันในกลุ่มข้อมูลที่มีประชากรเดียวกัน ดังนั้นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยจากการตรวจนับจำนวนปลาตาย ถูกกำหนดขึ้นมาด้วยจากค่าระดับความแปรปรวนระหว่างตัวอย่างสุ่มที่ได้และจำนวนครั้งของตัวอย่างสุ่มที่ทำการนับ ค่าความแม่นยำสามารถเพิ่มขึ้นโดยการลดค่าความแปรปรวนระหว่างตัวอย่างสุ่มที่ได้ หรือด้วยการเพิ่มจำนวนการสุ่มให้มากขึ้น แต่เนื่องจากค่าความแปรปรวนระหว่างตัวอย่างสุ่มที่ได้นั้นโดยปกติเป็นค่าที่มีช่วงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้อยู่แล้ว ดังนั้นการจะเพิ่มความแม่นยำจึงต้องเพิ่มด้วยการเพิ่มจำนวนตัวอย่างสุ่มที่ใช้ในการนับเป็นหลัก และการเพิ่มจำนวนตัวอย่างสุ่มที่ใช้ในการนับก็คือการจำนวนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่มากขึ้น

ในการใช้สูตรทั่วไปหรือสูตรคำนวณหาจำนวนตัวอย่างสุ่มอย่างง่าย จำเป็นต้องมีการกำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่สามารถยอมรับได้ มีเกณฑ์ของการวัดค่าความแม่นยำแบบง่ายๆ แบบหนึ่งที่

สามารถนำมาใช้ได้ ก็คือ ค่าสัดส่วนหรือค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยกับค่าเฉลี่ยที่ได้ควรมีค่าไม่เกิน 0.15 การใช้เกณฑ์นี้ก็อาจเป็นไปได้ว่าจะมีความต้องการการลงแรงในจำนวนตัวอย่างสุ่มที่มีขนาดใหญ่หรือมีจำนวนที่มากได้ เพราะสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนที่เกิดขึ้นภายในระหว่างตัวอย่างสุ่มนั้นมีเป็นจำนวนมาก

7) ขนาดตัวอย่าง

ในการวางแผนสำรวจนั้นควรมีการกำหนดในเบื้องต้นไว้ว่าในใจก่อนล่วงหน้าว่าควรจะต้องมีจำนวนพื้นที่สุ่มตัวอย่างเท่าไร ในระดับความแม่นยำหรือความเชื่อมั่นที่กำหนดหรือที่ยอมรับได้ ในทางปฏิบัติในระดับความแม่นยำหรือความเชื่อมั่นจะถูกกำหนดก่อนถึงจะประมาณค่าจำนวนตัวอย่างสุ่มที่ต้องการได้ การนับจำนวนปลาตายนั้นอาจมีความแปรปรวนของข้อมูลอย่างมาก การกำหนดให้มีจำนวนตัวอย่างสุ่มจำนวนมากบางครั้งทำให้ต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้นอย่างมาก ดังนั้นการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายกับระดับความแม่นยำที่สูงมากอาจจะขึ้นอยู่กับจำนวนการตายของปลา

สำหรับวัตถุประสงค์ของการประเมินความเสียหายที่เกี่ยวกับทางด้านการเงินหรือการประเมินมูลค่าในเหตุการณ์ปลาตายที่เกิดขึ้นซึ่งต่อไปจะมีการนำไปเรียกร้องค่าเสียหายต่อในชั้นศาล นั้นการกำหนดจำนวนซ้ำหรือจำนวนตัวอย่างสุ่มที่ใช้ในการนับทั้งหมดจำเป็นจะต้องมีการอธิบายและชี้แจงในรายละเอียดเพื่อเป็นการป้องกันและอ้างอิงถึงระดับเชื่อมั่นที่มีของข้อมูลที่ได้นำทั้งหมด และเช่นเดียวกันระดับของความแม่นยำของข้อมูลที่ยอมรับได้นั้น ก็จำเป็นต้องมีการตัดสินใจเลือกกำหนดขึ้น ซึ่งอาจจะต้องมีเหตุผลในการอธิบายสำหรับภาพรวมของการประเมินทั้งหมด หรือสำหรับบางประเภทการสุ่มตัวอย่างที่มีความเฉพาะเจาะจง โดยในการปฏิบัติทั่วไปที่ระบุในขั้นต่ำของตัวอย่างสุ่มที่ต้องการประเมินที่มีจำนวน 3 ตัวอย่างนั้น อาจจะไม่สามารถนำมาซึ่งระดับความแม่นยำของข้อมูลที่เพียงพอและอาจจะไม่พอเพียงต่อการนำไปใช้ในรายงานเพื่อนำไปเรียกร้องค่าเสียหายต่อในชั้นศาลได้

8) ความแปรปรวนระหว่างตัวอย่างสุ่ม

ความแปรปรวนของผลจำนวนนับที่ได้ในระหว่างตัวอย่างสุ่มสะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างที่มีการกระจายในเชิงพื้นที่ของปลาที่ลอยตายและที่ได้รับความเสียหายที่เกิดขึ้น สิ่งดังกล่าวอาจเกิดขึ้นโดยไม่สามารถคาดเดาได้เช่นกัน เนื่องจากกระแสน้ำ ลม ทิศทางการไหลของน้ำ มีผลให้ปลารวมกันเป็นกระจุกมากกว่าการกระจายแบบทั่วไปในแหล่งน้ำ ถ้าความแปรปรวนระหว่างตัวอย่างสุ่มสามารถลดลงได้ ความแม่นยำในการประมาณค่าก็จะมากขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มจำนวนตัวอย่างสุ่มให้มากขึ้น วิธีการที่จะลดความแปรปรวนในภาพรวมสามารถทำได้ 3 แนวทาง คือ

1. ความแปรปรวนสามารถลดลงได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) ซึ่งการสุ่มแบบแบ่งชั้นสามารถเพิ่มความแม่นยำได้ในสถานการณ์ที่เหมาะสม โดยการลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มชั้นลง

2. การแบ่งจำนวนพื้นที่ที่สุ่มย่อย (segments) ให้มีความยาวของระยะทางที่ต่างกันโดยใช้ปริมาณความหนาแน่นของปลาที่พบลอยตายเป็นตัวกำหนด เพื่อเป็นการลดจำนวนที่ได้จากการนับปลาที่มีความแตกต่างกันในแต่ละเขตพื้นที่ย่อยลง

3. การเพิ่มขนาดของพื้นที่สุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่มีขนาดเดียวกันให้มีขนาดมากขึ้นจะเป็นการช่วยลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากการนับจำนวนที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่สุ่มลง แต่การเพิ่มขนาดพื้นที่สุ่มก็มีผลต่อปริมาณค่าใช้จ่ายในการประเมินที่จะต้องเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

9) การประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error : SE) ในทางสถิติเป็นการวัดการกระจายแบบหนึ่งของกลุ่มข้อมูลของค่าเฉลี่ยที่ได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการบ่งบอกระดับความแม่นยำในการแจกแจงประชากรได้ การคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยดำเนินการได้หลายวิธี ดังมีรายละเอียดในตัวอย่งที่นำเสนอ ในการคำนวณใช้ข้อมูลที่สุ่มตัวอย่างตามแนวตัดขวางเดียวกัน แต่เนื่องจากมีรายละเอียดของข้อมูลไม่เท่ากัน ก็ทำให้การคำนวณแต่ละวิธีได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน

ตัวอย่างที่ 1 ในหนองบึงแห่งหนึ่ง พบปลาตาย 720 ตัว ที่ถูกสุ่มตัวอย่างได้จาก 6 แนวตัดขวาง ซึ่งมีค่าคงที่ในการใช้คูณเท่ากับ 35.7 ซึ่งจากการนับจำนวนปลาตายทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 27,130 ตัว จำนวนตัวที่สุ่มในแต่ละแนวเส้นนำมาคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 5,863 ตัว ดังนี้

แนวเส้นที่	จำนวนที่นับได้	ความแตกต่าง
1	34	
2	161	-127
3	257	-96
4	131	126
5	70	61
6	67	3
รวม	720	-

$$\sum(\text{deviation})^2 = \sum D^2 = 44,951$$

$$\text{SE of total number} = \sqrt{6(44,951) / (2 \times 5)} = 164.22$$

$$\text{Expansion factor} = 35.7 \implies 164.22 \times 35.7 = 5,863 = 5,860 \text{ ตัว}$$

$$\text{จำนวนปลาตาย} \pm \text{SE} = 27,130 \pm 5,863$$

$$\text{ร้อยละค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน} = 5,860 / 27,130 = 0.216$$

ตัวอย่างที่ 2 จากแหล่งน้ำแบบหนองบึงที่มีพื้นที่น้ำประมาณ 1,200,000 ตารางเมตร หรือเท่ากับ 750 ไร่ มีการสุ่มแบบแนวตัดขวางจำนวน 6 แนว ที่มีความกว้างของแนว 7 เมตร จำนวนปลาที่พบตายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 720 ตัว จากพื้นที่ 31,850 ตารางเมตร หรือมีจำนวนปลาที่ประมาณค่าได้เท่ากับ

0.022606 ตัวต่อตารางเมตร และมีจำนวนปลาตายทั้งหมดที่ประมาณได้เท่ากับ 27,130 ตัว มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5,080 ตัว จากข้อมูลสุ่มตัวอย่าง ดังนี้

เส้นแนวตัดขวาง			จำนวนปลาที่ได้		
แนวที่ เส้นตัด ขวางที่	ความยาวของ แนวตัดขวาง (ม)	พื้นที่ของ แนวตัดขวาง ที่สุ่มตัวอย่าง (ตร.ม.)	จำนวน ปลาที่พบ (a)	จำนวนปลาที่ ประมาณการ (b)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน ที่ได้ (a-b)
1	400	2,800	34	63.3	-29.3
2	800	5,600	161	126.6	34.4
3	1,000	7,000	257	158.2	98.8
4	800	6,300	131	142.4	-11.4
5	850	5,950	70	134.5	-64.5
6	600	4,200	67	94.9	-27.9
รวม	4,550	31,850	720	720	0.00

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{จำนวนปลาที่พบจากการสุ่มทั้งหมด}}{\text{จำนวนพื้นที่ที่สุ่มทั้งหมด}} = \frac{720}{31,850} = 0.022606 \text{ ตัว/ตร.ม.}$$

$$\sum(\text{deviation})^2 = \sum D^2 = 16,867.6$$

$$\begin{aligned} \text{จำนวนแนวตัดขวางทั้งหมด} &= \text{ความยาวเส้นฐานอ้างอิง} / \text{ความกว้างแนวตัดขวาง} \\ &= (1,500 \text{ เมตร}) / (7 \text{ เมตร} / \text{แนวเส้น}) \\ &= 214.3 \text{ แนวเส้น} \end{aligned}$$

$$\text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งหมด} = 214.3 \sqrt{16,867.6 / (6 \times 5)} = 5,081 = 5,080 \text{ ตัว}$$

$$\text{ร้อยละค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน} = 5,080 / 27,130 = 0.187$$

จากข้อมูลที่มีการนับจำนวนปลาตายที่เหมือนกัน แต่เมื่อมีการเพิ่มข้อมูลรายละเอียดเพิ่มเติม จะส่งผลทำให้การคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยแตกต่างออกไป สำหรับการสุ่มแบบสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (simple random sampling) มีค่า = 0.216 สำหรับการประมาณค่าแบบสัดส่วนของพื้นที่สุ่มตัวอย่างมีค่า = 0.187 ดังนั้น ค่าที่ได้จากการคำนวณแบบสัดส่วนพื้นที่จะถือว่ามีความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับที่มีความเชื่อมั่นมากกว่า

10) การสุ่มย่อย (subsampling)

การสุ่มย่อย หมายถึง การบันทึกข้อมูลในบางส่วนของจำนวนตัวและน้ำหนักปลาที่พบในตัวอย่างสุ่มหนึ่งๆ ซึ่งสามารถใช้ดำเนินการเพื่อเป็นการช่วยลดระยะเวลาและลดแรงงานในกระบวนการ

ทำงานนั้นๆ เช่น ในตัวอย่างปลาตายที่พบภายใต้ตัวอย่างสุ่มของหนึ่งพื้นที่ย่อย (segments) หรือหนึ่งแนวตัดขวาง (transects) มีเป็นจำนวนมาก ดังนั้นต้องการสุ่มย่อยภายใต้พื้นที่สุ่มนี้ จึงได้กำหนดพื้นที่สุ่มย่อยให้มีขนาดประมาณหนึ่งในสามของพื้นที่สุ่มเดิม เป็นต้น ทั้งนี้ในการดำเนินการสามารถเลือกใช้สัดส่วนตามพื้นที่หรือระยะทางก็ได้ แล้วแต่พื้นที่สุ่มตัวอย่างเดิมกำหนดไว้อย่างไร

11) ระดับตำแหน่งตัวเลขที่แสดงนัยสำคัญ

ระดับตำแหน่งตัวเลขที่แสดงนัยสำคัญ หมายถึง ระดับตัวเลขที่แสดงนัยของความเชื่อมั่นของข้อมูลที่น่าไปใช้อ้างอิงว่าจะอยู่ที่ระดับตำแหน่งใด เช่น ที่ตำแหน่งหลักทศนิยม ตำแหน่งหลักหน่วย หลักสิบ หรือหลักร้อย เป็นต้น โดยจะมีที่มาที่อ้างอิงได้จากการวัดขนาดหรือจากฐานข้อมูลเดิมที่ดำเนินการ ซึ่งส่วนใหญ่อ้างอิงที่มาจากระดับของการชั่งวัดแบบต่างๆ โดยทั่วไปหากพบรายงานเอกสารมีผลการศึกษที่ดี แต่ถ้าหากการอ้างอิงถึงความเชื่อมั่นของข้อมูลอยู่ในระดับที่เกินกว่าสิ่งที่เป็นอย่างจริง ก็จะทำให้การศึกษานั้นดูอ่อนด้อยลงไปได้ ดังนั้นระดับของตัวเลขที่แสดงไว้จึงต้องอยู่ในระดับตำแหน่งที่มีความเชื่อมั่นได้จริงและสามารถอ้างอิงถึงที่มาของแหล่งข้อมูลนั้นได้

ในการประมาณค่าจำนวนการตายของปลาและสัตว์น้ำนั้น ระดับความเชื่อมั่นของข้อมูลตัวเลขที่แสดงนั้นจะอยู่ที่ระดับตำแหน่งของขนาดพื้นที่สุ่มตัวอย่างว่ามีระดับความเชื่อมั่นที่วัดได้ต่ำสุดที่ระดับใด โดยมีที่มาจากระยะทางตามความยาวและความกว้างลำน้ำของพื้นที่สุ่มตัวอย่างที่กำหนด ซึ่งได้ทำการวัดไว้ที่ระดับความเชื่อมั่นในตำแหน่งใด เช่น ระดับหลักหน่วย หลักสิบ หรือหลักร้อย เป็นต้น ส่วนข้อมูลของจำนวนปลาที่นับหรือประเมินได้ในแต่ละพื้นที่สุ่มตัวอย่างย่อยนั้น เกิดจากการนับแบบสมบูรณ์จึงไม่มีความคลาดเคลื่อน

บทที่ 6 การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของสัตว์น้ำ

วัตถุประสงค์ของการนำเสนอในบทนี้เพื่อต้องการให้เจ้าหน้าที่และผู้ที่เกี่ยวข้องได้ทราบหลักการในเบื้องต้นของการประเมินความเสียหายสัตว์น้ำและระบบนิเวศแหล่งน้ำจืดว่ามีแนวทางดำเนินการอย่างไรได้บ้าง หากจำเป็นจะต้องดำเนินการจะได้สืบค้นรายละเอียดที่เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินการได้ต่อไป สืบเนื่องจากพื้นที่แหล่งน้ำจืดจัดเป็นรูปแบบหนึ่งของระบบนิเวศทางน้ำที่ประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ โดยมีสัตว์น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดขึ้นและอยู่อาศัยในแหล่งน้ำ และมีระบบนิเวศแหล่งน้ำจืดเป็นสภาพสิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งสนับสนุนที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ การควบคุมวัฏจักรกลไกของสิ่งมีชีวิตและการย่อยสลายในน้ำ และเป็นแหล่งอาหารของประชาชนในประเทศ ในส่วนของการวัดมูลค่าความเสียหายของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมซึ่งรวมถึงทรัพยากรสัตว์น้ำด้วยนั้น ปัจจุบันประเด็นทางกฎหมายยังไม่ได้มีหลักเกณฑ์ในการประเมินที่ชัดเจน การปฏิบัติที่ผ่านมาทั้งในประเทศและต่างประเทศได้ถือปฏิบัติโดยนำเอาหลักการทางเศรษฐศาสตร์มาประเมินความเสียหายดังกล่าว โดยการใช้มูลค่าทางเศรษฐกิจเป็นตัวกำหนด ซึ่งแบ่งออกเป็นมูลค่าที่เกิดจากการใช้และการไม่ได้ใช้ เพื่อให้ศาลใช้ดุลพินิจในการกำหนดค่าความเสียหายได้อย่างถูกต้องตรงตามความเสียหายที่เกิดขึ้น แต่ท้ายที่สุดย่อมเป็นดุลพินิจของศาลที่จะยอมรับหลักการการประเมินความเสียหายนั้นหรือไม่

ในส่วนของ การประเมินความเสียหายทางเศรษฐศาสตร์ที่จะนำมาใช้เพื่อพิจารณาการชดเชยในรูปตัวเงินจากบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่ต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อความเสียหายของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่ถูกทำลายไปทั้งโดยเหตุปัจจัยจากของเสีย สารพิษ สารเคมีอันตราย หรือสารอินทรีย์ที่ปลดปล่อยออกมาอันเนื่องจากการดำเนินกิจกรรมใดๆดังกล่าว จะถูกประเมินออกมาในรูปของตัวเงิน (money terms) โดยมีแนวทางการแสดงออกของมูลค่าใน 2 ด้าน แล้วแต่ว่าด้านใดจะมีมูลค่าของการประเมินน้อยกว่ากันก็จะใช้มูลค่าในด้านนั้นเป็นหลัก ได้แก่ 1) มูลค่าของทรัพยากรที่สูญเสียไป หรือ 2) มูลค่าของการฟื้นฟูทรัพยากรให้กลับสู่สภาพเดิม

6.1 เครื่องมือเชิงกฎหมายที่ใช้ป้องกัน หยุดยั้ง และฟื้นฟูทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ

ก่อนไปสู่การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจเห็นว่าผู้เกี่ยวข้องควรได้ทราบถึงปัจจัยขับเคลื่อนที่เป็นที่มาของการทำให้เกิดการประเมินความเสียหายดังกล่าวก่อน ปัจจัยขับเคลื่อนหลักก็คือบทกำหนดทางกฎหมายที่เป็นมาตรการอย่างหนึ่งในการบังคับใช้เพื่อการป้องกัน หยุดยั้ง หรือฟื้นฟูทรัพยากรสัตว์น้ำและสิ่งแวดล้อมของระบบนิเวศทางน้ำ โดยมีหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องเป็นหน่วยกำกับ ดูแล และดำเนินการตามกฎหมายดังกล่าว โดยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการป้องกัน ดูแล รักษาทรัพยากรสัตว์น้ำและสิ่งแวดล้อมของระบบนิเวศทางน้ำนั้น ปัจจุบันประเทศไทยมีมาตรการด้านการป้องกัน หยุดยั้ง ฟื้นฟูในเชิงของกฎหมายที่เกี่ยวข้องรวม 4 ฉบับ ดังนี้

1) พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ระบุไว้ใน

มาตรา 96 แหล่งกำเนิดมลพิษใดก่อให้เกิดหรือเป็นแหล่งกำเนิดของการรั่วไหลหรือแพร่กระจายของมลพิษอันเป็นเหตุให้ผู้อื่นได้รับอันตรายแก่ชีวิต ร่างกาย หรือสุขภาพอนามัย หรือเป็นเหตุให้ทรัพย์สินของผู้อื่นหรือของรัฐเสียหายด้วยประการใดๆ เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษนั้นมีหน้าที่ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายใหม่ทดแทนหรือค่าเสียหายเพื่อการนั้น ไม่ว่าการรั่วไหลหรือแพร่กระจายของมลพิษนั้นจะเกิดจากการกระทำโดยจงใจหรือประมาทเลินเล่อของเจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษหรือไม่ก็ตาม เว้นแต่ในกรณีที่พิสูจน์ได้ว่ามลพิษเช่นนั้นเกิดจาก

(1) เหตุสุดวิสัยหรือการสงคราม

(2) การกระทำตามคำสั่งของรัฐบาลหรือเจ้าพนักงานของรัฐ

(3) การกระทำหรือละเว้นการกระทำของผู้ที่ได้รับอันตรายหรือ ความเสียหายเองหรือของบุคคลอื่นซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงหรือโดยอ้อม ในการรั่วไหลหรือการแพร่กระจายของมลพิษนั้น

ค่าสินไหมทดแทนหรือค่าเสียหาย ซึ่งเจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษมีหน้าที่ต้องรับผิดชอบการหนึ่ง หมายความว่ารวมถึงค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ทางราชการต้องรับภาระจ่ายจริงในการจัดมลพิษที่เกิดขึ้นนั้นด้วย

มาตรา 97 ผู้ใดกระทำหรือละเว้นการกระทำด้วยประการใดโดยมิชอบด้วยกฎหมายอันเป็นการทำลายหรือทำให้สูญสิ้นหรือเสียหายแก่ทรัพยากรธรรมชาติซึ่งเป็นของรัฐ หรือเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดิน มีหน้าที่ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายให้แก่อำนาจตามมูลค่าทั้งหมดของทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกทำลาย สูญหาย หรือเสียไปนั้น

2) พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ระบุไว้ใน

มาตรา 69 ในกรณีที่วัตถุอันตรายก่อให้เกิดความเสียหายแก่บุคคล สัตว์ พืช หรือสิ่งแวดล้อม ถ้ารัฐได้รับความเสียหายเพราะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเข้าช่วยเหลือเคลื่อนย้าย บำบัด บรรเทา หรือ จัดความเสียหายให้เกิดการคืนสู่สภาพเดิมหรือสภาพที่ใกล้เคียงกับสภาพเดิม หรือเป็นความเสียหาย ต่อทรัพย์สิน ไม่มีเจ้าของ หรือทรัพยากรธรรมชาติ หรือเป็นความเสียหายต่อทรัพย์สินของแผ่นดิน เมื่อได้รับคำร้องขอจากหน่วยงานที่ใบรับมอบหมายให้รับผิดชอบวัตถุอันตรายดังกล่าวให้พนักงานอัยการมี อำนาจฟ้องเรียกค่าสินไหมทดแทนเพื่อความเสียหายของรัฐดังกล่าวได้

3) พระราชบัญญัติการเดินเรือในน่านน้ำไทย (ฉบับที่ 14) พ.ศ. 2535 ระบุไว้ใน

มาตรา 119 ทวิ ห้ามมิให้ผู้ใดเท ทิ้ง หรือทำด้วยประการใดๆ ให้น้ำมันและเคมีภัณฑ์หรือสิ่งใดลงลงในแม่น้ำ ลำคลอง บึง อ่างเก็บน้ำ หรือทะเลสาบอันเป็นทางสัญจรของประชาชนหรือที่ประชาชนใช้ประโยชน์ร่วมกัน หรือทะเลภายในน่านน้ำไทยอันอาจจะเป็นเหตุให้เกิดเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตหรือต่อสิ่งแวดล้อมหรือเป็นอันตรายต่อการเดินเรือในแม่น้ำ ลำคลอง บึง อ่างเก็บน้ำ หรือทะเลสาบดังกล่าว ผู้ใดฝ่าฝืนต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสามปี หรือปรับไม่เกินหกหมื่นบาทหรือทั้งจำทั้งปรับ และต้องชดใช้เงินค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปในการแก้ไขสิ่งเป็นพิษหรือชดใช้ค่าเสียหายเหล่านั้นด้วย

4) พระราชกำหนดการประมง พ.ศ. 2558 (ให้ไว้ ณ วันที่ 13 พ.ย. 2558) ระบุไว้ใน

มาตรา 58 ห้ามมิให้ผู้ใดกระทำการ ดังต่อไปนี้

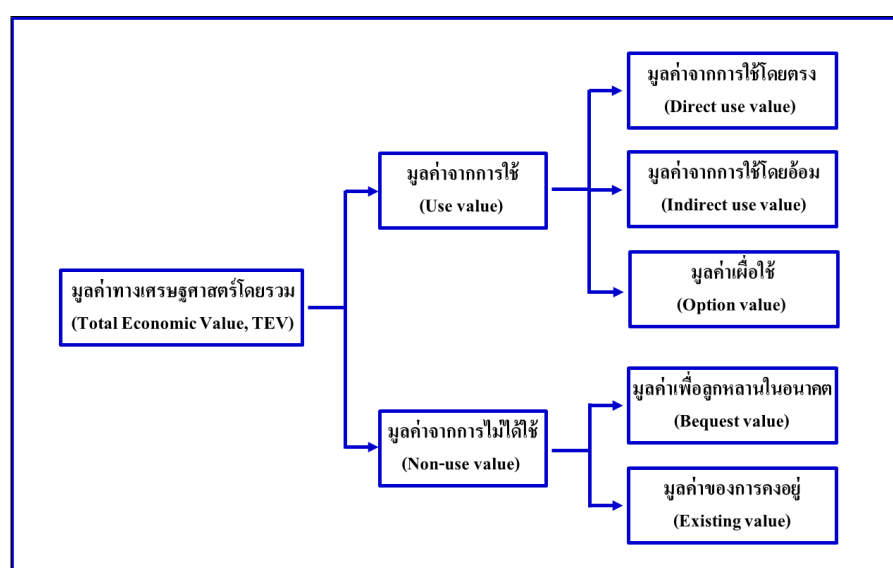
- (1) ปล่าย เท ทิ้ง ระบาย หรือทำให้วัตถุอันตรายตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดลงสู่ที่จับสัตว์น้ำ
- (2) กระทำการใดๆ อันทำให้สัตว์น้ำในที่จับสัตว์น้ำมีนเมา
- (3) ปล่าย เท ทิ้ง ระบาย หรือทำให้สิ่งใดลงสู่ที่จับสัตว์น้ำในลักษณะที่เป็นอันตรายแก่สัตว์น้ำ
- (4) ทำให้ที่จับสัตว์น้ำเกิดมลพิษในลักษณะที่เป็นอันตรายแก่สัตว์น้ำ

ความในวรรคหนึ่งมิให้ใช้บังคับแก่การกระทำอันจำเป็นโดยมีอาจหลีกเลี่ยงได้เพื่อประโยชน์ของทางราชการทหาร

มาตรา 59 ผู้ใดโดยเจตนาหรือโดยประมาททำให้ที่จับสัตว์น้ำเกิดมลพิษในลักษณะที่น่าจะเป็นอันตรายแก่สัตว์น้ำ ต้องรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งปวงในการช่วยเหลือหรือป้องกันชีวิตสัตว์น้ำและทำให้ที่จับสัตว์น้ำฟื้นฟูกลับสู่สภาพตามธรรมชาติ ทั้งนี้ ตามที่อธิบดีกำหนด

6.2 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเรียกชดเชยและชดเชย

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นมูลค่าที่สะท้อนจากความพอใจของสังคมที่เกิดจากการใช้ทรัพยากร ทั้งนี้เนื่องจากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมก่อให้เกิดประโยชน์แก่สังคมในหลายรูปแบบ โดยทรัพยากรสัตว์น้ำและสิ่งแวดล้อมของระบบนิเวศทางน้ำถือว่าเป็นสินค้าสาธารณะที่คนในสังคมทุกคนสามารถใช้ได้ ดังนั้นในการประเมินมูลค่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจึงมีการระบุถึงประเภทของมูลค่าที่ต้องประเมิน ซึ่งมูลค่าทางเศรษฐกิจโดยรวม (Total Economic Value) ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ มูลค่าจากการใช้ (Use Value) มูลค่าจากการไม่ได้ใช้ (Non-use Value) ความสัมพันธ์ของมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมประเภทต่างๆ มีดังนี้



ที่มา : อุดมศักดิ์ (2556)

มูลค่าจากการใช้ คือ มูลค่าอันเกิดจากการที่สิ่งแวดล้อมให้ประโยชน์ที่เป็นรูปธรรมกับประชาชน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) มูลค่าจากการใช้โดยตรง คือ มูลค่าที่ประชาชนในฐานะผู้บริโภคหรือผู้ผลิต ได้รับประโยชน์โดยตรงจากสิ่งแวดล้อม

2) มูลค่าจากการใช้โดยอ้อม คือ มูลค่าที่เกิดจากการทำหน้าที่ของสิ่งแวดล้อม หรือการที่สิ่งแวดล้อมทำหน้าที่เป็นปัจจัยการผลิตอย่างหนึ่งและให้ผลประโยชน์ต่อประชาชนโดยผ่านกระบวนการบริโภคและ/หรือการผลิต

3) มูลค่าเพื่อจะใช้ คือ มูลค่าในส่วนที่ประชาชนไม่ได้ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบของมูลค่าจากการใช้หรือมูลค่าจากการไม่ได้ใช้ในปัจจุบัน แต่คิดว่าจะมีโอกาสใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในอนาคต ดังนั้นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไว้ในปัจจุบัน ประชาชนอาจจะได้รับประโยชน์เพราะเป็นการเปิดโอกาสให้เขาสามารถใช้ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมในอนาคตได้ถ้าต้องการ

มูลค่าจากการไม่ได้ใช้ คือ มูลค่าอันเกิดจากการที่สิ่งแวดล้อมให้ประโยชน์แก่ประชาชนในรูปการสร้างความรู้สึกที่ดี เมื่อทราบว่าสิ่งแวดล้อมอยู่ในสภาพที่ดี โดยที่ประชาชนไม่ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมนั้นเลยไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) มูลค่าการคงอยู่ คือ มูลค่าจากการที่ประชาชนได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมเมื่อทราบว่าสิ่งแวดล้อมนั้นยังคงอยู่ในสภาพที่ดี เช่น การอนุรักษ์เต่าทะเล ช้าง หรือสัตว์สงวนอื่นๆ

2) มูลค่าเพื่อลูกหลานในอนาคต คือ มูลค่าจากการที่ประชาชนได้รับประโยชน์เมื่อทราบว่าสิ่งแวดล้อมอยู่ในสภาพที่ดี ซึ่งประชาชนรุ่นหลังสามารถใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต

6.3 กรณีศึกษาการประเมินความเสียหายด้านประมงจากเหตุเรือบรรทุกน้ำตาลล่มในปี 2554

สืบเนื่องจากเมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม 2554 เวลาประมาณ 17.00 น. ได้เกิดเหตุการณ์เรือบรรทุกน้ำตาลทรายแดง (น้ำหนักบรรทุก 2,400 ตัน) ประสบเหตุชนตอม่อสะพานแล้วล่มในแม่น้ำเจ้าพระยา ที่บริเวณหมู่ที่ 2 ตำบลภูเขาทอง อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยจุดเกิดเหตุมีระยะทางห่างจากปากแม่น้ำประมาณ 150 กิโลเมตร ต่อมาในวันที่ 1 มิถุนายน 2554 ช่วงเวลาประมาณ 9.00-10.00 น. มีรายงานสัตว์น้ำลอยหัวและตายในแม่น้ำเจ้าพระยา เริ่มตั้งแต่พื้นที่อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ลงไป โดยบริเวณที่เกิดสัตว์น้ำลอยหัวและตายมีระยะทางห่างจากจุดเรือล่มประมาณ 16 กิโลเมตร

กรมประมงได้จัดตั้งศูนย์เฉพาะกิจกรมประมงเพื่อบรรเทาผลกระทบและแก้ไขปัญหาด้านการประมงอย่างเร่งด่วน โดยศูนย์เฉพาะกิจได้ดำเนินการต่างๆ ดังนี้

1. เจ้าหน้าที่เข้าแจ้งเตือนภัยแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชังบริเวณพื้นที่ที่จะได้รับผลกระทบจากมวลน้ำเสีย

2. เจ้าหน้าที่เข้าตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พร้อมทั้งติดตามการเคลื่อนตัวของมวลน้ำเสีย ในระหว่างวันที่ 1 - 6 มิถุนายน 2554 โดยมีจุดสำรวจตามลำน้ำรวม 38 จุด

3. เจ้าหน้าที่ช่วยจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มอากาศให้บริเวณแหล่งพันธุ์ปลาหน้าวัด และดำเนินการช่วยชีวิตพ่อแม่พันธุ์ปลา โดยทำการรวบรวมและลำเลียงพ่อแม่พันธุ์ปลาบางส่วนที่ได้รับผลกระทบไปพักพื้นที่สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อจะนำกลับไปปล่อยคืนสู่แม่น้ำเจ้าพระยาต่อไป ทั้งนี้ได้ดำเนินการที่บริเวณหน้าวัดโบสถ์สมพรชัย วัดเชิงเลน วัดโพธิ์แดงใต้ วัดหงส์ ปทุมมาวาส วัดกลางเกร็ด และวัดเฉลิมพระเกียรติ

4. เจ้าหน้าที่เข้าประเมินความเสียหายของสัตว์น้ำ ทั้งในส่วนที่เสียหายแล้วถูกประชาชนจับและที่เสียหายแล้วลอยตายในลำน้ำ โดยทำการประเมินช่วงขณะเกิดเหตุระหว่างวันที่ 2-5 มิถุนายน 2554 ประเมินช่วงหลังเกิดเหตุระหว่างวันที่ 7-10 มิถุนายน 2554 และประเมินปริมาณสัตว์น้ำที่เหลือรอดในแม่น้ำระหว่างวันที่ 8-10 มิถุนายน 2554

5. เจ้าหน้าที่ได้ร่วมกับหน่วยงานภาครัฐและประชาชนดำเนินการปล่อยพันธุ์ปลาและพันธุ์กุ้งก้ามกรามเพื่อฟื้นฟูทรัพยากรสัตว์น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาให้กลับคืน โดยมีแผนการปล่อยรวม 9 ครั้ง จำนวน 51 ล้านตัว ในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี และนนทบุรี

สืบเนื่องจากทรัพยากรสัตว์น้ำเป็นทรัพย์สินที่เป็นสมบัติร่วมกันของมหาชน เป็นสิ่งที่รัฐเก็บรักษาไว้แทนประชาชน กรมประมงมีหน้าที่ในการกำกับ ดูแล จัดการ และดำเนินการตามกฎหมายว่าด้วยพระราชบัญญัติการประมง เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ทรัพยากรสัตว์น้ำอย่างเท่าเทียมและยั่งยืน ดังนั้นการประเมินมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นจากกรณีปลาและสัตว์น้ำตายและได้รับผลกระทบในพื้นที่แหล่งน้ำจืดนั้น เจ้าหน้าที่ของกรมประมงต้องทำการประเมินความเสียหายโดยอิงตามหลักการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งมีแนวทางการประเมิน ดังนี้ (ภาพที่ 14)

6.3.1 การประเมินมูลค่ารวมทางเศรษฐกิจของทรัพยากรสัตว์น้ำที่สูญเสียไป ประกอบด้วย

1) การประเมินมูลค่าความเสียหายที่เกิดจากการใช้ประโยชน์สัตว์น้ำ (Use Value) ได้แก่

(1.1) การประเมินมูลค่าจากการใช้ประโยชน์สัตว์น้ำโดยตรง เป็นการประเมินมูลค่าความเสียหายของสัตว์น้ำซึ่งได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ ประกอบด้วย 1) มูลค่าสัตว์น้ำที่เสียหายแล้วถูกประชาชนจับ และ 2) มูลค่าสัตว์น้ำที่เสียหายแล้วลอยตายในลำน้ำ

(1.2) การประเมินมูลค่าจากการใช้ประโยชน์สัตว์น้ำโดยอ้อม เป็นการประเมินมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นกับแหล่งอาศัยสัตว์น้ำ ประกอบด้วย 1) แหล่งพันธุ์ปลาหน้าวัด และ 2) แหล่งอาศัยสัตว์น้ำหน้าดิน ซึ่งเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมีผลกระทบโดยตรงต่อระบบห่วงโซ่อาหารของปลาและสัตว์น้ำ ทำให้กลุ่มสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อยู่หน้าดินซึ่งเป็นอาหารตามธรรมชาติต้องสูญเสียไปเนื่องจากการขาดออกซิเจนในน้ำ

(1.3) การประเมินมูลค่าจากการมีไว้เพื่อใช้ประโยชน์สัตว์น้ำในอนาคต ได้แก่ การประเมินมูลค่าผลผลิตสัตว์น้ำในอนาคตที่ต้องสูญเสียไป ทั้งนี้สืบเนื่องจากทรัพยากรสัตว์น้ำเป็นทรัพยากรที่สามารถเกิดใหม่ทดแทนได้ ถ้าหากเปิดโอกาสให้มีการสืบพันธุ์วางไข่ออกลูกหลาน ดังนั้นการสูญเสียสัตว์น้ำไปจำนวนมากอย่างทันทีทันใด จะทำให้ขาดแหล่งพันธุ์สัตว์น้ำต้นทุนและขาดโอกาสในการแพร่ขยายพันธุ์เพื่อสร้างประชากรรุ่นใหม่สำหรับเป็นกำลังผลิตและเป็นทรัพยากรสัตว์น้ำที่พึงมีไว้เพื่อการใช้ประโยชน์ในอนาคต

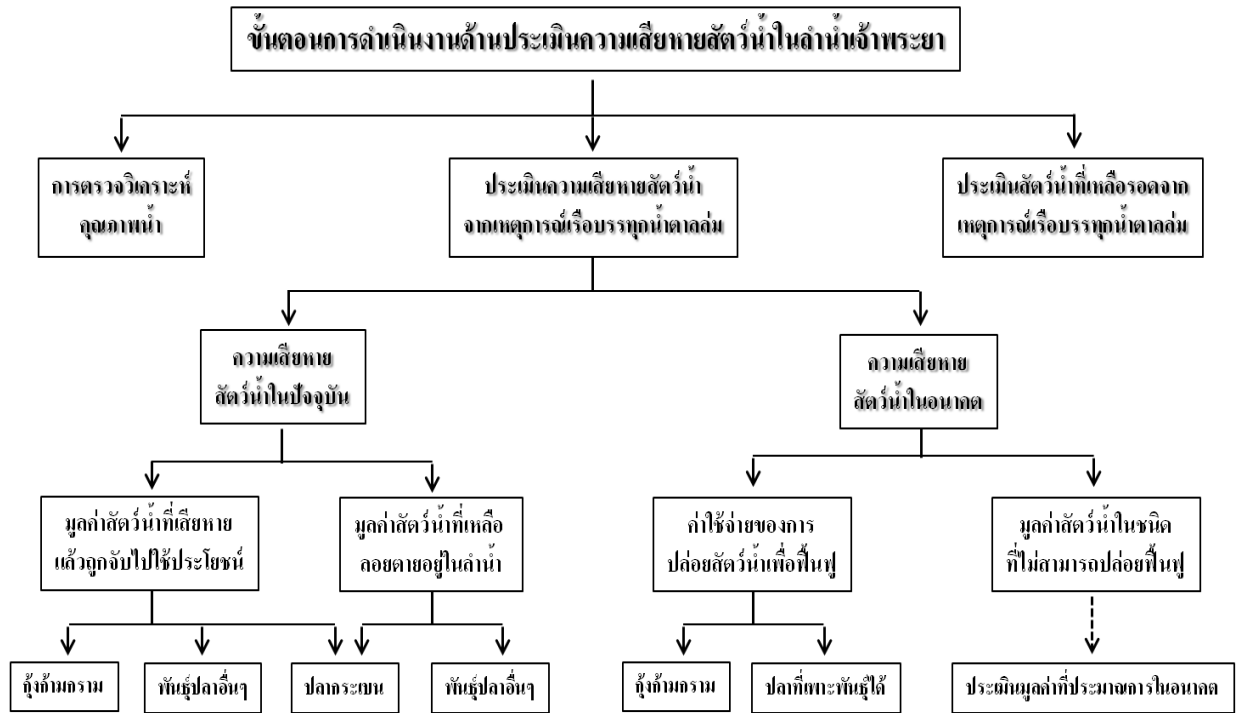
สำหรับขั้นตอนในการประเมินมูลค่าความเสียหายจากการมีไว้เพื่อใช้ประโยชน์สัตว์น้ำในอนาคต ได้จำแนกกลุ่มชนิดสัตว์น้ำที่ได้รับความเสียหายออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับชนิดพันธุ์สัตว์น้ำที่กรมประมงสามารถดำเนินการผลิตได้เป็นจำนวนมากในปัจจุบัน โดยในกลุ่มนี้จะใช้วิธีประเมินความเสียหายจากการประเมินค่าใช้จ่ายที่เสียไปเพื่อการฟื้นฟูพันธุ์สัตว์น้ำให้กลับคืน ส่วนกลุ่มที่สองได้แก่ชนิดพันธุ์สัตว์น้ำที่กรมประมงยังไม่สามารถดำเนินการผลิตหรือผลิตได้เป็นจำนวนน้อย จะใช้วิธีประเมินความเสียหายจากการประเมินมูลค่าที่สูญเสียไปของกำลังผลิตสัตว์น้ำที่พึงมีหรือควรจะมีเกิดขึ้นในอนาคต จากปริมาณสัตว์น้ำต้นทุนที่ได้สูญเสียไปในปัจจุบัน

2) การประเมินมูลค่าความเสียหายที่ไม่ใช่เกิดจากการใช้ประโยชน์ทรัพยากรสัตว์น้ำ (Non-use Value) แต่เป็นความรู้สึกที่ดีหรือความพึงพอใจที่มี เมื่อชนิดพันธุ์สัตว์น้ำชนิดนั้นยังคงมีอยู่ ประกอบด้วยการประเมินมูลค่าเพื่อความคงอยู่ด้านความหลากหลายทางชีวภาพของชนิดพันธุ์สัตว์น้ำที่อยู่ในบัญชีรายชื่อสัตว์น้ำที่มีสถานภาพทางการอนุรักษ์ในชนิดที่กรมประมงยังไม่สามารถเพาะพันธุ์ได้ เช่น ปลากระเบนราหู น้ำจืด ปลาแมว ปลาหางโก ปลาตะโกกหน้าสั้น เป็นต้น ในขั้นตอนการประเมินมูลค่าต้องใช้วิธีประมาณการมูลค่าที่ยินดีจะจ่ายหรือมูลค่าที่เกิดจากความพึงพอใจที่จะจ่าย เพื่อต้องการให้ชนิดพันธุ์สัตว์น้ำชนิดนั้นๆ ยังคงมีอยู่ แต่เนื่องจากปัจจุบันการศึกษาและการตีมูลค่าความพึงพอใจที่จะจ่ายดังกล่าว ยังไม่มีการดำเนินการ และถ้าหากจะต้องดำเนินการกับพันธุ์สัตว์น้ำหลายชนิดพร้อมกัน จะต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษาและการดำเนินงานในระยะเวลาหนึ่ง แต่เนื่องจากการประเมินมูลค่าความเสียหายในหลายเหตุการณ์มีความจำเป็นต้องเร่งดำเนินการให้แล้วเสร็จ ดังนั้น จึงไม่สามารถนำเสนอมูลค่าความเสียหายของสัตว์น้ำในส่วนที่ไม่ใช่เกิดจากการใช้ประโยชน์ทรัพยากรสัตว์น้ำโดยตรง จึงทำให้สัตว์น้ำในกลุ่มนี้จึงมีการประเมินมูลค่าเฉพาะความเสียหายที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ในข้อ (1.1) และ (1.3) เท่านั้น

6.3.2 ค่าใช้จ่ายในส่วนการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่กรมประมง ค่าใช้จ่ายดังกล่าวเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานในช่วงเกิดเหตุการณ์ ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการช่วยเหลือบรรเทา และแก้ไขผลกระทบที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรสัตว์น้ำ การติดตามตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ การประเมินความเสียหายสัตว์น้ำ และการดำเนินการฟื้นฟูทรัพยากรสัตว์น้ำ

6.3.3 ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับการเลี้ยงปลาในกระชังของเกษตรกร มูลค่าความเสียหายในส่วนนี้เป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการเลี้ยงปลาในกระชังของเกษตรกร ซึ่งประเมินความเสียหายจากการสำรวจและรายงานโดยเจ้าหน้าที่ของสำนักงานประมงจังหวัดในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ

สำหรับมูลค่าความเสียหายที่ประเมินจากผลกระทบที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์ดังกล่าวซึ่งเป็นการเสียหายเฉพาะในส่วนด้านทรัพยากรสัตว์น้ำที่เป็นสมบัติของแผ่นดิน โดยไม่รวมความเสียหายของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชังที่ได้รับผลกระทบในพื้นที่ที่เกิดเหตุดังกล่าวด้วย มีผลการประเมินโดยภาพรวมดังแสดงในภาพที่ 15 และมีมูลค่าความเสียหายที่ประเมินได้จำนวน 51,127,051 บาท (ห้าสิบล้านหนึ่งแสนสองหมื่นเจ็ดพันห้าสิบลบาทถ้วน) โดยมีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 14 ภาพรวมของวิธีการประเมินความเสี่ยงสัตว์น้ำในเหตุการณ์เรือบรรทุกน้ำตาลล่มในแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1. ความเสียหายต่อระบบนิเวศและแหล่งอาศัยสัตว์น้ำ จากการดำเนินงานพบมลพิษน้ำเสียที่มีค่าออกซิเจนละลาย (DO) ที่ต่ำมาก (น้อยกว่า 1.0 มก./ล.) ซึ่งเกิดจากการปนเปื้อนของมลพิษน้ำตาลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ทำให้สัตว์น้ำเกิดการลอยหัวขึ้นสู่ผิวน้ำและล้มตายเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมลพิษน้ำตาลออกซิเจนเพื่อใช้หายใจ เริ่มพบตั้งแต่บริเวณอำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ถึงอำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ รวมระยะทางประมาณ 115 กิโลเมตร และมีช่วงเวลาเกิดเหตุนาน 5 วัน ตั้งแต่วันที่ 1-5 มิถุนายน 2554

1.1 พบแหล่งพันธุ์ปลาหน้าวัดที่อยู่ริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาได้รับผลกระทบในพื้นที่ 5 จังหวัด รวม 130 วัด โดยทำให้พันธุ์ปลาเกิดการแตกฝูงและตายไปหลายส่วน ปริมาณปลาที่เสียหายได้ประเมินรวมอยู่กับความเสียหายของสัตว์น้ำทั้งหมด ส่วนการฟื้นฟูแหล่งอาศัยพันธุ์ปลาไม่ได้นำเสนอมูลค่า เนื่องจากเป็นผลกระทบในส่วนของห่วงโซ่อาหาร ซึ่งธรรมชาติจะช่วยให้มีการฟื้นตัวได้ในระยะเวลาที่ไม่ยาวนานนัก

1.2 ผลกระทบต่อแหล่งอาศัยและห่วงโซ่อาหารสัตว์น้ำหน้าดิน เช่น กุ้งก้ามกราม ปลากระเบน ราชู่น้ำจืด ปลาลิ้นหมา เป็นต้น ได้รับผลกระทบเสียหายในระดับหนึ่ง แต่เจ้าหน้าที่ไม่ได้ทำการประเมินความเสียหาย เนื่องจากขั้นตอนการประเมินมีความซับซ้อนและขาดฐานข้อมูลเดิมในการเปรียบเทียบ

2. ความเสียหายต่อสัตว์น้ำ พบสัตว์น้ำได้รับความสูญเสียรวม 110 ชนิด ประกอบด้วยพันธุ์ปลา 108 ชนิด และพันธุ์กุ้ง 2 ชนิด ปริมาณสัตว์น้ำที่สูญเสียแล้วถูกจับและที่สูญเสียแล้วลอยตายในลำน้ำพบมีจำนวน 319,544 กิโลกรัม มูลค่ารวม 35,634,109 บาท ประกอบด้วยพันธุ์ปลา 282,638 กิโลกรัม มูลค่า 23,509,099 บาท และพันธุ์กุ้งก้ามกราม 36,906 กิโลกรัม มูลค่า 12,125,010 บาท โดยมีประชาชนเข้าจับสัตว์น้ำในช่วงเกิดเหตุระหว่างวันที่ 1-5 มิถุนายน 2554 จำนวน 7,449 ราย

3. ความเสียหายของผลผลิตสัตว์น้ำที่จะสูญเสียไปในอนาคต สืบเนื่องจากทรัพยากรสัตว์น้ำเป็นทรัพยากรที่สามารถเกิดใหม่ทดแทนได้ด้วยการสืบพันธุ์ออกลูกหลาน จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีปริมาณผลผลิตต่อปริมาณมวลชีวภาพ (P/B ratio) ของพันธุ์ปลาน้ำจืด พบว่าในช่วงเวลา 1-2 ปี หลังเกิดเหตุการณ์ จะมีปริมาณผลผลิตปลาในอนาคตสูญเสียไปไม่น้อยกว่าปริมาณผลผลิตเดิมที่ได้สูญเสียไปแล้ว สำหรับการประเมินมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นได้แยกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการประเมินค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการปล่อยพันธุ์สัตว์น้ำเพื่อฟื้นฟู ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เป็นมูลค่าที่ทดแทนความเสียหายที่เกิดขึ้นกับกลุ่มพันธุ์สัตว์น้ำในชนิดพันธุ์ที่กรมประมงสามารถดำเนินการผลิตได้จำนวนมาก โดยกรมประมงได้ปล่อยพันธุ์สัตว์น้ำเพื่อฟื้นฟูรวม 51,471 ล้านตัว ประกอบด้วยพันธุ์กึ่งก้ามกราม 25,416 ล้านตัว และพันธุ์ปลาไทย 26,055 ล้านตัว เป็นมูลค่าพันธุ์สัตว์น้ำ 7,472,200 บาท และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการปล่อย 193,778 บาท ส่วนที่สองเป็นความเสียหายที่เกิดขึ้นกับกลุ่มพันธุ์สัตว์น้ำที่กรมประมงยังไม่สามารถดำเนินการผลิตได้หรือผลิตได้จำนวนน้อย คิดเป็นปริมาณความเสียหายของพันธุ์ปลาในกลุ่มนี้จำนวน 76,716 กิโลกรัม มีมูลค่ารวม 7,537,766 บาท

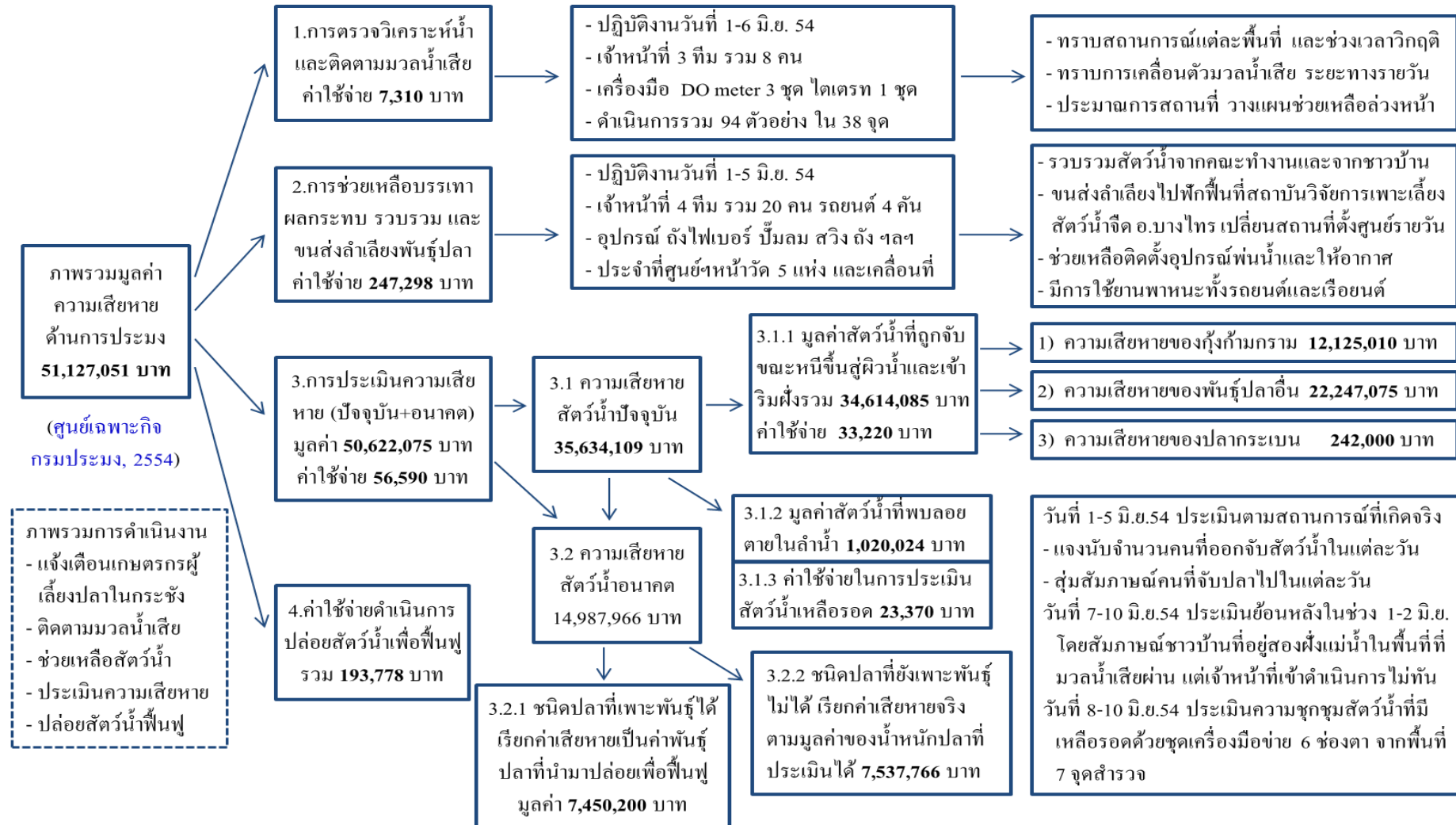
4. ความเสียหายต่อความหลากหลายทางชีวภาพสัตว์น้ำ พบมีความสูญเสียของชนิดพันธุ์สัตว์น้ำที่อยู่ในบัญชีรายชื่อสัตว์น้ำที่มีสถานภาพการอนุรักษ์ โดยเฉพาะในชนิดพันธุ์ที่กรมประมงยังไม่สามารถเพาะพันธุ์ได้รวม 4 ชนิด ได้แก่ ปลากระเบนราหูน้ำจืด ปลาหางโก๋ ปลาแมว และปลาตะโกกหน้าสั้น โดยปลากระเบนราหูน้ำจืดพบเสียหายรวม 19 ตัว เป็นปลาน้ำจืดเล็ก 11 ตัว (ขนาดน้ำหนัก 3-10 กก.) และปลาน้ำจืดใหญ่ 8 ตัว (ขนาดน้ำหนัก 100-300 กก.) สำหรับการประเมินมูลค่าความเสียหายด้านความหลากหลายทางชีวภาพสัตว์น้ำที่เกิดขึ้นในครั้งนี้นั้น ไม่น่าเสนอมูลค่าไว้ เนื่องจากยังขาดข้อมูลด้านการประเมินมูลค่าความพึงพอใจหรือความยินดีที่จะจ่ายเพื่อให้สามารถดูแลรักษาชนิดพันธุ์ปลาดังกล่าวให้คงอยู่ต่อไปในแม่น้ำเจ้าพระยา

5. ความเสียหายต่อการเลี้ยงปลาในกระชังของเกษตรกร พบเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชังได้รับความเสียหายรวม 2 จังหวัด 4 อำเภอ จำนวน 30 ราย 118 กระชัง มีมูลค่ารวม 6,002,548 บาท ประกอบด้วยเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาจำนวน 27 ราย 109 กระชัง มูลค่า 5,932,048 บาท และเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีจำนวน 3 ราย 9 กระชัง มูลค่า 70,500 บาท

6. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่กรมประมง พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการติดตามตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ การช่วยเหลือและบรรเทาผลกระทบ การรวบรวมและลำเลียงพันธุ์ปลา การประเมินความเสียหายสัตว์น้ำ และการประเมินปริมาณสัตว์น้ำที่เหลือรอด รวมทั้งสิ้น 311,198 บาท

7. สรุปมูลค่าความเสียหายด้านการประมงจากกรณีเรือน้ำตาลล่มในครั้งนี พบมีจำนวนทั้งสิ้น 57,171,599 บาทเป็นความเสียหายด้านสัตว์น้ำและค่าใช้จ่ายการดำเนินงานของภาครัฐจำนวน 51,169,051 บาท และความเสียหายของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชังจำนวน 6,002,548 บาท

กรอบแนวคิดการประเมินความเสียหายและสรุปมูลค่าความเสียหายด้านการประมง กรณีเรือบรรทุกน้ำตาลล่มที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา



ภาพที่ 15 ภาพรวมของค่าเสียหายและแนวทางการประเมินความเสียหายสัตว์น้ำในเหตุการณ์เรือบรรทุกน้ำตาลล่มในแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปี 2554

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2546. คู่มือแนวทางการวิเคราะห์ผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์จากการกำหนดค่ามาตรฐานควบคุมมลพิษแหล่งกำเนิด. กลุ่มเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมและวิเทศสัมพันธ์ กองแผนงาน และประเมินผล กรมควบคุมมลพิษ. 85 หน้า.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2552. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กฎประกาศ และระเบียบที่เกี่ยวข้องด้านการควบคุมมลพิษ (พิมพ์ครั้งที่ 4 แก้ไขเพิ่มเติม). ฝ่ายตรวจและบังคับการ กรมควบคุมมลพิษ. 773 หน้า
- กรมประมง. 2554. รายงานความเสียหายด้านการประมง กรณีเหตุการณ์เรือบรรทุกน้ำตาลล่มที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. ศูนย์เฉพาะกิจกรมประมง กรมประมง. 61 หน้า.
- กรมประมง. 2555. คู่มือการหาสาเหตุ การสังเกตอาการ การป้องกัน และการรักษาสัตว์น้ำป่วยหรือตาย. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง. 71 หน้า.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. มมป. เทคนิคการสุ่มตัวอย่างและการประมาณค่า. กลุ่มระเบียบวิธีสถิติ สำนักงานนโยบายและวิชาการสถิติ, สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 89 หน้า.
- อุดมศักดิ์ ศิลประชาวงศ์. 2556. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรสิ่งแวดล้อม. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย กรุงเทพฯ. 302 หน้า.
- Barril C.R. 2012. Fish kill: Causes, control and impact mitigation. Document of the Special Seminar on Fishkill in August 24, 2012 at the UPLB Operations Room, AG Samonte Hall, UPLB. Philippines. 80 pp.
- Commonwealth of Australia. 2007. National investigation and reporting protocol for fish kills. Canberra: The Australian Government Department of Agriculture, Fisheries, and Forestry. 16 pp.
- Enterprise Ireland. 2011. A guide to the investigation of fish kills. Enviromental related publication, Envirocenter. 10 pp. (Available from <http://www.envirocentre.ie/publications>)
- EPA Victoria. 2007. EPA Fish death response procedure. Publication No 1092.1. Victoria. 25 pp. (Available from <http://www.epa.vic.gov.au>)
- Purdue University. 2009. What killed the fish: Using observation, sampling and science to solve the mystery. Purdue Extension PPP-79, Purdue Agriculture, Purdue University. Indiana, USA. 30 pp.
- Hohls B.C. and Kühn A.L. 2001. Field guide to fish kill assessments. Institute for Water Quality Studies, Department of Water Affairs and Forestry, Pretoria, South Africa. 24 pp.
- Interpole. 2014. Pollution crime forensic investigation manual Vol 1. Environmental security sub-directorate, Interpole General Secretariat, France. 182 pp.
- Labay, A. A., and Buzan D. 1999. A comparison of fish kill counting procedures on a small, narrow stream. N. Am. J. Fish. Manage., 19:209–214.

- La, Van T. and Cooke, Steven J. 2011. Advancing the science and practice of fish kill investigations. *Reviews in Fisheries Science*, 19:1, 21-33.
- Meyer, F. P., and Barclay L.A. 1990. Field manual for the investigation of fish kills. **In:** Resource Publication 177. Washington D.C.: U.S. Fish and Wildlife Service. 120 pp.
- Northern Territory Government. 2003. Fish kill investigation manual. Fisheries Report No 70. Fisheries group. 15 pp.
- NSW Government. 2010. Report a fish kill. Primary Industries Fishing and Aquaculture. Available from <http://www.dpi.nsw.gov.au/fisheries/pests-diseases/reporting>.
- Rottman, R.W., Francis-Floyd R., Reed P.A., and Durborow R. 1992. Submitting a sample for fish kill investigation. Southern Regional Aquaculture Center Publication 472, Mississippi State Univ. MS.
- Southwick, R. L., and Loftus A. J. 2003. Investigation and monetary values of fish and freshwater mussel kills. American Fisheries Society, Special Publication 30, Bethesda, Maryland. 177 pp.
- Stamatopoulos, C. 2002. Sample-based fisheries surveys: A technical handbook. FAO Fisheries Technical Paper No. 425. Rome. 132 pp.
- Thronson, A., and Quigg A. 2008. Fifty-five years of fish kills in coastal Texas. *Estuaries Coasts*, 31: 802–813.

ตัวอย่างแบบบันทึกการรับแจ้งเหตุปลาและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด

สถานที่.....

1. ข้อมูลผู้แจ้ง

ชื่อ/นามสกุล

ที่อยู่ บ้านเลขที่..... หมู่ที่..... ตำบล/แขวง.....

อำเภอ/เขต..... จังหวัด..... โทรศัพท์

ที่ทำงาน (กรณีหน่วยงานราชการเป็นผู้แจ้ง)

2. ข้อมูลพื้นที่เกิดเหตุ

ชื่อแหล่งน้ำที่เกิดเหตุ

ที่ตั้งของแหล่งน้ำที่เกิดเหตุ.....

บริเวณที่ได้รับความเสียหาย จาก ถึง

(ระบุขอบเขตพื้นที่ของแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากอุบัติเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ)

เหตุการณ์ที่คาดว่าจะน่าจะเป็นสาเหตุของการเกิดมลพิษทางน้ำ (เช่น เรือน้ำตล่อม)

.....

กิจกรรมการเลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่ () ไม่มี () มี ได้แก่

ลักษณะของน้ำ สี

กลิ่น.....

ความเสียหายของสัตว์น้ำ

() ไม่มี

() มี ได้แก่ () ปลาที่เลี้ยงในกระชัง จำนวนที่ตาย.....ตัว (โดยประมาณ)

() ปลาในธรรมชาติ จำนวนที่ตายตัว (โดยประมาณ)

ช่วงเวลา que สัตว์น้ำเริ่มตาย/ลอยหัว.....

สัตว์น้ำที่ตายถูกนำไป () ไม่มีการนำออกไปจากพื้นที่เกิดเหตุ

() มีการนำไปบริโภค

() มีการนำไปขาย ที่

3. การให้ความช่วยเหลือ

หน่วยงานที่เข้ามาให้ความช่วยเหลือ

() ยังไม่มี

() มี ชื่อหน่วยงาน

ชื่อ/นามสกุล.....ผู้รับแจ้ง

รับแจ้งเมื่อเวลา วัน/เดือน/ปี.....

**ตัวอย่างแบบตรวจสอบรายการเครื่องมือและอุปกรณ์
ที่ใช้ดำเนินการในที่เกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด**

ด้านเอกสาร	✓
ใบตรวจสอบรายการเนื้อหา	
ใบตรวจสอบรายการกิจกรรมที่ต้องดำเนินการ	
ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง	
กระดาษจดแบบกันน้ำ	
แผนที่แสดงพื้นที่เกิดเหตุ/แผนที่แหล่งน้ำ	
รายนามหน่วยงานและชื่อผู้เกี่ยวข้อง	
คู่มือระบุนิรณัฐสัตว์น้ำ/แผ่นรูปภาพ	
ด้านแบบบันทึก	✓
• แบบบันทึกการรับแจ้งเหตุปลาตาย	
• แบบบันทึกการสำรวจที่เกิดเหตุปลาตาย	
• แบบบันทึกข้อมูลตรวจนับปลาตาย	
• แบบบันทึกข้อมูลสุ่มตัวอย่างปลาที่ถูกจับออก	
• แบบบันทึกข้อมูลสุ่มตัวอย่างช่วงวัดขนาดปลา	
• แบบสอบถามการจับปลาที่เสียหายในแหล่งน้ำ	
ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์	✓
กล้องถ่ายรูป	
เครื่องชั่งน้ำหนักขนาดต่างๆ	
ไม้บรรทัด/กระดานวัดขนาดปลา	
ตาข่ายลากตัวอย่างปลา	
สวิง/ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างปลา	
ปากกา/ดินสอ/อุปกรณ์เครื่องเขียน	
กล่องโฟมเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิเหมาะสม	
เครื่องมือระบุพิกัด GPS	
เทปวัดระยะทาง	
ชุดเครื่องมือผ่าตัด	
ถุงมือแบบต่างๆ/รองเท้าบูท	
ตัวนับจำนวน (hand counter)	
เครื่องเติมอากาศ/ปั๊มลมภาคสนาม	
ไฟฉาย / เครื่องคิดเลข/มีด/กรรไกร	

ด้านเครื่องมือวิเคราะห์น้ำ	✓
กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ	
เทอร์โมมิเตอร์	
DO meter / น้ำยามาตรฐานวิเคราะห์ DO	
ขวดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ DO	
แถบวัด pH / pH meter	
Conductivity meter	
ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ	
ขวดชมพู/ปิเปต/ลูกยางดูดสารเคมี	
กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร	
แผ่นจานวัดความโปร่งแสง Secchi disc	
ถุงเก็บตัวอย่างพลาสติก	
เครื่องมือเก็บดิน (Ekman grab)	
น้ำยา Lugol's iodine และภาชนะใส่	
ลูกดิ่ง/ไม้วัดระดับความลึกน้ำ	
สารละลายฟอร์มาลิน	
ด้านการส่งตัวอย่างวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการ	✓
แบบฟอร์มการส่งตัวอย่างปลาและสัตว์น้ำ	
แบบฟอร์มการส่งตัวอย่างน้ำ	
ด้านความปลอดภัย	✓
แว่นตานิรภัย	
หน้ากากกันฝุ่น	
ชุดปฐมพยาบาลเบื้องต้น	
น้ำยาล้างตา	
อุปกรณ์กันแดดและครีมกันแดด	
ภาชนะบรรจุของมีคม	
เอกสารข้อมูลความปลอดภัยสารเคมี	
น้ำยาล้างอุปกรณ์และฆ่าเชื้อ	
ผ้ากันเปื้อน (ทำจากผ้า/พลาสติกที่กันน้ำ)	
ถุงมือยางไนไตร	

ตัวอย่างแบบบันทึกการสำรวจที่เกิดเหตุปลาและสัตว์น้ำตายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด

1. วันที่และเวลาเกิดเหตุ

____/____/____. เวลาที่เข้าถึง ____:____. เวลาที่ออก ____:____.

เจ้าหน้าที่ผู้รายงาน :

หน่วยงาน:.....

2. สถานที่เกิดเหตุ

อ่างเก็บน้ำ ☐ แม่น้ำ ☐ ลำธาร/คลอง ☐ หนอง บึง ☐ แหล่งน้ำชุมชน ☐ ปากแม่น้ำ ☐

ชื่อแหล่งน้ำ/ที่ตั้ง.....

ลักษณะพื้นที่ (ขนาดกว้าง ยาว ลึก)

3. ลำน้ำสาขาที่มี ทางน้ำเข้า และทางน้ำออก (ประมาณการด้านขนาดและการไหลของน้ำ)

.....
.....

4. เห็นสภาพการเกิดสาหร่ายสีเขียวหรือพันธุ์ไม้น้ำแผ่คลุมพื้นที่จำนวนมาก ที่ไหนบ้าง

บริเวณพื้นที่เกิดเหตุ.....

ตอนบนเหนือพื้นที่เกิดเหตุ.....

ตอนล่างใต้พื้นที่เกิดเหตุ.....

5. เห็นการปนเปื้อนได้ด้วยตาเปล่า (เช่น คราบน้ำมัน หรือการปะปนของขยะมูลฝอยและของเสีย)

บริเวณพื้นที่เกิดเหตุ.....

ตอนบนเหนือพื้นที่เกิดเหตุ.....

ตอนล่างใต้พื้นที่เกิดเหตุ.....

6. สภาพอากาศ (ความแรงลมและทิศทาง ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ อื่นๆ)

ณ ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา
ณ เวลาที่มีการตายของสัตว์น้ำ (ถ้ารู้)

ก่อนเกิดเหตุในรอบ 24 ชั่วโมง

7. สีของน้ำ และกลิ่นที่มีลักษณะเฉพาะ (เช่น กลิ่นก๊าซไข่เน่า กลิ่นเหม็นเน่า กลิ่นเหม็นคาวปลา ฯลฯ)

บริเวณพื้นที่เกิดเหตุ.....

ตอนบนเหนือพื้นที่เกิดเหตุ.....

ตอนล่างใต้พื้นที่เกิดเหตุ.....

8. สภาพของน้ำทะเลหนุน (เวลาน้ำขึ้นน้ำลง ความสูงที่หนุน ความเร็วน้ำที่ไหล)

.....
.....

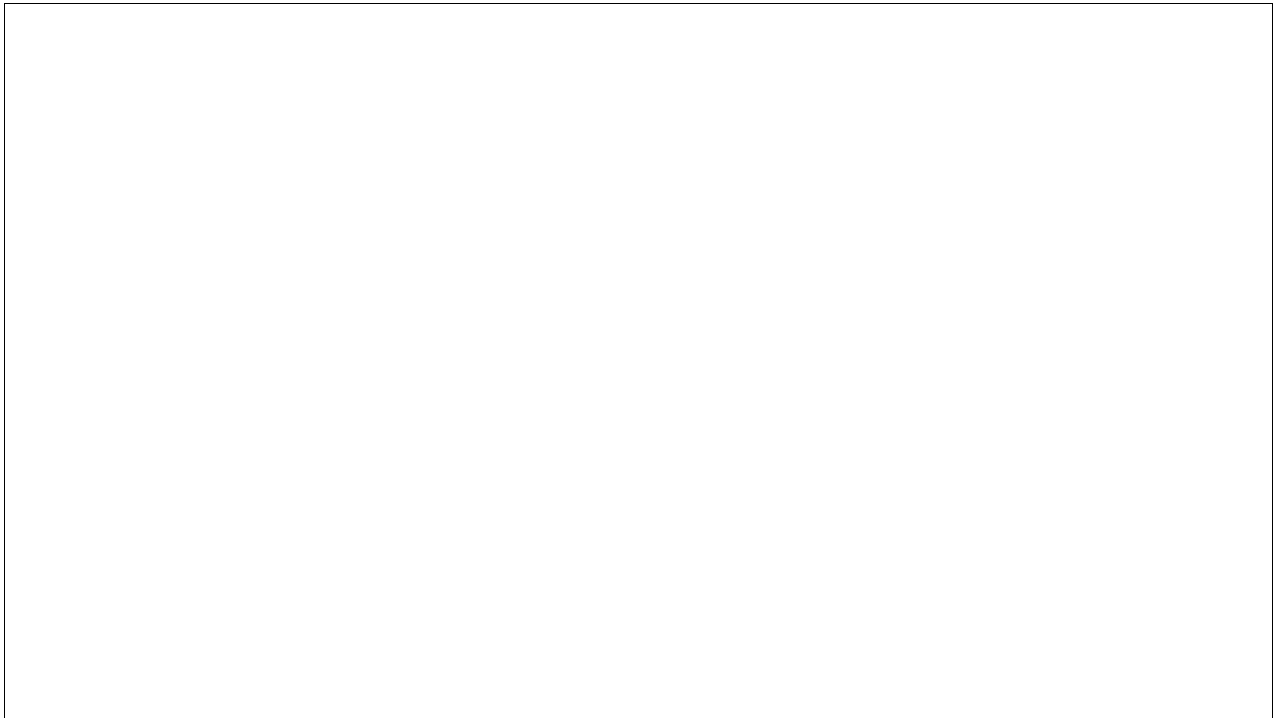
9. การใช้สารเคมีทางการเกษตรในบริเวณพื้นที่

ใช่ ☐ ไม่ใช่ ☐ ไม่ทราบ ☐

ความเห็นของเจ้าหน้าที่.....

.....

15. แผนที่สังเขปแสดงพื้นที่เกิดเหตุและจุดสู่มตัวอย่าง



16. ประมาณการจำนวนปลาที่ลอยตายบริเวณแนวริมฝั่ง

.....

.....

.....

17. ระบุผลกระทบอื่นๆ ที่สัตว์ได้รับ (สิ่งนี้อาจบ่งชี้ถึงผลกระทบในวงกว้างต่อสัตว์กลุ่มอื่น)

.....

.....

18. สัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ที่พบยังมีสุขภาพดีอยู่หรือไม่ เช่น ปลาอื่นๆ กบ สัตว์พื้นท้องน้ำขนาดใหญ่

.....

.....

19. สัตว์น้ำชนิดหลักที่ได้รับผลกระทบ

ชนิดสัตว์น้ำ (ระบุสัดส่วน)	ช่วงความยาว	ช่วงน้ำหนัก

20. ช่วงระยะเวลาที่ปลาตายมาแล้ว.....

21. ลักษณะความเสียหายทางกายภาพ (ร่องรอยของนกหรือผู้ล่าอื่นๆ การพบปรสิต์ การทิ้งขยะ)

.....

22. อาการแสดงออกที่ผิดปกติหรือลักษณะที่ผิดปกติ

.....

23. การถ่ายภาพ (บันทึกวัน/เวลา สถานที่เก็บตัวอย่าง และรายละเอียดของสิ่งที่แสดง รวมถึงชื่อถ่ายภาพ)

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....

24. พยานและผู้พบเห็นเหตุการณ์ (สัมภาษณ์คนในพื้นที่)

.....

25. สาเหตุที่ทำให้ปลาตาย (หรือสาเหตุที่น่าจะทำให้เกิด)

.....

26. รายละเอียดของตัวอย่างที่ส่งวิเคราะห์

Sample ID no.	จุดเก็บตัวอย่าง	วัน/เวลาที่เก็บ	ชนิดตัวอย่าง (ปลา น้ำ แผลงก่ตอน ดินตะกอน)	ส่งมอบถึง:	วัน/เวลาที่ส่งมอบ	ประเด็นที่ขอให้ตรวจวิเคราะห์

27. ข้อมูลเพิ่มเติม/ความเห็น

.....

ผู้บันทึกข้อมูล.....

ลุ่มตัวอย่างแบบ ☐ segments ☐ transects มีความยาว/กว้าง..... ม. ความยาวเส้นฐานอ้างอิง..... ม.

ชนิดพันธุ์ ปลาที่พบ	จำนวนในพื้นที่สุ่มย่อย (ตัว)					น้ำหนักในพื้นที่สุ่มย่อย (กรัม)					ผลรวม	
	เขตที่/ แนวที่ 1	เขตที่/ แนวที่ 2	เขตที่/ แนวที่ 3	เขตที่/ แนวที่ 4	เขตที่/ แนวที่ 5	เขตที่/ แนวที่ 1	เขตที่/ แนวที่ 2	เขตที่/ แนวที่ 3	เขตที่/ แนวที่ 4	เขตที่/ แนวที่ 5	จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก (กก.)
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
11.												
12.												
13.												
14.												
15.												
16.												
17.												
18.												
19.												
20.												
21.												
22.												
23.												
24.												
25.												
26.												
27.												
28.												
29.												
30.												
รวม												
เฉลี่ย											-----	-----

แผ่นที่..... เขตที่.....

ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลการสุ่มตัวอย่างปลาและสัตว์น้ำที่ถูกจับออกจากที่เกิดเหตุในพื้นที่แหล่งน้ำจืด

ชื่อแหล่งน้ำ ผู้บันทึกข้อมูล.....

สถานที่สำรวจ..... จำนวนคนจับปลาที่เจนนับในที่เกิดเหตุ.....ราย

☐ จับปลาริมฝั่ง/ เคนเท่า จำนวน.....ราย เครื่องมือที่ใช้จับ.....☐ ใช้เรือพาย/เรือเครื่องจับปลา จำนวน.....ราย เครื่องมือที่ใช้จับ.....

ชนิดพันธุ์ ปลาที่พบ	จำนวนปลาที่สุ่มตัวอย่าง (ตัว)					น้ำหนักปลาที่สุ่มตัวอย่าง (กรัม)					ผลรวม	
	รายที่	รายที่	รายที่	รายที่	รายที่	รายที่	รายที่	รายที่	รายที่	รายที่	จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก (กก.)
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
11.												
12.												
13.												
14.												
15.												
16.												
17.												
18.												
19.												
20.												
21.												
22.												
23.												
24.												
25.												
รวมจำนวน												
เฉลี่ย											----	----

ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลการสู่มตัวอย่างช่วงวัดขนาดสัตว์น้ำ

1. วันที่และเวลา _____ / _____ / _____.

_____ : _____ /

2. สถานที่สำรวจ ขนาดพื้นที่ และผู้ดำเนินการ

ชื่อแหล่งน้ำ

ผู้สู่มตัวอย่าง :

ส่วนพื้นที่ย่อย/แนวตัดขวางที่.....

ผู้บันทึกข้อมูล.....

ความกว้างพื้นที่.....เมตร

ความยาวพื้นที่.....เมตร

จำนวนรวม.....ตัว

น้ำหนักรวม.....กิโลกรัม

ลำดับ ที่	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ลำดับ ที่	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ลำดับ ที่	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ลำดับ ที่	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)
1			26			51			76		
2			27			52			77		
3			28			53			78		
4			29			54			79		
5			30			55			80		
6			31			56			81		
7			32			57			82		
8			33			58			83		
9			34			59			84		
10			35			60			85		
11			36			61			86		
12			37			62			87		
13			38			63			88		
14			39			64			89		
15			40			65			90		
16			41			66			91		
17			42			67			92		
18			43			68			93		
19			44			69			94		
20			45			70			95		
21			46			71			96		
22			47			72			97		
23			48			73			98		
24			49			74			99		
25			50			75			100		

หมายเหตุ ชื่อชนิดสัตว์น้ำที่ทำการช่วงวัดให้เขียนระบุลงไปในช่วงของความยาวและน้ำหนักที่ช่วงวัดได้เลย

ลำดับที่.....

ตัวอย่างแบบสอบถามการจับปลาและสัตว์น้ำจากเหตุการณ์ความเสียหายในพื้นที่แหล่งน้ำจืด

1. วันที่..... 2. ชื่อ..... นามสกุล.....
3. ที่อยู่ บ้านเลขที่..... หมู่ที่..... ตำบล..... อำเภอ..... จังหวัด.....
4. เพศ () ชาย () หญิง อายุ.....ปี
5. ระดับการศึกษา () ไม่ได้รับการศึกษา () ประถมศึกษาปีที่1-4 () ประถมศึกษาปีที่6
() มัธยมศึกษาตอนต้น () มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. () อื่นๆ ระบุ.....
6. จำนวนสมาชิกในครัวเรือน.....คน ชาย.....คน หญิง.....คน ผู้ใหญ่.....คน เด็ก.....คน
7. อาชีพหลัก (ระยะเวลา) () การประมง () การเกษตร () รับจ้าง..... () ค้าขาย () อื่นๆ ระบุ.....
8. อาชีพรอง (ระยะเวลา) () การประมง () การเกษตร () รับจ้าง..... () ค้าขาย () อื่นๆ ระบุ.....
9. จำนวนปีที่เคยทำประมง.....ปี ชื่อสถานที่ที่ไปจับสัตว์น้ำครั้งนี้.....
10. ประเภทเรือ เรือพาย.....ลำ ความยาวของเรือ.....เมตร
เรือติดเครื่องยนต์.....ลำ ความยาวของเรือ.....เมตร ขนาดเครื่องยนต์.....แรงม้า
11. เคยมีรายได้จากการทำประมง ประมาณ.....(บาท/วัน, บาท/เดือน)
12. การทำประมงด้วยการใช้เครื่องมือ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

เครื่องมือ	ขนาดช่องตา/เบอร์	จำนวนที่มี	บริเวณที่ใช้	เวลาที่ใช้จับ
ข่าย				
แห				
สวิง				
อวน				
ยอยก				
ซ้อน				

13. ชนิดสัตว์น้ำที่จับได้มาก.....

น้ำหนักรวม.....กิโลกรัม/ครั้ง

14. สัตว์น้ำที่ได้ท่านนำไป (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) () ขาย () บริโภค () แปรรูป () อื่นๆ ระบุ.....

15. ราคาสัตว์น้ำที่รับซื้อ
- | ชนิด | ราคา (บาท/กก.) | ชนิด | ราคา (บาท/กก.) |
|-------|----------------|-------|----------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

16. ปัญหาและอุปสรรคในการจับสัตว์น้ำแห่งนี้

.....

.....

ผู้สัมภาษณ์.....

