บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลุ่มน้ำบางปะกง

2.1.1 สภาพทั่วไปลุ่มน้ำบางปะกง

แม่น้ำบางปะกงเป็นแม่น้ำสายหลักบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนบน เกิดจากแม่น้ำนครนายก (ระยะทาง 110 กิโลเมตร) มาบรรจบกับแม่น้ำปราจีนบุรี (ระยะทาง 119 กิโลเมตร) ที่บริเวณรอยต่ออำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี และอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดนครนายก เกิดเป็นแม่น้ำบางปะกงระยะทาง 122 กิโลเมตร ไหลผ่านอำเภอบางน้ำเปรี้ยว อำเภอเมือง อำเภอบ้านโพธิ์ ออกอ่าวไทยที่อำเภอบางปะกง กิจกรรมต่างๆ ที่สำคัญในบริเวณลุ่มน้ำนี้ ได้แก่ การเลี้ยงสุกร (652,236 ตัว) การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (74,082 ไร่) การปลูกข้าว การเลี้ยงปลาน้ำจืด (65,216 ไร่) ปลาน้ำกร่อย (48 ไร่) อุตสาหกรรม (58 โรงงาน) ท่าเรือประมง ตลาด และชุมชน (534,586 คน) เป็นต้น (สมภพ รุ่งสุภา และ คณะ, 2549) น้ำเสียที่เกิดขึ้นและปล่อยลงแม่น้ำบางปะกงทำให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำเสื่อมโทรมลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ พ.ศ. 2542 ถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายและการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอมโมเนียบริเวณปากแม่น้ำ แม่น้ำบางปะกงได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล (Tidal Estuary) ทำให้มีความความเค็มสูงและไหลเร็วในขณะน้ำขึ้นในช่วงฤดูน้ำน้อยระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนพฤษภาคม ในทางตรงข้ามในช่วงฤดูน้ำมากระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายนความเค็มตลอดลำน้ำลดลงจนเป็นน้ำจืดถึงปากแม่น้ำ จากลักษณะดังกล่าวทำให้มีการกระจายของของเสียจากจุดปล่อยต่างๆ ในแม่น้ำกระจายไปทั่วลำน้ำอย่างรวดเร็วและเพิ่มความรุนแรงขึ้นในช่วงฤดูน้ำน้อย

สภาพลุ่มน้ำบางปะกงนั้นโดยที่พื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำบางปะกงเป็นที่ราบ ทางตอนเหนือของลุ่มน้ำเป็นที่สูงที่เป็นส่วนลาดมาจากเทือกเขาสันกำแพง สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2537) (อ้างถึงใน ดุษฎี ชาญลิขิต, 2547) ได้แบ่งลุ่มน้ำบางปะกง ซึ่งมีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมเท่ากับ 8,679 ตารางกิโลเมตร ออกเป็น 4 ลุ่มน้ำหลัก ได้แก่

1) แม่น้ำนครนายก มีพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 2,433 ตารางกิโลเมตร
2) คลองท่าลาด มีพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 2,835 ตารางกิโลเมตร
3) คลองหลวง มีพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,897 ตารางกิโลเมตร
4) แม่น้ำบางปะกงสายหลัก มีพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,514 ตารางกิโลเมตร

2.1.2 ขนาดพื้นที่และที่ตั้ง

จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งครอบคลุมลุ่มน้ำบางปะกงมีขนาดพื้นที่ทั้งสิ้น 5,220.08 ตารางกิโลเมตร แบ่งพื้นที่เป็นแต่ละอำเภอ ดังนี้ (สำนักงานจังหวัดฉะเชิงเทรา, 2549)

อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา	383.86	ตารางกิโลเมตร
อำเภอบางคล้า	223.88	ตารางกิโลเมตร
อำเภอบางน้ำเปรี้ยว	497.16	ตารางกิโลเมตร
อำเภอบางปะกง	255.98	ตารางกิโลเมตร
อำเภอบ้านโพธิ์	207.65	ตารางกิโลเมตร
อำเภอพนมสารคาม	515.83	ตารางกิโลเมตร
อำเภอสนามชัยเขต	1,073.53	ตารางกิโลเมตร
อำเภอแปลงยาว	319.72	ตารางกิโลเมตร
อำเภอราชสาส์น	154.82	ตารางกิโลเมตร
อำเภอท่าตะเกียบ	210.00	ตารางกิโลเมตร
กิ่งอำเภอคลองเขื่อน	107.12	ตารางกิโลเมตร

2.1.3 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษาเป็นลักษณะแบบเขตร้อนแถบเส้นศูนย์สูตร อุณหภูมิจะสูงตลอดปี โดยเฉพาะเดือนมีนาคม-พฤษภาคม โดยเดือนเมษายนจะร้อนที่สุด เดือนธันวาคม อุณหภูมิต่ำสุด สามารถแบ่งฤดูได้เป็น 3 ฤดูคือ

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์-เดือนพฤษภาคม โดยมีลมตะวันออกและลมฝ่ายใต้พัดผ่าน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35-37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 25-27 องศาเซลเซียส ปริมาณฝนตกเฉลี่ย 200-300 มิลลิเมตรต่อปี ฤดูนี้จะเหมาะกับการปลูกพืชไร่ที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม-กลางเดือนตุลาคม โดยมีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่าน มีฝนตกหนัก บริเวณพื้นที่เทือกเขาในอำเภอสนามชัยเขตและอำเภอท่าตะเกียบจะมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31-33 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23-25 องศาเซลเซียส และมีฝนตกเฉลี่ย 1,000-1,200 มิลลิเมตรต่อปี ฤดูนี้จะเหมาะกับการทำนาและปลูกไม้ผล

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคม-กลางเดือนกุมภาพันธ์ โดยมีลมมรสุมตะวันออก เฉียงเหนือพัดผ่าน อากาศเย็นและแห้ง อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 30-32 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 20-23 องศาเซลเซียส ปริมาณฝนตกเฉลี่ย 50-100 มิลลิเมตรต่อปี ฤดูนี้จะเหมาะกับการปลูกผักสวนครัว

ปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2540–2544 จะอยู่ในช่วง 1,157.7–1,357.7 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,271.2 มิลลิเมตรต่อปี และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 105.9 มิลลิเมตรต่อเดือน ปริมาณฝนตกมากที่สุดในปี 2542 วัดได้ถึง 1,357.7 มิลลิเมตร จำนวนวันที่มีฝนตก 132 วัน และปริมาณฝนตกน้อยที่สุดในปี 2540 วัดได้ 1,157.7 มิลลิเมตร จำนวนวันที่มีฝนตก 94 วัน สำหรับปี 2544 มีปริมาณน้ำฝน 1,244.1 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตก 129 วัน

อุณหภูมิอากาศระหว่างปี 2540–2544 จะอยู่ในช่วง 22.9-33.2 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.6-23.5 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิต่ำที่สุดวัดได้ 8.8 องสาเซลเซียส เมื่อวันที่ 25 ธันวาคม 2542 และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.4-33.9 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสูงที่สุดวัดได้ 39.5 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 16 เมษายน 2541 สำหรับปี 2544 อุณหภูมิต่ำที่สุดวัดได้ 14.3 องศาเซลเซียส (31 ธันวาคม) อุณหภูมิสูงที่สุดวัดได้ 39.5 องศาเซลเซียส (22 เมษายน) (สำนักงานจังหวัดฉะเชิงเทรา, 2549)

2.1.4 ประชากร

ประชากรที่ถูกบันทึกในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 ของจังหวัดฉะเชิงเทรามีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 643,925 คน แยกเป็นชาย 316,341 คน และหญิง 327,584 คน ซึ่งประชากรในจังหวัดฉะเชิงเทราเกือบจะคงที่และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย อำเภอเมืองมีประชากรมากที่สุด อำเภอบางน้ำเปรี้ยว และ อำเภอพนมสารคาม เป็นอันดับ 2 และ 3 โดยอำเภอราชสาส์นมีประชากรน้อยที่สุด (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 ประชากรจังหวัดฉะเชิงเทรารายตำบล พ.ศ. 2548

2548	ชาย	หญิง	รวม
จังหวัดฉะเชิงเทรา	316,341	327,584	643,925
อำเภอเมือง	48,920	51,086	100,006
อำเภอบางปะกง	27,154	29,028	56,542
อำเภอบ้านโพธิ์	19,457	20,744	40,201
อำเภอบางคล้า	14,716	15,646	30,362
อำเภอบางน้ำเปรี้ยว	36,117	36,819	72,936
อำเภอราชสาสน์	6,179	6,247	12,426

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

2548	ชาย	หญิง	รวม
อำเภอแปลงยาว	11,750	11,697	23,447
อำเภอพนมสารคาม	31,441	32,847	64,288
อำเภอสนามชัยเขต			69281
อำเภอท่าตะเกียบ			42,742
กิ่งอ.คลองเขื่อน			13,490

ที่มา: สำนักงานจังหวัดฉะเชิงเทรา, 2549

2.1.5 การเกษตรกรรม

ในลุ่มน้ำบางประกง จะมีการทำการเกษตรกรรม บริเวณสองฝั่งของแม่น้ำ โดยมีการเพาะปลูกข้าวนาปี และข้าวนาปรังเป็นพืชหลัก และมีพืชอื่นๆ ที่ทำการเพาะปลูกและถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจแต่มีพื้นที่ปลูกและผลผลิตต่ำกว่าข้าวนาปีและข้าวนาปรังจึงไม่ได้นำมาแสดง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550) ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน สับปะรด ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มะม่วง มะพร้าวอ่อน มะพร้าวแก่ ยางพารา และหมาก (ภาคผนวก ก ตารางที่ 7)

สำหรับข้าวจะมีการปลูกมาที่สุดในอำเภอบางน้ำเปรี้ยว พนมสารคาม และสนามชัยเขต (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 สถิติการเพาะปลูก พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิตรวม ผลผลิตเฉลี่ย พ.ศ. 2549 (ณ 30 เมษายน 2550)

อำเภอ	ชนิดพืชเศรษฐกิจ	มูลค่าพืชเศรษฐกิจสำคัญ (ล้านบาท)	พื้นที่การเพาะปลูก (ไร่)	ผลผลิตรวม (ตัน)	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)
เมืองฉะเชิงเทรา	ข้าวนาปี	448.21	86,459	64,957.60	800
	ข้าวนาปรัง	426.92	83,709	71,152.65	850
บางคล้า	ข้าวนาปี	156.04	31,818	22,946.40	800
	ข้าวนาปรัง	88.62	21,100	14,770.00	700
บางน้ำเปรี้ยว	ข้าวนาปี	2,446.37	428,480	354,545.78	827
	ข้าวนาปรัง	740.28	183,400	123,379.76	831

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

อำเภอ	ชนิดพืชเศรษฐกิจ	มูลค่าพืชเศรษฐกิจสำคัญ (ล้านบาท)	พื้นที่การเพาะปลูก (ไร่)	ผลผลิตรวม (ตัน)	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)
บางปะกง	ข้าวนาปี	80.85	16,004	12,067.02	754
	ข้าวนาปรัง	30.29	6,390	5,048.10	790
บ้านโพธิ์	ข้าวนาปี	103.93	22,352	15,512.29	694
	ข้าวนาปรัง	54.28	12,159	9,046.30	744
พนมสารคาม	ข้าวนาปี	567.71	134,275	81,102.10	604
	ข้าวนาปรัง	170.40	38,904	28,399.92	730
สนามชัยเขต	ข้าวนาปี	315.79	118,722	47,132.63	397
	ข้าวนาปรัง	1.80	600	300.00	500
แปลงยาว	ข้าวนาปี	110.00	32,600	15,941.40	489
	ข้าวนาปรัง	13.34	4,335	2,223.86	513
ราชสาส์น	ข้าวนาปี	198.59	63,255	28,781.03	455
	ข้าวนาปรัง	66.60	18,500	11,100.00	600
ท่าตะเกียบ	ข้าวนาปี	118.80	43,139	17,471.30	405
	ข้าวนาปรัง	-	-	-	-
กิ่ง อ.คลองเขื่อน	ข้าวนาปี	229.30	39,847	33,232.40	834
	ข้าวนาปรัง	166.41	32,783	27,734.42	846

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550

2.1.6 การปศุสัตว์

สุกรเป็นสัตว์ที่มีการเลี้ยงกันมากที่สุดในจังหวัดฉะเชิงเทรา และมีการรายงานว่าเป็นต้นเหตุหลักที่ปล่อยน้ำทิ้งลงในแม่น้ำบางปะกงจนทำให้เกิดปัญหาน้ำเสีย (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2545) อย่างไรก็ตามพบว่าหลังจาก พ.ศ. 2546 ถึง พ.ศ. 2548 จำนวนสุกรมีการเลี้ยงลดลง จาก 579,091 เป็น 415,117 และ 447,430 ตัว ใน พ.ศ. 2546, 2547 และ 2548 ตามลำดับ ชนิดของปศุสัตว์และจำนวนในแต่ละอำเภอ (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 จำนวนสัตว์ในพื้นที่สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดฉะเชิงเทรา พ.ศ. 2549

อำเภอ	สุกร (ตัว)	ไก่เนื้อ (ตัว)	ไก่ไข่ (ตัว)	ไก่พื้นเมือง (ตัว)	เป็ดไข่ (ตัว)	เป็ดเนื้อ (ตัว)	เป็ดเทศ (ตัว)
เมือง	85,015	0	1,214,500	68,750	43,100	130,500	0
บางปะกง	0	3,800	83,500	29,550	25,746	23,250	18,635
บ้านโพธิ์	42,150	31,200	1,331,000	27,196	8,796	23,140	2,629
บางคล้า	121,000	0	590,300	72,496	10,000	9,000	790
บางน้ำเปรี้ยว	1,835	0	1,223,050	80,583	45,433	43,602	4,182
พนมสารคาม	175,400	1,298,540	522,530	178,444	9,000	170,000	66,450
ราชสาส์น	6,574	21,750	35,026	26,118	1,208	92	411
แปลงยาว	6,583	452,073	20,949	59,325	949	53,708	1,225
สนามชัยเขต	5,708	0	19,800	93,680	3,650	0	3,017
ท่าตะเกียบ	521	130,150	0	4,632	0	3,559	420
กิ่งอ.คลองเขื่อน	2,644	0	0	9,714	471	5,150	0
รวม	447,430	1,937,513	5,040,655	650,488	148,353	462,001	97,759

ที่มา: สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดฉะเชิงเทรา, 2550

2.1.7 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในจังหวัดฉะเชิงเทราเป็นอาชีพที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีพื้นที่ชายฝั่งและมีแม่น้ำบางปะกงซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลักที่มีความสำคัญและได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลซึ่งนับว่ามีความเหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเป็นอย่างยิ่ง โดยกุ้งกุลาดำ กุ้งขาว ปลากะพงขาว และหอยแมลงภู่เป็นสัตว์น้ำที่มีการเลี้ยงกันอย่างกว้างขวางในบริเวณนี้

ใน พ.ศ. 2543 ประจวบ ลีรักษาเกียรติ (2543) ได้ศึกษาภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 (TM) ใน พ.ศ. 2540 พบว่าจังหวัดฉะเชิงเทรามีพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำประมาณ 95,536 ไร่ พื้นที่เลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่อยู่บริเวณชายฝั่งทะเลและลึกเข้าไปในแผ่นดิน จากการศึกษาพบว่าพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำบางส่วนห่างจากชายฝั่งทะเลไม่น้อยกว่า 50 กิโลเมตร พื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดฉะเชิงเทรากระจายอยู่ใน 7 อำเภอ ได้แก่ อำเภอบางปะกง อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบ้านโพธิ์ อำเภอบางคล้า อำเภอบางน้ำเปรี้ยว อำเภอแปลงยาว และอำเภอราชสาส์น ประมาณ

21,203, 13,533, 35,708, 21,688, 2,933, 1,325 และ 144 ไร่ ตามลำดับ และพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำในบางอำเภอได้มีการบุกรุกเข้าไปในเขตเศรษฐกิจ ข. ได้แก่ อำเภอบางปะกง (10,747 ไร่) อำเภอบ้านโพธิ์ (138 ไร่) พื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งมีการเพิ่มขึ้นตามเวลาในช่วงระยะเวลาระหว่าง พ.ศ. 2531 ถึง พ.ศ. 2546 และลดลงหลังจากนั้น โดยมีพื้นที่เลี้ยงมากที่สุดใน พ.ศ.2546 เท่ากับ 81,899 ไร่ และลดลงเป็น 74,241 ไร่ใน พ.ศ. 2547 โดยอำเภอเมืองฉะเชิงเทรามีพื้นที่การเลี้ยงกุ้งทะเลมากสุด 18,362 ไร่ มีฟาร์มเลี้ยงทั้งสิ้น 2,339 ฟาร์ม และมีบ่อเลี้ยง 7,969 บ่อ อำเภอบางคล้า กิ่งอำเภอคลองเขื่อน บ้านโพธิ์ บางปะกง และ บางน้ำเปรี้ยวมีพื้นที่เลี้ยงมากเป็นอันดับรองลงไปตามลำดับ เท่ากับ 13,651, 11,431, 10,075, 7,480 และ 6,697 ไร่ ในขณะที่พื้นที่เลี้ยงปลาอำเภอบางปะกงมากที่สุด 12,106 ไร่ จำนวน 816 บ่อ อำเภอบ้านโพธิ์ เมือง บางคล้า และบางน้ำเปรี้ยวมีลดลงตามลำดับ เท่ากับ 11,057, 8,960, 7,852 และ 4,802 ไร่ ตามลำดับ โดยกุ้งมีผลผลิตต่อไร่ 948 กิโลกรัม และปลา 527 กิโลกรัม

กรมประมง ได้รวบรวมสถิติจำนวนราย เนื้อที่ และ ผลผลิตการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งของจังหวัดฉะเชิงเทราตั้งแต่ พ.ศ. 2531–2547 โดยเน้นการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ปลากะพง และ หอยแมลงภู่ เป็นหลัก ดังตารางที่ 2.22 พบว่าสัตว์น้ำหลักที่มีการเลี้ยงกันในลุ่มน้ำบางปะกงนั้น กุ้งทะเลมีจำนวนผู้เลี้ยง เนื้อที่การเลี้ยงลดลงระหว่าง พ.ศ. 2546 ซึ่งเป็นปีที่มีการเลี้ยงมากที่สุด แต่ผลผลิตกลับเพิ่มขึ้นถึง 2.5 เท่า แสดงถึงประสิทธิภาพในการเลี้ยงเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปลากะพงขาว กลับตรงกันข้ามคือมีผู้เลี้ยงเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2546 ซึ่งมี 152 ราย เป็น 171 รายในปีต่อมา แต่ผลผลิตกลับลดลงตามลำดับ จาก พ.ศ. 2545 ซึ่งมีผลผลิตสูงสุด 12.415 ตัน เป็น 3.607 ตัน ในพ.ศ. 2547 ซึ่งรวมถึงปลาน้ำจืดที่พื้นที่ในการเลี้ยงและผลผลิตลดลง จาก 62,520 ไร่ และ 37.512 ตันใน พ.ศ. 2546 เป็น 50,513 ไร่และ 26.620 ตัน เช่นเดียวกับการเลี้ยงหอยแมลงภู่ที่มีพื้นที่และผลผลิตลดลงอย่างมากเช่นเดียวกัน

2.1.7.1 การเลี้ยงกุ้งทะเล (กุ้งกุลาดำและกุ้งขาว)

จากหลักการของการเลี้ยงการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พัฒนาระบบชีวภาพแบบ CoC และ GAP (สำนักงานเศรษฐกิจจากเกษตร, 2550) โดยระบบโค้ด ออฟ คอนดัค (Code of Conduct) หมายถึง ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลอย่างยั่งยืนตลอดสายการผลิตจากฟาร์มถึงโรงงานแปรรูป เพื่อพัฒนาให้ได้กุ้งคุณภาพมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยเกณฑ์สำคัญคือ การจัดการน้ำทิ้งและตะกอนเลนจากการเลี้ยงต้องมีระบบบำบัดหมุนเวียนน้ำใช้ภายในฟาร์มและจัดให้มีที่เก็บตะกอนเลนภายในฟาร์ม ในขณะที่ GAP หรือ Good Aquaculture Practice หมายถึง การผลิตกุ้งทะเลให้มีคุณภาพปลอดภัยต่อ

ผู้บริโภค ทำให้ถูกสุขลักษณะที่ดีของฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล ป้องกันการใช้ยา และ สารเคมี ไม่ให้มีสารตกค้างในเนื้อกุ้ง ที่สำคัญคือต้องทำให้ผลผลิตกุ้งเป็นที่ยอมรับของผู้ซื้อ โดยการทำให้สภาพแวดล้อมภายในฟาร์มดีขึ้น ถูกสุขลักษณะมีการเตรียมน้ำ และ ดินตะกอนเลนก่อนการเลี้ยงกุ้งอย่างเหมาะสม มีการติดตั้งเครื่องเพิ่มอากาศอย่างเหมาะสมและมีการจัดการรักษาคุณภาพน้ำและ ดินที่ดี ซึ่งจะประกอบด้วยบ่อเลี้ยงและบ่อบำบัด ในอัตราส่วนของพื้นที่ 4:1 น้ำในบ่อที่ถูกถ่ายออกมาทั้งหมดจะไหลเข้าไปในบ่อบำบัดอย่างต่อเนื่อง เมื่อต้องการเปลี่ยนน้ำก็เติมน้ำที่ผ่านการบำบัดเข้าสู่บ่อเลี้ยง โดยการสูบผ่านกระบะทรายในช่วงการจับกุ้งให้ถ่ายน้ำในบ่อเลี้ยงเข้าไปบำบัดจนมีคุณภาพใกล้เคียงกับแหล่งน้ำธรรมชาติหรือได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งจากนากุ้งหรือดีกว่าแล้วจึงปล่อยน้ำจากบ่อบำบัดออกไปนอกฟาร์ม ซึ่งเป็นวิธีการและแนวทางการจัดการฟาร์ม เพื่อควบคุมและแก้ไขคุณภาพสิ่งแวดล้อมในบ่อเลี้ยงกุ้งขนาด 2 ไร่ และบ่อบำบัดขนาด 1/2 ไร่ โดยใช้เวลาเลี้ยง 4 เดือน ระบบดังกล่าวจะทำให้ไม่มีน้ำทิ้งที่มีคุณภาพน้ำเกินมาตรฐานออกนอกฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล

จาก วิรงรอง ทิมดี และ วัลลภ ทิมดี (2548) สำรวจสถานภาพการเลี้ยงกุ้งทะเลในจังหวัดฉะเชิงเทรา จากจำนวน 1,300 ฟาร์ม พบว่า มีฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเลที่อยู่ติดแม่น้ำบางปะกงเพียง 91 ฟาร์มคิดเป็น 7% ส่วนใหญ่ 1,024 ฟาร์ม คิดเป็น 78.77% อยู่ภายในคลองหลัก ที่เหลือ 185 ฟาร์ม หรือ 14.23% อยู่ภายในคลองซอย แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเลี้ยงกุ้งทะเลซึ่งนอกจากเปลี่ยนเป็นระบบหมุนเวียนน้ำภายในฟาร์มและมีเก็บตะกอนและเปลี่ยนสถานที่มาเลี้ยงภายในคลองหลักและคลองซอยเกือบทั้งหมด (ภาคผนวก ก ตารางที่ 21)

2.1.7.2 การเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง

ปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) มีชื่อสามัญว่า Giant Perch หรือ Sea Bass สามารถอาศัยอยู่ได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม ปลาชนิดนี้เลี้ยงแพร่หลายในเขตจังหวัดชายทะเลของประเทศไทย (ประจวบ ลีรักษาเกียรติ, 2543; วิเชียร สาคเรศ, 2528; รติวรรณ และคณะ, 2543) เนื่องจากเลี้ยงง่าย โตเร็ว เนื้อมีรสชาติดีและมีราคาดีอีกด้วย ปัจจุบันประเทศไทยสามารถเพาะพันธุ์ปลากะพงขาวได้เป็นจำนวนมาก เพื่อเลี้ยงในประเทศไทยและยังส่งขายต่างประเทศ เช่น ไต้หวัน สิงคโปร์ มาเลเซีย ฮ่องกง และจีน ในประเทศไทยพบปลากะพงขาวแพร่กระจายอยู่ทุกจังหวัดชายทะเล ทั้งในอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน ในธรรมชาติปลากะพงขาวจะอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่ไม่ห่างออกไปจากชายฝั่งมาก โดยอาศัยชุกชุมตามปากแม่น้ำ ลำคลอง และปากทะเลสาบ อย่างไรก็ตามปลากะพงขาวยังสามารถขึ้นไปอาศัยและเจริญเติบโตยัง

แหล่งน้ำจืดได้อีกด้วยจึงจัดเป็นปลาสองน้ำอย่างแท้จริง ซึ่งปลาที่ไปเจริญเติบโตอยู่ในแหล่งน้ำจืดนั้นเมื่อมีความสมบูรณ์เพศต้องอพยพถิ่นฐานไปสู่ปากแม่น้ำและสืบพันธุ์วางไข่ในทะเลต่อไป โดยธรรมชาติปลากะพงขาวเป็นปลาที่ปราดเปรียว ว่องไว ว่ายน้ำรวดเร็ว สามารถกระโดดพ้นน้ำในระยะสั้นได้สูงขณะตกใจหรือไล่เหยื่อ แต่ตามปกติมักจะอืดอาดเชื่องช้า มีนิสัยชอบซุกซ่อนอยู่ตามขุ้ม กล่ำและเคล้าคลอหลักปักโป๊ะหรือก้อนหินใต้น้ำ ชาวประมงที่รู้นิสัยของปลาชนิดนี้ดีจะใช้เครื่องมืออวนล้อม แห และตกเบ็ดในบริเวณดังกล่าว ปลากะพงขาวจะเริ่มออกหากินในขณะที่กระแสน้ำอ่อน ปลาขนาดใหญ่มักไม่รวมฝูงนอกจากในฤดูผสมพันธุ์วางไข่จึงจะรวมเป็นกลุ่มเล็กๆ

การเลี้ยงปลากะพงขาวในประเทศไทย มีหลายแบบ ได้แก่ การเลี้ยงในนาข้าว การเลี้ยงในนากุ้ง การเลี้ยงในบ่อดินแบบพัฒนา และการเลี้ยงในกระชัง

การเลี้ยงปลาในกระชังเป็นวิธีการหนึ่งที่เกษตรกรนิยมกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพราะการเลี้ยงปลาในกระชังมีความเหมาะสมกับสภาพท้องที่ตามแหล่งน้ำตื้น เช่น ปากแม่น้ำ ลำคลอง ริมชายฝั่งทะเลหรือแหล่งน้ำกร่อยในทะเลสาบ ซึ่งสามารถดัดแปลงเป็นที่เลี้ยงปลาได้สะดวก ลงทุนน้อย ใช้พื้นที่น้อยแต่สามารถเลี้ยงปลาได้เป็นจำนวนมากๆ นอกจากนั้นแล้วยังไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับปัญหาคุณภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาอีกด้วย

รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังซึ่งเป็นที่นิยมมากในลุ่มน้ำบางปะกง ได้แก่

1) การเลือกทำเลเพื่อการติดตั้งกระชังเลี้ยงปลา จะเลือกบริเวณที่เป็นบริเวณปากแม่น้ำ ลำคลอง ทะเลสาบ หรือชายฝั่งทะเล ซึ่งมีน้ำไหลถ่ายเทได้ดี มีการขึ้นลงของกระแสน้ำและเมื่อน้ำลงต่ำสุดในฤดูร้อน ควรมีความลึกไม่น้อยกว่า 2 เมตร มีคลื่นลมสงบ เพื่อให้กระชังปลอดภัยจากการทำลายของคลื่นลม เช่น บริเวณที่ลึกเข้าไปในทะเลสาบ ปากแม่น้ำ ลำคลอง และอ่าวปิดบางแห่ง พื้นที่เลี้ยงควรอยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม อันจะเป็นเหตุให้เกิดน้ำเสียซึ่งจะเป็นพิษต่อปลาที่เลี้ยงหรืออาจเป็นพิษแก่ผู้บริโภคเนื้อปลาได้ มีการคมนาคมที่ดี เพื่อสะดวกกับการขนส่งปลาเหยื่อ และการจำหน่ายผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีจำหน่ายปลาที่มีชีวิตซึ่งจะจำหน่ายได้ในราคาสูง และควรอยู่ห่างจากเส้นทางสัญจรทางน้ำ เพื่อได้กระชังปลอดภัยจากการถูกเรือชน อันเป็นเหตุให้กระชังเสียหาย ปลาหนีออกจากกระชังได้

2) รูปแบบของกระชังเลี้ยงปลา แบ่งตามลักษณะของโครงสร้างได้ 2 แบบ คือ กระชังประจำที่ และ กระชังลอยน้ำ

3) การเตรียมพันธุ์ปลา สำหรับ ปลากะพงขาวที่จะปล่อยเลี้ยงในกระชังต้องมีขนาดความยาว 10 เซนติเมตร (4 นิ้วขึ้นไป) จึงจะเลี้ยงได้ผลดี มีอัตรารอดตายมากกว่า 90% ซึ่งปลาดังกล่าวหาซื้อได้จากฟาร์มเอกชนทั่วๆ ไปได้ในราคาตัวละ 7-10 บาท แต่ถ้าเกษตรกรสามารถ

ซื้อลูกปลาขนาด 1 นิ้ว ราคาตัวละ 2-2.50 บาท มาอนุบาลให้เป็นปลาขนาด 4 นิ้วเองได้ก็จะเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้มาก

4) การจัดปลาลงเลี้ยงในกระชังและอัตราปล่อย การจัดปลาลงเลี้ยงในกระชังนั้นจะต้องคัดปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกันอยู่ในกระชังเดียวกัน เพราะถ้าปล่อยปลาขนาดต่างกันมาก ปลาใหญ่จะแย่งกินอาหารได้มากกว่าและปลาขนาดเล็กจะไม่กล้าเข้าไปแย่งอาหาร ทำให้ปลาเจริญเติบโตต่างกันมาก จากผลการทดลองของกองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งพบว่า สามารถปล่อยปลากะพงขาวขนาด 4 นิ้วลงเลี้ยงได้ในอัตราปล่อยตั้งแต่ 100-300 ตัวต่อตารางเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและทำเลของที่ตั้งกระชัง โดยในบริเวณริมฝั่งแม่น้ำลำคลองที่มีสภาพน้ำไม่ดีนักน้ำไหลถ่ายเทไม่ดีพอ สามารถปล่อยเลี้ยงได้ในอัตรา 100 ตัวต่อตารางเมตร ถ้าสภาพทำเลและแหล่งน้ำดีก็ปล่อยได้ในอัตราสูงถึง 300 ตัว/ตารางเมตร

5) อาหารและการให้อาหาร อาหารที่ใช้เลี้ยงปลากะพงเป็นพวกปลาสด ส่วนใหญ่นิยมใช้ปลาหลังเขียวซึ่งมีราคากิโลกรัมละ 3-6 บาท (เมื่อ 3-4 ปีที่แล้ว) นอกจากช่วงเดือนหงายหรือช่วงที่หาปลาหลังเขียวไม่ได้ จึงใช้ปลาเบ็ดสดแทน โดยปกติปลาหลังเขียวจะมีความสดและคุณภาพดีกว่าปลาเบ็ด ปลาสดที่ใช้เป็นอาหารจะต้องสับให้เป็นชิ้นขนาดพอดีกับปากปลา ถ้าปลาเล็กก็จะสับให้ชิ้นเล็ก เมื่อปลาโตขึ้นก็จะสับให้ชิ้นใหญ่ขึ้น การให้อาหารจะให้วันละ 2 ครั้ง ในตอนเช้าและตอนเย็น โดยที่ในการให้อาหารแต่ละครั้งจะให้จนปลาอิ่มโดยสังเกตจากการที่ไม่มีปลาขึ้นมากินอาหารอีกหลังจากที่โยนอาหารให้ สำหรับคุณภาพของอาหารที่ใช้นั้นมีความสำคัญมาก ถ้าใช้ปลาที่มีความสดมากๆ หรือปลาสดที่แช่แข็งไว้พบว่ามีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่ดีนัก โดยปกติแล้วอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลากะพงขาวที่เลี้ยงในกระชัง มีค่าเท่ากับ 7-10:1 แต่ถ้าใช้ปลาสดที่มีคุณภาพดีแล้วอัตราเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อจะต่ำลงได้ เช่น ผลการทดลองของสถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยองพบว่าสามารถใช้เนื้อปลาสดเพียง 4.6 กิโลกรัม ก็จะได้เนื้อปลากะพงขาวมา 1 กิโลกรัม (อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 4.6:1)

6) การดูแลและทำความสะอาดกระชัง เวลาให้อาหารลูกปลากะพงควรให้อาหารในเวลาที่น้ำขึ้นเต็มที่ โยนให้กินคราวละน้อยๆ ให้กินสม่ำเสมอและทั่วถึงจนกว่าปลาจะหยุดกิน ไม่ควรให้อาหารเกินความจำเป็น เพราะอาหารเหลือตกค้างอยู่ในกระชัง กลับเป็นเหยื่อปูและสัตว์น้ำอื่นๆ เข้ามาทำลายกระชังอันเป็นเหตุให้ปลาหนีออกจากกระชังไปได้ ผู้เลี้ยงต้องหมั่นลงตรวจกระชังเพื่อป้องกันการสูญหายของปลา โดยปกติประมาณ 10-15 วัน ควรทำความสะอาดกระชังครั้งหนึ่ง โดยใช้แปรงลวดทองเหลืองหรือแปรงขนมะพร้าวขัดถูสิ่งสกปรกให้หมด เช่น ตะไคร่น้ำ เพรียง เป็นต้น การขัดถูทำความสะอาดกระชังจะทำให้น้ำไหลผ่านกระชังเลี้ยงได้ดี มีผลทำให้ปลากินอาหารได้ดี มีการเจริญเติบโตเร็วขึ้น การเปลี่ยนกระชังเก่าออกไปทำความสะอาด และนำ

กระชังใหม่เข้ามาแทนในกรณีที่มีกระชังสำรองเพียงพอก็สามารถจะทำได้ นอกจากนี้ระหว่างขัดกระชัง เกษตรกรควรจะต้องตรวจสอบดูด้วยว่ามีกระชังชำรุดฉีกขาดเสียหายหรือไม่ ถ้ามีการชำรุดหรือมีรูรั่วก็จะต้องซ่อมแซมให้เป็นปกติ เพื่อป้องกันการเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้

7) การเจริญเติบโตและผลผลิต ปลากะพงขาวที่เลี้ยงในกระชังจะเจริญเติบโตได้ขนาดตลาด (500-800 กรัม) ในระยะเวลาการเลี้ยงประมาณ 6-7 เดือน จากการศึกษาของวิเชียร สาคเรศ (2528) ซึ่งได้ทำการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังโดยปล่อยปลาที่มีขนาด 10-15 เซนติเมตร ในอัตรา 100 ตัว/ตารางเมตร เมื่อเลี้ยงได้ 6 เดือน สามารถให้ผลผลิตสูงถึง 59 กิโลกรัม/พื้นที่กระชัง 1 ตารางเมตร

2.1.7.3 วาริชกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบยั่งยืน

การเกษตรแบบยั่งยืน มีความหมายถึงแนวทางการใช้วิชาการเกษตรเพื่อสามารถที่จะจัดการตลอดจนอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการพัฒนาเทคโนโลยีตลอดจนการปรับปรุงนโยบายของรัฐหรือสถาบันในลักษณะที่จะให้เกิดการคงไว้ และสามารถนำไปใช้ต่อไปได้เรื่อยๆ ตามความต้องการของมนุษย์ทั้งในปัจจุบันและอนาคต การทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน เช่น การเกษตรยั่งยืน ป่าไม้ยั่งยืน หรือประมงยั่งยืนนั้นล้วนแต่จะต้องอาศัยการอนุรักษ์ดินและที่ดิน ทรัพยากรด้านพันธุกรรมของพืชและสัตว์ เทคโนโลยีที่จะใช้ในการนี้ จะต้องเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสม ไม่ทำลายสภาพแวดล้อม ก่อให้เกิดผลด้าน เศรษฐกิจ และการยอมรับในสังคมนั้นๆ จาก พรทิพย์ ประทีปวัฒนานนท์ (2537) จรัล จันทลักขณา (2540) ธันวา จิตต์สงวน (2535) และ Thanwa Jitsanguan (1992) ได้สรุปการเกษตรแบบยั่งยืนในประเทศไทยไว้ว่าเป็นระบบเกษตรกรรมที่มีความสัมพันธ์และเกื้อกูลกับสภาพทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของแต่ละภูมินิเวศ สามารถให้ผลผลิตที่ปลอดภัยและหลากหลายเพื่อลดความเสี่ยงภัยทางเศรษฐกิจและการพึ่งพาปัจจัยภายนอก โดยผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกษตรกร จนมีความมั่นใจที่ส่งผ่านแนวทางดังกล่าวไปสู่อนาคตหรือกล่าวโดยสังเขปที่สุด การเกษตรแบบยั่งยืน คือ ระบบการเกษตรที่เกื้อกูลต่อสมดุลของภูมินิเวศ อันจะนำไปสู่คุณภาพชีวิตที่ดีและการพึ่งพาตนเองของเกษตรกร อันอาจสรุปในแง่มุมต่างๆ ได้ดังนี้

1) ด้านเศรษฐศาสตร์ มองว่าจะมีความยั่งยืนในการทำการเกษตร ผลกำไร (Profitability) ความมั่นคงและความปลอดภัยทางด้านอาหาร (Food Security and Safety) และมีปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของเกษตรกร (Basic Needs) อย่างเพียงพอ

2) ด้านระบบนิเวศ การทำการเกษตรแบบยั่งยืนจะต้องช่วยฟื้นฟูและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (Conservation of Natural Resources and Environment) ทำได้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพในไร่นา (Biodiversity) ตามแต่ละภูมินิเวศที่เป็นอยู่

3) ด้านสังคม การเกษตรแบบยั่งยืนนอกจากจะสร้างความมั่นคงทางด้านอาหารและปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีพของคนในสังคมแล้ว สิ่งที่ตามมาคือ ประชาชนจะมีความเสมอภาคในกระบวนการเรียนรู้ (Equity in Learning Process) เกิดชุมชนเข้มแข็ง (Solid Society) มีการสร้างเครือข่ายรองรับ (Networking) ประชาชนได้รับความเป็นธรรม (Social Justice) ทำให้มีเกียรติศักดิ์ศรีเป็นที่ยอมรับในสังคม

4) ด้านวัฒนธรรม การพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืนจะต้องมีความสอดคล้องเป็นที่ยอมรับกับปัจจัยวัฒนธรรม อันประกอบด้วย ภูมิปัญญา (Wisdom) ความเชื่อ (Belief) ค่านิยม (Value) ศาสนา (Religion) และประเพณี (Tradition) สังคม

5) การมององค์ประกอบหรือภาพองค์รวม (Holistic approach) การเกษตรแบบยั่งยืนจะต้องเป็นระบบที่มีความสัมพันธ์หลากหลายด้านสอดคล้องกัน เป็นองค์รวมในเวลาเดียวกัน ไม่แยกส่วนจากกันในการพิจารณา ไม่ว่าจะเป็น ลักษณะทางกายภาพของสิ่งมีชีวิต สิ่งไม่มีชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และนโยบาย เพื่อที่จะทำให้ทั้งกิจกรรมการเกษตรภายในไร่นาและกิจกรรมอื่นๆ นอกไร่นา มีความประสานสอดคล้องกันทุกด้าน

สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบยั่งยืนนั้นมีการนิยามคล้ายคลึงกับการเกษตรแบบยั่งยืนโดยมีรายละเอียดเพิ่มเติมได้แก่

6) จะต้องสามารถรักษาหรือเอื้อให้เกิดคุณภาพชีวิตที่ดีทั้งต่อคนและสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นในปัจจุบัน หรืออนาคต

7) เป็นการเลี้ยงที่อ้างอิงหรือไม่แปลกแยกจากระบบนิเวศ เพื่อเป็นพื้นฐานในการนำไปใช้กับกลุ่มคนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นเพื่อการวางแผนการตัดสินใจ การวางแผนการพัฒนา การเก็บเกี่ยวผลผลิต การจัดการผลผลิตที่ได้ การทิ้งของเสียหรือของเหลือจากการผลิตนั้นๆ ให้ได้ประโยชน์ มีประสิทธิภาพ และรับผิดชอบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมที่สุด

8) ต้องมีการสร้างสรรค์และแลกเปลี่ยนองค์ความรู้เพื่อที่จะให้เกิดความรู้หรือวิธีการใหม่ๆอย่างต่อเนื่องต่อกลุ่มคนทุกระดับ ไม่ว่าจะเป็นผู้ประกอบการเอง ผู้สนใจทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่มีส่วนในการตัดสินใจ ทั้งนี้เพื่อเป็นการประกันว่าจะเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและเป็นยุติธรรมต่อทุกคน สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบยั่งยืนในประเทศไทยจะมีตัวอย่างคือการเลี้ยงการเลี้ยงกุ้งกุลาดำพัฒนาระบบชีวภาพแบบ Code of Conduct (CoC)

2.1.8 **การอุตสาหกรรม**

ประเด็นยุทธศาสตร์ (Strategic Issues) **ของจังหวัดฉะเชิงเทรา** (สำนักงานจังหวัดฉะเชิงเทรา, 2549) มี 4 ประเด็น ได้แก่

1) วางผังเมืองและพัฒนาระบบ Logistics รองรับการขยายตัวของเมืองหลวงและสนามบินสุวรรณภูมิ

2) พัฒนาแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติและวัฒนธรรม

3) เพิ่มประสิทธิภาพการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

4) ส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตรและเกษตรอุตสาหกรรมปลอดภัยจากสารพิษและอุตสาหกรรมสู่ตลาดโลก

จากวิสัยทัศน์และยุทธศาสตร์ของจังหวัดที่มีการส่งเสริมในภาคอุตสาหกรรม แต่ในขณะเดียวกันก็ให้ความสำคัญกับภาคการเกษตร และภาคการท่องเที่ยวและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมด้วย ทำให้มีการควบคุมการปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ในจังหวัด มาตรการหนึ่งในการควบคุมคุณภาพน้ำไม่ให้เสื่อมโทรมลง ได้แก่ การกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมที่อนุญาตให้ระบายน้ำทิ้งได้มีค่ามาตรฐานแตกต่างจากค่ามาตรฐานที่กำหนด (ตามประกาศของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2539) ()โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงที่เป็นที่ตั้งโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังขนาดใหญ่ สำหรับจำนวนโรงงานและพื้นที่โรงงานรวมรายอำเภอ ที่พบในจังหวัดฉะเชิงเทรา (ตารางที่ 2.4) รายละเอียดของจำนวนและพื้นที่โรงงานในจังหวัดฉะเชิงเทราดูเพิ่มเติมใน ภาคผนวก ก ตารางที่ 6

ตารางที่ 2.4 จำนวนโรงงานและพื้นที่โรงงานในจังหวัดฉะเชิงเทรา

อำเภอ	จำนวนโรงงาน	พื้นที่โรงงานรวม (ตารางเมตร)
เมือง	358	3,071,356
บางคล้า	48	818,194
บางปะกง	489	7,323,577
บ้านโพธิ์	102	3,925,234
กิ่ง.คลองเขื่อน	4	103,800

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2550

2.1.9 คุณภาพน้ำ

บริเวณลุ่มน้ำบางปะกงมีการเปลี่ยนแปลงจากชุมชนเกษตรกรรมเป็นอุตสาหกรรม และการเลี้ยงกุ้งทะเลแบบพัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วง พ.ศ. 2541 ถึง พ.ศ. 2546 เทียบกับ พ.ศ. 2532 พบว่าที่ดินประเภทฟาร์มกุ้งกุลาดำเพิ่มจาก 948 ไร่ ใน พ.ศ. 2532 เป็น 103,141 และ 117,668 ไร่ใน พ.ศ.2541 และ 2546 ในขณะที่ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยและอุตสาหกรรมก็เพิ่มจาก 16,425 และ 3,744 ไร่ ใน พ.ศ.2532 เป็น 20,427 และ 22,631 ไร่ และ 6,874 และ 6,720 ไร่ ใน พ.ศ.2541 และ 2546 ตามลำดับ (ดุษฎี ชาญลิขิต, 2547) สมภพ รุ่งสุภา และ คณะ (2549) รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณบีโอดี (mg/L) ในแม่น้ำบางปะกง ระหว่าง พ.ศ.2524-2543 (ภาคผนวก ก ตารางที่ 2) พบว่าบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณบีโอดี เพิ่มขึ้น ได้แก่ ปากแม่น้ำบางปะกง และ หน้าอำเภอเมืองบริเวณตลาดถึงหน้าวัดโสธร

1) คุณภาพน้ำ พ.ศ. 2527-2528 จากการตรวจสอบคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2527-เมษายน พ.ศ. 2528 (คณะกรรมการการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2537; คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530 อ้างถึงใน ดุษฎี ชาญลิขิต, 2547) รายงานคุณภาพน้ำทางกายภาพของแม่น้ำบางปะกง พบสีของน้ำส่วนใหญ่เกินค่ามาตรฐาน ความขุ่นยังอยู่ในระดับต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดให้ ยกเว้นปากแม่น้ำบางปะกงจะสูงกว่า อุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในระดับปกติ ความกระด้างของน้ำในแม่น้ำบางปะกงตอนล่างใกล้ปากแม่น้ำมีค่าสูงเกินค่าสูงสุดที่กำหนดให้เช่นเดียวกับค่าการนำไฟฟ้าและของแข็งทั้งหมด ส่วนปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในทุกจุดเก็บตัวอย่างมีค่าสูงกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน

ทั้งนี้พบว่าระหว่าง พ.ศ. 2527-2528 คุณภาพน้ำยังอยู่ในมาตรฐาน อย่างไรก็ตามในช่วงระยะเวลาดังกล่าวยังไม่พบมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในทางเพิ่มขึ้น แต่ถ้ามีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพิ่มขึ้น เช่น การเพาะปลูก ชุมชน โรงงาน ฯลฯ อาจจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำได้ โดยเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ใต้แหล่งทำการเกษตรและเลี้ยงสัตว์หรือใกล้ปากแม่น้ำบางปะกงที่มีการรายงานว่าคุณภาพน้ำบางประการต่ำกว่ามาตรฐานหรือใกล้มาตรฐานแล้ว

2) คุณภาพน้ำ พ.ศ. 2534-2535 จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2545 อ้างถึงใน ดุษฎี ชาญลิขิต, 2547) ซึ่งสำรวจคุณภาพน้ำผิวดินในแม่น้ำบางปะกงและแม่น้ำสาขาตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2534 ถึงมกราคม พ.ศ. 2535 พบว่า แม่น้ำบางปะกงสายหลักตั้งแต่อำเภอบางคล้าลงมาจนถึงอำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีแนวโน้มการเสื่อมลงจากเดิมมาก โดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนละลาย มีค่าลดลงจากการปนเปื้อนของความสกปรกในรูปบีโอดี และ

โคลิฟอร์มแบคทีเรียเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณปรอท ตะกั่ว และแคดเมียม มีการปนเปื้อนเพิ่มขึ้น ซึ่งคาดว่าเกิดจากการชะล้างจากแหล่งอุตสาหกรรมที่มีการใช้สารประกอบดังกล่าวในกระบวนการผลิต แต่จากการศึกษาดังกล่าวพบว่าสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในแม่น้ำบางปะกงลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2527-2528 คาดว่าเป็นผลจากการห้ามการใช้สารกลุ่มนี้ในภาคเกษตรกรรม นอกจากนั้นการศึกษาของโครงการเขื่อนทดน้ำบางปะกงยังได้รายงานว่าปัญหาที่ทำให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงเสื่อมโทรมลงเนื่องจากของเสียจากคอกปศุสัตว์ แหล่งชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรม โดยแหล่งใหญ่จะมาจากการปศุสัตว์ โดยเฉพาะของเสียจากฟาร์มสุกรในขณะนั้น

3) คุณภาพน้ำ พ.ศ. 2536-2542 กรมควบคุมมลพิษ (2537) ได้ประกาศกำหนดคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงและแม่น้ำนครนายกเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และแม่น้ำปราจีนบุรีเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 (ตารางที่ 2.5) ในฤดูแล้งซึ่งมีปริมาณน้ำน้อยลุ่มน้ำบางปะกงและแม่น้ำสาขาจะได้รับมลพิษทั้งจากภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรมและน้ำทิ้งชุมชน มักเกิดปัญหาในหน้าแล้งซึ่งมีปริมาณน้ำน้อย ความสกปรกของน้ำเสียทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงจนเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ การทำฟาร์มปศุสัตว์และของเสียจากชุมชนนับเป็นแหล่งมลพิษที่สำคัญที่ทำให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงเสื่อมสภาพ ปัจจุบันพบว่าชุมชนต่างๆ มิได้มีระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางยกเว้นเทศบาลเมืองฉะเชิงเทรา

ตารางที่ 2.5 การกำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำบางปะกง แม่น้ำนครนายก และแม่น้ำปราจีนบุรี (ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 111 ตอนที่ 62ง ลงวันที่ 4 สิงหาคม 2537)

เขตควบคุมมาตรฐานน้ำ	ประเภทคุณภาพของแหล่งน้ำ (ตามคุณภาพน้ำผิวดิน)
<u>แม่น้ำบางปะกง</u> ตั้งแต่ปากแม่น้ำ คลังน้ำมันการไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ ตำบลท่าข้าม อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทราถึงจุดบรรจบของแม่น้ำนครนายกและแม่น้ำปราจีนบุรีที่ตำบลบางแตน อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี รวมระยะทาง 122 กิโลเมตร	คุณภาพน้ำประเภทที่ 3 เป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท ใช้สำหรับ - การอุปโภคและบริโภค โดยผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติและผ่านขบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน - การเกษตร

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

เขตควบคุมมาตรฐานน้ำ	ประเภทคุณภาพของแหล่งน้ำ (ตามคุณภาพน้ำผิวดิน)
<u>แม่น้ำนครนายก</u> ตั้งแต่ปากแม่น้ำบางแตน อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรีถึงบริเวณสะพานนครนายก พ.ศ. 2508 ตำบลนครนายก อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก รวมระยะทาง 84 กิโลเมตร	คุณภาพน้ำประเภทที่ 3 เป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท ใช้สำหรับ - การอุปโภคและบริโภค โดยผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติและผ่านขบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน - การเกษตร
<u>แม่น้ำปราจีนบุรี</u> ตั้งแต่ปากแม่น้ำตำบลบางแตน อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี ถึงหน้าวัดกระแจะ ตำบลท่างาม อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี รวมระยะทาง 63 กิโลเมตร	คุณภาพน้ำประเภทที่ 2 เป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท ใช้สำหรับ - การอุปโภคและบริโภค โดยผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติและผ่านขบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน - การอนุรักษ์สัตว์น้ำ - การประมง - การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2537

จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2545 อ้างถึงใน ดุษฎี ชาญลิขิต, 2547) รายงานว่าใน พ.ศ. 2542 คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงมีค่าเฉลี่ยตลอดลำน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำธรรมชาติ มีเพียงค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดและความเค็มที่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากแม่น้ำบางปะกงได้รับอิทธิพลจากการรุกล้ำของน้ำทะเลตามฤดูกาล (ตารางที่ 2.6)

ตารางที่ 2.6 คุณภาพน้ำทั่วไปของแม่น้ำบางปะกง แม่น้ำนครนายก และแม่น้ำปราจีนบุรี พ.ศ. 2542

แม่น้ำ	pH	DO (มิลลิกรัม/ลิตร)	BOD	ระดับการปนเปื้อนสารอินทรีย์	ระดับการปนเปื้อนของ Coliform bacteria
บางปะกง	7.2-7.4	3.2-4.0	1.8-2.3	ต่ำ	สูง
นครนายก	7.0-7.8	2.0-5.0	1.7-2.6	-	สูง
ปราจีนบุรี	7.2-7.6	3.1-5.8	-	-	สูง

ที่มา: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2545) (อ้างถึงใน ดุษฎี ชาญลิขิต, 2547)

2.2. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) คือ ชุดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีขีดความสามารถในการจัดเก็บ แก้ไข ค้นคืน วิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จัดเก็บอยู่ในระบบพิกัดเดียวกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีขีดความสามารถในการจัดเก็บข้อมูล Graphic และข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม นอกจากนี้ GIS ยังมีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่

1) ซอฟต์แวร์ (และซอฟต์แวร์ประยุกต์อื่นๆ) (Software)

2) ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

3) สารสนเทศ (Information)

4) บุคลากร/องค์กร (Organization)

5) กรรมวิธี (Process)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ถูกพัฒนานำมาใช้เป็นครั้งแรกกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ โดย ดุษฎี ชาญลิขิต (2547) ในโครงการ "ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในลุ่มน้ำบางปะกงตอนล่างโดยใช้ระบบสารสนเทศ" และ โสภิต สร้อยสอดศรี (2550) ใน "ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวหมู่เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี" และ Srisuda Jarayabhand (1998) ใน "Management of Coastal Aquaculture in Thailand"

2.3. แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อการทำนายคุณภาพน้ำ Qual2K

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เป็นการจำลองสภาพ (Simulate) ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นไม่ว่าสิ่งนั้นจะเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติหรือสิ่งที่มนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องด้วย โดยพยายามอธิบายด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ สามารถช่วยให้เข้าใจระบบได้ดีขึ้น ทั้งนี้แบบจำลองนั้นใช้เพื่อคาดการณ์หรือพยากรณ์ว่าระบบจะแสดงพฤติกรรมอย่างไร ถ้าสิ่งหนึ่งหรือหลายสิ่งในระบบผันแปรไป รวมถึงสามารถใช้เป็นเครื่องมือชี้ให้เห็นว่าอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้ระบบเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะต่างๆ ที่บ่งบอกได้ถึงแนวทางในการจัดการด้วย (ทวีวงศ์ ศรีบุรี, 2541) ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไปมีดังนี้

1) ทดลองการทำงานของแบบจำลอง และความถูกต้องของผลลัพธ์

2) แก้ไขปรับปรุงแบบจำลองเพื่อให้สอดคล้องกับคำตอบและข้อมูลที่นำมาปรับเทียบ

3) ทดสอบการเตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้า (Sensitivity Analysis) ว่าเมื่อกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆ ให้คงที่แล้วเปลี่ยนพารามิเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งแล้วจะทำให้มีผลลัพธ์คงเดิมหรือเปลี่ยนไปจากเดิมในระดับที่มีนัยสำคัญหรือไม่

4) ปรับเทียบพารามิเตอร์ต่างในแบบจำลองกับผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนไปเท่าไร (Calibration)

5) การพิสูจน์ความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation)

สำหรับแบบจำลองด้านทรัพยากรน้ำและสิ่งแวดล้อม เป็นการใช้สมการต่างๆ มาอธิบายลักษณะของแหล่งน้ำ ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ สภาพการไหลของน้ำและคุณภาพน้ำให้มีความถูกต้องหรือใกล้เคียงมากที่สุด แบบจำลองด้านทรัพยากรน้ำและสิ่งแวดล้อมทั่วไปประกอบด้วยลักษณะหรือส่วนที่สำคัญคือ (ทวีวงศ์ ศรีบุรี, 2541)

1) แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model) เป็นการจำลองสภาพทางกายภาพของแหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำ ทะเลสาบ ปากแม่น้ำ โดยจำลองสภาพาการไหล ค่าระดับน้ำ และ ความเร็วน้ำ

2) แบบจำลองการแพร่กระจาย (Transport Dispersion Model) เป็นความพยายามในการจำลองลักษณะการแพร่กระจายของสารในแหล่งน้ำ เพื่อศึกษาความสามารถในการผสมผสานและการเคลื่อนที่ของสารในแหล่งน้ำนั้น

3) แบบจำลองคุณภาพน้ำ (Water Quality Model) เป็นการจำลองถึงลักษณะของแหล่งน้ำในเชิงคุณภาพน้ำ โดยพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์คุณภาพน้ำในสภาพปัจจุบันและอนาคต เมื่อมีปัจจัยภายนอกเข้ามาในระบบ

2.3.1 แบบจำลองคุณภาพน้ำที่มีการนำมาใช้ในประเทศไทย

แบบจำลองที่มีการนำมาใช้ในประเทศไทย เพื่อทำนายคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำโดยเฉพาะแม่น้ำลำคลองต่างๆ ได้แก่ Mike11 (ทวีวงศ์ ศรีบุรี, 2541; กฤษฎา จันทรคณา, 2547; ภัทรา เพ่งธรรมกีรติ, 2541; ชุติมันต์ ปรัชญาโณทัย ,2545) Qual2E (พัชรินทร์ ฉัตรประดิษฐ์ 2543; กิตติพงศ์ จันดาเบ้า และ คณะ (2550) Wasp6 (สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ, 2547; สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์, 2548) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่นำมาใช้ในประเทศไทย จะมี 2 ลักษณะคือ แบบที่เขียนโปรแกรมขึ้นเอง เช่น การพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ทำนายคุณภาพน้ำในแม่น้ำพอง โดยใช้หลักการสมดุลของมวลสารในหนึ่งมิติ การประมาณค่าด้วยวิธีอนุพันธ์ขอบเขตจำกัดและโปรแกรมภาษา Visual Basic Version 6.0 ร่วมกับโปรแกรม Microsoft Access 2000 (ต่อศักดิ์ ประเสริฐสังข์ และ พัชรี หอวิจิตร, 2548) และแบบที่เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปซึ่งจะแบ่งเป็นสองประเภทหลักคือ แบบที่เป็นโปรแกรมทางการค้า จะมีราคาสูงแต่จะมีการสนับสนุนหลังขายค่อนข้างดี ได้แก่ MIKE11 และแบบโปรแกรมที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายแต่จะมีความซับซ้อนในการใช้งานและไม่มีการสนับสนุนในแง่เทคนิค ที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในประเทศไทยคือ Qual2E หรือ Qual2K และ WASP6 (สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ, 2547) ทั้งนี้แบบจำลอง Qual2K จะมีความเหมาะสมมากกว่า Wasp6 ในเรื่องของการนำไปใช้ในแม่น้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงของความเค็ม การอนุญาตให้แต่ละช่วงที่จำลองมีความยาวไม่เท่ากัน และ สามารถนำเข้าหรือออกของน้ำทิ้งจากภายนอกทั้งในลักษณะ Point และ Non-point Source เข้าสู่โปรแกรมได้ (นฤชัย คุณทอง, 2548)

2.3.2 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อทำนายคุณภาพน้ำ (Qual2K)

พัชรินทร์ ฉัตรประดิษฐ์ (2543) ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ QUAL2E-UNCAS ในการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำนครนายก โดยพารามิเตอร์ ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความต้องการออกซิเจนของสารอินทรีย์ แอมโมเนียไนโตรเจน ไนไตรท์ไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน ฟอสฟอรัสละลาย และอุณหภูมิ เพื่อให้ได้พื้นที่วิกฤตของแม่น้ำนครนายก โดยทำการจำลองคุณภาพน้ำในช่วงฤดูน้ำน้อย คือ เดือนตุลาคมถึงเดือนเมษายน และด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังสามารถใช้แสดงให้เห็นถึงพื้นที่วิกฤตได้ นฤชัย คุณทอง (2548) ใช้โปรแกรม Qual2k ในการประเมินมลพิษในแม่น้ำปราจีนบุรี โดยพารามิเตอร์ที่ศึกษาได้แก่ ออกซิเจนละลาย

น้ำ ค่าความต้องการออกซิเจนของสารอินทรีย์ อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง แอมโมเนียไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวม

แบบจำลอง Qual2K เป็นผลงานเริ่มแรกของ Environmental Engineer, Washington State Department of Ecology, Olympia, WA. (USA) นำออกเผยแพร่ใน พ.ศ. 2547 และปรับปรุงเป็น Qual2K version 2.04 ในพ.ศ. 2549 โดย Steve Chapra, Greg Pelletier และ Hua Tao (Chapra et al, 2006) โดยเป็นแบบจำลองที่มีลักษณะดังนี้

1) เป็นการจำลองคุณภาพน้ำแบบ One-Dimensional คือการจำลองคุณภาพเพียงระนาบเดียวเหมาะกับแม่น้ำที่มีการผสมกันดีทั้งในแนวดิ่งและแนวขวาง

2) แม่น้ำนั้นมีลักษณะสมดุล (Steady State Hydraulic) และไม่จำเป็นต้องมีรูปแบบการไหลรูปแบบเดียวได้

3) ในแบบจำลองนี้ใช้การจำลองพลังงานความร้อนในรอบวัน โดยพลังงานความร้อน (จากแสงอาทิตย์) และ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปจะถูกจำลองในฐานะเป็นฟังค์ชั่นของสภาวะทางอุตุนิยมวิทยา

4) สามารถจำลองการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในรอบวัน โดยครอบคลุมพารามิเตอร์ทางคุณภาพน้ำต่างๆ เช่น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ เป็นต้น

5) สามารถจำลองและ/หรือรับข้อมูลนำเข้าในรูป พลังงาน หรือ มวลสาร ทั้งในลักษณะเข้ามาหรือออกไปแบบแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (Point Source) และแบบแหล่งกำเนิดไม่แน่นอน (Non Point Source)

6) แบบจำลอง Qual2K จะใช้สภาวะแวดล้อมของโปรแกรมและการติดต่อกับโปรแกรมผ่านทาง Microsoft Windows โดยใช้โปรแกรมภาษา Visual Basic of Applications (VBA) โดยใช้ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป Excel ในรูป ตารางข้อมูลนำเข้า

7) แบบจำลอง Qual2K สามารถแบ่งแม่น้ำเป็นช่วงๆที่ไม่เท่ากันได้ (Unequally-Spaced-Reach) ทั้งนี้จุดที่มีน้ำไหลออกหรือน้ำไหลเข้ามา (พร้อมพลังงาน หรือ มวลสาร เช่น ความร้อน หรือ ปริมาณ BOD) สามารถนำข้อมูลเข้าระบบได้ทุกช่วงลำน้ำ

8) ที่สำคัญคือแบบจำลอง Qual2K สามารถจำลองปริมาณ BOD นำเข้าและที่จะเกิดขึ้นได้โดยใช้ รูปแบบของ Carbonaceous BOD เป็นตัวแทนของ organic carbon โดยมีรูปแบบดังนี้คือ Slow Oxidizing Form (slow BOD) และ Rapidly Oxidizing Form (fast BOD) เช่น พวก Non-Living Particulate Organic Matter (Detritus) จะถูกจำลองขึ้นซึ่งสารพวกนี้ประกอบขึ้นจาก Particulate Carbon

9) ความสัมพันธ์ร่วมกันของ Sediment-Water โดย Sediment-Water Fluxes ของ Dissolved Oxygen และ Nutrients จะถูกจำลองอยู่ภายใน โดยฟลักซ์ของออกซิเจน (SOD)

และ Nutrients จะถูกจำลองโดยเป็นฟังค์ชั่นของการตกตะกอนของ Particulate Organic Matter, ปฏิกิริยาภายในตะกอนดิน ความเข้มข้นของสารในรูปที่ละลายน้ำที่อยู่ใน Overlying Waters-Bottom Algae โดยแบบจำลองมีความชัดเจนในการจำลองผลของ Bottom Algae

10) ค่า pH Alkalinity และ Total Inorganic Carbon จะถูกจำลองด้วย การลดลงหรือเปลี่ยนแปลงอธิบายด้วยฟังก์ชั่นของ อุณหภูมิ แสง และการตกตะกอน

พารามิเตอร์ที่ถูกจำลองได้โดยโปรแกรม Qual2K ตามตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 พารามิเตอร์คุณภาพน้ำและหน่วยที่ถูกจำลองโดยแบบจำลองQual2K

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ	หน่วย
Temperature	Degree Celsius
Conductivity	μmhos
Inorganic Solids	mgD/L
Dissolved Oxygen	mg/L
CBODslow	mgO2/L
CBODfast	mgO2/L
Dissolved Organic Nitrogen	μgN/L
NH4-Nitrogen	μgN/L
NO3-Nitrogen	μgN/L
Dissolved Organic Phosphorus	μgP/L
Inorganic Phosphorus (SRP)	μgP/L
Phytoplankton	μgA/L
Detritus (POM)	mgD/L
Pathogen	Cfu/100ml
Alkalinity	mg$CaCO_3$/L
pH	s.u.

ที่มา: นฤชัย คุณทอง, 2548; Chapra et al. 2006

แบบจำลอง Qual2K จะจำลองคุณภาพน้ำในแม่น้ำโดยมีข้อกำหนดว่าต้องมีการไหลทางเดียว โดยใช้ข้อมูลอัตราการไหลเข้ามาในแม่น้ำต้นทาง และในระหว่างลำน้ำ

ยังสามารถเพิ่มเติมน้ำเข้าและออกได้ ทั้งในลักษณะการนำน้ำออกไปจากแม่น้ำ การไหลเข้าของน้ำจากคลองหลักคลองซอย รวมถึงการทิ้งน้ำจากแหล่งกำเนิดมลภาวะทั้งที่มีแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (Point Source) และแหล่งกำเนิดมลภาวะที่มีแหล่งกำเนิดไม่แน่นอน (Non-Point Source) โดยมีโครงข่ายลำน้ำตามภาพที่ 2.1

2.3.3. ข้อจำกัดและคุณสมบัติของ แบบจำลอง Qual2K

มีข้อกำหนดและข้อจำกัดสำหรับคุณสมบัติของแม่น้ำที่จะนำมาจำลองได้แก่

2.3.3.1 ลักษณะการไหลของแม่น้ำ พิจารณาจาก

1) แหล่งน้ำที่น้ำเข้ามาในแม่น้ำ ที่จะมาได้จากแม่น้ำสาขา คลองหลัก ฝน น้ำใต้ดิน หรือจากการระบายเข้ามาจากโรงงาน ชุมชน ฯลฯ

2) การไหลของน้ำเกิดปริมาณน้ำที่เข้ามาในแม่น้ำและความแตกต่างของระดับน้ำที่ต้นและท้ายน้ำ

3) การเคลื่อนที่ของน้ำในแม่น้ำที่ต้องการจำลองเปลี่ยนแปลงความเร็วจากสภาพื้นท้องน้ำ ความลาดเอียงของพื้นท้องน้ำ ความกว้างและความลึก หรือภาคตัดขวางลำน้ำ

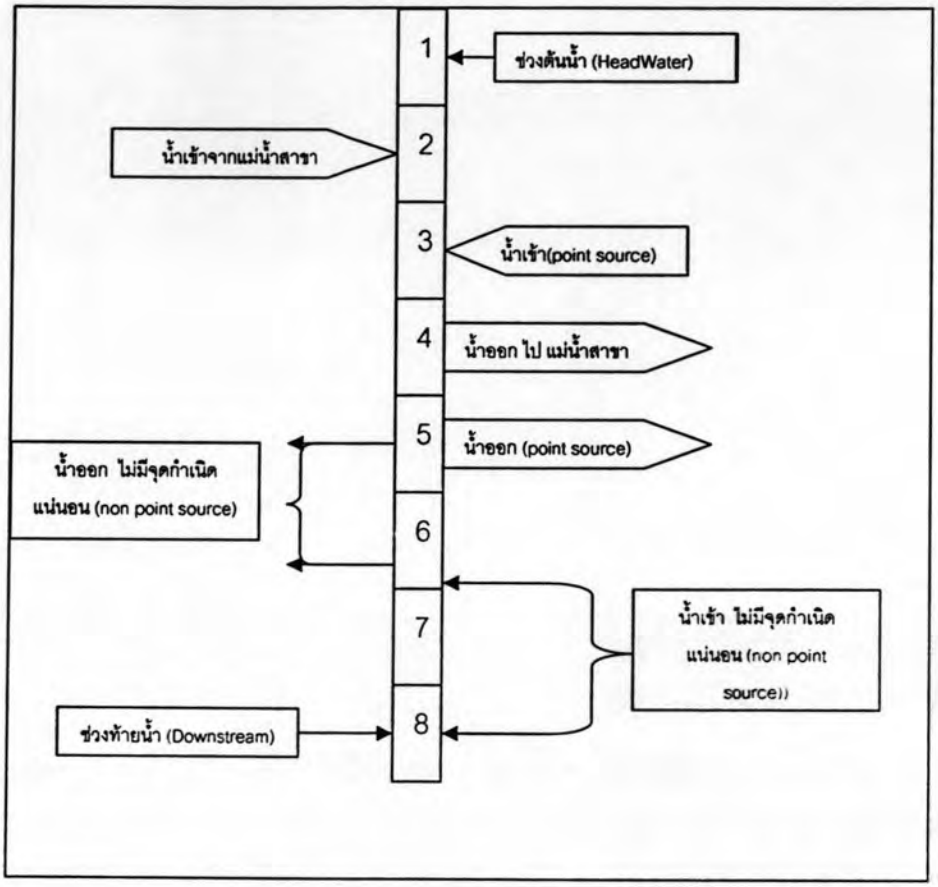
4) น้ำและมวลสารหรือมลสารที่เข้ามาในแม่น้ำที่ต้องการจำลองที่รู้จุดหรือพิกัดที่แน่นอน (Point Sources) เช่น น้ำจากท่อระบายน้ำโรงงานอุตสาหกรรม หรือ โรงบำบัดน้ำเสียจากชุมชน

5) น้ำและมวลสารหรือมลสารที่เข้ามาในแม่น้ำที่ต้องการจำลอง ที่ไม่มีจุดเข้าแน่นอนแต่เข้าในลักษณะเป็นบริเวณกว้างตลอดแนวบางช่วงของแม่น้ำ เช่น จากพื้นที่นาข้าว

6) ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของมวลสารหรือมลสารในแม่น้ำที่ต้องการจำลอง โดยจะขึ้นกับ ลักษณะความคงตัวของมวลสารหรือมลสารในแม่น้ำ ว่าจะคงอยู่ในสภาพนั้นๆ ตลอดช่วงของการจำลองหรือมีการเปลี่ยนแปลงสภาพหรือปริมาณ ถ้ามวลสารหรือมลสารนั้นๆ อนุรักษ์หรือคงตัว (Conservative substance) ความเข้มข้นจะขึ้นกับกระบวนการแพร่ (Dispersion) และการพา (Advection) ถ้ามวลสารหรือมลสารมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่คงที่ การเปลี่ยนแปลงก็จะขึ้นกับปฏิกิริยากับมวลสารหรือสภาวะต่างๆในแม่น้ำ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณแสง และสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้อง

7) ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำและคุณภาพน้ำ ณ จุดต่างๆ ในแม่น้ำที่ต้องการจำลอง โดยแบบจำลอง Qual2K สามารถใช้กับแม่น้ำที่มีการไหลสม่ำเสมอตลอดความลึกของแม่น้ำ น้ำไหลทิศทางเดียวกันตลอดแม่น้ำและตลอดความลึกของแม่น้ำ อาจมีการไหลสวนทางในบางช่วงของแม่น้ำ เช่น กรณีน้ำขึ้นน้ำลง เป็นการจำลองแบบสองมิติใน

แนวราบนั้นเอง (Horizontal Two-dimensional Model) สามารถจำลองแม่น้ำเป็นส่วนๆ ตามความกว้างและความยาวของแม่น้ำได้



ภาพที่ 2.1 โครงข่ายลำน้ำในแบบจำลอง Qual2K แสดงช่วงต่างๆ ในแม่น้ำ
(ที่มา: ดัดแปลงจาก Chapra et al. 2006)

2.3.3.2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องของแบบจำลอง Qual2K

แบบจำลอง Qual2k ใช้หลักการการจำลองการเคลื่อนที่และการแพร่กระจายของมวลสารที่ไปในทิศทางเดียวกัน นั้นคือแม่น้ำดังกล่าวจะต้องไหลไปทางเดียวกัน และที่จุดต่างๆ ในแม่น้ำจะถูกสมมติว่ามีการผสมกันอย่างทั่วถึง ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง แบบจำลอง Qual2K จำเป็นต้องมีข้อมูลพื้นฐานหรือข้อกำหนดที่ความสำคัญเพื่อสร้างแบบจำลองของแม่น้ำขึ้นมา ในแบบจำลอง Qual2K จะประกอบขึ้นด้วยการจำลองสภาพทางอุทกพลศาสตร์ เพื่อสร้างโครงข่ายลำน้ำและใช้ในการอธิบายการไหลของน้ำในแม่น้ำที่ต้องการจำลองในลักษณะต่างๆ รวมกับการจำลองคุณภาพน้ำอันเกี่ยวเนื่องถึงการเปลี่ยนแปลงของมวลสารและพลังงานในแม่น้ำอันเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ ทั้งในแม่น้ำเอง เช่น เพิ่มขึ้นหรือลดลงของอินทรีย์สารเนื่องจากการ

ย่อยสลายโดยจุลชีพและปัจจัยภายนอก เช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความเค็ม เป็นต้น

2.3.3.3 **กฎทางอุทกพลศาสตร์ เพื่อใช้อธิบาย**การไหลของน้ำที่ใช้ในแบบจำลอง Qual2K มี 3 กฎ คือ

1) กฎการคงตัวของมวล (Conservation of Mass) เพื่อใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในแม่น้ำทั้งระบบที่จะต้องสอดคล้องกับความเป็นจริงในธรรมชาติ นั้นคือเมื่อคิดว่าน้ำในแม่น้ำหรือระบบทั้งหมดต้องเท่ากับน้ำไหลเข้าหักออกจากน้ำไหลออกแล้ว ณ บริเวณต่างๆ ตลอดแม่น้ำ การเปลี่ยนแปลงใดๆ ของปริมาณน้ำจะเกิดจากน้ำไหลออกและน้ำไหลเข้า ทั้งนี้ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นจะต้องมีที่มาชัดเจนระบุตำแหน่งและปริมาณได้ เช่นเดียวกับน้ำที่หายออกไปก็จะต้องมีที่ไปชัดเจนระบุตำแหน่งและปริมาณได้เช่นกัน

2) กฎการคงตัวของโมเมนตั้ม (Conservation of Momentum) เพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของน้ำ ณ ตำแหน่งใดในแม่น้ำ กับแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำ

3) กฎการคงตัวของพลังงาน (Conservation of Energy) เพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานภายนอกกับพลังงานภายในระบบของแม่น้ำที่ต้องการจำลอง ที่มีผลต่อการที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของมวลน้ำ

2.3.3.4 **สมการที่ใช้จำลองคุณภาพน้ำ** โดยการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในแม่น้ำที่ทำการจำลองที่มีมลสารอยู่นั้นจะเกิดจากกระบวนการเปลี่ยนรูปของมลสารในกรณีที่มลสารนั้นเป็นมลสารที่ไม่อนุรักษ์ (Non-conservative Pollutions) ซึ่งมีสมการการเปลี่ยนรูปที่เกี่ยวข้องคือ

1) การขนส่งมลสาร (Transportation) เป็นการที่มลสารแพร่ไปในแม่น้ำ (Dispersion) ด้วยความแตกต่างของระดับความเข้มข้นของมลสารนั้นๆ รวมกับการที่มลสารเคลื่อนที่ตามการเคลื่อนที่ของมวลน้ำด้วยการพา (Advection)

2) การเปลี่ยนรูปของมลสาร (Transformation) เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างมลสารกับมลสาร ระหว่างน้ำกับตะกอนท้องน้ำ การเปลี่ยนสถานะจากสารละลายเป็นสารแขวนลอยหรือการตกตะกอน

3) การแบ่งช่วงต่างๆ และรูปร่างทางกายภาพของแม่น้ำ

แบบจำลอง Qual2K ได้ปรับปรุงในส่วนของการแบ่งช่วงต่างๆ ในแม่น้ำ โดยสามารถทำการแบ่งแม่น้ำเป็นช่วงๆ (Reach) ที่ไม่จำเป็นต้องเท่ากันทุกช่วงตลอดแม่น้ำ โดยสามารถแบ่งแม่น้ำเป็นช่วงๆ หรือ Reach ได้ 6 แบบคือ

- ช่วงต้นน้ำ (Headwater)
- ช่วงระหว่างแม่น้ำที่มีน้ำไหลเข้าจากแม่น้ำสาขา คลองหลัก หรือคลองซอย (Junction Reach)
- ช่วงระหว่างแม่น้ำที่มีน้ำไหลออกจากแม่น้ำเข้าไปในแม่น้ำสาขา คลองหลัก หรือ คลองซอย หรือมีการนำน้ำไปทำน้ำประปาและการใช้ประโยชน์อื่นๆ (Withdrawal Reach)
- ช่วงระหว่างแม่น้ำทั่วไป (Standard Reach) เป็นช่วงต่างๆในแม่น้ำที่มีคุณสมบัติทางชลศาสตร์ และ คุณสมบัติทางชีวเคมี เช่น ความเอียงของท้องน้ำ รูปหน้าตัดของแม่น้ำ อัตราการใช้ออกซิเจนเพื่อย่อยสลายอินทรีย์สาร ฯลฯ เท่ากัน ช่วงระหว่างแม่น้ำนี้ จะมีจำนวนและความยาวในแต่ละช่วงได้ไม่จำกัด
- ช่วงของแม่น้ำที่มีการไหลข้าวของน้ำ มลสาร ที่มีจุดกำเนิดแน่นอน (Point Sources) ซึ่งต้องกำหนดตำแหน่งระยะทางจากท้ายน้ำที่แน่นอนให้กับช่วงนี้ พร้อมกับมลสารหรือพลังงาน และปริมาณน้ำที่เข้ามา เช่น จุดที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม
- ช่วงของแม่น้ำที่มีการไหลข้าวของมลสารที่มีแหล่งกำเนิดไม่แน่นอน (Non-point Sources) จะกำหนดบริเวณที่น้ำเข้าเป็นจุดตั้งต้นและจุดสุดท้ายที่มีการไหลเข้าของน้ำ มลสาร และ พลังงาน เช่น พื้นที่ปลูกข้าว
- ช่วงท้ายน้ำ (Downstream) เป็นช่วงสุดท้ายของแม่น้ำที่ต้องการจำลอง

2.3.3.5 **ค่าคงที่และสัมประสิทธิ์** แบบจำลอง Qual2K ต้องการค่าคงที่และสัมประสิทธิ์สำหรับการจำลองทางอุทกพลศาสตร์และการจำลองคุณภาพน้ำได้แก่

1) อัตราการไหลของน้ำที่ช่วงต้นน้ำ (Inflow Rate: m^3/s) ที่ช่วงต้นน้ำ (Headwater Reach) เป็นค่าปริมาตรน้ำที่เข้ามาที่ช่วงแรกสุดของแม่น้ำที่ต้นน้ำที่จะทำการจำลองเป็นค่าเริ่มต้นของน้ำทั้งหมดในระบบ อัตราการไหลข้าวของน้ำที่ต้นน้ำจะมีค่าคงที่ในช่วงเวลาหนึ่งๆ แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามระยะทางที่น้ำไหลผ่าน เมื่อมีน้ำเข้ามาหรือออกจากระบบ

2) สัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นท้องน้ำ (Manning Constant) จากสมการสำหรับคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นท้องน้ำ หรือ Manning Equation การเคลื่อนที่ของน้ำจากช่วงหนึ่งๆ ของแม่น้ำไปช่วงต่อๆ ไปนั้น จะเปลี่ยนแปลงความเร็ว และอัตราการไหลไปตามรูปร่างภาคตัดขวาง ความเรียบหรือความขรุขระของพื้นท้องน้ำช่วงต่อไป ในแต่ละช่วง

ของแม่น้ำนั้น แบบจำลอง Qual2K จะมีการจำลองลักษณะดังกล่าวจาก 3 วิธี คือ Weirs (ประตูระบายน้ำ), Rating Curves (ฝายน้ำล้น) และ Manning Equation ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะเลือกใช้ Manning Equation ซึ่งจะมีสมมุติฐานว่าแม่น้ำมีภาคตัดขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

Manning Equation มีรายละเอียด

$$Q = \frac{S_0^{1/2} A_c^{5/3}}{nP^{2/3}}$$

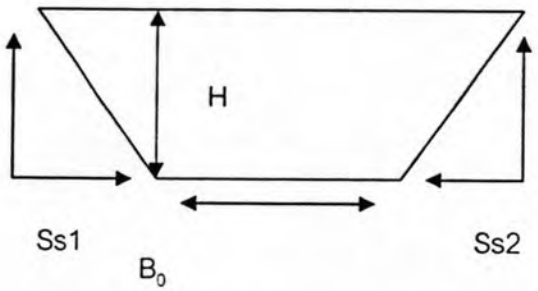
เมื่อ Q = อัตราการไหล (m^3/s)

S_0 = Bottom slope (m/m)

n = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานหรือความขรุขระพื้นท้องน้ำของ Manning (Manning Constant)

A_0 = พื้นที่ภาคตัดขวางลำน้ำ (m^2)

P = the wetted perimeter (m)



ภาพที่ 2.2 รูปภาคตัดขวางลำน้ำแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

จากภาพที่ 2.2 ข้อมูลที่มีความสำคัญและต้องใส่ในแบบจำลอง Qual2K ได้แก่

B_0 = ความกว้างพื้นท้องน้ำ (Bottom width)(m)

Ss1 และ Ss2 = ค่าความชันของตลิ่งสองด้านของแม่น้ำ (Side Slopes) (m/m)

H = ความลึกท้องน้ำ (Reach Depth) (m)

สำหรับ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแม่น้ำ ในแม่น้ำในประเทศไทยที่แม่น้ำแม่กลองตอนบน เท่ากับ 0.03-0.05 (นฤมล สังขประดิษฐ์, 2541 อ้างถึงใน นฤชัย คูณทอง, 2548) ในแม่น้ำบางปะกง เท่ากับ 0.024 (พิทยา แซ่ปึง และ สุจริต คูณธนกูลวงศ์, 2548) และในแม่น้ำปราจีนบุรี เท่ากับ 0.03 ในฤดูฝนและฤดูแล้ง (นฤชัย คูณทอง, 2548)

3) สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของมลสาร (Longitudinal Dispersion or Dispersion constant) เป็นความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของมลสารในลำน้ำกับความเร็วและภาคตัดกว้างของลำน้ำ ดังนี้

$$E_{pj} = 0.01 (U_i^2 B_i^2 / H_i U_i^{\circ})$$

เมื่อ E_{pj} = สัมประสิทธิ์การกระจาย (Longitudinal Dispersion)

U_i^2 = ความเร็ว (m/s)

B_i^2 = ความกว้าง (m)

H_i = ความลึกเฉลี่ย (m)

U_i° = shear velocity (m/s)

ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของมลสาร ในแม่น้ำแม่กลอง มีค่าเท่ากับ 100 m^2/s และ 50-90 m^2/s (นฤมล สังขประดิษฐ์, 2541 อ้างโดย นฤชัย คูณทอง, 2548)

4) Slow Reacting CBOD และ Fast Reacting CBOD : ทั้งสองค่าเป็นการแสดงถึงความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของ ค่า BOD ที่แบบจำลอง Qual2K แบ่งออกเป็น 2 แบบ โดยCBOD หรือ Carbonaceous BOD คือความต้องการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารประกอบคาร์บอน ทั้งนี้ ค่า Slow Reacting CBOD จะเพิ่มขึ้นจากการสลายตัว (Dissolution) ของซากพืชซากสัตว์ (Detritus) และลดลงโดยการบวนการย่อยสลาย (Hydrolysis) ในขณะที่ Fast Reacting CBOD จะเพิ่มขึ้นจากกระบวนการ Hydrolysis ของ Slow Reacting CBOD และลดลงโดยกระบวนการ Oxidation และ Denitrification สัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวข้อง คือ สัมประสิทธิ์การย่อยสลาย

แบบจำลอง Qual2K จำลองความต้องการใช้ ออกซิเจนในการย่อยสลายสารประกอบคาร์บอนโดยสมมุติให้อัตราการย่อยสลายเป็นสมการอันดับหนึ่ง (First Order Equation) โดยรวมถึงการตกตะกอนลงไปสะสมในท้องน้ำและที่ถูกดูดซับโดยตะกอนแขวนลอยในน้ำ

สัมประสิทธิ์การย่อยสลายมีค่าประมาณ 0.23 day^{-1} (กรมควบคุมมลพิษ, 2547ก) และระหว่าง 0.03-0.05 day^{-1} (ต่อศักดิ์ ประเสริฐสังข์ และ พัชรี หอวิจิตร, 2548)

5) Dissolved Organic Nitrogen: ค่านี้จะเพิ่มขึ้นโดยกระบวนการย่อยสลายตัว (Dissolution) ของซากพืชซากสัตว์ และลดลงด้วยกระบวนการย่อยสลาย (Hydrolysis) ของอินทรีย์ไนโตรเจนที่สลายตัวมาแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวข้องคือ

Ktm (T) = the temperature-dependent organic nitrogen hydrolysis rate

หน่วย = d^{-1}

6) Ammonia Nitrogen: หรือค่า Total Ammonia หรือ NH4 ค่านี้จะเพิ่มขึ้นจากกระบวนการย่อยสลาย (Hydrolysis) ของอินทรีย์ไนโตรเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Organic Nitrogen) และการหายใจของพืชท้องน้ำ และลดลงโดยกระบวนการตรึงไนโตรเจน (Nitrification) และการสังเคราะห์แสงของพืช (Photosynthesis) ค่าสัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวข้องคือ

Kn (T) = the temperature-dependent nitrification rate for ammonia nitrogen

หน่วย = d^{-1}

7) Unionized Ammonia: ค่านี้จะเป็นตัวชี้วัดถึงคุณภาพน้ำในแม่น้ำ รวมกับค่า Total NH4 ทั้งนี้โดยปกติแอมโมเนียจะปรากฏในน้ำที่ pH ต่ำ ระหว่าง 6-8 ในรูป Ammonium Ion ($NH4^+$) และที่ pH สูง จะอยู่ในรูป Unionized Ammonia ค่าสัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวข้อง คือ

Ka = Equilibrium Coefficient for the Ammonia Dissociation Reaction

8) Nitrate Nitrogen: ค่านี้จะเพิ่มขึ้นจากกระบวนการตรึงไนโตรเจน (Nitrification) ของแอมโมเนีย และลดลงโดยกระบวนการย่อยสลายไนโตรเจน (Denitrification) และการสังเคราะห์แสงของพืช (Photosynthesis) ค่าสัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวข้องคือ

Kdn (T) = the temperature-dependent denitrification for nitrate nitrogen rate

หน่วย = d^{-1}

9) Dissolved Organic Phosphorus และ Inorganic Phosphorus: โดย Dissolved Organic Phosphorus จะเพิ่มขึ้นจากการย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์ (Detritus) และลดลงด้วยกระบวนการย่อยสลาย (Hydrolysis) ในขณะที่ Inorganic Phosphorus เพิ่มขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายของ Dissolved Organic Phosphorus และ การหายใจของพืช และลดลงด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสง ค่าสัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวข้องคือ

Khp (T)=the temperature-dependent organic phosphorus hydrolysis rate)

หน่วย = d^{-1}

10) Dissolved Oxygen: ปริมาณออกซิเจนมีความสำคัญในการจำลองคุณภาพน้ำในแม่น้ำ ค่อนข้างมาก นอกจากเป็นดัชนีชีวัดคุณภาพน้ำแล้ว ยังมีผลโดยตรงต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในแม่น้ำ เช่น ปลากะพงขาวในกระชังในแม่น้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะเพิ่มขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช และลดลงได้จากหลายกระบวนการ ได้แก่ การย่อยสลายของ CBOD กระบวนการตรึงไนโตรเจน (Nitrification) และการหายใจของพืช ค่าสัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวข้องคือ

Ka (T) = ค่าสัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนโดยขึ้นกับอุณหภูมิ

หน่วย = d^{-1}

11) สัมประสิทธิ์การเติมอากาศ (Reiteration Formulas) : เป็นค่าที่มีความสำคัญจำเป็นต้องมีการปรับเทียบสำหรับแม่น้ำแต่ละแห่ง และสามารถกำหนดได้โดยตรงใน Reach Worksheet ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้จะใช้สมการสำหรับสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ ของ O'Connor-Dobbins: ซึ่งใช้ในกรณีความลึกของน้ำเกิน 0.61 เมตร โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-0.05 d^{-1} (กรมควบคุมมลพิษ, 2547ก)

12) อุณหภูมิ: จะใช้สมการการคงตัวของพลังงานในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในระบบ โดยอุณหภูมิจะขึ้นกับความร้อนจากภายนอก ความร้อนที่ออกไปกับมวลน้ำ ความร้อนที่ได้จากบรรยากาศ และจากตะกอน

2.4 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

2.4.1 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

การวางแผนและบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพเพื่อควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานนั้น จำเป็นต้องอาศัยการประมวลข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหลายๆ ด้าน เพื่อสนับสนุนให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจเลือกหรือกำหนดนโยบายและมาตรการต่างๆ จึงต้องมีเครื่องมือประมวลผล แสดงผล คาดการณ์ และสร้างตัวเลือกเพื่อช่วยในการตัดสินใจ ที่เรียกว่าระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System, DSS)

Bryan (2000) กล่าวถึงการตัดสินใจที่มีประสิทธิผลคือสภาพการดำเนินการตัดสินใจที่บรรลุผลตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการแก้ปัญหานั้นๆ ขึ้นกับผู้ที่มีหน้าที่ในการตัดสินใจว่าจะสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ที่จำเป็นจะต้องตัดสินใจ และเลือกวิธีการและกระบวนการในการตัดสินใจซึ่งมีอยู่อย่างหลากหลายอย่างไรให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้ กระบวนการในการตัดสินใจอาจจำแนกออกได้เป็น

1) แบบอัตตาธิปไตย การตัดสินใจที่ผู้นำจะตัดสินใจแก้ปัญหาโดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่โดยไม่ปรึกษากับผู้ใดเลย แต่อาจหาข้อมูลข่าวสารมาจากแหล่งอื่นๆ การตัดสินใจลักษณะนี้ผู้นำหรือผู้มีอำนาจในการตัดสินใจจะต้องมีข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องเชื่อถือได้และเพียงพอ รวมถึงต้องมีทักษะและความชำนาญในการตัดสินใจสูงมาก เพื่อให้การตัดสินใจนั้นมีความถูกต้องและมีประสิทธิผล

2) แบบอัตตาธิปไตยที่อยู่บนฐานของข้อมูลและการแสวงหาความชำนาญ ผู้นำหรือผู้มีหน้าที่ในการตัดสินใจ จะแสวงหาข้อมูล ข่าวสาร และทักษะในการตัดสินใจจากบุคคลอื่น

3) **แบบปรึกษาหารือ** ผู้นำหรือผู้มีหน้าที่ในการตัดสินใจจะอธิบายสถานการณ์การตัดสินใจให้กลุ่มผู้ร่วมงานหรือที่ปรึกษา และกลุ่มดังกล่าวจะหารายละเอียดของข้อมูล ข่าวสาร และเป็นผู้ช่วยแก้ปัญหาหรือเสนอแนะทางเลือกในการแก้ปัญหาด้วยส่วนหนึ่ง ผู้นำหรือผู้ที่มีหน้าที่ในการตัดสินใจยังคงเป็นผู้เลือกตัดสินใจแก้ปัญหานั้นๆ ตามข้อเสนอแนะหรือคำแนะนำ แต่ทั้งนี้ผู้นำอาจไม่จำเป็นต้องตัดสินใจตามทางเลือกที่เสนอมาก็ได้

4) **แบบตกลงต่อรอง** ผู้นำหรือผู้มีหน้าที่ในการตัดสินใจจะอธิบายปัญหาและสถานการณ์ให้กลุ่มผู้ร่วมงานหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งที่เห็นสมควร แล้วผู้นำและกลุ่มก็จะร่วมกันกลั่นกรองแยกแยะข้อมูลข่าวสารต่างๆ และตกลงต่อรองเลือกทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาที่ต้องเป็นที่ยอมรับของทุกคน โดยผู้นำหรือผู้มีหน้าที่ในการตัดสินใจจะปรึกษาหารือกับกลุ่มผู้ร่วมงานก่อนเพื่อเตรียมทางเลือกในการแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย

5) **แบบมอบหมายหน้าที่หรือแบบมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ** ผู้นำหรือผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจจะมอบความรับผิดชอบและอำนาจหน้าที่ให้คณะบุคคล โดยให้ข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องและมีความจำเป็นไปด้วย ผู้นำจะมีลักษณะเป็นประธานในการตัดสินใจร่วมกันและพร้อมที่จะยอมรับและปฏิบัติการแก้ปัญหาตามข้อเสนอของกลุ่ม

ทั้งนี้การตัดสินใจใดๆ ที่มีประสิทธิผลและเป็นที่ยอมรับและปฏิบัติตามของทุกฝ่ายนั้นเป็นที่จำเป็นในปัจจุบัน จึงจำเป็นต้องมีระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่เหมาะสม

Gorry et at. (1971) ให้คำนิยามของระบบสนับสนุนการตัดสินใจตามประเภทของปัญหาและการทำงานของระบบ ว่าเป็นระบบโต้ตอบที่ใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถใช้ข้อมูลและตัวแบบให้เกิดประโยชน์ในการแก้ปัญหาแบบไม่เป็นโครงสร้าง คือ ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนของปัญหาและ/หรือปัญหานั้นๆ มีปัจจัยทั้งภายในและภายนอกที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก มีความซับซ้อนในการตอบหรือแก้ปัญหานั้น Alter (1980) ให้คำนิยามของระบบสนับสนุนการตัดสินใจตามรูปแบบการนำไปใช้และวัตถุประสงค์ของระบบ โดยเปรียบเทียบกับระบบประมวลผลข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Data Processing System: EDP) (ตารางที่ 2.8)

ตารางที่ 2.8 การเปรียบเทียบระบบสนับสนุนการตัดสินใจและระบบประมวลผลข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

รายละเอียด	DSS	EDP
การใช้งาน	มีการโต้ตอบ	ไม่มีการโต้ตอบ
ผู้ใช้	ผู้บริหาร	พนักงานระดับล่าง
เป้าหมาย	ประสิทธิผล	ประสิทธิภาพเชิงจักรกล
ขอบเขตเวลาที่นำไปใช้	ปัจจุบันและอนาคต	อดีต

วัตถุประสงค์	เพื่อความยืดหยุ่น	เพื่อความคงสภาพสม่ำเสมอ

ที่มา: Alter, 1980

Bonczek et al. (1981) ให้คำนิยามของระบบสนับสนุนการตัดสินใจตามส่วนประกอบของระบบ ว่าเป็นระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย โดยประกอบด้วยส่วนการทำงาน 3 ส่วนที่ทำงานโต้ตอบกันคือ

1) ระบบภาษา (Language System) ใช้สื่อสารระหว่างผู้ใช้ กับส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบ

2) ระบบความรู้ (Knowledge System) ฐานความรู้ ได้แก่ ข้อมูลหรือขบวนการในการดำเนินงาน

3) ระบบประมวลผลปัญหา (Problem-processing System) ใช้เชื่อมระหว่างส่วนประกอบสองส่วนข้างต้นเข้าด้วยกัน และมีความสามารถที่ช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจ

จากนิยามต่างๆ ที่กล่าวแล้วสรุปนิยามของระบบสนับสนุนการตัดสินใจได้ว่า ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ คือ ระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถโต้ตอบ ปรับเปลี่ยน และมีความยืดหยุ่นในการสร้างเพื่อใช้สนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อให้สามารถหาทางแก้ปัญหาด้านการจัดการที่มีลักษณะไม่เป็นโครงสร้างได้ดีขึ้น โดยระบบสนับสนุนการตัดสินใจจะจัดการกับข้อมูลเพื่อเชื่อมโยงกับผู้ใช้ให้สามารถใช้งานได้ง่าย และสามารถแสดงผลเพื่อให้ผู้ทำการ ตัดสินใจเห็นภาพรวมของข้อมูลที่มีได้ อีกทั้งระบบสนับสนุนการตัดสินใจยังอาจจะมีการใช้ตัวแบบ (ซึ่งมักจะถูกสร้างขึ้นโดยผู้ใช้งานเอง) เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในทุกๆขั้นตอนของขบวนการตัดสินใจได้

2.4.2 ความแตกต่างระหว่างระบบสนับสนุนเพื่อการตัดสินใจ (DSS) กับระบบสารสนเทศอื่น

เนื่องจากระบบสนับสนุนเพื่อการตัดสินใจมีความคล้ายคลึงกับระบบสารสนเทศอื่นๆ เช่น ระบบภูมิสารสนเทศ ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ อย่างมาก จึงอาจมีความสับสนระหว่างระบบสนับสนุนเพื่อการตัดสินใจทำให้นำไปใช้ผิดวัตถุประสงค์ได้ ความแตกต่างของระบบสนับสนุนเพื่อการตัดสินใจกับระบบสารสนเทศอื่นที่รวบรวมมาได้แก่

1) ระบบสนับสนุนการตัดสินใจให้ความสำคัญกับการนำสารสนเทศไปประกอบการตัดสินใจของผู้ใช้ ไม่ใช้การรวบรวม หมุนเวียน หรือเรียกใช้ข้อมูลในงานประจำวันเหมือนระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการอื่นๆ

2) ระบบสนับสนุนการตัดสินใจถูกพัฒนาให้สามารถจัดการข้อมูล เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในปัญหากึ่งโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนและไม่มี

รูปแบบที่แน่นอนชัดเจน ซึ่งปัญหาในลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาที่ผู้บริหารระดับกลางและระดับสูงจะพบเสมอ เช่น นายกเทศบาล อบต. นายอำเภอ เจ้าของกิจการระดับสูง เป็นต้น

3) ระบบสนับสนุนจะถูกพัฒนาให้เหมาะสมกับการแก้ปัญหาของผู้ใช้ จึงมีความยืดหยุ่น และสะดวกต่อการใช้งานตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ แตกต่างจากระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทั่วไป ที่เน้นการเก็บรวบรวม จัดระเบียบ และจัดการสารสนเทศแบบทั่วๆ ไป

4) ผู้ใช้แต่ละกลุ่มหรือหน่วยงาน จะมีส่วนสำคัญในการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนเพื่อการตัดสินใจ เนื่องจากปัญหาในการตัดสินใจในแต่ละสถานการณ์หรือพื้นที่จะมีลักษณะเฉพาะตัว ตลอดจนผู้ใช้แต่ละคนจะมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา หรือ ความชำนาญในการใช้ระบบสนับสนุนเพื่อการตัดสินใจที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ระบบสนับสนุนเพื่อการตัดสินใจจะไม่ใช้ระบบที่หยุดนิ่ง แต่จะต้องมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาทั้งในส่วนการตอบโต้กับผู้ใช้ และการทำต้นแบบเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ

โดยสรุป ระบบสนับสนุนเพื่อการตัดสินใจจะแตกต่างกับระบบสารสนเทศสำหรับการจัดการ ที่มีเพียงการแลกเปลี่ยน การเก็บรวบรวม และการประมวลผลข้อมูล ในขณะที่ระบบสนับสนุนเพื่อการตัดสินใจ จะจัดการกับข้อมูลให้เป็นสารสนเทศที่เหมาะสมกับการตัดสินใจของผู้ใช้ โดยระบบสนับสนุนเพื่อการตัดสินใจจะใช้ข้อมูลที่ประมวลผลจากระบบการปฏิบัติการมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ตามคำสั่ง และ ความสนใจในปัญหานั้นๆ นอกจากนี้ระบบสนับสนุนเพื่อการตัดสินใจจะช่วยเร่งพัฒนาการและความเข้าใจในศักยภาพในการทำงานของระบบสารสนเทศมากกว่าการปฏิบัติงานไปวันๆ

2.4.3 องค์ประกอบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ระบบ DSS เป็นระบบที่เกิดจากการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อแสดงทางเลือกที่เหมาะสมโดยเฉพาะสำหรับผู้บริหารหรือผู้มีอำนาจมีการตัดสินใจ ในขั้นต้นจะเป็นการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลเหล่านี้จะนำไปสู่การวิเคราะห์เพื่อแสดงทางเลือกที่เหมาะสมให้กับผู้มีอำนาจในการตัดสิน

อาจกล่าวได้ว่าระบบสนับสนุนการตัดสินใจต้องประกอบด้วย 3 กลุ่มคือ

1) กลุ่มบุคคล: จะประกอบด้วย กลุ่มผู้ใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเป็นผู้มีอำนาจในการตัดสินใจ ดำเนินการต่างๆ หรือเป็นกลุ่มที่มีส่วนได้ส่วนเสียในการตัดสินใจนั้นๆ กลุ่มงานวิชาการและการวิเคราะห์ หรือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ มีหน้าที่กำหนดแนวทางและสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาต่างๆ และกลุ่มผู้ดูแลระบบ จะมีหน้าที่ในการควบคุมปรับปรุงข้อมูลและรวบรวมข้อมูลต่างๆ

2) กลุ่มข้อมูล: ได้แก่ ข้อมูลในรูปแผนที่ฐาน (Base Map) ข้อมูลที่ตรวจวัด (Monitor) ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ข้อมูลที่ได้จากการจำลองเหตุการณ์ที่สนใจ และข้อมูลทางเลือกต่างๆ

3) กลุ่มเครื่องมือ: เช่น ตัวชี้วัดต่างๆ ตัวแบบในการตัดสินใจ เป็นต้น

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจดังกล่าวจะใช้วิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-criteria Decision Analysis) เป็นตัวแบบในการตัดสินใจแก้ปัญหาและเลือกทางเลือกที่เหมาะสม โดยมีลักษณะสำคัญคือเน้นการใช้คณะผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในการตัดสินใจ (เมธี และ คณะ, 2550) โดยจะมีส่วนร่วมตั้งแต่การระบุวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหา หลักเกณฑ์การวิเคราะห์เพื่อหาความสำคัญของความสัมพันธ์ระหว่างหลักเกณฑ์และทางเลือก การวิเคราะห์ดังกล่าวเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาและทางเลือกร่วมกัน การวิเคราะห์ดังกล่าวทำได้หลายวิธี เช่น การรวมแบบถ่วงน้ำหนัก (Simple Additive Weighting, SAW), Value/utility Function, Analytic Hierarchy Process (AHP), Ideal Point, Fuzzy Logic และ Concordance เป็นต้น (เมธี และ คณะ, 2550)

2.4.4 Analytical Hierarchy Process (AHP)

เป็นกระบวนการตัดสินใจที่ใช้ในการวินิจฉัยเพื่อหาเหตุผล โดยเป็นกระบวนที่ช่วยการตัดสินใจในปัญหาประเด็นต่างๆที่มีความซับซ้อนหรือมีส่วนต่างๆที่มาเกี่ยวพันมากมาย โดย AHP จะแบ่งองค์ประกอบของปัญหาดังกล่าวออกมาเป็นส่วนๆ แล้วจัดเรียงใหม่ให้อยู่ในรูปแผนภูมิตามลำดับขั้นความสำคัญ แล้วกำหนดตัวเลขที่เกิดจากการวินิจฉัยเปรียบเทียบหาความสำคัญของแต่ละปัจจัยและเอาองค์ประกอบที่ได้มารวมกันเพื่อหาลำดับก่อนหลังความสำคัญหรือน้ำหนักของคำตอบที่ได้ โดยตัวเลขของการวินิจฉัยนั้นจะนำมาคำนวณดูว่าปัจจัยหรือทางเลือกจากคำตอบที่ได้นั้น อะไรที่มีค่าลำดับความสำคัญสูงที่สุดและมีอิทธิผลต่อผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาอย่างไร ที่สำคัญที่สุดคือ AHP จะเพิ่มประสิทธิภาพและความเป็นเอกภาพให้กับการติดสินใจที่เป็นกลุ่ม นั้นคือ AHP เป็นกระบวนการที่สนับสนุนการลงมติของกลุ่มเพื่อช่วยให้การวินิจฉัยมีความสอดคล้องกันของเหตุผลร่วมกัน (วิฑูรย์ ตันศิริคงคล, 2542; Thomas Saaty,1980)

ขั้นตอนของ AHP ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก (วิฑูรย์ ตันศิริคงคล, 2542) คือ

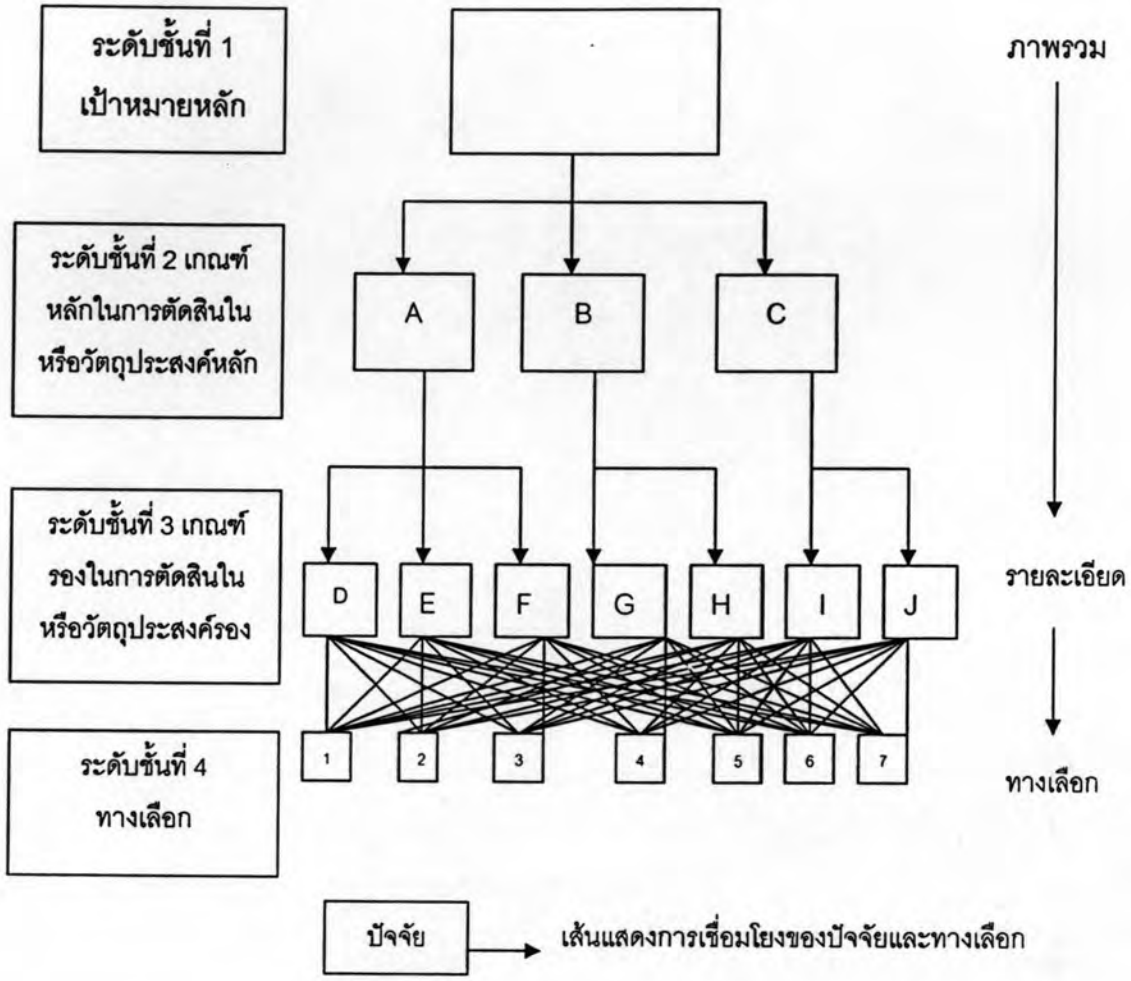
1) ออกแบบโครงสร้างของปัญหาออกเป็นชั้นๆ

2) ทำการเปรียบเทียบปัจจัยของแต่ละชั้นเป็นคู่ๆ

3) ทำการคำนวณระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย

4) คำนวณหาระดับความสำคัญรวม

ซึ่งการสร้างแผนภูมิระดับชั้นจะเป็นเครื่องมือสำคัญในกระบวนการตัดสินใจ โดยแผนภูมิระดับชั้นขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา ระดับชั้นแต่ละระดับจะประกอบด้วยกลุ่มของปัจจัยต่างๆ ระดับบนสุดเรียกว่าเป้าหมายโดยรวม ซึ่งมีเพียงแค่ปัจจัยเดียวเท่านั้น ระดับชั้นที่ 2 อาจจะมีหลายปัจจัยขึ้นกับแผนภูมินั้นมีทั้งหมดกี่ระดับชั้น ถ้าแผนภูมิมากกว่า 3 ระดับชั้นขึ้นไป จำนวนปัจจัยในระดับชั้นนี้ควรมีไม่เกิน 3 ปัจจัย แต่ถ้าแผนภูมิมี 3 ชั้น จำนวนปัจจัยก็อาจมีได้ถึง 9 ปัจจัยในระดับชั้น และทางเลือกสำหรับเกณฑ์หลักและเกณฑ์รองก็จะมีได้ถึง 9*9 ทางเลือก ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะแผนภูมิระดับชั้น
(ที่มา: ดัดแปลงจาก วิฑูรย์ ตันศิริคงคล, 2542)

Srisuda Jarayabhand (1998) ได้เป็นผู้เริ่มนำการเลือกพื้นที่ๆ เหมาะสมในการเพาะเลี้ยง (Site Suitability Analysis for Aquaculture) บริเวณโดยรอบอ่าวพังงา จังหวัดพังงา โดยใช้ GIS และ AHP (Analytic Hierarchy Process) โดยแบ่งดัชนี (Criteria) ในการวิเคราะห์ความเหมาะสม เป็น 3 กลุ่มคือ ด้านกายภาพ (Physical) ด้านนิเวศวิทยา (Ecological) และด้านเศรษฐกิจ-สังคม (Socio-economic) ทั้งนี้ในแต่ละกลุ่มยังแบ่งย่อยออกไปอีกเป็น ด้านกายภาพ แบ่งเป็น คุณสมบัติของดิน ระยะใกล้-ไกลจากแหล่งน้ำ ด้านนิเวศวิทยาได้แก่ ระบบนิเวศชายฝั่ง ด้านเศรษฐกิจ-สังคม แบ่งเป็น โครงสร้างเครือข่ายสาธารณูปโภค รูปแบบการใช้ที่ดิน และ โอกาสในการใช้ที่ดินทำกิจกรรมอื่นๆ (ที่ไม่ใช้เพาะเลี้ยง) โดย AHP เป็นระบบการตัดสินใจที่ใช้ในเชิงพาณิชย์และวิศวกรรมอย่างแพร่หลาย (วิฑูรย์ ตันศิริคงคล, 2542; Thomas Saaty, 1980)

กรมควบคุมมลพิษ (2547ก) ได้นำระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System : DSS) มาใช้ในการวางแผน และ บริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมลุ่มแม่น้ำท่าจีน เพื่อควบคุมคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยอาศัยการประมวลข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหลายๆด้านเพื่อสนับสนุนให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจเลือกหรือกำหนดนโยบายและมาตรการ เพื่อใช้ควบคุมมลพิษไม่ให้มีผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม หรือเกิดผลกระทบในระดับที่สามารถยอมรับได้ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ เช่น มาตรฐานมลพิษจากแหล่งกำเนิด มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม ความสามารถในการรองรับมลพิษของแต่ละพื้นที่ สภาพเศรษฐกิจ สังคม การลงทุน และ การพัฒนาที่จะเกิดในอนาคต โดยใช้เครื่องประมวลผล แสดงผล คาดการณ์และสร้างตัวเลือกเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

2.5 แนวทางในการดำเนินการวิจัย

เนื่องจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในลุ่มน้ำบางปะกงในปัจจุบัน โดยเฉพาะการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลและปลากะพงขาวในกระชังจะมีอิทธิผลจากปัจจัยภายใน เช่น ลูกพันธุ์ อาหาร การดูแลจัดการ และ ปัจจัยภายนอก เช่น คุณภาพน้ำ สภาพลมฟ้าอากาศ และราคา ปัจจัยเหล่านี้ทำให้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในลุ่มน้ำบางปะกงมีความซับซ้อนและเกี่ยวโยงถึงกิจกรรมอื่นๆ ในบริเวณใกล้เคียงและห่างออกไป ทำให้กิจกรรมต่างๆ ในลุ่มน้ำบางปะกงส่งผลกระทบต่อการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลและปลากะพงขาวอย่างมาก ดังเช่นเมื่อกรณีปลากะพงขาวตายในช่วงปลายปีเป็นเวลาต่อเนื่องกัน โดยมีข้อสันนิษฐานว่ามาจากกิจกรรมที่อยู่ใกล้เคียง เช่น โรงงานอุตสาหกรรม และกิจกรรมที่อยู่ห่างออกไปทางต้นน้ำ เช่น การระบายน้ำทิ้งจากคลองชลประทานและการปลูกข้าว แต่ก็ยังไม่สามารถสรุปและแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้จนถึงปัจจุบัน

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบยั่งยืนในลุ่มน้ำบางปะกง ซึ่งประกอบด้วย ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ที่จะแสดงที่ตั้งของกิจกรรมต่างๆ ที่อยู่รอบและมีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สามารถแสดงถึงระดับคุณภาพน้ำและตะกอนดินในบริเวณต่างๆ ของแม่น้ำบางปะกง ในขณะเดียวกันแบบจำลองเพื่อทำนายคุณภาพน้ำ Qual2K สำหรับแม่น้ำบางปะกง จะสามารถให้ผู้ใช้ทดลองเปลี่ยนแปลงระดับของเสียจากกิจกรรมต่างๆ เช่น การเพิ่มการเลี้ยงปลากะพงขาวในพื้นที่เดิม หรือ เมื่อต้องการย้ายหรือขยายไปพื้นที่อื่นๆ การเพิ่มการทิ้งน้ำเสียจากโรงงานที่มีอยู่แล้วหรือที่อาจตั้งขึ้น เพื่อศึกษาผลต่อคุณภาพน้ำและตะกอนดิน อันจะนำไปสู่การเลือกหรือไม่เลือกทางเลือกต่างๆ รวมกันในการวิเคราะห์ขั้นสุดท้ายด้วย Analysis of Hierachy Process : AHP ซึ่งนอกจากจะใช้ความรู้และประสบการณ์จากผู้ใช้ในฐานะนักวิชาการประมงแล้ว ยังสามารถใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และแบบจำลองเพื่อทำนายคุณภาพน้ำ

Qual2K สำหรับแม่น้ำบางปะกง เพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับคุณภาพน้ำในปัจจุบันและในอนาคต จากการจำลองออกมาในรูปข้อมูลตัวเลข ตาราง และแผนที่ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ อันจะนำไปสู่ผลการเลือกสำหรับแก้ไขปัญหาในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น การตายของปลากะพงขาวในกระชังในช่วงปลายปี ซึ่งได้จากการให้ความเห็นในการเลือกทางเลือกที่เหมาะสมและดีที่สุดร่วมกันบนพื้นฐานความรู้ทั้งในสถาการณ์ปัจจุบันและที่คาดว่าจะเกิดในอนาคต