

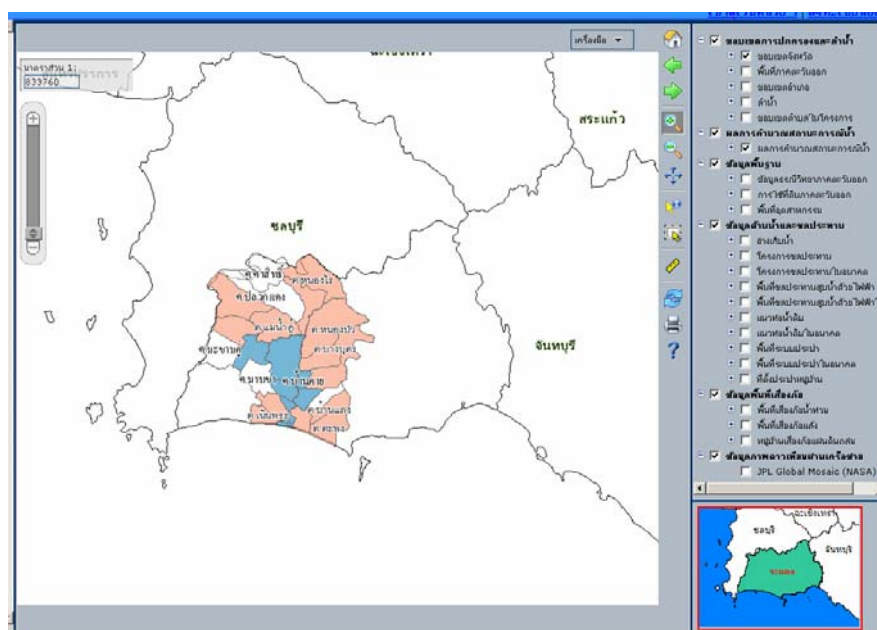
ตารางที่ 6.4-1 รายชื่อชั้นข้อมูล แหล่งที่มาและประเภทของข้อมูล (ต่อ)

ชั้นข้อมูล	แหล่งที่มา	ประเภทข้อมูล
รายละเอียดของอัตราการใช้น้ำอุตสาหกรรม	หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบการ จัดการแหล่งน้ำ	doc
วิธีการประเมินการใช้น้ำอุตสาหกรรมในอนาคต	หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบการ จัดการแหล่งน้ำ	doc
ปริมาณน้ำจำหน่าย อีสวอเตอร์	บริษัท อีสวอเตอร์	Table
รายชื่อผู้ใช้น้ำ อีสวอเตอร์	บริษัท อีสวอเตอร์	Table

6.5 การพัฒนาเครื่องมือในการรายงานสถานการณ์น้ำ

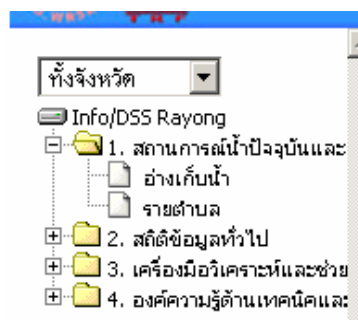
เนื่องจากในส่วนของระบบข้อมูลสารสนเทศได้มีการรวบรวมข้อมูลด้านอุปสงค์ และอุปทานของการใช้น้ำ ซึ่งข้อมูลเบื้องต้นส่วนนี้เพียงพอจะทำการประมวลผลเบื้องต้นของสถานการณ์น้ำภายในพื้นที่ รวมถึงสามารถช่วยการคาดการณ์เหตุการณ์ล่วงหน้าได้อีกด้วย ดังนั้นระบบได้พัฒนาเครื่องมือในการรายงานสถานการณ์จากการนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างรายงานโดยการประมวลผลความต้องการน้ำแต่ละด้านกับสภาพการจัดการน้ำ ระบบจะทำการสร้างภาพแผนที่และจัดแสดงเป็นจุดสัญลักษณ์สีตามที่ตั้งตำบล ซึ่งจุดสีแดงแสดงถึงภาวะภัยแล้ง สีน้ำเงินแสดงถึงภาวะน้ำท่วม และสีขาวแสดงถึงภาวะน้ำปกติ เป็นต้น

โดยในหน้าแรกของระบบจะจัดแสดงสถานการณ์น้ำในพื้นที่ศึกษาในเดือนปัจจุบันเพื่อให้เห็นสภาวะน้ำในพื้นที่ในระดับรายตำบล



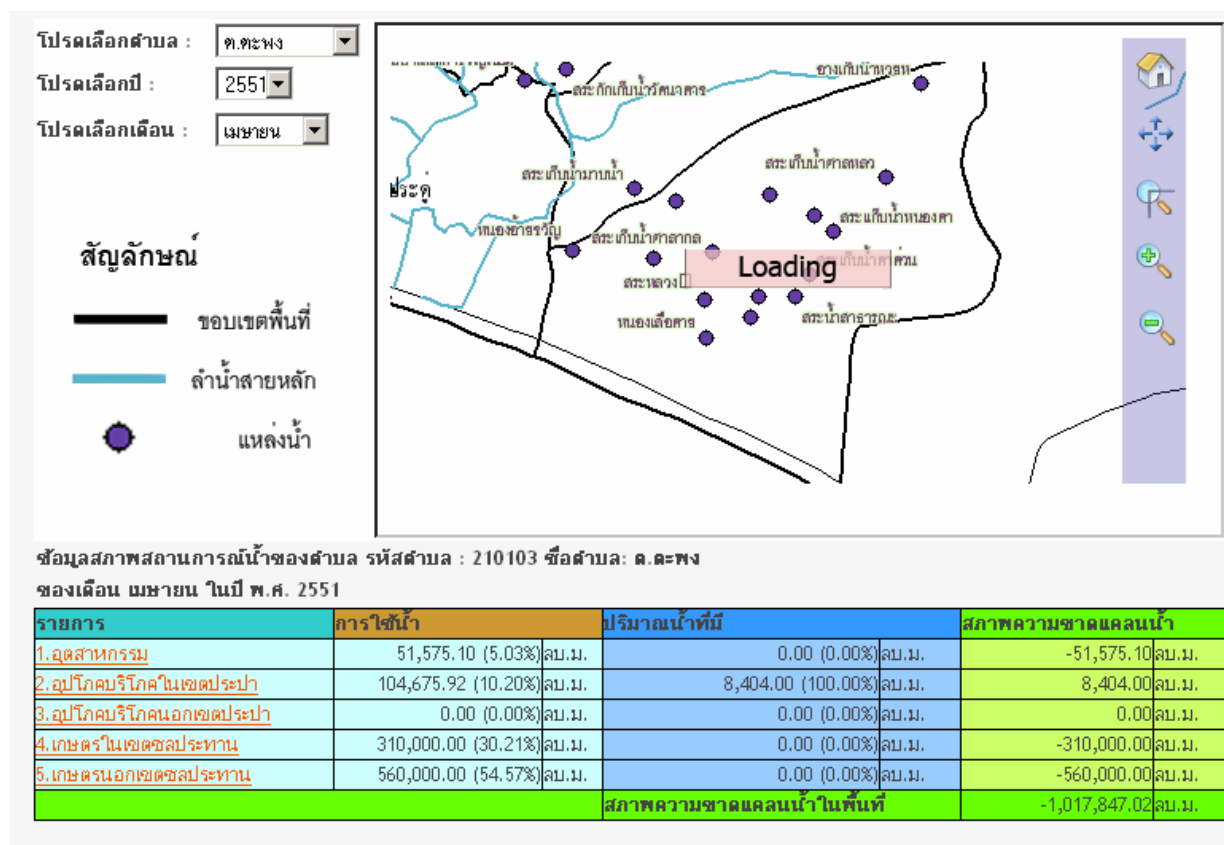
รูปที่ 6.5-1 ตัวอย่างการนำเสนอรายงานสถานการณ์บนสารสนเทศภูมิศาสตร์

หากผู้มีความสนใจอยากทราบรายละเอียดของการใช้น้ำภายในพื้นที่ตำบลที่สนใจ สามารถเข้าไปที่เมนูข้อมูลด้านซ้ายเพื่อเข้าดูรายละเอียดรายตำบล



รูปที่ 6.5-2 ตัวอย่างเมนูข้อมูลสารสนเทศ

ในรายละเอียดรายตำบลจะจัดแสดงรายละเอียดการใช้น้ำรายกลุ่มการใช้น้ำ แสดงการใช้น้ำ ปริมาณน้ำที่มี และสภาพความขาดแคลน



รูปที่ 6.5-3 ตัวอย่างข้อมูลการใช้น้ำแยกตามกลุ่มผู้ใช้น้ำในตำบล

นอกจากนี้ระบบได้ทำการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ และแหล่งน้ำสำรองในพื้นที่ เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณานำมาใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

ข้อมูลสภาพสถานการณ์น้ำของตำบล รหัสตำบล : 210103 ชื่อตำบล: ด.ตะพง
ของเดือน เมษายน ในปี พ.ศ. 2551

รายการ	การใช้น้ำ	ปริมาณน้ำที่มี	สภาพความขาดแคลนน้ำ
1.อุตสาหกรรม	51,575.10 (5.03%)ลบ.ม.	0.00 (0.00%)ลบ.ม.	-51,575.10ลบ.ม.
2.อุปโภคบริโภคในเขตประปา	104,675.92 (10.20%)ลบ.ม.	8,404.00 (100.00%)ลบ.ม.	8,404.00ลบ.ม.
3.อุปโภคบริโภคนอกเขตประปา	0.00 (0.00%)ลบ.ม.	0.00 (0.00%)ลบ.ม.	0.00ลบ.ม.
4.เกษตรในเขตชลประทาน	310,000.00 (30.21%)ลบ.ม.	0.00 (0.00%)ลบ.ม.	-310,000.00ลบ.ม.
5.เกษตรนอกเขตชลประทาน	560,000.00 (54.57%)ลบ.ม.	0.00 (0.00%)ลบ.ม.	-560,000.00ลบ.ม.
สภาพความขาดแคลนน้ำในพื้นที่			-1,017,847.02ลบ.ม.

* ปริมาณคาดการณ์น้ำท่าในพื้นที่ : 0.69 ล้าน ลบ.ม.

*(การใช้งานน้ำในส่วนนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิศาสตร์ของพื้นที่)

แหล่งน้ำสำรองในพื้นที่ :

ตำบล	ชื่อแหล่งน้ำ	ความจุ(ลบ.ม)
ด. ตะพง	คลองดาป้อ	9,000
ด. ตะพง	คลองสำสวน	50,000
ด. ตะพง	คลองห้วยน้ำ	3,400
ด. ตะพง	คลองห้วยมะ	28,000
ด. ตะพง	คลองห้วยที	16,800
ด. ตะพง	สายต้นตะเค	16,800
ด. ตะพง	หนองรี	48,000
ด. ตะพง	หนองอ้ายขวัญ	25,600
ด. ตะพง	สระบ้านหนองใหญ่	0
ด. ตะพง	สระน้ำหนองโพรง	0
ด. ตะพง	หนองเลื้อยดา	0
ด. ตะพง	สระน้ำตาเอี่ยม	0
ด. ตะพง	สระน้ำหนองปลาไหล	0
ด. ตะพง	สระหลวง	0
รวม		197,600

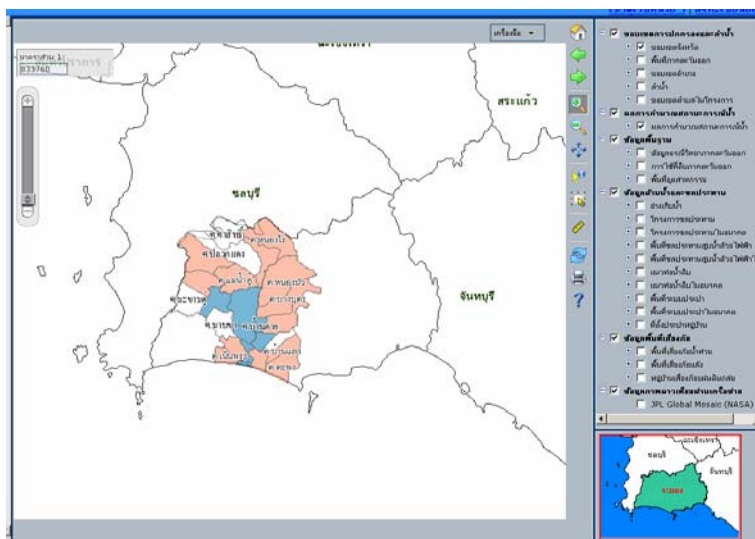
ปริมาณคาดการณ์ภายหลัง จัดการด้วยแหล่งน้ำสำรองและน้ำท่า : -129,143 ลบ.ม.

รูปที่ 6.5-4 ตัวอย่างข้อมูลคาดการณ์น้ำท่าในพื้นที่ และแหล่งน้ำสำรองในพื้นที่

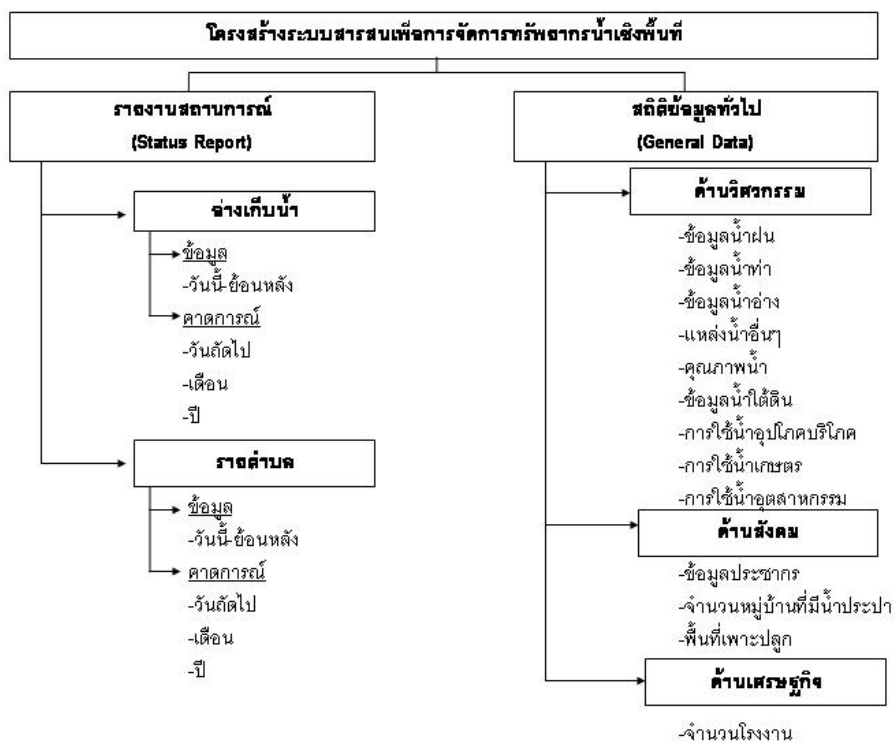
6.6 รูปแบบในการนำเสนอสารสนเทศ

เนื่องจากข้อมูลมี 2 ลักษณะคือ ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) และข้อมูลสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information System) ซึ่งการนำเสนอข้อมูลลักษณะที่ต่างกัน โดยจะแสดงตัวอย่างการนำเสนอดังต่อไปนี้

6.6.1 การนำเสนอสารสนเทศภูมิศาสตร์



รูปที่ 6.6-1 ตัวอย่างการนำเสนอสารสนเทศภูมิศาสตร์



รูปที่ 6.6-2 โครงสร้างระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการน้ำ

ตารางที่ 6.6-1 แนวทางในการแสดงผลข้อมูลในฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ

ลำดับ	หมวดข้อมูล	ประเภท	ความลึกข้อมูล	รูปแบบ
1	สภาพกายภาพ			
	แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:250,000	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	ขอบเขตพื้นที่ศึกษา	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	ขอบเขตลุ่มน้ำหลัก	Gis	ลุ่มน้ำ	ภาพแผนที่
	ขอบเขตลุ่มน้ำสาขา , ขอบเขตลุ่มน้ำสาขาย่อย (คลองใหญ่)	Gis	ลุ่มน้ำ	ภาพแผนที่
	ขอบเขตการปกครองระดับจังหวัด	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	ขอบเขตการปกครองระดับอำเภอ	Gis	อำเภอ	ภาพแผนที่
	ขอบเขตการปกครองระดับตำบล	Gis	ตำบล	ภาพแผนที่
	ขอบเขตการปกครองระดับเทศบาล	Gis	ตำบล	ภาพแผนที่
	จุดที่ตั้งจังหวัด	Gis	จังหวัด	จุดที่ตั้ง
	จุดที่ตั้งอำเภอ	Gis	อำเภอ	จุดที่ตั้ง
	จุดตัวแทนที่ตั้งหมู่บ้าน	Gis	หมู่บ้าน	จุดที่ตั้ง
	ตำแหน่งที่ตั้งองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.)	Gis	ตำบล	ภาพแผนที่
	เส้นลำนํ้า	Gis	จังหวัด	ภาพเส้น
	ขอบเขตป่าไม้	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	เส้นทางคมนาคม	Gis	จังหวัด	ภาพเส้น
	เส้นชั้นความสูง	Gis	จังหวัด	ภาพเส้น
	สภาพธรณีวิทยา	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	สภาพอุทกธรณีวิทยา (ปริมาณน้ำ)	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	สภาพอุทกธรณีวิทยา (ชั้นหินให้นํ้า)	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	กลุ่มดิน	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	ตำแหน่งสถานีอุตุนิยมวิทยา	Gis	จังหวัด	จุดที่ตั้ง
1.1	ข้อมูลน้ำฝน			
	เส้นชั้นน้ำฝนเฉลี่ยรายปี	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน	Gis	จังหวัด	จุดที่ตั้ง
1.2	ข้อมูลน้ำท่า			
	ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าและตะกอน	Gis	จังหวัด	จุดที่ตั้ง

ตารางที่ 6.6-1 แนวทางในการแสดงผลข้อมูลในฐานะข้อมูลภูมิสารสนเทศ (ต่อ)

ลำดับ	หมวดข้อมูล	ประเภท	ความลึกข้อมูล	รูปแบบ
2	สภาพเศรษฐกิจ และสังคม			
2.1	ข้อมูลการใช้ที่ดิน			
	การใช้ที่ดิน	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
2.2	ข้อมูลประชากร			
2.3	ข้อมูลโรงงาน			
3	สภาพความต้องการ (Demand)			
3.1	อุปโภค/บริโภค			
3.1.1	ในเขต			
	แนวท่อส่งน้ำดิบปัจจุบัน	Gis	จังหวัด	ภาพเส้น
	แนวท่อส่งน้ำดิบที่อยู่ในแผนการพัฒนา	Gis	จังหวัด	ภาพเส้น
3.1.2	นอกเขต			
3.2	เกษตรกรรม			
3.2.1	ในเขต			
3.2.2	นอกเขต			
3.3	อุตสาหกรรม			
	พื้นที่นิคมอุตสาหกรรม	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	กระจายตัวของโรงงานอุตสาหกรรม	Gis	จังหวัด	จุดที่ตั้ง
3.3.1	ในเขต			
3.3.2	นอกเขต			
4	สภาพการจัดหา (Supply)			
4.1	แหล่งน้ำจัดสร้าง			
4.1.1	น้ำประปา			
	พื้นที่บริการประปาปัจจุบัน	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	พื้นที่บริการประปาที่อยู่ในแผนการพัฒนา	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	ตำแหน่งที่ตั้งของประปาภูมิภาค รายสำนักงาน	Gis	จังหวัด	จุดที่ตั้ง
	การกระจายตัวของประปาหมู่บ้าน รายตำบล (เป็นจุดหมู่บ้าน)	Gis	ตำบล	จุดที่ตั้ง

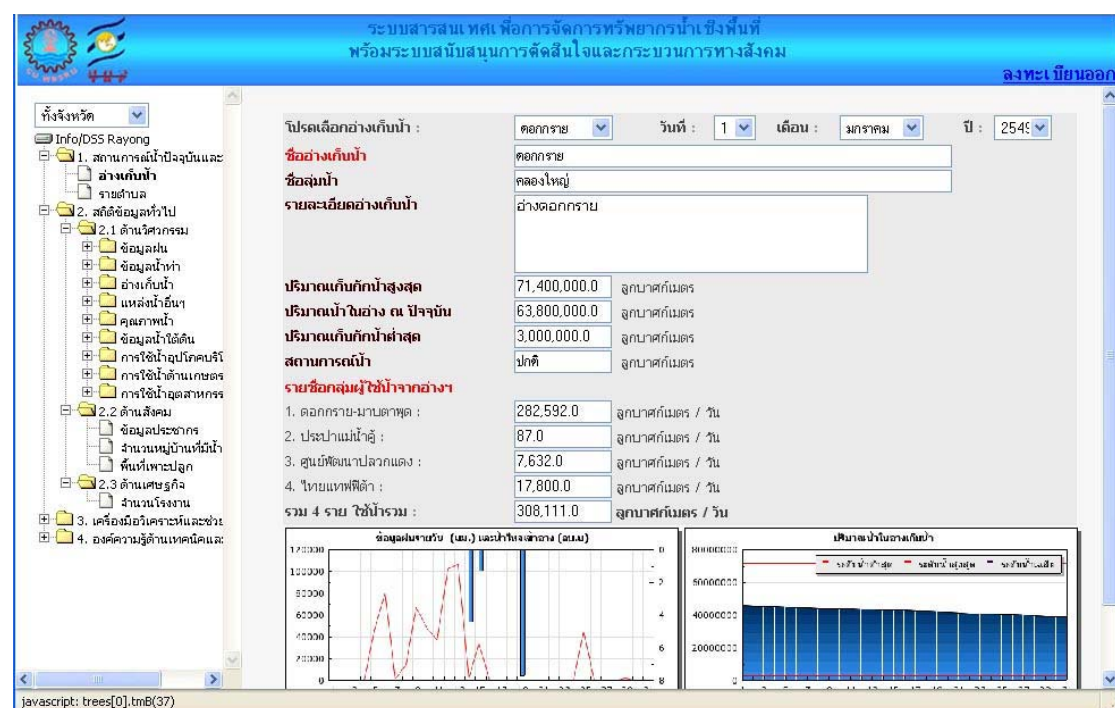
ตารางที่ 6.6-1 แนวทางในการแสดงผลข้อมูลในฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ (ต่อ)

ลำดับ	หมวดข้อมูล	ประเภท	ความลึกข้อมูล	รูปแบบ
4.1.2	น้ำผิวดิน			
	พื้นที่ชลประทานขนาดใหญ่และขนาดกลางในปัจจุบัน	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	โครงการชลประทานระบบท่อส่งน้ำในแผนหลัก	Gis	จังหวัด	จุดที่ตั้ง
	โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า	Gis	จังหวัด	จุดที่ตั้ง
	โครงการชลประทานขนาดเล็ก	Gis	จังหวัด	จุดที่ตั้ง
	โครงการชลประทานแก้ไขวิกฤตภัยแล้งปี 2548	Gis	จังหวัด	จุดที่ตั้ง
4.1.2.1	ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ			
	อ่างเก็บน้ำ	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	อ่างเก็บน้ำในปัจจุบัน	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	อ่างเก็บน้ำที่อยู่ในแผนพัฒนา	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
4.1.3	น้ำบาดาล			
	ตำแหน่งบ่อบาดาลปี 48	Gis	จังหวัด	จุดที่ตั้ง
	ตำแหน่งบ่อบาดาลราชการ	Gis	จังหวัด	จุดที่ตั้ง
	ตำแหน่งบ่อบาดาลเอกชน	Gis	จังหวัด	จุดที่ตั้ง
	เส้นชั้นความสูงของระดับน้ำบาดาลจากบ่อบาดาล	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
4.1.3.1	ข้อมูลบ่อทั่วไป			
4.1.3.2	ปริมาณการสูบ			
	ปริมาณน้ำบาดาลที่สูบได้	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
4.2	แหล่งน้ำธรรมชาติ			
5	สถานการณ์และการคาดการณ์			
5.1	น้ำปกติ			
5.2	น้ำวิกฤต			
5.2.1	น้ำแล้ง			
	พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
5.2.2	น้ำท่วม			
	พื้นที่เสี่ยงภัยอุทกภัย	Gis	หมู่บ้าน	ภาพแผนที่

ตารางที่ 6.6-1 แนวทางในการแสดงผลข้อมูลในฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ (ต่อ)

ลำดับ	หมวดข้อมูล	ประเภท	ความลึกข้อมูล	รูปแบบ
5.2.3	น้ำเสีย			
	ชั้นคุณภาพน้ำของลำน้ำสายหลัก	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	จุดเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน / จุดวัดคุณภาพน้ำ	Gis	จังหวัด	จุดที่ตั้ง
	ความกระด้าง	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	ปริมาณสารละลาย	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	ปริมาณคลอไรด์	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่
	ปริมาณเหล็ก	Gis	จังหวัด	ภาพแผนที่

6.6.2 การนำเสนอสารสนเทศเพื่อการจัดการ



รูปที่ 6.6-3 ตัวอย่างการนำเสนอสารสนเทศเพื่อการจัดการ

ตารางที่ 6.6-2 แนวทางในการแสดงผลข้อมูลในฐานข้อมูลสารสนเทศ

ลำดับ	หมวดข้อมูล	ประเภท	ความลึกข้อมูล	วิธีนำเสนอ
1	สภาพกายภาพ			
1.1	ข้อมูลน้ำฝน			
1.1.1	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนรายลุ่มน้ำสาขา	Table	จังหวัด	กราฟวงกลมสัดส่วนพื้นที่รับน้ำลุ่มน้ำย่อย/กราฟแท่ง ปริมาณน้ำฝนรายเดือนรายลุ่มน้ำย่อย
1.1.2	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีวัดน้ำฝน	Table	จังหวัด	กราฟแท่งรวมยอดปีรายสถานีในปีที่/กราฟแท่งรายเดือนรายสถานี
1.2	ข้อมูลน้ำท่า			
1.2.1	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนรายตำบล	Table	จังหวัด	แสดงตารางรายตำบล
1.2.2	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนรายลุ่มน้ำสาขา	Table	จังหวัด	กราฟวงกลมสัดส่วนพื้นที่รับน้ำลุ่มน้ำย่อย/กราฟแท่ง ปริมาณน้ำท่ารายเดือนรายลุ่มน้ำย่อย
1.2.3	ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของสถานีวัดน้ำท่า	Table	จังหวัด	กราฟแท่งรวมยอดปีรายสถานีในปีที่/กราฟแท่งรายเดือนรายสถานี
1.2.4	ข้อมูลตะกอนรายเดือนของสถานีวัดตะกอน	Table	จังหวัด	กราฟแท่งรวมยอดปีรายสถานีในปีที่/กราฟแท่งรายเดือนรายสถานี
2	สภาพเศรษฐกิจ และสังคม			
2.1	ข้อมูลการใช้ที่ดิน			
2.2	ข้อมูลประชากร			
1	ข้อมูลประชากรในเขตเทศบาล รายตำบล	Table	ตำบล	กราฟเส้นจำนวนประชากรรวมแต่ละปีของทั้งจังหวัด/จำนวนประชากรรายปีของแต่ละตำบล
2	ข้อมูลประชากรนอกเขตเทศบาล รายตำบล	Table	ตำบล	กราฟเส้นจำนวนประชากรรวมแต่ละปีของทั้งจังหวัด/จำนวนประชากรรายปีของแต่ละตำบล
3	ข้อมูลจำนวนประชากรในเขตเทศบาลในอนาคต	Table	ตำบล	กราฟเส้นจำนวนประชากรรวมแต่ละปีของทั้งจังหวัด/จำนวนประชากรรายปีของแต่ละตำบล

ตารางที่ 6.6-2 แนวทางในการแสดงผลข้อมูลในฐานข้อมูลสารสนเทศ (ต่อ)

ลำดับ	หมวดข้อมูล	ประเภท	ความลึกข้อมูล	วิธีนำเสนอ
4	ข้อมูลจำนวนประชากรนอกเขตเทศบาลในอนาคต	Table	ตำบล	กราฟเส้นจำนวนประชากรรวมแต่ละปีของทั้งจังหวัด/จำนวนประชากรรายปีของแต่ละตำบล
5	ข้อมูลประชากร รายหมู่บ้าน	Table	หมู่บ้าน	แสดงตารางรายตำบล
2.3	ข้อมูลโรงงาน			
1	รายละเอียดของโรงงานอุตสาหกรรม รายตำบล	Table	ตำบล	กราฟแท่ง 4 กราฟ อันได้แก่ แรงงาน, เงินทุน, แรงแม่, จำนวนโดยแสดงยอดรวมรายปี ของทั้งจังหวัด /ยอดรวมรายอำเภอ หรือ ตำบล รายปี รายตำบล
2	รายละเอียดของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละโรงงาน	Table	จังหวัด	แสดงตาราง
3	สภาพความต้องการ (Demand)			
3.1	อุปโภค/บริโภค			
3.1.1	ในเขต			
1	สภาพการใช้น้ำอุปโภคบริโภคในปัจจุบัน รายตำบล	Table	ตำบล	กราฟเส้นจำนวนในแต่ละปีของทั้งจังหวัด/รายตำบล
2	ความต้องการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคในอนาคต รายตำบล	Table	ตำบล	กราฟเส้นจำนวนในแต่ละปีของทั้งจังหวัด/รายตำบล
3.1.2	นอกเขต			
3.2	เกษตรกรรม			
1	ข้อมูลการเพาะปลูกพืช รายตำบล	Table	ตำบล	กราฟวงกลมแสดงสัดส่วนพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิดในแต่ละปี/ปริมาณการใช้พื้นที่ของพืชแต่ละปีรายอำเภอ
2	ข้อมูลแผนงานโครงการพัฒนาแหล่งน้ำรายตำบล	Table	ตำบล	
3.2.1	ในเขต			
1	ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมในเขตชลประทาน รายโครงการ	Table	จังหวัด	กราฟแท่งแสดงการใช้น้ำรายเดือนในแต่ละปีรายโครงการ

ตารางที่ 6.6-2 แนวทางในการแสดงผลข้อมูลในฐานข้อมูลสารสนเทศ (ต่อ)

ลำดับ	หมวดข้อมูล	ประเภท	ความลึกข้อมูล	วิธีนำเสนอ
2	ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมในเขตชลประทาน รายตำบล	Table	ตำบล	กราฟแท่งแสดงการใช้น้ำรายเดือนในแต่ละปีรายตำบล
3	ความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมในเขตชลประทานในอนาคต รายโครงการ	Table	จังหวัด	กราฟแท่งแสดงการใช้น้ำรายเดือนในแต่ละปีรายโครงการ
4	ความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมในเขตชลประทานในอนาคต รายตำบล	Table	ตำบล	กราฟแท่งแสดงการใช้น้ำรายเดือนในแต่ละปีรายตำบล
3.2.2	นอกเขต			
1	ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมนอกเขตชลประทาน รายตำบล	Table	ตำบล	กราฟแท่งแสดงการใช้น้ำรายเดือนในแต่ละปีรายตำบล
2	ความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมนอกเขตชลประทานในอนาคต รายตำบล	Table	ตำบล	กราฟแท่งแสดงการใช้น้ำรายเดือนในแต่ละปีรายตำบล
3.3	อุตสาหกรรม			
1	ความต้องการน้ำเพื่ออุตสาหกรรมในอนาคต รายตำบล	Table	ตำบล	
3.3.1	ในเขต			
1	ข้อมูลพื้นฐานอีสต์ วอเตอร์	Table	ภาคตะวันออกเฉียง	กราฟแท่งแสดงปริมาณการใช้น้ำในแต่ละปีรายพื้นที่บริการ/ตารางแสดงรายชื่อโรงงานในพื้นที่ Service
2	ข้อมูลนิคมอุตสาหกรรม	Table	จังหวัด	แสดงตาราง
3	สภาพการใช้น้ำอุตสาหกรรมในปัจจุบัน รายตำบล	Table	ตำบล	กราฟแท่งแสดงปริมาณการใช้น้ำรายประเภท รายปีในแต่ละตำบล
3.3.2	นอกเขต			
4	สภาพการจัดหา (Supply)			
4.1	แหล่งน้ำจัดสร้าง			
4.1.1	น้ำประปา			
4.1.2	น้ำผิวดิน			
1	ข้อมูลคุณภาพน้ำผิวดิน	Table	จังหวัด	แสดงตาราง

ตารางที่ 6.6-2 แนวทางในการแสดงผลข้อมูลในฐานข้อมูลสารสนเทศ (ต่อ)

ลำดับ	หมวดข้อมูล	ประเภท	ความลึกข้อมูล	วิธีนำเสนอ
4.1.2.1	ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ			
1	ข้อมูลระดับของอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และกลาง	Table	จังหวัด	กราฟแท่งแสดงปริมาณรายเดือน และรายวัน ในแต่ละปีรายอ่าง
2	ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และกลาง	Table	จังหวัด	กราฟแท่งแสดงปริมาณรายเดือน และรายวัน ในแต่ละปีรายอ่าง
3	ข้อมูลปริมาณน้ำระบายของอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และกลาง	Table	จังหวัด	กราฟแท่งแสดงปริมาณรายเดือน และรายวัน ในแต่ละปีรายอ่าง
4	คุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำ รายลุ่มน้ำ	Table	จังหวัด	แสดงตารางรายปี
4.1.3	น้ำบาดาล			
4.1.3.1	ข้อมูลบ่อทั่วไป			
1	รายละเอียดของบ่อน้ำตื้น รายหมู่บ้าน	Table	หมู่บ้าน	
2	รายละเอียดบ่อบาดาลของโครงการแก้ไขวิกฤตน้ำภาคตะวันออก	Table	ภาคตะวันออก	
3	รายละเอียดบ่อบาดาลของเอกชน	Table	จังหวัด	
4	ข้อมูลคุณภาพน้ำบาดาลของบ่อบาดาล	Table	จังหวัด	
5	ระดับน้ำบาดาล รายเดือน	Table	จังหวัด	
6	คุณภาพน้ำบาดาล รายเดือน	Table	จังหวัด	
4.1.3.2	ปริมาณการสูบ			
1	ปริมาณการสูบน้ำของการประปาหมู่บ้าน	Table	หมู่บ้าน	แสดงตาราง
2	ปริมาณการสูบน้ำของบ่อน้ำตื้นเพื่อการอุปโภคบริโภค	Table	จังหวัด	แสดงตาราง
3	ปริมาณการสูบน้ำของบ่อน้ำตื้นเพื่อการเกษตร	Table	จังหวัด	แสดงตาราง

ตารางที่ 6.6-2 แนวทางในการแสดงผลข้อมูลในฐานข้อมูลสารสนเทศ (ต่อ)

ลำดับ	หมวดข้อมูล	ประเภท	ความลึกข้อมูล	วิธีนำเสนอ
4	ปริมาณการสูบน้ำบำบัดเพื่ออุตสาหกรรม	Table	จังหวัด	แสดงตาราง
4.2	แหล่งน้ำธรรมชาติ			
5	สถานการณ์และการคาดการณ์			
5.1	น้ำปกติ			
5.2	น้ำวิกฤต			
5.2.1	น้ำแล้ง			
1	ปริมาณการจัดสรรน้ำ รายโครงการ	Table	จังหวัด	แสดงตาราง
2	ปริมาณน้ำระบายทำนน้ำ รายนุ่มน้ำสาขา	Table	จังหวัด	แสดงตาราง
3	สภาพความขาดแคลน รายโครงการ	Table	จังหวัด	แสดงตาราง
5.2.2	น้ำท่วม			
5.2.3	น้ำเสีย			
1	ข้อมูลความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศ	Table	จังหวัด	แสดงตาราง

บทที่ 7

ระบบเครื่องมือสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ

ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ คือ ระบบที่ช่วยในการประมวลผลข้อมูลที่จำเป็นจากข้อมูลจำนวนมากที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการน้ำ เครื่องมือในการประมวลผลประกอบด้วย เครื่องมือคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า เครื่องมือวิเคราะห์สภาพอุทกวิทยา เครื่องมือวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำ เครื่องมือบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ เครื่องมือวิเคราะห์ในการจัดสรรน้ำ เครื่องมือวิเคราะห์การจัดสรรน้ำหลายเกณฑ์ รวมทั้งหมด 6 เครื่องมือ ซึ่งเพียงพอและครอบคลุมการวิเคราะห์เพื่อการจัดการน้ำในระดับตำบล ระดับลุ่มน้ำ และระดับจังหวัดระยอง เครื่องมือดังกล่าวจะใช้ในพื้นที่เขตชลประทาน ขณะที่ในพื้นที่นอกเขตชลประทานจะให้แนวทางเลือกที่เป็นไปได้ในแต่ละพื้นที่แทน

7.1 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อใช้ในการคาดการณ์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำด้านอุปทาน (Supply Side) ได้แก่ ปริมาณน้ำท่า และสภาพอุทกวิทยา และด้านอุปสงค์ (Demand Side) ได้แก่ ความต้องการน้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ
- 2) เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ
- 3) เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์การจัดสรรน้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ
- 4) เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ในการจัดสรรน้ำหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria)

7.2 แนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ

แนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ จะพิจารณาถึง

- 1) เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจากสมการความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปริมาณน้ำท่าในอดีต ปริมาณน้ำที่สูญเสีย จำนวนบ่อน้ำตื้น และกำลังการผลิต เป็นต้น
- 2) สามารถจำลอง และรายงานสภาพทางอุทกวิทยาล่วงหน้าได้
- 3) สามารถใช้ระบบสารสนเทศประกอบการตัดสินใจบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ การจัดสรรน้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ การจัดสรรน้ำหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria) ตามเงื่อนไข เกณฑ์ หรือสถานะที่ผู้กำหนดขึ้นเองได้

- 4) โปรแกรมเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถที่จะเชื่อมโยงระหว่างเครื่องมืออื่นๆ ภายในระบบสนับสนุนการตัดสินใจถึงกันได้โดยอัตโนมัติ
- 5) สามารถแก้ไขข้อมูลนำเข้า เพิ่มเติมข้อมูล และปรับปรุงฐานข้อมูลตามสภาพการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันได้

สำหรับวิธีในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งมีรายละเอียดของแนวทางในการพัฒนา ดังนี้

- 1) รวบรวมข้อมูลสถิติข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมชลประทาน และกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เป็นต้น
- 2) สำรวจความต้องการของผู้ใช้ระบบจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานราชการ เอกชน และรัฐวิสาหกิจ และใช้แบบสอบถามสำหรับกลุ่มผู้ใช้น้ำ
- 3) ตรวจสอบความถูกต้อง และสมบูรณ์ข้อมูลสถิติข้อมูล และข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่างๆ
- 4) ศึกษา และหาสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง จากสถิติข้อมูลในอดีต
- 5) ออกแบบโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ (Flow Chart) รวมไปถึงการจัดทำพจนานุกรมฐานข้อมูลให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน เพื่อใช้ในการเชื่อมโยงฐานข้อมูลต่อไป
- 6) พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ (Developing Program)
 - 6.1) การเรียกใช้ระบบฐานข้อมูล (Querying Data)
 - 6.2) การแก้ไข ปรับปรุง และเพิ่มเติมข้อมูล (Editing Data)
 - 6.3) การแสดงผลข้อมูล
- 7) ตรวจสอบ และทดสอบระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ (Verification & Testing)
- 8) ติดตั้งระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ (Implementation)
- 9) จัดทำคู่มือ และจัดฝึกอบรมผู้ใช้งานในระดับต่างๆ

7.3 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ

ในการกำหนดมาตรการหรือแผนปฏิบัติการในการแก้ไขปัญหา น้ำ ไม่เพียงแต่ต้องรู้ข้อมูลสภาพพื้นที่เบื้องต้น แต่จำเป็นที่จะต้องนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์เพื่อประเมินสถานการณ์น้ำ ทั้งในเรื่องของแหล่งน้ำต้นทุน และการใช้น้ำเพื่อกิจกรรม ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดเงื่อนไขหรือตัวชี้วัดว่าจะดำเนินการอย่างไรจึงจะเหมาะสมกับสถานการณ์น้ำ นอกจากนี้เครื่องมือ

สนับสนุนการตัดสินใจเหล่านี้ได้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการจัดการน้ำ โดยคำนึงถึงผลกระทบในมิติต่างๆ ทั้งในเชิงปริมาณน้ำ และด้านสังคม ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้ปัญหาได้รับการคลี่คลายได้ทันต่อเหตุการณ์ และแก้ไขปัญหาได้ตรงประเด็น และไม่ก่อให้เกิดความขัดแย้งในภายหลังได้ ในการประยุกต์เครื่องมือประกอบการตัดสินใจในครั้งนี้ได้ออกแบบโครงสร้างระบบสารสนเทศไว้ 6 ชุดด้วยกัน มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 7.3-1 สรุปเครื่องมือที่มีในระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ

	รายการเครื่องมือ	รายละเอียด
1.	เครื่องมือวิเคราะห์สภาพอุทกวิทยา	เครื่องมือวิเคราะห์สภาพอุทกวิทยา ประกอบด้วยเครื่องมือในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำจัดหา (supply) ในพื้นที่
2.	เครื่องมือคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า	เครื่องมือคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้าในระบบ DSS ได้เลือกใช้วิธีการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้า
3.	เครื่องมือวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำ	เครื่องมือวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำเป็นการวิเคราะห์การใช้น้ำจากหน่วยที่เล็กที่สุดเชิงพื้นที่และตำแหน่ง
4.	เครื่องมือในการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำ	การวิเคราะห์ข้อมูลและเทคนิคในการจัดการอ่างเก็บน้ำ
5.	เครื่องมือวิเคราะห์การจัดสรรน้ำ	เครื่องมือวิเคราะห์การจัดสรรน้ำจะทำงานร่วมกับเครื่องมือวิเคราะห์การจัดการอ่างเก็บน้ำโดยที่การจัดสรรน้ำ
6.	เครื่องมือวิเคราะห์การจัดสรรน้ำหลายเกณฑ์	เครื่องมือวิเคราะห์การจัดสรรน้ำหลายเกณฑ์เป็นเครื่องมือให้ผู้ตัดสินใจแต่ละคนทำการเปรียบเทียบความสำคัญของผลกระทบแต่ละด้านด้วยสเกลมาตรฐานเดียวกัน

7.3.1 เครื่องมือวิเคราะห์สภาพอุทกวิทยา

เครื่องมือวิเคราะห์สภาพอุทกวิทยา ประกอบด้วย เครื่องมือในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำจัดหา (supply) ในพื้นที่ ซึ่งประกอบด้วย (1) แหล่งน้ำผิวดินได้แก่ ปริมาณน้ำท่า (2) แหล่งน้ำใต้ดินได้แก่ บ่อน้ำตื้น บ่อน้ำบาดาล และ (3) แหล่งน้ำสำรองในพื้นที่ได้แก่ ระบบประปาหมู่บ้านและสระน้ำ/บ่อเก็บน้ำ โดยรายละเอียดเกี่ยวกับแหล่งน้ำผิวดินได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.6 และรายละเอียดเกี่ยวกับ แหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำสำรองสำรอง มีดังนี้

1) การจัดหาจากแหล่งน้ำใต้ดิน

$$\text{ปริมาณน้ำจัดหาจากน้ำบาดาล} = \text{ปริมาณน้ำที่สูบได้ (yield)} \times \text{จำนวนบ่อน้ำตื้น} \quad (7.3-1)$$

โดยที่	ปริมาณน้ำจัดหาจากน้ำบาดาล	หน่วย ลบ.ม./วัน
	ปริมาณที่สูบได้ (yield)	หน่วย ลบ.ม./วัน
	จำนวนบ่อน้ำตื้น	หน่วย บ่อ
	อัตราปริมาณน้ำที่สูบได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล	

2) การจัดหาจากแหล่งน้ำสำรอง

2.1) ระบบประปาหมู่บ้าน

ข้อมูลระบบประปาหมู่บ้านและกำลังการผลิตประปาหมู่บ้านได้มาจากข้อมูลของ อบต. ในพื้นที่ซึ่งคิดปริมาณน้ำจัดหาได้ดังสมการที่ 7.3-2

$$\text{ปริมาณน้ำจัดหาจากระบบประปาหมู่บ้าน} = \text{กำลังการผลิต} \times \text{จำนวนประปาหมู่บ้าน} \quad (7.3-2)$$

โดยที่	ปริมาณน้ำจัดหาจากระบบประปาหมู่บ้าน	หน่วย ลบ.ม./วัน
	กำลังการผลิต	หน่วย ลบ.ม./วัน
	จำนวนประปาหมู่บ้าน	หน่วย แห่ง

2.2) แหล่งน้ำสำรอง

ปัญหาในการประเมินข้อมูลปริมาณน้ำจัดหาของสระเก็บน้ำหรือบ่อน้ำ คือต้องการข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับสระเก็บน้ำและข้อมูลระดับน้ำของสระเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลา ทำให้ไม่สามารถประเมินปริมาณน้ำได้ ดังนั้นในการศึกษานี้ได้ตั้งสมมติฐานขึ้นเพื่อใช้สร้างสมการประเมินปริมาณน้ำไว้ดังนี้

สมมติฐานที่กำหนดขึ้น

- (1) ปลายฤดูฝน ปริมาณน้ำในสระเก็บน้ำจะเต็มความจุของสระเก็บน้ำ
- (2) มีการใช้น้ำจากสระเก็บน้ำ เมื่อปริมาณ Supply จากแหล่งอื่นไม่มีเพียงพอต่อ ความต้องการใช้น้ำ
- (3) ในฤดูแล้งไม่มีน้ำไหลเข้าสระเก็บน้ำ

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณน้ำจัดหาจากสระเก็บน้ำ (t+1)} = & \text{ความจุสระเก็บน้ำสิ้นเดือน (t)} \\ & - \text{ความต้องการน้ำส่วนขาด (t)} \end{aligned} \quad (7.3-3)$$

โดยที่ ปริมาณน้ำจัดหาจากสระเก็บน้ำ	หน่วย ลบ.ม.
ความจุสระเก็บน้ำสิ้นเดือน (t)	หน่วย ลบ.ม.
ความต้องการน้ำส่วนขาด (t)	หน่วย ลบ.ม.

7.3.2 เครื่องมือคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า

เครื่องมือคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้าในระบบ DSS ได้เลือกใช้วิธีการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้าโดยอาศัยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติข้อมูลน้ำท่าในอดีตของแต่ละสถานีกับสถิติปริมาณน้ำท่าของเดือนที่ผ่านมาเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่เลือกใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในเดือนถัดไป ในการศึกษานี้ได้กำหนดประเภทของข้อมูลน้ำท่าที่คาดการณ์ออกเป็น 2 ประเภทคือ ข้อมูลน้ำท่าที่ไหลผ่านสถานีวัดน้ำท่าในลำน้ำ และข้อมูลน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ โดยมีรายละเอียดของแบบจำลองที่ใช้ดังต่อไปนี้

- 1) แบบจำลองคาดการณ์น้ำท่าที่ไหลผ่านสถานีวัดน้ำท่าในลำน้ำ

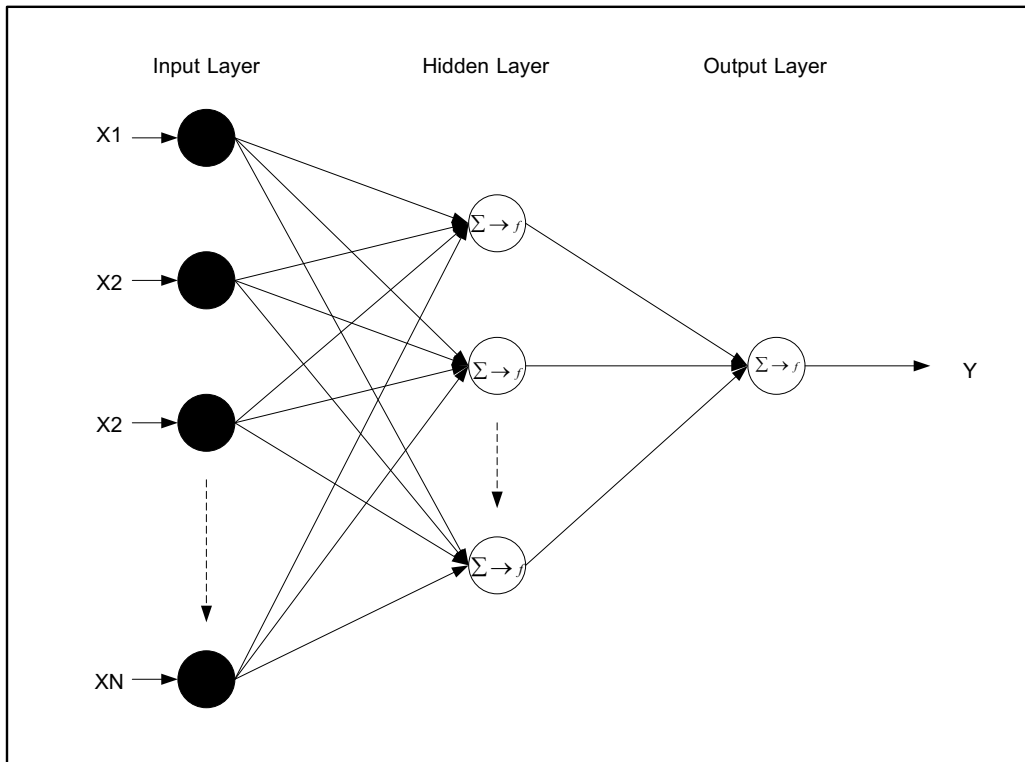
แบบจำลองที่ใช้ คือ แบบจำลอง Thomas Fiering แบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองประเภท implicit stochastic model ใช้หลักการสังเคราะห์ข้อมูลน้ำท่ารายเดือนของเดือนถัดไปด้วยข้อมูลน้ำท่าของเดือนที่ผ่านมาและสถิติน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนรายสถานี (AIT, 2536) ดังสมการที่ 7.3-4

$$Q_{i+1} = \bar{Q}_{j+1} + b_{j+1}(Q_i - \bar{Q}_j) + t_i s_{j+1} (1 - r_{j+1}^2)^{1/2} \quad (7.3-4)$$

โดย $i = 1, \dots, 12N$
 $N =$ จำนวนปีที่จะสร้างข้อมูล
 $j =$ เดือน
 $\bar{Q}_j =$ ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน
 $b_{j+1} =$ สัมประสิทธิ์ถดถอยระหว่างปริมาณน้ำท่าในเดือนที่ $j+1$ และ j
 $t_i =$ ค่าตัวแปรสุ่มของเดือนที่ i
 $s_{j+1} =$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณน้ำท่าในเดือนที่ $j+1$
 $r_{j+1} =$ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าในเดือนที่ $j+1$ และ j
 $Q_{i+1} =$ ปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์สำหรับเดือนที่ $i+1$
 $Q_i =$ ปริมาณน้ำท่าของเดือนก่อนหน้า

2) แบบจำลองคาดการณ์น้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ

แบบจำลองที่ใช้ คือ แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network, ANN) เป็นระบบประมวลผลข้อมูลที่มีการกระจายการคำนวณแบบขนานโดยเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ ซึ่งประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผลหลายๆ เซลล์ทำหน้าที่คล้ายกับเซลล์ของสมองมนุษย์ โดยที่แต่ละเซลล์จะโยงใยติดต่อกันและส่งสัญญาณผลลัพธ์ต่อไปข้างหน้าตามลำดับ ดังนั้นแต่ละเซลล์จะรับรู้ข้อมูลจากหลายทาง ประมวลผลและส่งต่อไปยังเซลล์อื่นๆ แบบจำลอง ANN มีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นแบบชนิดคำนวณไปข้างหน้าหลายชั้น (multi-layer feed forward) โครงสร้างของแบบจำลองดังรูปที่ 7.3-1 และวิธีการคำนวณมีดังต่อไปนี้



รูปที่ 7.3-1 โครงสร้างแบบจำลอง ANN แบบชนิดคำนวณไปข้างหน้าหลายชั้น

ขั้นตอนการคำนวณไปข้างหน้า

- (1) ในชั้นตัวแปรนำเข้า (Input Layer) แต่ละหน่วย (X_i , $i = 1, 2, \dots, N$) รับค่าตัวแปรนำเข้า X_i และส่งต่อไปยังชั้นตัวแปรซ่อนซึ่งอยู่ถัดไป
- (2) ในชั้นตัวแปรซ่อน (Hidden Layer) แต่ละหน่วย (Z_j , $j = 1, 2, \dots, N$) รับค่าผลรวมของผลคูณระหว่างตัวแปรนำเข้า X_i และค่าน้ำหนักระหว่างชั้นตัวแปรนำเข้าและชั้นตัวแปรซ่อน W_{ij}

$$Z_{in_j} = W_{oj} + \sum x_i W_{ij} \quad (7.3-5)$$

เมื่อ

W_{oj} คือ ค่าเอนเอียงในชั้นตัวแปรซ่อน j

X_i คือ ค่าตัวแปรนำเข้าในชั้นตัวแปรนำเข้า

W_{ij} คือ ค่าน้ำหนักระหว่างหน่วย i ในชั้นตัวแปรนำเข้าและหน่วย j ในชั้นตัวแปรซ่อน

หลังจากนั้นค่า Z_{in_j} ถูกแปลงผ่านฟังก์ชันกระตุ้นแบบซิกมอยด์ ค่าที่ได้เป็นค่าตัวแปรออกจากชั้นตัวแปรซ่อนเพื่อส่งผ่านให้ชั้นต่อไป

$$Z_j = f(Z_{in_j}) \quad (7.3-6)$$

เมื่อ f คือ ฟังก์ชันกระตุ้นแบบซิกมอยด์ ดังแสดง

$$f(Z_{in_j}) = \frac{1}{1 + \exp(-x)} \quad (7.3-7)$$

(3) ในชั้นตัวแปรออก (Output Layer) ก็คำนวณเช่นเดียวกับชั้นตัวแปรซ่อนในข้อ (1.5) โดยแต่ละหน่วย (Y_k , $k = 1, 2, \dots, n$) รับค่าผลรวมของผลคูณระหว่างตัวแปรนำเข้า Z_j และค่าน้ำหนักระหว่างชั้นตัวแปรซ่อนและชั้นตัวแปรออก W_{jk}

$$Y_{in_k} = W_{ok} + \sum Z_j W_{jk} \quad (7.3-8)$$

เมื่อ W_{ok} คือ ค่าเอนเอียงในชั้นตัวแปรซ่อน k

W_{jk} คือ ค่าน้ำหนักระหว่างหน่วย j ในชั้นตัวแปรซ่อนและหน่วย k ในชั้นตัวแปรออก

หลังจากนั้นค่า Y_{in_k} ถูกแปลงผ่านฟังก์ชันกระตุ้นแบบซิกมอยด์ ค่าที่ได้เป็นผลลัพธ์จากแบบจำลอง

$$Y_k = f(Y_{in_k}) \quad (7.3-9)$$

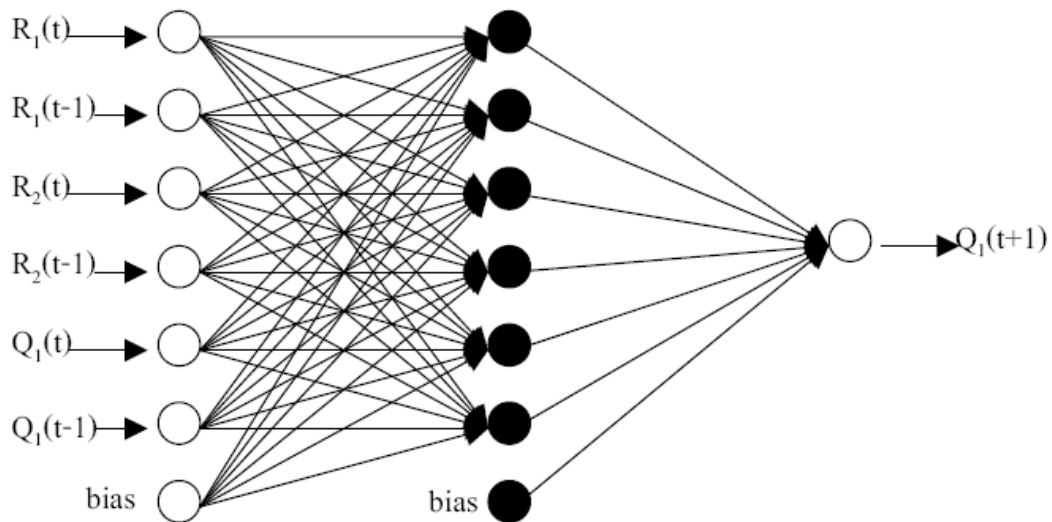
จากการทบทวนผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องพบว่า คณิต (2548) ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลอง ANN ชนิดคำนวณไปข้างหน้าหลายชั้น เพื่อการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างเก็บน้ำดอกกรายและหนองปลาไหล โดยคาดการณ์ข้อมูลปริมาณน้ำท่าเป็นเวลาล่วงหน้า 1-7 วัน และล่วงหน้า 1-7 เดือน ซึ่งแบบจำลอง ANN จะให้ผลการพยากรณ์ล่วงหน้าที่ดีในช่วงเวลา 1 วัน และ 1 เดือน โดยแสดงค่าสถิติในการพยากรณ์ได้ดังตารางที่ 7.3-2

ตารางที่ 7.3-2 ค่าสถิติการปรับเทียบและปรับทานแบบจำลอง ANN

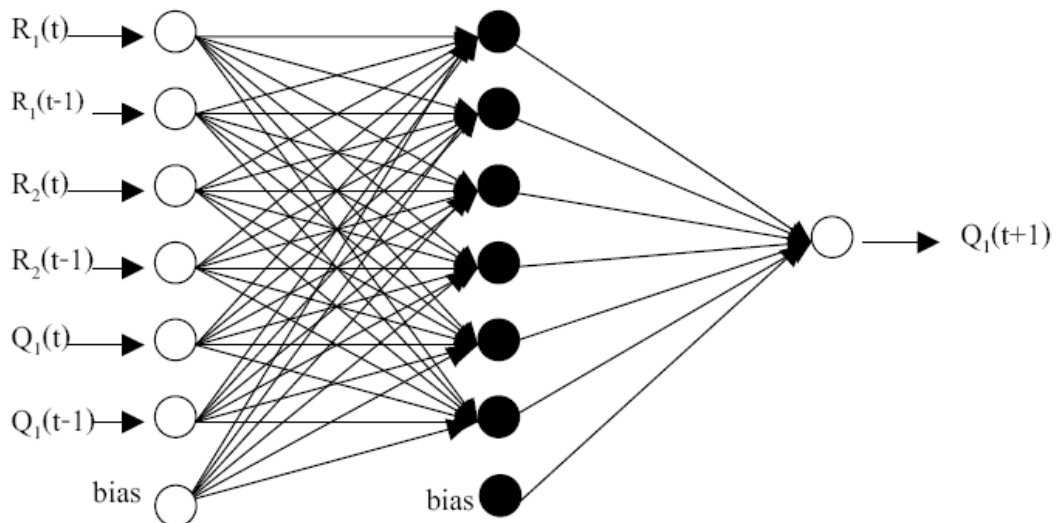
อ่างเก็บน้ำ	ช่วงเวลา	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง	
		ปรับเทียบ (R ²)	ปรับ ทาน (R ²)	ปรับเทียบ (R ²)	ปรับทาน (R ²)
อ่างเก็บน้ำดอกกราย	1 วัน	0.83	0.73	0.78	0.65
	1 เดือน	0.99	0.81	0.98	0.62
อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล	1 วัน	0.82	0.73	0.79	0.58
	1 เดือน	0.99	0.58	0.99	0.55

ที่มา: คณิต ชินวงศ์ (2548)

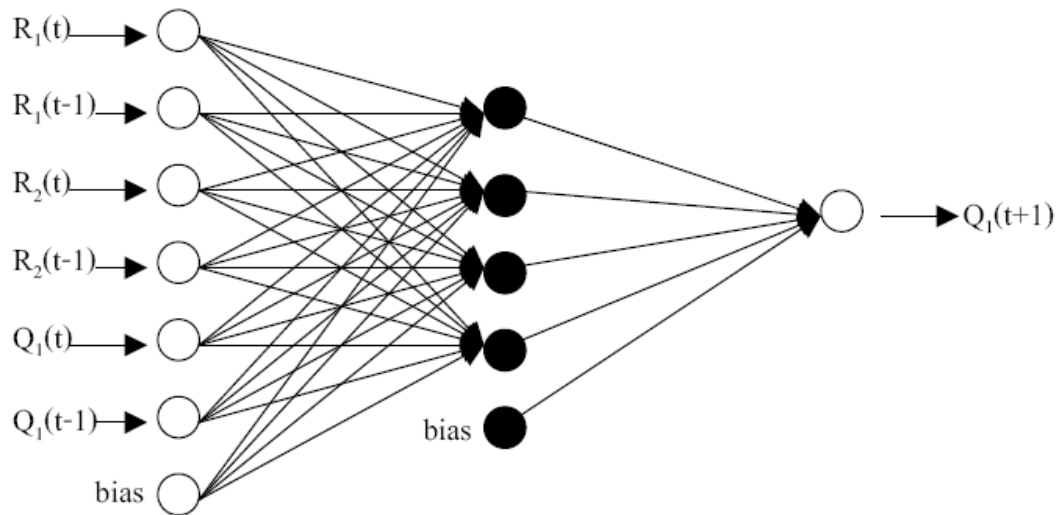
สำหรับระบบคาดการณ์น้ำท่าไหลลงอ่างเก็บน้ำที่จะพัฒนาขึ้นจึงได้นำผลการศึกษาข้างต้นมาเป็นเกณฑ์การตัดสินใจที่จะเลือกใช้ช่วงเวลาในการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างเก็บน้ำดอกกรายและหนองปลาไหลในระยะเวลา 1 วันและ 1 เดือนล่วงหน้า ซึ่งโครงสร้างของแบบจำลอง ANN แสดงดังรูปที่ 7.3-2 ถึง 7.3-5 ตัวอย่างผลการคำนวณแสดงไว้ในรูปที่ 7.3-6



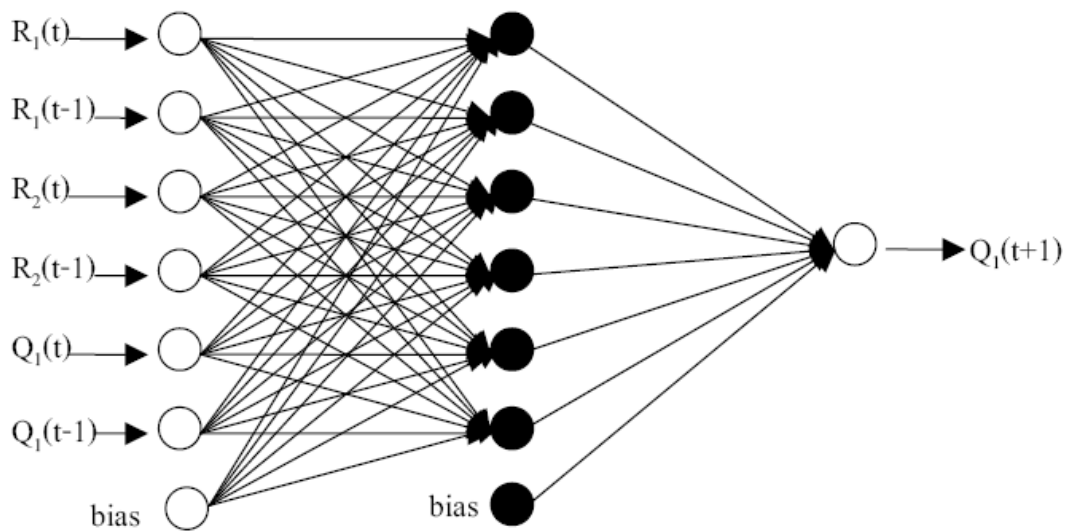
รูปที่ 7.3-2 โครงสร้างแบบจำลอง ANN สำหรับพยากรณ์น้ำไหลเข้าอ่างฯ ดอกทราย
ล่วงหน้า 1 วัน (คณิต ชินวงศ์, 2548)



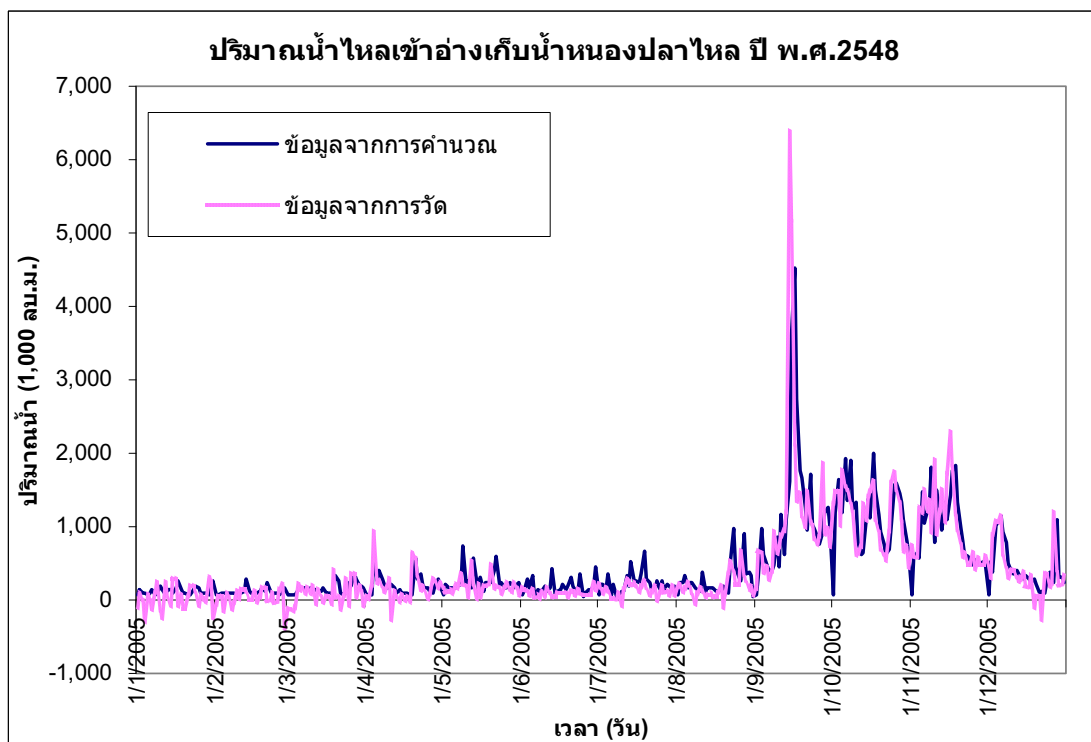
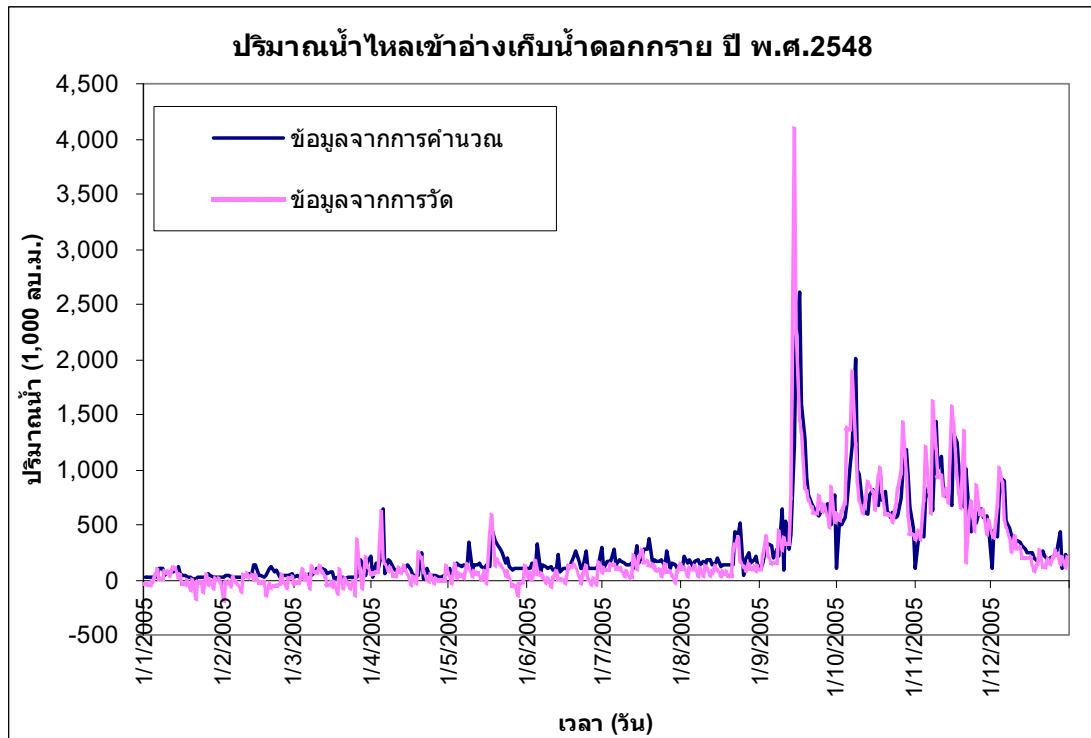
รูปที่ 7.3-3 โครงสร้างแบบจำลอง ANN สำหรับพยากรณ์น้ำไหลเข้าอ่างฯ ดอกทราย
ล่วงหน้า 1 เดือน (คณิต ชินวงศ์, 2548)



รูปที่ 7.3-4 โครงสร้างแบบจำลอง ANN สำหรับพยากรณ์น้ำไหลเข้าอ่างฯ หนองปลาไหล
ล่วงหน้า 1 วัน (คณิต ชินวงศ์, 2548)



รูปที่ 7.3-5 โครงสร้างแบบจำลอง ANN สำหรับพยากรณ์น้ำไหลเข้าอ่างฯ หนองปลาไหล
ล่วงหน้า 1 เดือน (คณิต ชินวงศ์, 2548)



ที่มา: ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำ (<http://www.cuwater.org>)

รูปที่ 7.3-6 ตัวอย่างวิเคราะห์พยากรณ์น้ำท่าไหลเข้าอ่างเก็บน้ำดอกกรายและหนองปลาไหล ปี พ.ศ. 2548 ด้วยแบบจำลอง ANN

7.3.3 เครื่องมือวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำ

เครื่องมือวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำเป็นการวิเคราะห์การใช้น้ำจากหน่วยที่เล็กที่สุดเชิงพื้นที่และตำแหน่ง ได้แก่ รายชนิดและขนาดพื้นที่เพาะปลูก รายโรงงาน เป็นต้น รวมกันเป็นภาพรวมความต้องการใช้น้ำในระดับตำบล กลุ่มน้ำและจังหวัด โดยสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินการใช้น้ำอุปโภคบริโภค อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม มีข้อกำหนดและสมการที่ใช้ดังต่อไปนี้

1) ความต้องการใช้น้ำอุปโภคบริโภค

$$\text{การใช้น้ำอุปโภคบริโภค} = \text{จำนวนประชากร} \times \text{อัตราการใช้น้ำ}^{**} \quad (7.3-10)$$

โดยที่	การใช้น้ำอุปโภคบริโภค	หน่วย ลิตร/วัน
	จำนวนประชากร	หน่วย คน
	อัตราการใช้น้ำในเขตเทศบาลเท่ากับ	200 ลิตร/คน/วัน
	อัตราการใช้น้ำในเขตประปาส่วนภูมิภาคเท่ากับ	200 ลิตร/คน/วัน
	อัตราการใช้น้ำนอกเขตเทศบาลเท่ากับ	100 ลิตร/คน/วัน

*หมายเหตุ: จำนวนประชากรแปรผันตามขนาดพื้นที่ เช่น ครุฑเรื่อน หมู่บ้าน ตำบลและจังหวัด เป็นต้น

**หมายเหตุ: อัตราการใช้น้ำเป็นค่า default สามารถปรับแก้ได้

2) ความต้องการใช้น้ำอุตสาหกรรม

2.1) ความต้องการใช้น้ำรายโรงงาน

$$\text{ความต้องการใช้น้ำรายโรงงาน} = \text{จำนวนแรงแม่รายโรงงาน} \times \text{อัตราการใช้น้ำ} \quad (7.3-11)$$

โดยที่	การใช้น้ำอุตสาหกรรมรายโรงงาน	หน่วย ลบ.ม./วัน
	จำนวนแรงแม่รายโรงงาน	หน่วย แรงแม่
	อัตราการใช้น้ำ	หน่วย ลบ.ม./แรงแม่/วัน

สำหรับค่าอัตราการใช้น้ำกำหนดให้ ผันแปรตามประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละแห่งที่ได้มีการจดทะเบียนและขึ้นบัญชีไว้กับกรมโรงงาน โดยอัตราการใช้น้ำตามประเภทของโรงงานแสดงไว้ในภาคผนวก จ

3) ความต้องการใช้น้ำเกษตร

$$\text{ความต้องการใช้น้ำรายพืช (ET)} = K_c \times E_{tp} - RE \quad (7.3-12)$$

โดย ET = ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (มม./เดือน)
Kc = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำขึ้นอยู่กับชนิดของพืช
E_{tp} = ปริมาณความต้องการน้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน) ดังตารางที่ 7.3-3
RE = ฝนใช้การรายเดือน (มม.)

การคำนวณฝนใช้การรายเดือนในการศึกษานี้ได้นำข้อมูลผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำด้วยโปรแกรม WUSMO จากสถิติข้อมูลฝนย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2538-2548) ได้แก่ ปริมาณฝนใช้การรายเดือน มาหาความสัมพันธ์กับข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในรูปแบบสมการพหุนาม (polynomial) ทั่วไปดังสมการที่ 7.3-13

$$RE = a.R^2 + b.R + c \quad (7.3-13)$$

โดย a และ b คือ ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย และ c คือ ค่าคงที่ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 7.3-4

ตารางที่ 7.3-3 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธีของ Penman Moteith

เดือน	การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (E _{tp})
	มม./วัน
มกราคม	3.9
กุมภาพันธ์	4.5
มีนาคม	5.0
เมษายน	5.2
พฤษภาคม	4.7
มิถุนายน	4.5
กรกฎาคม	4.4
สิงหาคม	4.3
กันยายน	3.9
ตุลาคม	3.8
พฤศจิกายน	3.9
ธันวาคม	3.9

ตารางที่ 7.3-4 ค่าสัมประสิทธิ์สมการฝนใช้การจังหวัดระยอง

อำเภอ	ข้าว				พืชไร่			
	a	b	c	R ²	a	b	c	R ²
เมือง	-0.0008	0.9463	2.9000	0.930	-0.0009	0.7028	8.4041	0.875
บ้านฉาง	-0.0010	0.9099	3.1431	0.893	-0.0008	0.616	6.7421	0.882
แกลง	-0.0017	1.1719	-2.087	0.910	-0.0015	0.8479	1.4700	0.913
วังจันทร์	-0.0004	0.7819	5.0672	0.862	-0.0013	0.8289	3.6671	0.923
บ้านค่าย	-0.001	0.9862	2.6219	0.917	-0.0016	0.8997	3.103	0.903
ปลวกแดง	-0.0012	1.068	1.4531	0.940	-0.0013	0.8285	5.5535	0.890
นิคมพัฒนา	-0.0012	0.9961	2.4295	0.916	-0.0011	0.7399	6.222	0.8965
กิ่ง อ.เขาชะเมา	-0.0012	1.0898	-1.903	0.891	-0.0013	0.8133	2.1435	0.920

7.3.4 เครื่องมือในการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำ

น้ำในธรรมชาติไม่สามารถบริหารจัดการได้ แต่น้ำในอ่างเก็บน้ำสามารถบริหารจัดการได้ โดยการควบคุม จัดสรรน้ำ และระบายน้ำในอ่างให้เหมาะสมกับการใช้น้ำ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล และเทคนิคในการจัดการอ่างเก็บน้ำ ในการศึกษาค้างนี้มี อ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลและอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ ที่ควบคุมและบริหารจัดการโดยโครงการชลประทานระยอง กรมชลประทาน วิธีการจัดการข้อมูลและเทคนิคการจัดการ มีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อมูลสำหรับการจัดการอ่างเก็บน้ำ

ข้อมูลสำหรับการจัดการอ่างเก็บน้ำ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ได้แก่ ข้อมูลที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (static data) และข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (time series data) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1) ข้อมูลที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะของอ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วย พื้นที่รับน้ำฝน โค้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรน้ำ-พื้นที่ผิวน้ำและระดับน้ำ ข้อมูลระดับเก็บกักต่ำสุดและปริมาตรน้ำ ข้อมูลระดับเก็บกักปกติและปริมาตรน้ำ ข้อมูลระดับเก็บกักสูงสุดและปริมาตรน้ำ และการเชื่อมต่อของระบบอ่างเก็บน้ำแบบอนุกรมหรือขนาน สำหรับอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ซึ่งประกอบด้วย อ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลและอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ สามารถสรุปคุณลักษณะของอ่างเก็บน้ำได้ดังตารางที่ 7.3-5

1.2) ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

ได้แก่ ข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา อุทกวิทยา เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ข้อมูลการระเหย เป็นต้น ข้อมูลระดับน้ำในอ่าง ปริมาตรน้ำในอ่าง และข้อมูลความต้องการน้ำและข้อมูลปริมาณน้ำที่ผัน เป็นต้น

ตารางที่ 7.3-5 ข้อมูลคุณลักษณะของอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำคลองใหญ่

รายการ	อ่างเก็บน้ำ ดอกกราย	อ่างเก็บน้ำ หนองปลา ไหล	อ่างเก็บน้ำ คลองใหญ่
1. ระดับเก็บกักปกติ,ม.รทก.	+52.60	+45.00	+46.00
2. ระดับเก็บกักต่ำสุด,ม.รทก.	+40.00	+33.30	+40.00
3. ปริมาตรความจุที่ระดับเก็บกักปกติ, ล้าน ลบ.ม.	71.40	163.75	40.10
4. ปริมาตรความจุที่ระดับเก็บกักต่ำสุด, ล้าน ลบ.ม.	3.00	13.50	3.00
5. ความจุใช้การ, ล้าน ลบ.ม.	68.40	150.25	37.10
6. พื้นที่รับน้ำฝน, ตร.กม.	291.00	408.00	218.00

2) เทคนิคและวิธีการจัดการอ่างเก็บน้ำ

เนื่องจากข้อมูลส่วนใหญ่ที่ใช้ในการจัดการอ่างเก็บน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา การจัดการอ่างเก็บน้ำให้มีประสิทธิภาพและให้สามารถใช้พื้นที่เก็บกักไว้ให้นานที่สุด จำเป็นต้องมีการใช้เทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมเป็นเครื่องมือสนับสนุนเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่เกิดขึ้นและคาดการณ์ผลกระทบข้างหน้าที่เกิดจากที่จะเกิดเพื่อจะได้วางแผนและแจ้งเตือนสถานการณ์น้ำในพื้นที่ได้ล่วงหน้าอีกทั้งสามารถจำลองและวิเคราะห์แนวทางการจัดสรรน้ำในช่วงที่มีวิกฤติ ในปัจจุบันนี้เทคนิคการ จัดอ่างเก็บน้ำมีการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การใช้เทคนิคที่มีรูปแบบง่าย จนถึงการใช้เทคนิคขั้นสูง เทคนิคการจัดการอ่างเก็บน้ำที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ DSS คือ เทคนิคสมมูลน้ำในอ่างเก็บน้ำ รายละเอียดดังนี้

3) การวิเคราะห์สมมูลน้ำในอ่างเก็บน้ำ

เทคนิคการทำสมมูลน้ำในอ่างเก็บน้ำเป็นเทคนิคที่นิยมใช้ทั่วไป เป็นการวิเคราะห์และคาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาถัดไปข้างหน้าเป็นรายวัน รายเดือน หรือรายปี โดยอาศัยสถิติข้อมูลในอดีตหรือข้อมูลจากการประเมินและคาดการณ์ การคำนวณสมมูลน้ำในอ่างเก็บน้ำมีสูตรการคำนวณง่าย ๆ และสามารถประยุกต์ใช้ได้กับอ่างเก็บน้ำทุกขนาด สูตรคำนวณดังสมการที่ 7.3-14

$$S_t = S_{t-1} + I_t + R_t - O_t - L_t - E_t + D_t \quad (7.3-14)$$

- เมื่อ
- S_t คือ ปริมาณน้ำที่เก็บกักไว้ที่สิ้นเดือน t
- S_{t-1} คือ ปริมาณน้ำที่เก็บกักไว้ที่สิ้นเดือน t-1
- I_t คือ ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างในช่วงเดือน t
- R_t คือ ปริมาณฝนที่ตกลงในบริเวณอ่างเก็บน้ำในช่วงเดือน t
- O_t คือ ปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากอ่างในช่วงเดือน t
- L_t คือ ปริมาณน้ำที่สูญเสียเนื่องจากการรั่วซึมจากอ่างในช่วงเดือน t
- E_t คือ ปริมาณน้ำที่สูญเสียเนื่องจากการระเหยจากผิวน้ำในช่วงเดือน t
- D_t คือ ปริมาณน้ำที่ผันเข้า (+) / ออก (-) จากอ่างเก็บน้ำ

โดยที่ R_t และ E_t เป็นฟังก์ชันของพื้นที่ผิวของอ่างเก็บน้ำ

$$\text{ส่วน } L_t \text{ มีค่าเท่ากับ } \frac{(S_t + S_{t-1})}{2 \times 365} \times 0.10 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อวัน}$$

ข้อกำหนดของตัวแปรวิเคราะห์สมมูลน้ำในอ่างเก็บน้ำ

(1) ปริมาณน้ำเก็บกัก (S_t)

ปริมาณน้ำในระยะเวลาใดช่วงเวลานึงสัมพันธ์กับระดับน้ำของอ่างเก็บน้ำ ณ เวลานั้น จากรูปโค้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรน้ำ-พื้นที่ผิวน้ำและระดับน้ำ ดังรูปที่ 7.3-7 สามารถวิเคราะห์สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรน้ำและระดับน้ำได้ดังนี้

อ่างเก็บน้ำดอกกราย : $S_t = 2.8056 (WL)^6 - 107.74(WL)^5 + 1231.9 (WL)^4 - 8491.2(WL)^3 + 32337(WL)^2 + 431256 (WL) + 56.232$

อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล: $S_t = 6.0271 (WL)^6 - 405.33(WL)^5 + 10087 (WL)^4 - 98958(WL)^3 + 839649(WL)^2 - 780883 (WL) + 212869$

อ่างเก็บน้ำดอกกราย : $A_t = 2 \cdot 10^{(-17)} (WL)^3 - 3 \cdot 10^{(-9)} (WL)^2 + 0.2776 (WL) + 369858$

อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล: $A_t = 10^{(-8)} (WL)^3 - 7 \cdot 10^{(-10)} (WL)^2 + 0.2215 (WL) + 10^{(6)}$

(2) ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (I_t)

โดยทั่วไปวิธีประเมินและคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมักนิยมใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูล เนื่องจากขาดข้อมูลทางกายภาพหรือต้องการข้อมูลทางกายภาพจำนวนมากในการพัฒนาแบบจำลอง เช่น การประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า, TANK Model, NAM Model หรือ SSARR Model เป็นต้น จึงทำให้มีงานวิจัยจำนวนมากพยายามนำเทคนิคต่างๆ มาใช้คาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ เช่น แบบจำลองอนุกรมเวลา ได้แก่ multi-regression, ARIMA และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (artificial neural network, ANN) ซึ่งใช้เพียงข้อมูลนำเข้าและข้อมูลผลลัพธ์ในการสร้างแบบจำลองเท่านั้น สำหรับการศึกษาี้เลือกใช้แบบจำลอง ANN

(3) ปริมาณฝนที่ตกลงในอ่าง (R_t)

ปริมาณฝนที่ตกลงจะกลายเป็นปริมาณน้ำในอ่างฯ ด้วยคูณกับพื้นที่ผิวอ่างเก็บน้ำดังสมการที่ 6.4-15

$$R_t = R_f \times A_t \quad (7.3-15)$$

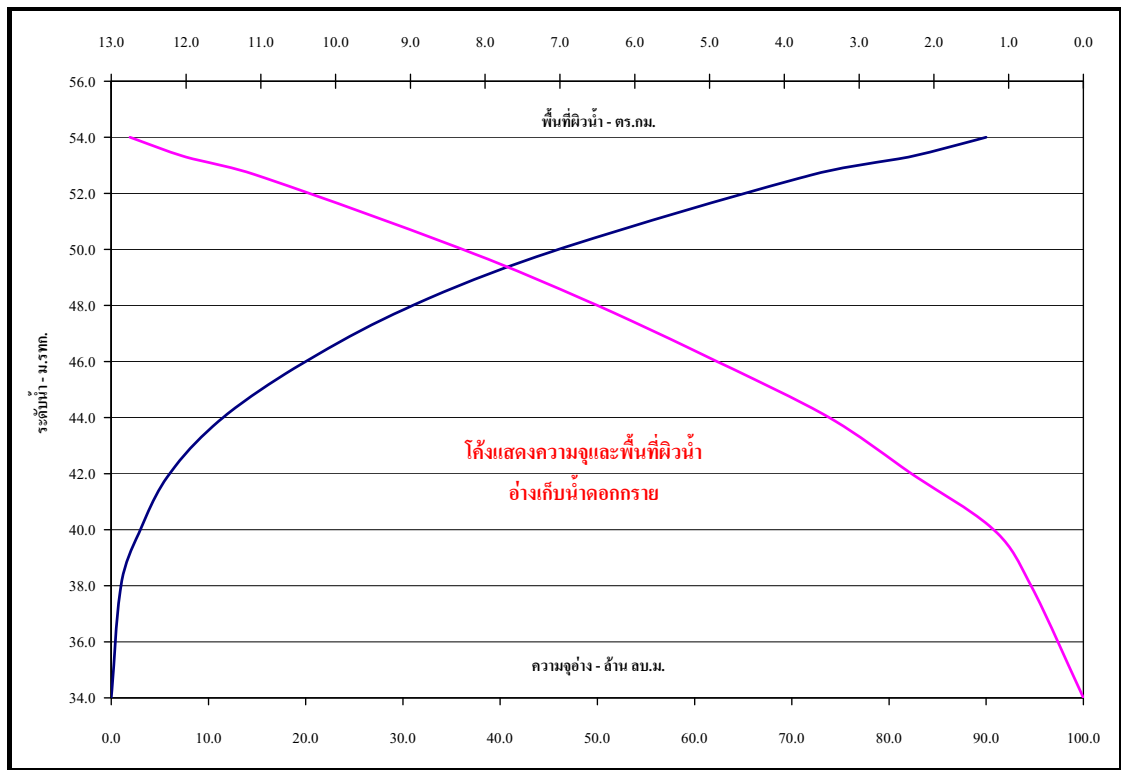
(4) ข้อมูลการผันน้ำ (D_t)

ข้อกำหนดของเกณฑ์ในการผันน้ำระหว่างอ่างเก็บน้ำในการศึกษานี้กำหนดตามรายงานการศึกษา “โครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกรายและพัฒนาระบบส่งน้ำเชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง (2548)” และ “งานทบทวนการศึกษาความเหมาะสมการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียด โครงการอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ (2538)” มีดังนี้

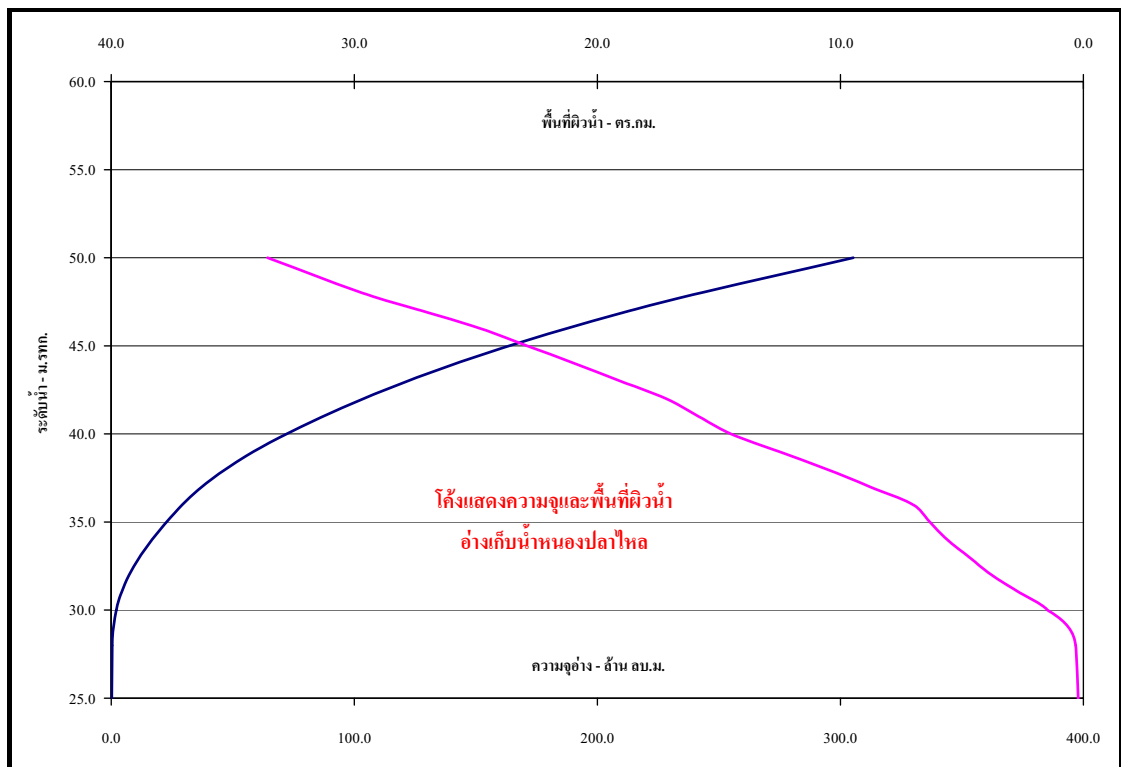
— อ่างเก็บน้ำดอกกราย ระดับเริ่มต้นผันน้ำ +51.60 ม.รทก.

— อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ ระดับเริ่มต้นผันน้ำ +46.60 ม.รทก.

อย่างไรก็ตาม ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถปรับแก้เกณฑ์ดังกล่าวได้เพื่อให้มีความเหมาะสมต่อการตัดสินใจในช่วงเวลานั้น



(ก) อ่างเก็บน้ำดอกกราย



(ข) อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล

ที่มา: โครงการชลประทานระยอง (2549)

รูปที่ 7.3-7 โค้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำ-พื้นที่ผิวน้ำและระดับน้ำ

7.3.5 เครื่องมือวิเคราะห์การจัดสรรน้ำ

เครื่องมือวิเคราะห์การจัดสรรน้ำจะทำงานร่วมกับเครื่องมือวิเคราะห์การจัดการอ่างเก็บน้ำ โดยที่การจัดสรรน้ำในช่วงภาวะปกติผู้ใช้น้ำได้รับตามต้องการ แต่ในภาวะขาดแคลนน้ำมีปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้น้ำทั้งหมดจำเป็นต้องตัดสินใจเลือกว่า จะจัดสรรน้ำให้กับผู้ใช้น้ำเพียงบางกลุ่มหรือจัดสรรน้ำให้ทุกกลุ่มใช้น้ำในสัดส่วนที่เท่ากันตามปริมาณน้ำต้นทุนที่มีนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสังคมเช่น ผลกระทบและความเสียหายที่จะเกิดขึ้นถ้ากลุ่มผู้ใช้น้ำกลุ่มนั้นขาดน้ำหรือได้รับน้ำในปริมาณที่ไม่เพียงพอ และปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์เช่น มูลค่าการใช้น้ำสุทธิ (net profit) ในแต่ละกิจกรรมต่อหน่วยการใช้น้ำ เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นว่า ข้อมูลทางด้านวิศวกรรมแหล่งน้ำเช่น ปริมาณน้ำที่มี และความต้องการน้ำ เป็นต้น เป็นข้อมูลเพียงส่วนหนึ่งที่จะนำไปเชื่อมโยงกับการวิเคราะห์ข้อมูลตัดสินใจในด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป ซึ่งในการศึกษานี้ได้ทำการรวบรวมวิธีการเชื่อมโยงข้อมูลด้านวิศวกรรมแหล่งน้ำได้แก่ ปริมาณน้ำจัดสรร หรือปริมาณน้ำที่ได้รับ กับความเสียหายทางสังคมด้านการเกษตร และการประเมินมูลค่าน้ำสุทธิต่อหนึ่งหน่วยการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) ผลผลิตและความเสียหายทางเกษตรต่อการขาดน้ำ

FAO (1979) ได้ทำการทดลองและหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่พืชต้องการ (Etm) กับปริมาณน้ำที่ได้รับ (ETa) ต่อผลผลิตของพืช (Ya) ดังสมการที่ 7.3-16 ต่อมาสมการนี้ถูกนำไปใช้ในประเมินผลด้านการเกษตรในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย (Perez และคณะ 2001) และงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลผลิตด้านการเกษตรกับการใช้น้ำ เช่น Zarghaami (2006), Ximing Cai et al (2003) และ Ringler et al. (2002) เป็นต้น

$$1 - \frac{Y_a}{Y_m} = K_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m} \right) \quad (7.3-16)$$

โดย	Ya	=	ผลผลิตที่ได้ในสภาวะขาดน้ำ	(ตัน/ไร่)
	Ym	=	ผลผลิตที่ได้ในสภาวะปกติ	(ตัน/ไร่)
	ETa	=	ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ / ปริมาณน้ำจัดสรรเพื่อการเกษตร	(ลบ.ม.)
	ETm	=	ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ	(ลบ.ม.)
	Ky	=	yield response factor	

ค่าผลผลิต (Ya) ที่คำนวณได้สามารถนำไปประเมินรายได้จากการเพาะปลูกพืช โดยคิดรวมกับราคาขายของพืชแต่ละชนิด ดังสมการที่ 7.3-17

$$\text{รายได้จากการเกษตร} = \text{ผลผลิต} * \text{ราคาขาย} \quad (7.3-17)$$

2) มูลค่าน้ำสุทธิเพื่ออุปโภคบริโภค

มูลค่าน้ำสุทธิต่อหน่วยการใช้น้ำหนึ่งหน่วยเพื่อการอุปโภคบริโภคประเมินโดยใช้วิธี inverse function โดยคำนวณจากประโยชน์การใช้น้ำหักออกด้วยต้นทุนการใช้น้ำบนฐานข้อมูลรายเดือน (Babel, 2005) ดังสมการที่ 7.3-18

$$NP_{dom} = \left[w_0 * p_0 * \left\{ \frac{1}{1+\alpha} * \left\{ \frac{w}{w_0} \right\}^\alpha + \left(0.743 - \frac{1}{1+\alpha} \right) \right\} - w * ws_c \right] \quad (7.3-18)$$

โดย

NP_{dom}	= มูลค่าน้ำสุทธิเพื่ออุปโภคบริโภค
w_0	= ความต้องการน้ำรายเดือนสูงสุด
w	= ความต้องการน้ำรายเดือน
p_0	= มูลค่าน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค
e	= ความยืดหยุ่นของราคา
α	= $1/e$
ws_c	= ต้นทุนน้ำ

3) มูลค่าน้ำสุทธิเพื่ออุตสาหกรรม

มูลค่าน้ำสุทธิต่อหน่วยการใช้น้ำหนึ่งหน่วยเพื่ออุตสาหกรรมประเมินโดยใช้วิธี inverse function โดยคำนวณจากประโยชน์การใช้น้ำหักออกด้วยต้นทุนการใช้น้ำบนฐานข้อมูลรายเดือน (Babel, 2005) ดังสมการที่ 7.3-19

$$NP_{ind} = \left[w_0 * p_0 * \left\{ \frac{1}{1+\alpha} * \left\{ \frac{w}{w_0} \right\}^\alpha + \left(0.743 - \frac{1}{1+\alpha} \right) \right\} - w * ws_c \right] \quad (7.3-19)$$

โดย

NP_{ind}	= มูลค่าน้ำสุทธิเพื่ออุตสาหกรรม
w_o	= ความต้องการน้ำรายเดือนสูงสุด
w	= ความต้องการน้ำรายเดือน
p_o	= มูลค่าค่าเพื่อการผลิตสินค้า
e	= ความยืดหยุ่นของราคา
α	= $1/e$
WS_C	= ต้นทุนน้ำ

4) มูลค่าน้ำสุทธิเพื่อการเกษตร

มูลค่าน้ำสุทธิต่อหน่วยการใช้น้ำหนึ่งหน่วยเพื่อการเกษตรประเมินจาก ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการปลูกพืชทั้งหมดหักออกด้วยต้นทุนในการปลูกพืชและคูณด้วยอัตราการส่วนการใช้น้ำรายเดือนต่อการใช้น้ำตลอดทั้งปี และหารด้วยการการใช้น้ำเพื่อการปลูกพืชรายเดือน (Babel, 2005) ดังสมการที่ 7.3-20

$$NP_{agr} = A \times B \quad (7.3-20)$$

$$\text{เมื่อ } A = \frac{1}{\sum_{cp=1}^n MW_{(m,cp)}}$$

$$B = \sum_{cp=1}^n \left[\left\{ \frac{(A \times Y \times P)_{agr} - A * \{F + M + L + O\}_{agr} - WS_{agr} * \sum_{m=1}^{12} MW_{(m,cp)}}{\sum_{m=1}^{12} MW_{(m,cp)}} \right\} * \{MW_{(m,cp)}\}_{m=1}^2 \right]$$

โดย

NP_{agr}	= มูลค่าน้ำสุทธิเพื่อการเกษตร
Cp	= พืช
M	= เดือน
A	= ขนาดพื้นที่เพาะปลูก
Y	= ผลผลิตที่ได้
P	= ราคาที่ขายได้
F	= ต้นทุนปุ๋ย

M	=	ต้นทุนเครื่องจักร
L	=	ต้นทุนแรงงาน
O	=	ต้นทุนอื่นๆ
WS_{agr}	=	ต้นทุนน้ำต่อหน่วย
$MW_{(m,cp)}$	=	ความต้องการใช้น้ำ

7.3.6 เครื่องมือวิเคราะห์การจัดสรรน้ำหลายเกณฑ์

เครื่องมือวิเคราะห์การจัดสรรน้ำหลายเกณฑ์เป็นเครื่องมือให้ผู้ตัดสินใจแต่ละคนทำการเปรียบเทียบความสำคัญของผลกระทบแต่ละด้านด้วยสเกลมาตรฐานเดียวกัน (สเกล 1-9) เพื่อโปรแกรมจะทำการตรวจสอบความมั่นคงในการเปรียบเทียบของผู้ตัดสินใจ หลังจากนั้นผู้ตัดสินใจต้องนำข้อมูลผลกระทบที่เกิดจากการตัดสินใจที่จะจัดสรรน้ำในทางเลือกต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลผลกระทบในด้านต่างๆ ทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น มาก-ปานกลาง-น้อย-ไม่มีผล และข้อมูลเชิงปริมาณ มาพิจารณาให้คะแนนระดับความพอใจตั้งแต่ 0-100 ข้อมูลระดับความพอใจและคะแนนของผู้ตัดสินใจแต่ละคนจะถูกปรับให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกันและนำไปรวมกับค่าความสำคัญที่กำหนดไว้ก่อนหน้า ทำยสุดท้ายทางเลือกแต่ละทางเลือกจะถูกจัดอันดับตามลำดับคะแนนเพื่อใช้สนับสนุนการตัดสินใจ รายละเอียดขั้นตอนมีดังนี้

(1) ตารางสเกลสำหรับเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างเกณฑ์การตัดสินใจ

ข้อมูลการเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างเกณฑ์การตัดสินใจคู่หนึ่งแสดงใน 2 รูปแบบ คือ ข้อมูลแสดงระดับความสำคัญแบบความรู้สึกและข้อมูลเปรียบเทียบเชิงตัวเลข ดังแสดงในตารางที่ 7.3-6 ผลการเปรียบเทียบสามารถจัดรูปแบบการเปรียบเทียบเป็นตารางเมทริกซ์ขนาด $n \times n$ ได้รูปที่ 7.3-8 ดังนี้

ตารางที่ 7.3-6 สเกลมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบความสำคัญ

ระดับความสำคัญ หรือ ความชอบ (Preference level)	ค่าแสดงเป็นตัวเลข (Numerical Value)
เท่ากัน (Equally Preferred)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately Preferred)	2
ปานกลาง (Moderately Preferred)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly Preferred)	4
ค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)	5
ค่อนข้างมากถึงมากกว่า (Strongly to Very Strongly Preferred)	6
มากกว่า (Very Strongly Preferred)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely Preferred)	8
มากที่สุด (Extremely Preferred)	9

ที่มา : เอกสาร แนวทางการจัดลำดับความสำคัญงานปรับปรุงชลประทาน (เฉพาะจุด) โดยวิธี AHP กลุ่มงานบำรุงรักษาระบบ
ชลประทาน ส่วนปรับปรุงบำรุงรักษา สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & & C_n \end{matrix} \\ \begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{pmatrix} & \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ C_n \end{matrix} \end{matrix}$$

รูปที่ 7.3-8 เมทริกซ์เปรียบเทียบความสำคัญขนาด n x n

(2) วิธีตรวจสอบความมั่นคง

ค่าน้ำหนักเปรียบเทียบจะนำมาตรวจสอบความมั่นคงด้วยค่าอัตราส่วนความมั่นคง (CR) ที่เป็นอัตราส่วนระหว่างค่าดัชนีความมั่นคงและดัชนีความมั่นคงแบบสุ่ม รายละเอียดการคำนวณดังนี้

- คำนวณดัชนีความมั่นคง (Consistency Index, CI)

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (7.3-21)$$

โดยที่ CI = ดัชนีความมั่นคง

n = จำนวนเกณฑ์การตัดสินใจ

$\lambda_{\max}$ = ค่าสูงสุดจากการวิเคราะห์ค่า Eigenvalue

- คำนวณหาค่า $\lambda_{\max}$ โดยการแก้สมการที่สมการ 7.3-22 ด้วยวิธีของ Eigenvalue

$$W \cdot w = \begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \dots \\ \dots \\ w_n \end{pmatrix} = \lambda_{\max} \cdot w \quad (7.3-22)$$

- คำนวณค่าอัตราส่วนความมั่นคง (Consistency Ratio, CR) ดังสมการที่ 7.3-23

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (7.3-23)$$

โดยที่ CR = อัตราส่วนความมั่นคง

RI = ดัชนีความมั่นคงแบบสุ่มดังตารางที่ 6.5-6

ตารางที่ 7.3-6 ค่า RI ที่ได้จากการสุ่มที่มีขนาดเมทริกซ์เท่ากับ n

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

ผลการคำนวณค่า CR ที่ยอมรับต้องมีค่าน้อยกว่า 0.1 ถ้าข้อมูลการเปรียบเทียบความสำคัญผู้ตัดสินใจไม่มีความมั่นคง ผู้ตัดสินใจนั้นจะต้องทำการปรับค่าเปรียบเทียบใหม่

- (3) ประเมินทางเลือกด้วยระดับความพอใจและคะแนน
- (4) ปรับฐานคะแนนให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

วิธีการปรับฐานคะแนนให้เป็นมาตรฐานเดียวกันอ้างอิงมาจากการวิจัยเรื่อง “Monitoring and Evaluation Scheme using the Multiple- Criteria-Decision-Making Technique: Application to Irrigation Project” โดย Professor Karamouz และคณะ (2002) ดังสมการที่ 7.3-24

$$\hat{Z}_i = R_l + \frac{(Z_{ie} - R_{le})}{(R_{ue} - R_{le})} * (R_u - R_l) \quad (7.3-24)$$

โดย	$\hat{Z}_i$	=	คะแนนที่ปรับแล้ว
	Z_i	=	คะแนน
	R_l / R_u	=	ช่วงคะแนนที่กำหนดไว้
	R_{le} / R_{ue}	=	ช่วงคะแนนมาตรฐาน

- (5) คำนวณผลรวมคะแนนกับค่าถ่วงน้ำหนัก
- (6) จัดอันดับทางเลือกตามลำดับคะแนน

บทที่ 8

ฐานข้อมูลองค์ความรู้

8.1 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อนำเสนอหรือแสดงข้อสรุป หรือผลวิเคราะห์จากระบบสารสนเทศหลัก และระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ
- 2) เพื่อนำเสนอค่าตัวแปร หรือค่าคงที่ที่ใช้ประกอบการคำนวณในระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ
- 3) เพื่อวิธีการคำนวณการใช้น้ำ และการจัดการน้ำในระบบสารสนเทศหลัก และระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ
- 4) เพื่อนำเสนอองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ ได้แก่ แผนบรรเทาหรือกักกักน้ำ แผนเตรียมพร้อมรับมือ และแผนการแจ้งเตือนภัย เป็นต้น
- 5) เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง หรือคู่มือในการปฏิบัติงานในการบริหารจัดการน้ำ และแก้ไขปัญหาวิกฤตน้ำได้
- 6) เพื่อใช้เป็นคู่มือในการใช้ระบบสารสนเทศที่ได้พัฒนาขึ้น

8.2 การรองรับความต้องการของผู้ใช้ระบบสารสนเทศฯ

ในส่วนนี้จะให้ข้อมูลกับผู้ใช้ในลักษณะรายงานและข้อบังคับหรือข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำ โดยพิจารณาแบ่งรายงานออกเป็น 3 ด้านคือ ด้านสังคม ด้านวิศวกรรม และด้านผลการจัดการ รวมถึงกฎหมายและนโยบายการบริหารจัดการ โดยมีรายละเอียดของด้านวิศวกรรม และด้านนโยบายการบริหารจัดการ ดังนี้

ด้านวิศวกรรม

1) สภาพการใช้น้ำ

1.1) การใช้น้ำในปัจจุบัน

- (1) การใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภค วิธีการประเมินการใช้น้ำอุปโภคบริโภคในปัจจุบัน รายละเอียดของอัตราการใช้น้ำอุปโภคบริโภค ในเขตเทศบาล/นอกเขตเทศบาล
- (2) การใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรมและพาณิชย์ วิธีการประเมินการใช้น้ำอุตสาหกรรมในปัจจุบัน รายละเอียดของอัตราการใช้น้ำอุตสาหกรรม

- (3) การใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรม วิธีการประเมินการใช้น้ำเกษตรกรรมในปัจจุบัน ปฏิทินการเพาะปลูกพืช อัตราการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ETP) ค่าสัมประสิทธิ์การคายระเหยของพืช

1.2) ความต้องการใช้น้ำในอนาคต

วิธีการประเมินความต้องการใช้น้ำอุปโภคบริโภคในอนาคต วิธีการประเมินความต้องการใช้น้ำอุตสาหกรรมในอนาคต วิธีการประเมินความต้องการใช้น้ำเกษตรกรรมในอนาคต

2) มาตรฐานคุณภาพน้ำ

มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินตามกรมควบคุมมลพิษ (ใช้ในการจำแนกชั้นคุณภาพน้ำ) มาตรฐานคุณภาพน้ำอุปโภคบริโภคตามกรมควบคุมมลพิษ (ผิวดิน/ใต้ดิน) มาตรฐานคุณภาพน้ำอุตสาหกรรมตามกรมโรงงาน (ผิวดิน/ใต้ดิน)

ด้านนโยบายการบริหารจัดการ

3) การจัดการน้ำ

3.1) สถานการณ์น้ำในช่วงที่ผ่านมา สถานการณ์น้ำจากข้อมูลน้ำฝน สถานการณ์น้ำจากข้อมูลระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำหลักในพื้นที่

3.2) สภาพปัญหาน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ ประเด็นปัญหาของชุมชน สภาพปัญหา/พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดปัญหายุ่งยาก รายตำบล สภาพปัญหา/พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดปัญหายูทกภัย สภาพปัญหา/พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำเสีย

3.3) แนวทางการจัดการน้ำในพื้นที่

แนวทางการจัดการน้ำในพื้นที่ชุมชน ได้แก่

3.3.1) แผนเตรียมพร้อมรับมือกับวิกฤตการณ์ภัยแล้ง (Preparedness) (ก่อนเกิดภัย) การจัดทำคู่มือ การฝึกอบรม การประชุมในระดับท้องถิ่น

3.3.3) แผนการแจ้งเตือนภัยแล้ง และแก้ไขปัญหาฉุกเฉิน/เฉพาะหน้า (Response) (ระหว่างเกิดภัย) เกณฑ์ และระดับการแจ้งเตือนภัยแล้ง (ดัชนีชี้วัดสภาวะการณ์ภัยแล้ง) แผนและวิธีการปฏิบัติในการแจ้งเตือนภัยแล้ง

3.3.2) แผนบรรเทาหรือกู่วิกฤตการณ์ภัยแล้ง (Mitigation) (หลังเกิดภัย) แผนและเกณฑ์ในการจัดสรรน้ำ ระดับท้องถิ่น แผนและเกณฑ์การจัดสรรน้ำจากกรมชลประทาน (ระดับลุ่มน้ำ) แผนแก้ไขปัญหาย่อยระดับชุมชน/รายตำบล

แนวทางการจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้แก่

3.3.4) การจัดการน้ำในระดับลุ่มน้ำในกรณีต่างๆ ได้แก่

- กรณีสภาพปัจจุบัน (2538-2548)
- กรณีการจัดการน้ำแก้ไขวิกฤตน้ำแล้ง ด้านอุปทาน
- กรณีการจัดการน้ำแก้ไขวิกฤตน้ำแล้ง ด้านอุปสงค์
- กรณีการจัดการน้ำแบบผสมผสาน (ด้านอุปสงค์ และอุปทาน)
- กรณีการจัดการน้ำในอนาคตตามแผนพัฒนาจากภาครัฐ

3.4) มาตรการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ มาตรการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในช่วงที่ผ่านมา แผนหรือแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในอนาคต

3.5) มาตรการแก้ไขปัญหายากแล้งสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ มาตรการแก้ไขปัญหายากแล้งในช่วงที่ผ่านมา แผนหรือแนวทางแก้ไขปัญหายากแล้งในอนาคต

3.6) มาตรการแก้ไขปัญหาน้ำเสียสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ มาตรการแก้ไขปัญหาน้ำเสียในช่วงที่ผ่านมา แผนหรือแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำเสียในอนาคต

3.7) โครงสร้างองค์กร โครงสร้างการประสานงาน บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบในระดับลุ่มน้ำ บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบในระดับลุ่มน้ำสาขาย่อย บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบในระดับตำบล/ชุมชน รายชื่อผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ตำแหน่งที่รับผิดชอบ ที่อยู่

3.8) ดัชนีการจัดลำดับความสำคัญของแบบจำลอง Multi-criteria

4) กฎหมายน้ำที่เกี่ยวข้อง

4.1) แหล่งน้ำผิวดิน ร่างพ.ร.บ.น้ำ กฎหมายน้ำจากกรมชลประทาน กฎหมายน้ำจากกรมขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี กฎหมายน้ำที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

4.2) แหล่งน้ำบาดาล พ.ร.บ.น้ำบาดาล

8.3 แนวทางการพัฒนาฐานข้อมูลองค์ความรู้

ฐานข้อมูลองค์ความรู้ จะเน้นไปที่การออกแบบฐานข้อมูลเป็นหลัก เนื่องจากข้อมูล หรือสารสนเทศส่วนใหญ่เป็นวิธีการคำนวณ ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ข้อสรุป หรือผลวิเคราะห์จากระบบสารสนเทศหลัก และระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ ข้อมูลองค์ความรู้มีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้ผู้เข้าใจถึงวิธีการใช้ระบบ วิธีการคำนวณ และแหล่งที่มาของข้อมูล รวมไปถึงแผน หรือมาตรการการจัดการน้ำที่จำเป็นต้องรู้ ดังนั้นในการออกแบบฐานข้อมูลองค์ความรู้ในครั้งนี้จะพิจารณาถึง

- 1) ฐานข้อมูลองค์ความรู้ เป็นฐานข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมเอกสารการจัดการน้ำที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แผน มาตรการ มาตรฐานคุณภาพน้ำ และกฎหมายน้ำที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น แล้วนำเข้าสู่คอมพิวเตอร์ในรูปแบบของ Document File ดังนั้นในการจัดเก็บจะต้องคำนึงถึงหน่วยความจำของไฟล์ด้วย ซึ่งในการออกแบบในครั้งนี้ได้กำหนดรูปแบบของไฟล์อยู่ในรูปแบบของ pdf file ทั้งนี้เพื่อลดขนาดของไฟล์ข้อมูลให้มีขนาดที่เล็กลง รวมถึงเพื่อความสะดวกในการแสดงข้อมูลและเผยแพร่ทางระบบเครือข่าย Internet
- 2) นำผลจากข้อมูลผลวิเคราะห์จากระบบสารสนเทศหลัก และระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ โดยมีการกำหนดรูปแบบนำเสนอที่ชัดเจน ในมิติของเวลา และสถานที่ รวมไปถึงการปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยขึ้น (Update Data) จะต้องมีการระบุถึงช่วงเวลา และแหล่งของข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์
- 3) สามารถแสดงข้อมูล (Data Present) และสิ่งพิมพ์ในรูปแบบไฟล์เอกสาร ภาพ กราฟ และตารางสรุปได้
- 4) สามารถใช้ในการแสดงวิธีการคำนวณ และแสดงค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ กล่าวคือ ฐานข้อมูลนี้จะต้องสามารถเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศหลัก และระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อใช้ในการอธิบายถึงวิธีการคำนวณค่าปัจจัยการบริหารจัดการน้ำที่เกี่ยวข้องได้ทันที

8.4 องค์ประกอบของฐานข้อมูลองค์ความรู้

จากลักษณะโครงการเป็นการรวบรวมข้อมูลประเภทเอกสารเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการเอกสารอ้างอิง หรือเป็นแนวทางตัวอย่าง เพื่อเป็นองค์ประกอบอ้างอิงในการตัดสินใจ ซึ่งข้อมูล que เลือกใช้เป็นองค์ประกอบในการจัดเก็บฐานข้อมูลองค์ความรู้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1) **เอกสารอ้างอิง** ได้แก่ กระบวนการ หลักการหรือวิธีการทางวิชาการ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานในการตัดสินใจในแต่ละส่วนงานที่เกี่ยวข้องและช่วยให้สื่อสารในข้อกำหนด หรือวิธีการที่ตรงกัน นอกจากนี้ในบางครั้งอาจมีข้อกำหนดหรือกฎหมายที่เกิดขึ้นใหม่ หรือกำหนดขึ้นตามสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องก็จะนำมาเผยแพร่ในส่วนนี้ได้อีกด้วย

2) **รายงานสรุปการดำเนินการ** เป็นรายงานจากกลุ่มงานต่างๆ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการ ทั้งในอดีตและปัจจุบัน โดยข้อมูลที่พิจารณาจัดเก็บแบ่งออกเป็น งานด้านสังคม งานด้านวิศวกรรม และงานด้านการบริหาร ทั้งผลที่ได้รับ และข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 8.4-1 รายชื่อชั้นข้อมูล แหล่งที่มาและประเภทของข้อมูล

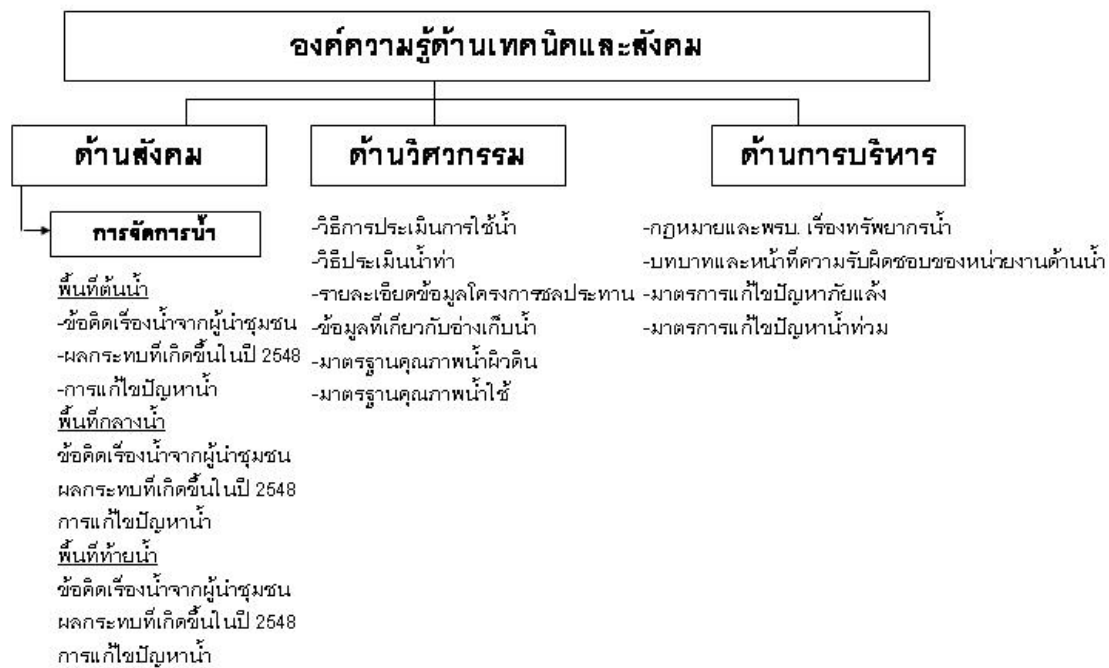
ชื่อข้อมูล	แหล่งที่มา	ประเภทข้อมูล
1. ข้อมูลด้านสังคม		
เงื่อนไขการประเมินด้านอุปโภค บริโภค	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
เงื่อนไขการประเมินด้านเกษตร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
เงื่อนไขการประเมินด้านอุตสาหกรรม	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
เงื่อนไขการประเมินด้านสิ่งแวดล้อม	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
2. ข้อมูลด้านวิศวกรรม		
1) สภาพการใช้		
1.1) การใช้ในปัจจุบัน		
- อุปโภคบริโภค	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- เกษตรกรรม	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- อุตสาหกรรม	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
1.2) ความต้องการใช้ในอนาคต		
- อุปโภคบริโภค	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document

ตารางที่ 8.4-1 รายชื่อชั้นข้อมูล แหล่งที่มาและประเภทของข้อมูล (ต่อ)

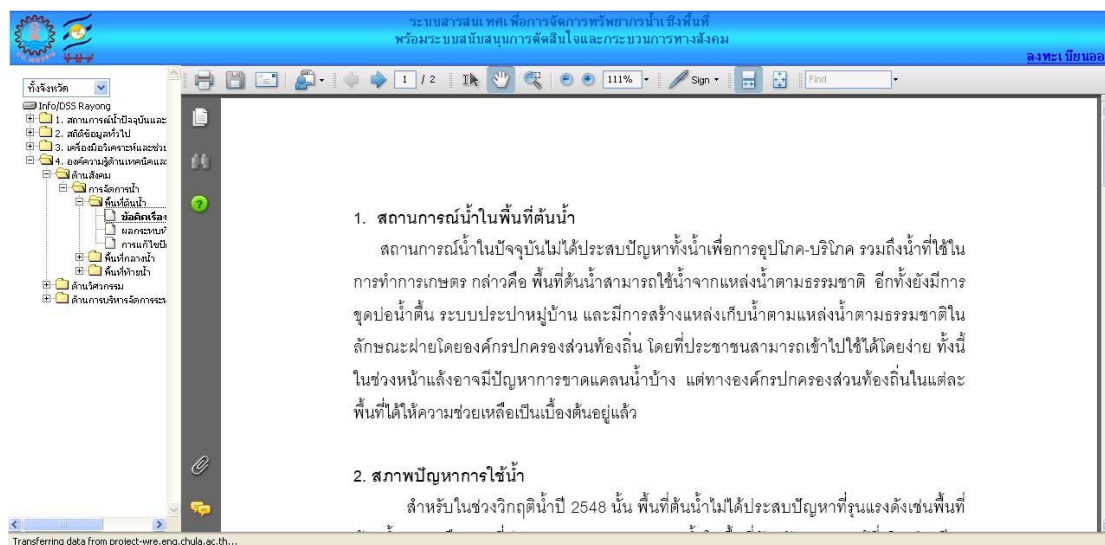
ชื่อข้อมูล	แหล่งที่มา	ประเภทข้อมูล
- เกษตรกรรม	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- อุตสาหกรรม	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
2) มาตรฐานคุณภาพน้ำ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินตามกฎหมายควบคุมมลพิษ	กรมควบคุมมลพิษ	Document
- มาตรฐานคุณภาพน้ำอุปโภคบริโภคตามกฎหมายควบคุมมลพิษ	กรมควบคุมมลพิษ	Document
- มาตรฐานคุณภาพน้ำอุตสาหกรรมตามกฎหมายโรงงาน	กรมโรงงาน	Document
3. ด้านการบริหาร และนโยบาย		
1) การจัดการน้ำ		
สถานการณ์		
- สถานการณ์น้ำในช่วงที่ผ่านมา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- สถานการณ์น้ำจากข้อมูลน้ำฝน	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- สถานการณ์น้ำจากข้อมูลระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำหลักในพื้นที่	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
สภาพปัญหา		
- สภาพปัญหาน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- ประเด็นปัญหาของชุมชน	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- สภาพปัญหา/พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดปัญหายุ่งยาก ร้ายตำบล	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- สภาพปัญหา/พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดปัญหาอุทกภัย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- สภาพปัญหา/พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำเสีย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
แนวทางการจัดการน้ำ		
แนวทางการจัดการน้ำพื้นที่ชุมชน		
- แผนเตรียมพร้อมรับมือกับวิกฤตการณ์ภัยแล้ง (Preparedness)	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- การจัดทำคู่มือ การฝึกอบรม การประชุมในระดับท้องถิ่น	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- แผนการแจ้งเตือนภัยแล้ง และแก้ไขปัญหาฉุกเฉิน/เฉพาะหน้า (Response)	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- เกณฑ์ และระดับการแจ้งเตือนภัยแล้ง (ดัชนีชี้วัดสภาวะการณ์ภัยแล้ง)	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- แผนและวิธีการปฏิบัติในการแจ้งเตือนภัยแล้ง	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- แผนบรรเทาหรือกักวิกฤตการณ์ภัยแล้ง (Mitigation)	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- แผนและเกณฑ์ในการจัดสรรน้ำ ระดับท้องถิ่น	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- แผนและเกณฑ์การจัดสรรน้ำจากกรมชลประทาน (ระดับลุ่มน้ำ)	กรมชลประทาน	Document
- แผนแก้ไขปัญหายุ่งยากระดับชุมชน/รายตำบล	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
แนวทางการจัดการน้ำระดับลุ่มน้ำ		
- การจัดการน้ำในระดับลุ่มน้ำในกรณีต่างๆ		
(กรณีสภาพปัจจุบัน (2538-2548))	กรมชลประทาน	Document
(กรณีการจัดการน้ำแก้ไขวิกฤตน้ำแล้ง ด้านอุปทาน)	กรมชลประทาน	Document

ตารางที่ 8.4-1 รายชื่อชั้นข้อมูล แหล่งที่มาและประเภทของข้อมูล (ต่อ)

ชื่อข้อมูล	แหล่งที่มา	ประเภทข้อมูล
(กรณีการจัดการน้ำแก้ไขวิกฤตน้ำแล้ง ด้านอุปสงค์)	กรมชลประทาน	Document
(กรณีการจัดการน้ำแบบผสมผสาน (ด้านอุปสงค์ และอุปทาน))	กรมชลประทาน	Document
(กรณีการจัดการน้ำในอนาคตตามแผนพัฒนาจากภาครัฐ)	กรมชลประทาน	Document
มาตรการ		
- มาตรการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่	กรมชลประทาน	Document
- มาตรการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในช่วงที่ผ่านมา	กรมชลประทาน	Document
- มาตรการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในอนาคต	กรมชลประทาน	Document
- มาตรการแก้ไขปัญหายับแล้งสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่	กรมชลประทาน	Document
- มาตรการแก้ไขปัญหายับแล้งในช่วงที่ผ่านมา	กรมชลประทาน	Document
- มาตรการแก้ไขปัญหายับแล้งในอนาคต	กรมชลประทาน	Document
- มาตรการแก้ไขปัญหาน้ำเสียสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่	กรมชลประทาน	Document
- มาตรการแก้ไขปัญหาน้ำเสียในช่วงที่ผ่านมา	กรมชลประทาน	Document
- มาตรการแก้ไขปัญหาน้ำเสียในอนาคต	กรมชลประทาน	Document
องค์กร		
- โครงสร้างองค์กร โครงสร้างการประสานงาน	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบในระดับลุ่มน้ำ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบในระดับลุ่มน้ำย่อย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบในระดับตำบล/ชุมชน	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- รายชื่อผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ตำแหน่งที่รับผิดชอบ ที่อยู่	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- ดัชนีการจัดลำดับความสำคัญของแบบจำลอง Multi-criteria	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
กฎหมายที่เกี่ยวข้อง		
- ร่างพ.ร.บ.น้ำ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- กฎหมายน้ำจากกรมชลประทาน	กรมชลประทาน	Document
- กฎหมายน้ำจากกรมขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี	กรมขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี	Document
- กฎหมายน้ำที่เกี่ยวข้องอื่นๆ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- พ.ร.บ.น้ำบาดาล	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- กฎหมายน้ำบาดาลที่เกี่ยวข้องอื่นๆ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
ข้อมูลระดับตำบล		
- ผลการประชุมกับกลุ่มผู้ใช้น้ำ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document
- บทเรียนในอดีตจากการสัมภาษณ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Document



รูปที่ 8.4-1 โครงสร้างฐานข้อมูลองค์ความรู้



รูปที่ 8.4-2 ตัวอย่างการนำเสนอฐานข้อมูลองค์ความรู้

ตารางที่ 8.4-2 สรุปข้อมูลองค์ความรู้ด้านเทคนิคและสังคม

ด้านสังคม					
การจัดการน้ำ	พื้นที่ต้นน้ำ	ข้อคิดเรื่องน้ำจากผู้นำชุมชน			
	พื้นที่กลางน้ำ	ข้อคิดเรื่องน้ำจากผู้นำชุมชน			
	พื้นที่ท้ายน้ำ	ข้อคิดเรื่องน้ำจากผู้นำชุมชน			
ด้านวิศวกรรม					
วิธีการประเมินการใช้น้ำ	วิธีประเมินปริมาณน้ำท่า	รายละเอียดข้อมูลโครงการชลประทาน	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอ่างเก็บน้ำ	มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน	มาตรฐานคุณภาพน้ำใช้
ด้านการบริหารจัดการระหว่างหน่วยงาน					
กฎหมายและพรบ.เรื่องทรัพยากรน้ำ	บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบของหน่วยงานด้านน้ำ	มาตรการแก้ไขปัญหามลแล้ง		มาตรการแก้ไขปัญหาน้ำท่วม	

บทที่ 9

การนำไปใช้ประโยชน์และการบำรุงรักษา

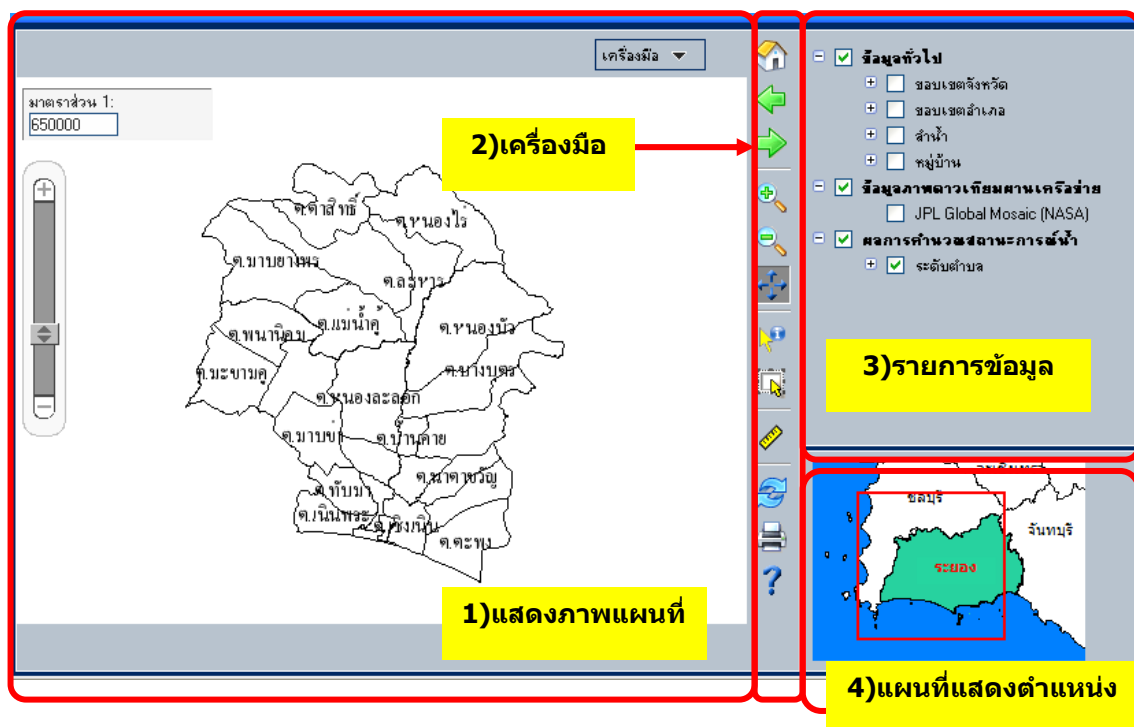
9.1 คู่มือและการบำรุงรักษาระบบสารสนเทศฯ

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ศึกษาจัดทำขึ้นเพื่อให้ข้อมูลการใช้น้ำจากแต่ละภาคการใช้น้ำ ทั้งอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม รวมถึงปริมาณน้ำและน้ำสำรองในพื้นที่ การคาดการณ์สมดุลน้ำข้อมูลกฎหมาย แผนและแนวทางในการปฏิบัติ รวมถึงการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับผู้รับผิดชอบในพื้นที่ เพื่อเสนอเป็นข้อมูลพื้นฐาน และเป็นแนวทางในการรับมือต่อสถานการณ์น้ำในพื้นที่

ส่วนแสดงข้อมูลของระบบแบ่งออกเป็นส่วนหลักๆ ได้ 3 ลักษณะ คือ

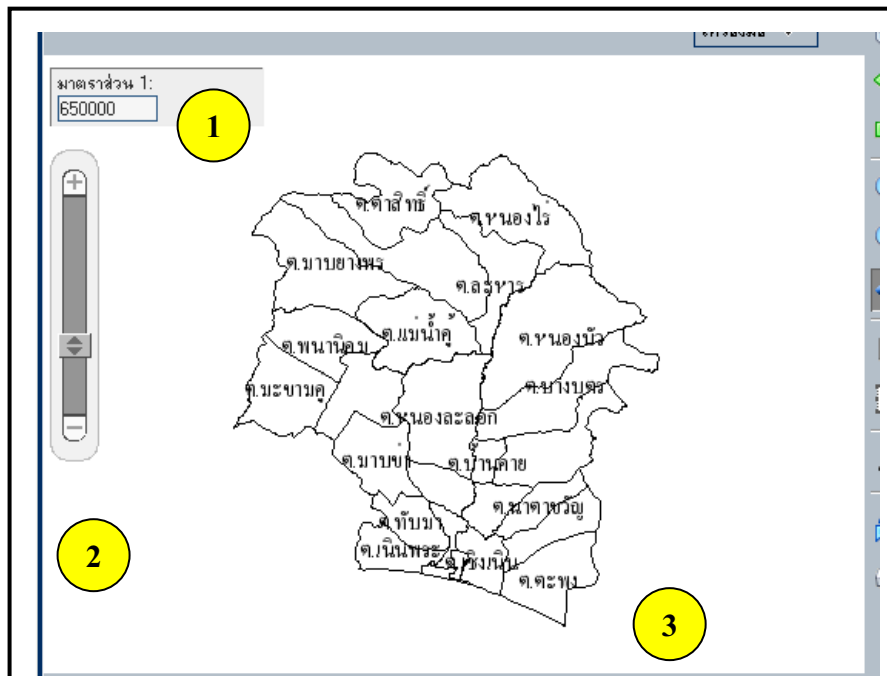
1. ข้อมูลภาพแผนที่
2. ข้อมูลทางสถิติ
3. ข้อมูลเอกสาร

1. **ข้อมูลภาพแผนที่** ข้อมูลส่วนนี้ประกอบไปด้วย 4 ส่วนย่อย คือ ส่วนแสดงภาพแผนที่ เครื่องมือ รายการข้อมูล และแผนที่แสดงตำแหน่ง



รูปที่ 9.1-1 ภาพหน้าจอแสดงข้อมูลภาพแผนที่และส่วนประกอบ

- 1) ส่วนแสดงภาพแผนที่ ประกอบด้วย
 1. มาตราส่วนของภาพที่แสดงอยู่ขณะนั้น
 2. ส่วนควบคุมขนาด(ย่อขยาย ของแผนที่)
 3. ส่วนแสดงภาพแผนที่



รูปที่ 9.1-2 ภาพส่วนแสดงภาพแผนที่

- 2) เครื่องมือในการควบคุมการแสดงผลและให้ข้อมูล มีดังนี้



หน้าหลัก (home) นำภาพแผนที่ที่กลับไปแสดงที่สถานะเริ่มต้น



ย้อนกลับ (back) ย้อนกลับไปแสดงภาพก่อนหน้า



ถัดไป (forward) เดินหน้าไปแสดงภาพถัดไป



ขยายภาพ (zoom in) ขยายภาพ ทำได้โดย กดปุ่มนี้ แล้วไปเลือกส่วนที่ต้องการ โดยการลากเป็นกรอบรอบพื้นที่ๆ สนใจในส่วนแสดงภาพ หรือ คลิกสองครั้งเพื่อขยายพื้นที่ๆ สนใจ



ย่อภาพ (zoom out) ย่อภาพ คลิกสองครั้งเพื่อย่อพื้นที่ๆ ลง



ขยับภาพ (pan) ขยับภาพโดยรักษาสัดส่วนเดิมไว้



เรียกแสดงข้อมูล (information) แสดงตารางรายละเอียดข้อมูล ทำได้โดยการคลิกปุ่มแล้วจึงคลิกเลือกบนแผนที่ในจุดที่ต้องการทราบข้อมูล โดยจะแสดงผลเป็นหน้าจอตารางดังนี้

ระบับตำบล		
@	ชื่อ	Value
	ต.นิคมพัฒนา	-78.7966503779754



เรียกข้อมูลแบบบริเวณ (select area) แสดงตารางรายละเอียดข้อมูล ทำได้โดยการคลิกปุ่ม แล้วจึงคลิกเลือกบนแผนที่ในบริเวณที่ต้องการทราบข้อมูล โดยจะแสดงผลเป็นกรอบข้อมูล และหน้าจอตารางดังนี้

ระบับตำบล	
ชื่อ	ต.พนาณิคม
Value	-47.2738500192599

ระบับตำบล		
@	ชื่อ	Value
	ต.นิคมพัฒนา	-78.7966503779754



ไม้บรรทัด (rule) ใช้วัดระยะทางบนแผนที่ ทำได้โดยการคลิกปุ่มแล้วคลิกจุดเริ่มต้นและจุดปลาย บนส่วนแสดงผลแผนที่



ปรับปรุงหน้าจอ (refresh) ใช้ปรับปรุงส่วนแสดงแผนที่หน้าปัจจุบันให้เป็นข้อมูลปัจจุบัน

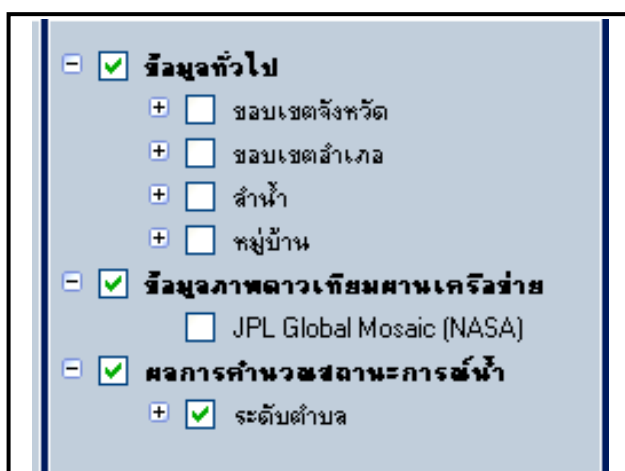


พิมพ์ (print) ใช้สั่งพิมพ์ส่วนแสดงแผนที่



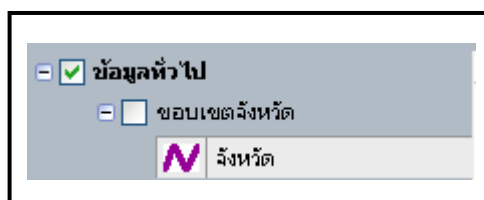
ความช่วยเหลือ (help) ใช้แสดงข้อมูลการใช้งานหน้าจอแสดงแผนที่

3) รายการข้อมูล โปรแกรมจะมีส่วนควบคุมภาพแผนที่ที่ผู้ใช้ต้องการที่จะให้โปรแกรมแสดง



รูปที่ 9.1-3 รายการข้อมูล แสดงรายการควบคุมภาพแผนที่ที่จะแสดง

ผู้ใช้สามารถทำการกำหนดให้มีการแสดงข้อมูลได้โดยการ คลิกเพื่อากเครื่องหมายถูกในส่วน
ของข้อมูลที่ต้องการจัดแสดง และ เครื่องหมายบวก (+) หน้ารายการข้อมูลเมื่อคลิกจะแสดง
รายการสัญลักษณ์ของรายการข้อมูลนั้น



รูปที่ 9.1-4 สัญลักษณ์แสดงความหมายของข้อมูล

4) ส่วนแผนที่แสดงตำแหน่ง



รูปที่ 9.1-5 ภาพส่วนแผนที่แสดงตำแหน่ง

2. ข้อมูลทางสถิติ มีรายละเอียดหน้าจอส่วแสดงข้อมูลสถิติ 2 ส่วนย่อย ดังนี้

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่
หรือระบบสนับสนุนการตัดสินใจและกระบวนการทางสังคม

ทั้งจังหวัด

- Info/DSS Rayong
 - 1. สถานการณ์น้ำปัจจุบันและ
 - 2. สถิติข้อมูลทั่วไป
 - 2.1 ด้านวิศวกรรม
 - ข้อมูลน้ำฝนราย
 - ข้อมูลน้ำฝนราย
 - ข้อมูลน้ำท่า
 - อ่างเก็บน้ำ
 - แหล่งน้ำอื่นๆ
 - คุณภาพน้ำ
 - ข้อมูลน้ำใต้ดิน
 - การใช้น้ำอุปโภคบริโภค
 - การใช้น้ำด้านเกษตร
 - การใช้น้ำอุตสาหกรรม
 - 2.2 ด้านสังคม
 - 2.3 ด้านเศรษฐกิจ
 - 3. เครื่องมือวิเคราะห์และช่วย
 - 3.1 การประเมินปริมาณ
 - 3.2 การประเมินปริมาณ
 - 3.3 เครื่องมือจัดลำดับ
 - 4. องค์ความรู้ด้านเทคนิคและ
 - ด้านสังคม
 - ด้านวิศวกรรม
 - ด้านการบริหารจัดการ

โปรดเลือกตำบล : ต.ท่าประดู่

โปรดเลือกปี : 2548

โปรดเลือกเดือน : ธันวาคม

ข้อมูลสภาพสถานการณ์น้ำของตำบล รหัสตำบล : 210101 ชื่อตำบล : ต.ท่าประดู่
ของเดือน ธันวาคม ในปี พ.ศ. 2548

การใช้น้ำ		ปริมาณน้ำที่มี		สภาพความขาดแคลนน้ำ	
1. อุตสาหกรรม	0.0075 (88.24%)	ด้าน ลบ.ม.	1. อุตสาหกรรม	0.0040 (80.00%)	ด้าน ลบ.ม. -0.0035
2. อุปโภคบริโภคในเขตประปา	0.0010 (11.76%)	ด้าน ลบ.ม.	2. อุปโภคบริโภคในเขตประปา	0.0010 (20.00%)	ด้าน ลบ.ม. 0.0010
3. อุปโภคบริโภคนอกเขตประปา	0.0000 (0.00%)	ด้าน ลบ.ม.	3. อุปโภคบริโภคนอกเขตประปา	0.0000 (0.00%)	ด้าน ลบ.ม. 0.0000
4. เกษตรในเขตชลประทาน	0.0000 (0.00%)	ด้าน ลบ.ม.	4. เกษตรในเขตชลประทาน	0.0000 (0.00%)	ด้าน ลบ.ม. 0.0000
5. เกษตรนอกเขตชลประทาน	0.0000 (0.00%)	ด้าน ลบ.ม.	5. เกษตรนอกเขตชลประทาน	0.0000 (0.00%)	ด้าน ลบ.ม. 0.0000
สภาพความขาดแคลนน้ำในพื้นที่				ด้าน ลบ.ม.	-0.0035

*** ปริมาณคาดการณ์น้ำทำในพื้นที่ : 0.8349 ล้าน ลบ.ม.**
*(การใช้งานน้ำในส่วนนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิศาสตร์ของพื้นที่)

แหล่งน้ำสำรองในพื้นที่ :

ตำบล	ชื่อแหล่งน้ำ	ความจุ(ลบ.ม)
รวม		0

แสดงข้อมูลลบบท.

แสดงภาพแผนที่แหล่งน้ำและตำแหน่งขจัดน้ำ

2) ส่วนแสดงข้อมูล

รูปที่ 9.1-6 ตัวอย่างรายละเอียดส่วนแสดงข้อมูลสถิติ

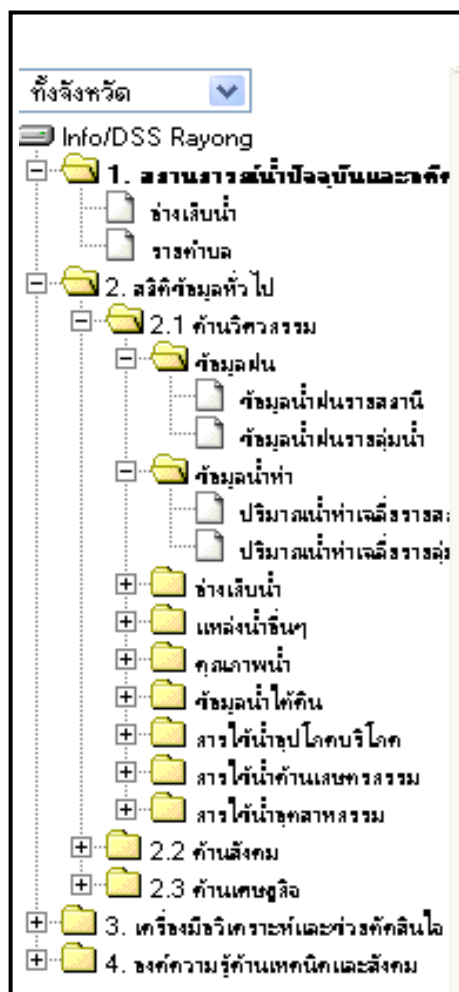
1) รายการข้อมูล เป็นรายการการสถานการณ์-การคาดการณ์/สถิติข้อมูลทั่วไป/เครื่องมือจัดการ และองค์ความรู้

ทั้งจังหวัด

- Info/DSS Rayong
 - 1. สถานการณ์น้ำปัจจุบันและ
 - 2. สถิติข้อมูลทั่วไป
 - 3. เครื่องมือวิเคราะห์และช่วยตัดสินใจ
 - 4. องค์ความรู้ด้านเทคนิคและสังคม

รูปที่ 9.1-7 รายการข้อมูล

เมื่อทำการคลิกเครื่องหมายบวก (+) จะแสดงรายการข้อมูลที่ยกขึ้นอยู่ดังนี้

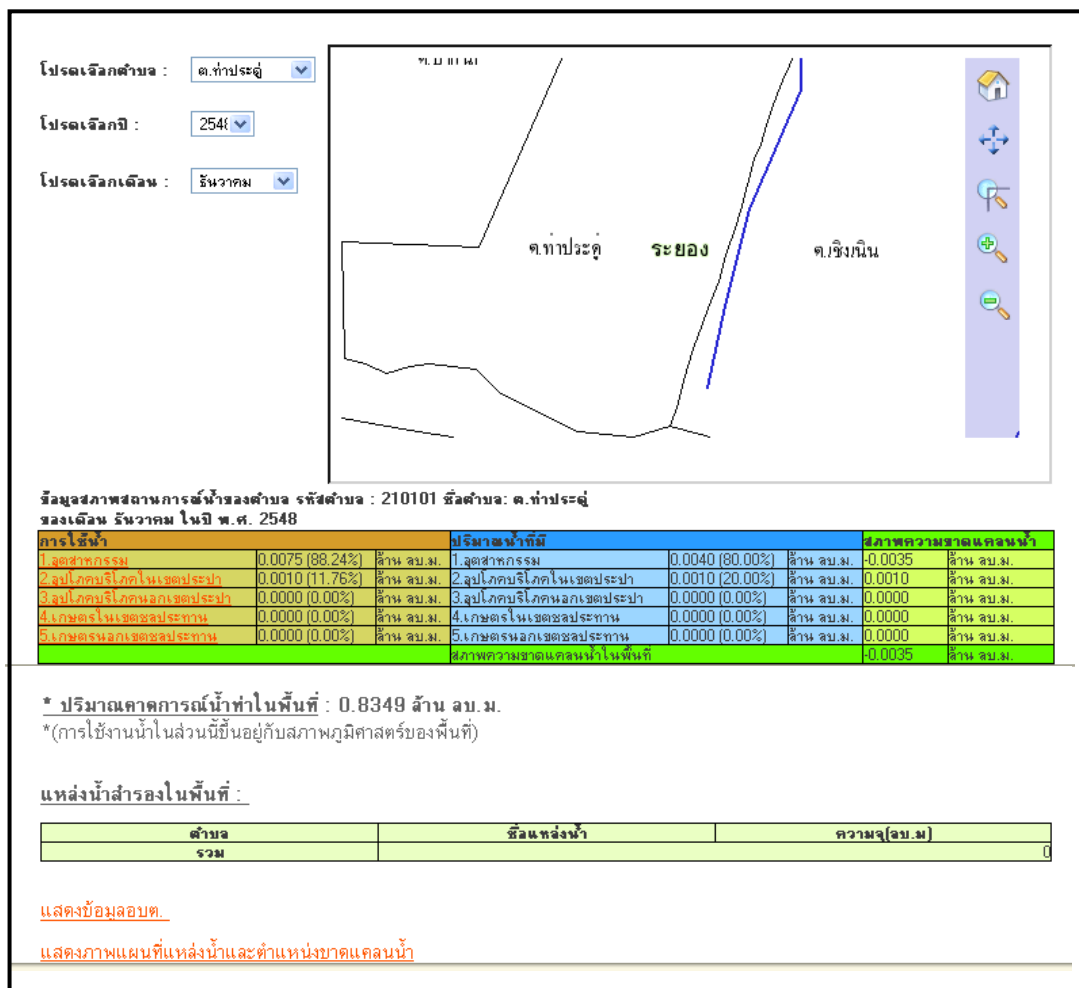


รูปที่ 9.1-8 รายการข้อมูลที่ยกขึ้นอยู่

และเมื่อเลือกรายการข้อมูลก็จะทำการจัดแสดงข้อมูลในส่วนแสดงข้อมูลสถิติ และเอกสาร

2) ส่วนแสดงข้อมูล ส่วนนี้เป็นส่วนแสดงผลโดยมีลักษณะการแสดงผลดังต่อไปนี้

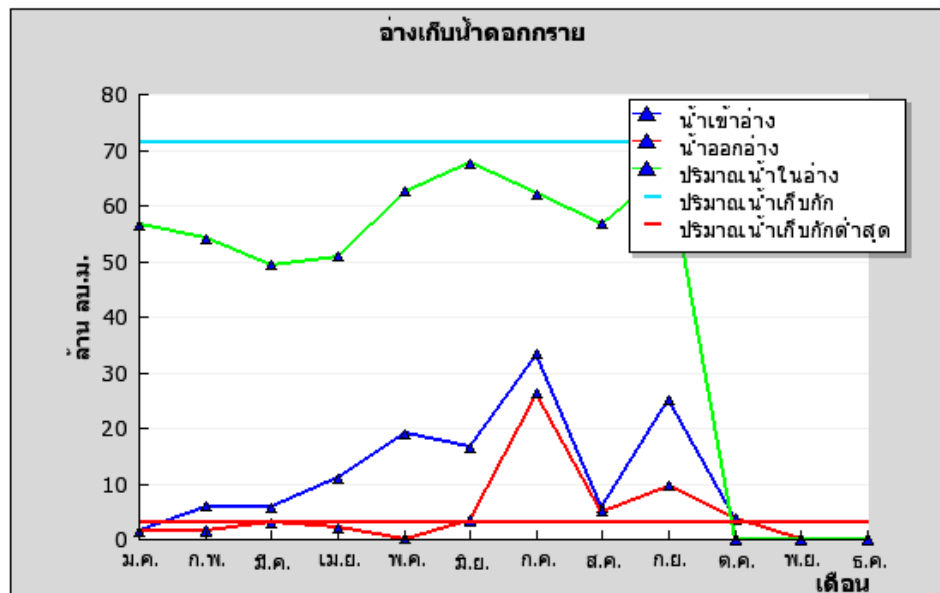
- ตารางแสดงข้อมูล



รูปที่ 9.1-9 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลแบบตาราง

- กราฟเส้นแสดงข้อมูล

ข้อมูลน้ำตอกราย - ปริมาณน้ำไหลเข้า ปริมาณน้ำระบาย ปริมาณน้ำในอ่าง



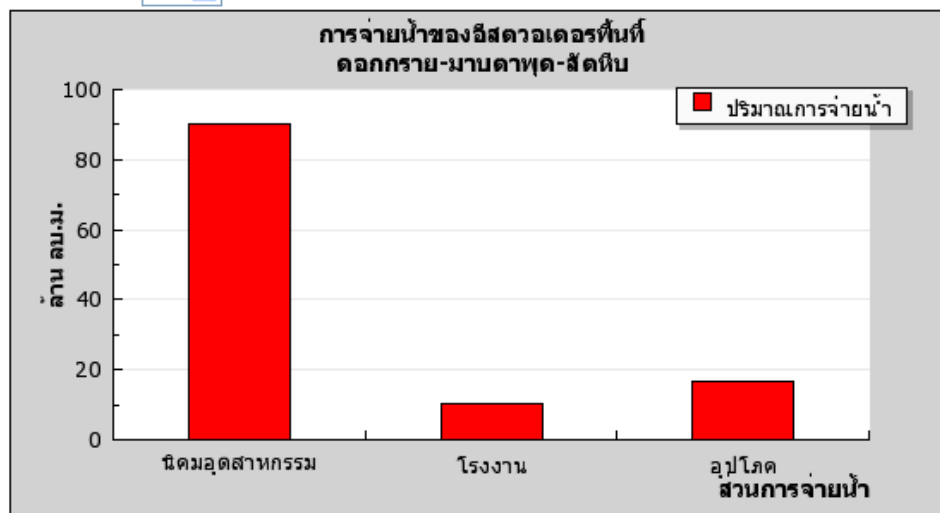
รูปที่ 9.1-10 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลแบบกราฟเส้น

- กราฟแท่งแสดงข้อมูล

ข้อมูลการจ่ายน้ำของบริษัอิสต์วอเตอร์ | สภาพการใช้น้ำอุตสาหกรรมรายตำบล

โปรดเลือกข้อมูลพื้นที่จ่ายน้ำของบริษั อิสต์ วอเตอร์ : ตอกราย-มาบตาพุด-สัตหีบ

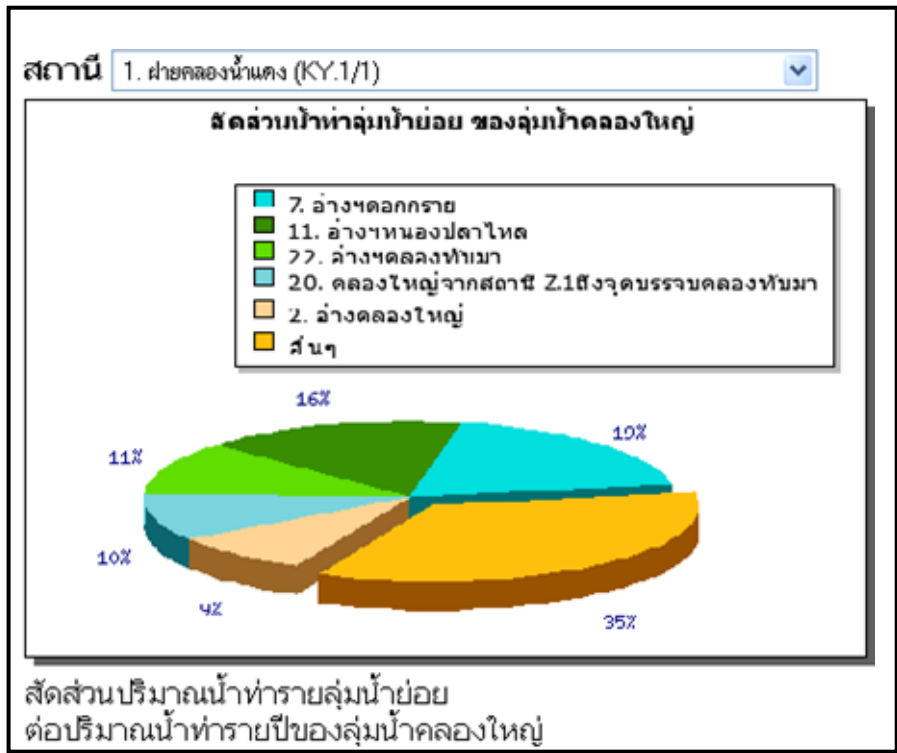
โปรดเลือกปี : 2549



ปริมาณการใช้น้ำแยกตามประเภทผู้ใช้ น้ำหลัก
จากปริมาณน้ำจำหน่ายของอิสต์ วอเตอร์ ในปี 2549

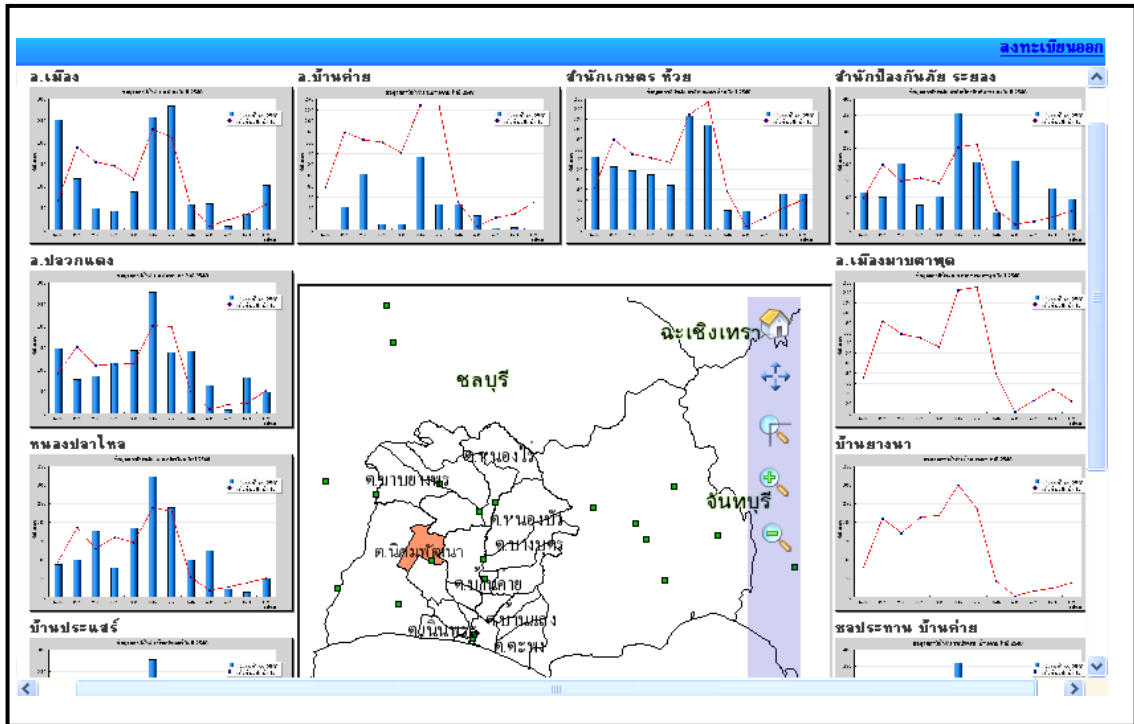
รูปที่ 9.1-11 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลแบบกราฟแท่ง

- กราฟวงกลม



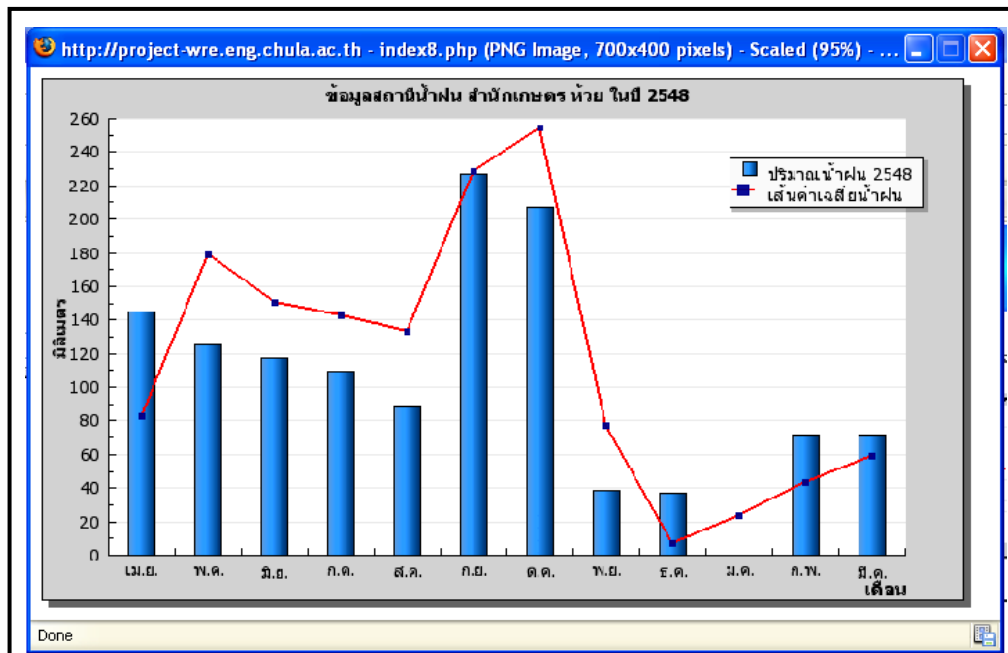
รูปที่ 9.1-12 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลแบบกราฟวงกลม

- แบบผสม



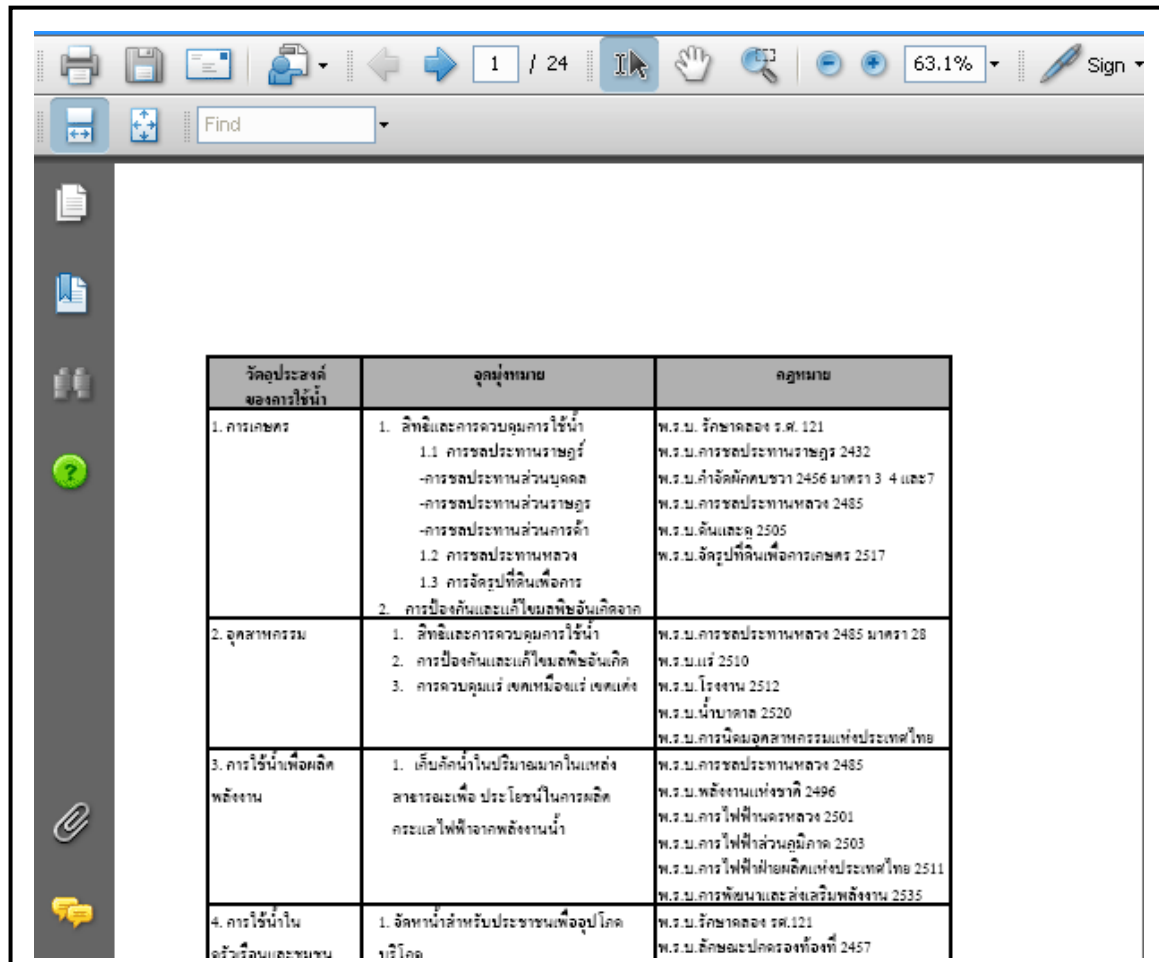
รูปที่ 9.1-13 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลแบบผสม

ผู้ใช้งานสามารถคลิกที่ภาพกราฟแท่งที่หน้าจอ ตามสถานที่ที่ต้องการดูข้อมูล เพื่อให้ระบบแสดงภาพกราฟแท่งขนาดใหญ่ขึ้นได้



รูปที่ 9.1-14 ภาพกราฟแท่งขนาดขยาย หลังจากคลิกภาพกราฟแท่งในรูปที่ 9.1-11

3. ข้อมูลเอกสาร มาจากโปรแกรมเสริมสำเร็จรูปของเว็บเบราว์เซอร์ ชื่อว่า adobe acrobat มี ดังตัวอย่าง ในรูปที่ 9.1-15



The screenshot shows the Adobe Acrobat Reader interface. The top toolbar includes icons for printing, saving, and navigating. The main content area displays a table with three columns: 'วัตถุประสงต์ของการใช้น้ำ' (Purpose of Water Use), 'ข้อมูลหมายเหตุ' (Notes), and 'กฎหมาย' (Laws). The table lists various water-related activities and the corresponding legal provisions in Thai law.

วัตถุประสงต์ของการใช้น้ำ	ข้อมูลหมายเหตุ	กฎหมาย
1. การเกษตร	1. สิทธิและการควบคุมการใช้น้ำ 1.1 การชลประทานราษฎร์ -การชลประทานส่วนบุคคล -การชลประทานส่วนราษฎร์ -การชลประทานส่วนการค้า 1.2 การชลประทานหลวง 1.3 การจัดรูปที่ดินเพื่อการ	พ.ร.บ. รัชกาลสง ร.ศ. 121 พ.ร.บ.การชลประทานราษฎร์ 2432 พ.ร.บ.กำจัดผักบขร 2456 มาตรา 3 4 และ 7 พ.ร.บ.การชลประทานหลวง 2485 พ.ร.บ.ดินและดู 2505 พ.ร.บ.จัดรูปที่ดินเพื่อการเกษตร 2517
2. อุตสาหกรรม	1. สิทธิและการควบคุมการใช้น้ำ 2. การป้องกันและแก้ไขมลพิษอันเกิด 3. การควบคุมแร่ เขตเหมืองแร่ เขตแต่ง	พ.ร.บ.การชลประทานหลวง 2485 มาตรา 28 พ.ร.บ.แร่ 2510 พ.ร.บ.โรงงาน 2512 พ.ร.บ.น้ำบาดาล 2520 พ.ร.บ.การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
3. การใช้น้ำเพื่อผลิตพลังงาน	1. เก็บกักน้ำในปริมาณมากในแหล่ง สาธารณะเพื่อ ประโยชน์ในการผลิต กระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ	พ.ร.บ.การชลประทานหลวง 2485 พ.ร.บ.พลังงานแห่งชาติ 2496 พ.ร.บ.การไฟฟ้านครหลวง 2501 พ.ร.บ.การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 2503 พ.ร.บ.การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 2511 พ.ร.บ.การพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน 2535
4. การใช้น้ำในครัวเรือนและชุมชน	1. จัดหาน้ำสำหรับประชาชนเพื่ออุปโภคบริโภค	พ.ร.บ.รัชกาลสง ร.ศ. 121 พ.ร.บ.ลักษณะปกครองท้องที่ 2457

รูปที่ 9.1-15 ข้อมูลเอกสารมาจากโปรแกรมเสริมสำเร็จรูปของเว็บเบราว์เซอร์

การบำรุงรักษาระบบสารสนเทศฯ

ในการบำรุงรักษาระบบ ส่วนที่มีความสำคัญที่สุดของระบบ คือ ด้านข้อมูล เนื่องจากหัวใจของระบบสารสนเทศทุกทีคือ

- 1) ความทันสมัยของข้อมูล
- 2) ความถูกต้องของข้อมูล
- 3) ความครอบคลุมของเนื้อหาข้อมูล

โดยความทันสมัยของข้อมูลมาจากการประสานงานเพื่อรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานและองค์กรต่างๆ มาปรับปรุงฐานข้อมูลให้ทันสมัย ในส่วนที่สองความถูกต้องระบบจะนำเชื่อถือหรือไม่ การแสดงผลจะถูกต้องและทันสมัย น่าเชื่อถือหรือไม่ การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ซึ่งได้รับมาจากหน่วยงานนั้น ยิ่งข้อมูลที่ทันสมัยเท่าไร การตรวจสอบความถูกต้องก็จะต่ำลงเท่านั้น ดังนั้นก่อนการนำข้อมูลเข้าระบบจำเป็นต้องมีการสร้างระบบเพื่อทำการตรวจสอบข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญข้อมูลเฉพาะด้านนั้นๆ ในส่วนสุดท้าย เมื่อระบบทำงานไปพอสมควรแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องวิเคราะห์ความครอบคลุมของเนื้อหาข้อมูลว่าสามารถตอบคำถามในด้านทรัพยากรน้ำ ครอบคลุมทุกด้านหรือไม่ เพื่อเป็นการปรับปรุงและสร้างความสมบูรณ์ให้กับระบบ รวมถึงความชัดเจนของข้อมูลในประเด็นที่ผู้ใช้

นอกจากเรื่องของข้อมูลแล้ว อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบก็มีความสำคัญ เพราะเป็นสื่อกลางในการนำข้อมูลทั้งหลายไปเผยแพร่ให้กับผู้ใช้ โดยระบบอุปกรณ์ประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ ด้านฮาร์ดแวร์ และด้านซอฟต์แวร์ ในด้านฮาร์ดแวร์นั้นจำเป็นต้องตรวจสอบการทำงานเป็นระยะ รวมถึงต้องเก็บรักษาในที่ที่ปลอดภัย น่าเชื่อถือ มีระบบป้องกันการโจรกรรม ระบบป้องกันไฟไหม้ ระบบไฟฟ้าสำรอง และที่สำคัญคือ ระบบเชื่อมโยงสัญญาณที่มีประสิทธิภาพสูง มีการตรวจสอบบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาของการใช้ระบบ ส่วนในด้านของซอฟต์แวร์ จำเป็นต้องปรับปรุงให้ทันสมัย เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน รวมทั้งการพัฒนาให้เข้ากับเทคโนโลยีของซอฟต์แวร์ที่เปลี่ยนแปลง เพื่อให้ได้รับประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด

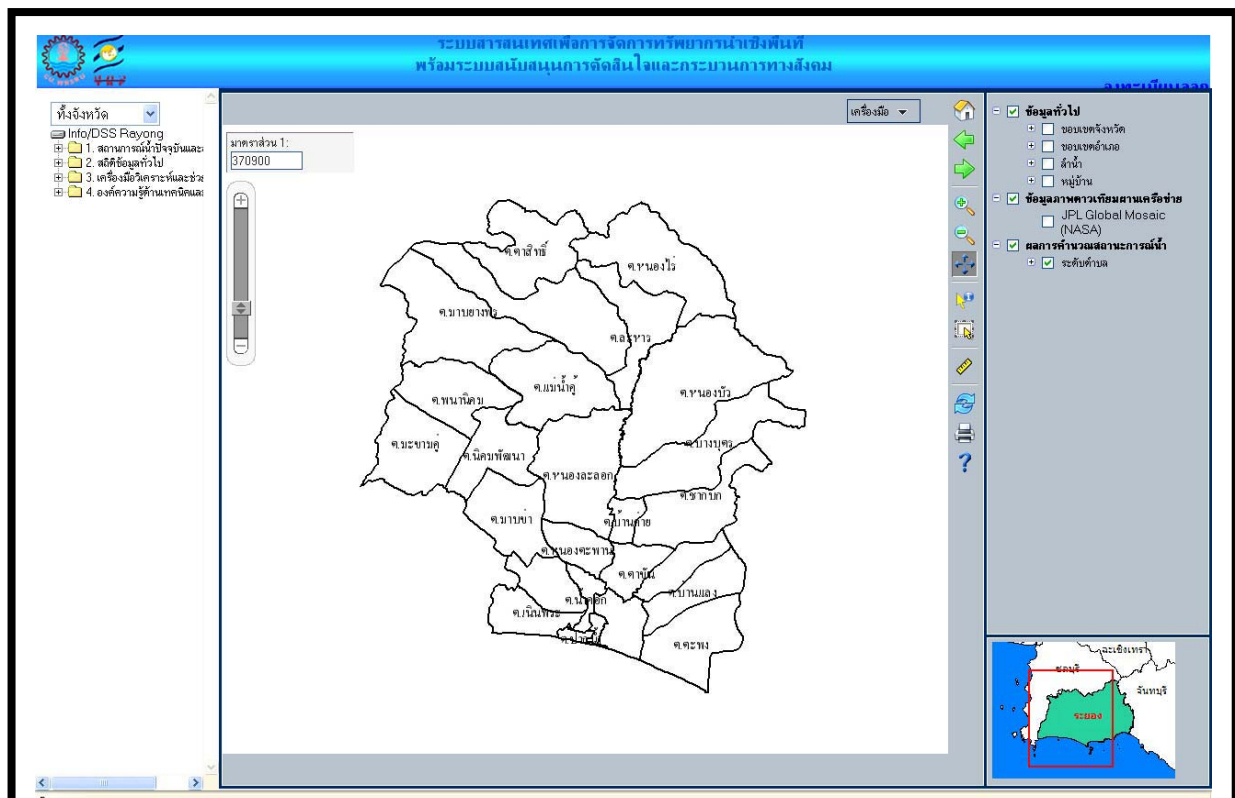
9.2 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากระบบสารสนเทศ

ผู้ใช้งานระบบสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ

1. ระดับนโยบาย
2. ระดับปฏิบัติ
3. ระดับอบต.

ระดับนโยบาย

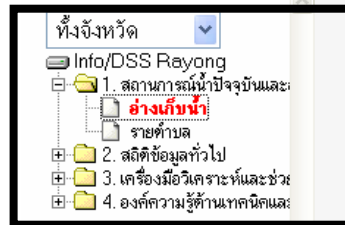
ผู้ใช้งานในระดับนี้จะใช้ระบบโดยการมองภาพรวมของระบบ คือทั้งในมุมมองของระดับปฏิบัติ ที่เน้นไปที่ข้อมูลอ่างเก็บน้ำและระดับอบต.ที่เน้นที่ข้อมูลรายตำบล เพื่อรับข้อมูลการใช้น้ำและนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้น้ำทั้งทางด้านความต้องการ (Demand) และทางด้านการตอบสนองการใช้ (Supply) ของกลุ่มผู้ใช้น้ำหลัก 3 ด้านคือ ด้านอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม โดยการนำข้อมูลที่ได้รับดังกล่าวมาจัดทำแผนและกำหนดนโยบาย เพื่อใช้ในการแก้ไขสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้น้ำในพื้นที่นั้นๆ ได้



รูปที่ 9.2-1 ภาพรวมระบบ

ระดับผู้ปฏิบัติ

การใช้ระบบฯของผู้ใช้ระดับผู้ปฏิบัติจะเน้นไปที่ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนทางการจัดสรรน้ำให้กับผู้ใช้น้ำ ทั้งทางด้านอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม โดยอิงจากแผนและนโยบายที่ทางระดับ นโยบายได้วางเอาไว้



รูปที่ 9.2-2 ส่วนเชื่อมโยงสู่ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ

ซึ่งข้อมูลอ่างเก็บน้ำ ผู้ใช้สามารถเลือกสถานะอ่างเก็บน้ำ และวัน เดือนปี ที่ต้องการจะดูได้ นอกจากนี้ระบบฯยังสามารถคาดการณ์สถานการณ์น้ำทั้งในระยะสั้น(ล่วงหน้า 1 วัน) ระยะสั้น (ล่วงหน้า 1 เดือน) และระยะยาว (ล่วงหน้า 1 ปี)

โปรดเลือกอ่างเก็บน้ำ :

ชื่ออ่างเก็บน้ำ
ชื่อลุ่มน้ำ
รายละเอียดอ่างเก็บน้ำ

ปริมาณเก็บกักน้ำสูงสุด 71,400,000.0 ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำในอ่าง ณ ปัจจุบัน 0.0 ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณเก็บกักน้ำต่ำสุด 3,000,000.0 ลูกบาศก์เมตร
สถานการณ์น้ำ ปกติ ลูกบาศก์เมตร

รายชื่อกลุ่มผู้ใช้น้ำจากอ่างฯ

1. ตอกราย-ผามตาพูด :	273,963.0	ลูกบาศก์เมตร / วัน
2. ประปาแม่คำตู่ :	114.0	ลูกบาศก์เมตร / วัน
3. ศูนย์พัฒนาปลวกแดง :	8,352.0	ลูกบาศก์เมตร / วัน
4. ไทยแพฟฟิด้า :	18,400.0	ลูกบาศก์เมตร / วัน
รวม 4 ราย ใช้น้ำรวม :	300,829.0	ลูกบาศก์เมตร / วัน

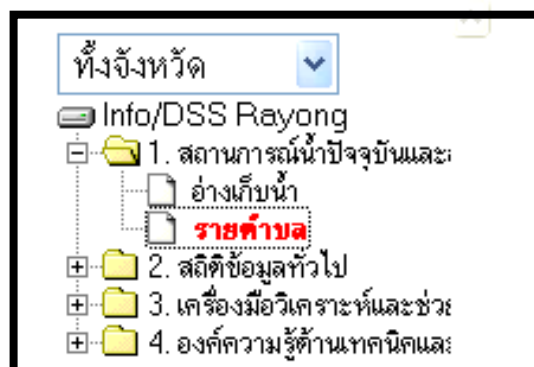
ส่วนเชื่อมโยงสู่ข้อมูลการคาดการณ์สถานการณ์น้ำของระบบฯ

ผลคาดการณ์สถานการณ์น้ำ 1. ระยะสั้น (ล่วงหน้า 1 2. ระยะสั้น (ล่วงหน้า 1 3. ระยะยาว (ล่วงหน้า 1
ของอ่างเก็บน้ำ วัน) เดือน) ปี)

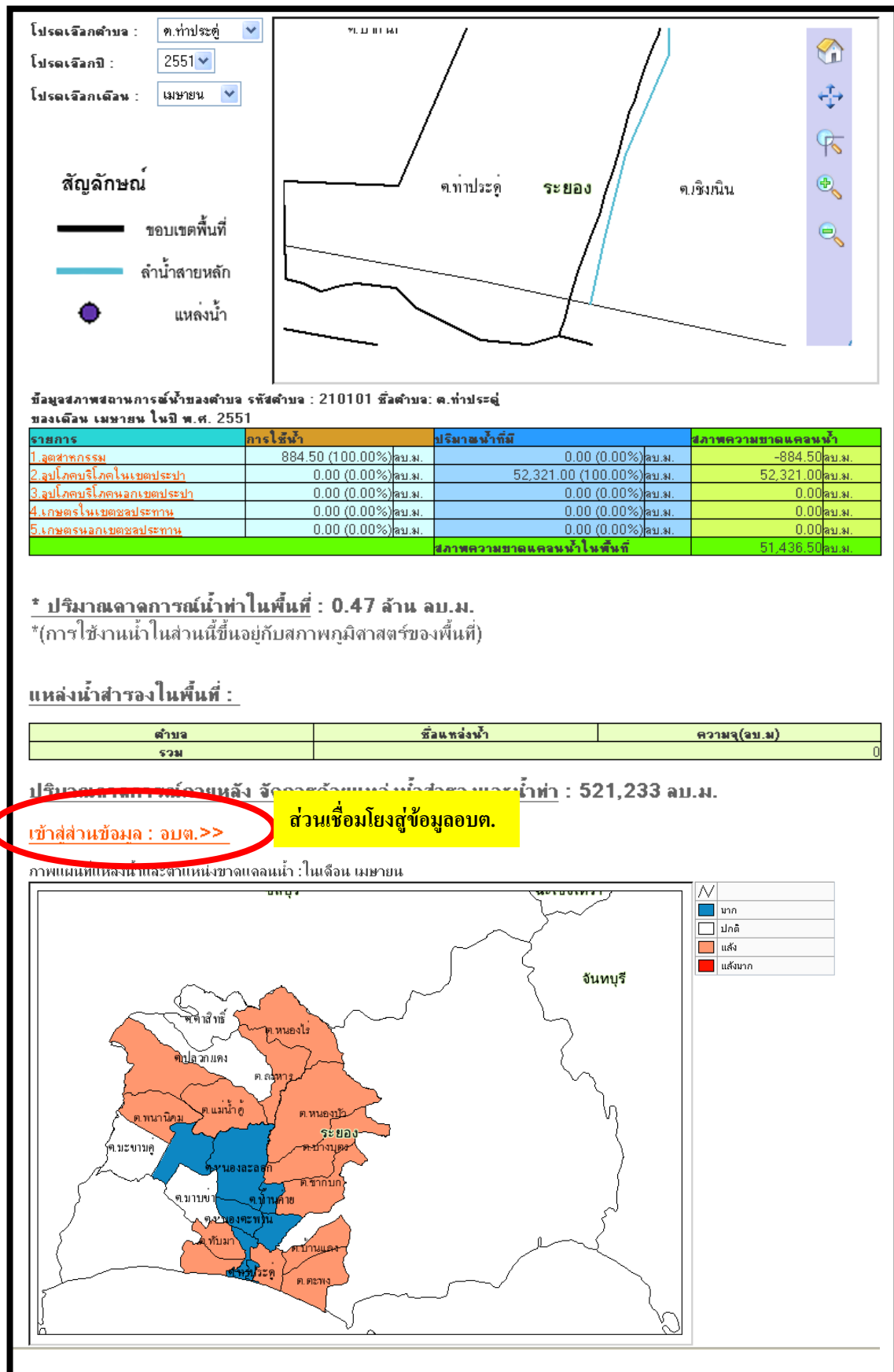
รูปที่ 9.2-3 หน้าจอแสดงข้อมูลอ่างเก็บน้ำ

ระดับขอบต.

ผู้ใช้ระบบระดับขอบต.จะมีส่วนร่วมกับระบบอยู่มากในด้านการปรับปรุงข้อมูลเกี่ยวกับการใช้น้ำลงระบบฯ โดยระบบฯจะมีส่วนแสดงข้อมูลของขอบต.ที่ปรับปรุงโดยเจ้าหน้าที่ของขอบต. ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้ผู้ที่เข้ามาปรับปรุงได้จะต้องเป็นเจ้าหน้าที่ของขอบต.ที่ทำการลงทะเบียนกับระบบแล้วเท่านั้น



รูปที่ 9.2-4 ส่วนเชื่อมโยงสู่ข้อมูลรายตำบล / อบต.



รูปที่ 9.2-5 หน้าจอแสดงข้อมูลรายตำบล

การเข้าใช้ และจัดการระบบข้อมูล อบต.

ส่วนแสดงข้อมูลอบต. และส่วนแสดงภาพแผนที่แหล่งน้ำและตำแหน่งขาดแคลนน้ำ รวมถึงการเข้าระบบเพื่อปรับปรุงข้อมูล จะมีการกรอกชื่อผู้ขอเข้าใช้ระบบ และรหัสผ่าน เพื่อความสะดวกในการรวบรวมข้อมูลผู้เข้าใช้ระบบ ปรับปรุงข้อมูลอบต. และเพื่อจำกัดกลุ่มผู้เข้ามาดูข้อมูลเชิงลึกในบางส่วน

ระบบข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ	
สำหรับผู้ลงทะเบียนใหม่	สำหรับเข้าใช้ระบบ
โปรดกรอกรายละเอียดให้ครบเพื่อประโยชน์ของท่านในการใช้ระบบในอนาคต ลงทะเบียน	 เข้าใช้ระบบ

รูปที่ 9.2-6 ส่วนกรอกชื่อผู้ขอเข้าชมข้อมูลและรหัสผ่าน

โดยผู้ขอเข้าชมต้องทำการลงทะเบียนเข้าใช้ระบบเพื่อขอรหัสผ่าน

ข้อมูลการใช้ระบบ : ผู้ใช้ระบบ			
ชื่อสำหรับระบบ :			
รหัสผ่านสำหรับระบบ :			
ยืนยันรหัสผ่านสำหรับระบบ :			
ข้อมูลทั่วไป : ผู้ใช้ระบบ			
ชื่อ :		นามสกุล :	
ตำแหน่ง :		สังกัด :	
ที่อยู่/ติดต่อ :			
หมู่บ้าน :		รหัสหมู่บ้าน :	
ตำบล :	ต.ท่าประจักษ์ v		
เบอร์โทรศัพท์ :			
e-mail :			
กลับหน้าหลัก บันทึกผล			

รูปที่ 9.2-7 แบบฟอร์มลงทะเบียนระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ในพื้นที่ศึกษา

คำอธิบายการกรอกแบบฟอร์ม

ข้อมูลการใช้ระบบ

- ช่อง “ชื่อสำหรับระบบ” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อที่ทำการลงทะเบียนกับระบบ
- ช่อง “รหัสผ่านสำหรับระบบ” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกรหัสชื่อที่ทำการลงทะเบียนกับระบบ
- ช่อง “ยืนยันรหัสผ่านสำหรับระบบ” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกรหัสชื่อที่ทำการลงทะเบียนกับระบบอีกครั้ง เพื่อทำการยืนยัน

ข้อมูลทั่วไป

- ช่อง “ชื่อ” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อจริงของผู้ใช้
- ช่อง “นามสกุล” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกนามสกุลจริงของผู้ใช้
- ช่อง “ตำแหน่ง” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกตำแหน่งงานของผู้ใช้
- ช่อง “สังกัด” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อหน่วยงานที่ผู้ใช้สังกัดอยู่
- ช่อง “ที่อยู่ / ที่ติดต่อ” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกที่อยู่ / ที่ติดต่อ ของผู้ใช้ ที่สามารถติดต่อได้จริง
- ช่อง “หมู่บ้าน” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อหมู่บ้านที่ผู้ใช้ดูแลรับผิดชอบอยู่
- ช่อง “รหัสหมู่บ้าน” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกเลขรหัสหมู่บ้านที่ดูแลรับผิดชอบอยู่
- ช่อง “ตำบล” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อตำบลที่ผู้ใช้สังกัด อบต. อยู่
- ช่อง “เบอร์โทรศัพท์” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกเบอร์โทรศัพท์ของผู้ใช้ ที่สามารถติดต่อได้จริง
- ช่อง “e-mail” ให้ผู้ใช้ระบบกรอก e-mail address ของผู้ใช้ ที่สามารถติดต่อได้จริง
- จากนั้นเลือก **บันทึกผล** เพื่อทำการบันทึกข้อมูลเข้าระบบ

ส่วนแสดงข้อมูลอบต. ที่ต้องผ่านการลงทะเบียน

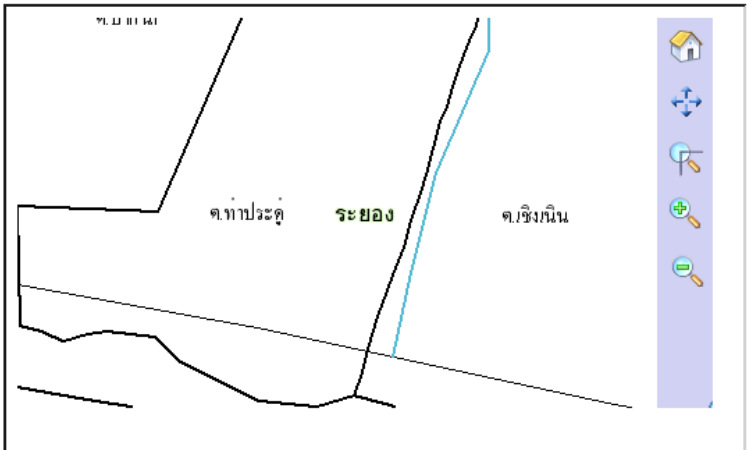
เมื่อผู้ใช้ลงทะเบียนเข้าสู่ระบบแล้วจะเข้าสู่หน้าจอที่ผู้ที่เป็นสมาชิกและมีรหัสผ่านเท่านั้นที่สามารถเข้าใช้ เพื่อทำการปรับปรุงข้อมูลของตำบลนั้นๆ ได้

กลับหน้าจอสถานการณ์ตำบล

โปรดเลือกตำบล : ต.ท่าประดู่

โปรดเลือกปี : 2551

โปรดเลือกเดือน : เมษายน



สัญลักษณ์

- ขอบเขตพื้นที่
- ลำน้ำสายหลัก
- แหล่งน้ำ

ข้อมูลสภาพสถานการณ์น้ำของตำบล รหัสตำบล : 210101 ชื่อตำบล : ต.ท่าประดู่
 ของเดือน เมษายน ในปี พ.ศ. 2551

รายการ	การไหลเข้า	ปริมาณน้ำที่มี	สภาพความขาดแคลนน้ำ
1. อุตสาหกรรม	884.50 (100.00%) ลบ.ม.	0.00 (0.00%) ลบ.ม.	-884.50 ลบ.ม.
2. อุปโภคบริโภคในเขตประปา	0.00 (0.00%) ลบ.ม.	52,321.00 (100.00%) ลบ.ม.	52,321.00 ลบ.ม.
3. อุปโภคบริโภคนอกเขตประปา	0.00 (0.00%) ลบ.ม.	0.00 (0.00%) ลบ.ม.	0.00 ลบ.ม.
4. เกษตรในเขตชลประทาน	0.00 (0.00%) ลบ.ม.	0.00 (0.00%) ลบ.ม.	0.00 ลบ.ม.
5. เกษตรนอกเขตชลประทาน	0.00 (0.00%) ลบ.ม.	0.00 (0.00%) ลบ.ม.	0.00 ลบ.ม.
		สภาพความขาดแคลนน้ำในพื้นที่	51,436.50 ลบ.ม.

*** ปริมาณคาดการณ์น้ำท่าในพื้นที่ : 0.47 ล้าน ลบ.ม.**
 *(การใช้ประเมินในส่วนนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิศาสตร์ของพื้นที่)

ส่วนแสดงข้อมูลจากหน่วยงาน

แหล่งน้ำสำรองในพื้นที่ :

ตำบล	ชื่อแหล่งน้ำ	ความจุ(ลบ.ม)
รวม		0

ปริมาณคาดการณ์ภายหลัง จัดการด้วยแหล่งน้ำสำรองและน้ำท่า : 521,233 ลบ.ม.

ตารางแสดงข้อมูลปัจจุบันของ อบต.

ข้อมูลประชากร	ข้อมูลประปาหมู่บ้าน	ข้อมูลน้ำบาดาล	จำนวนโรงงาน	เกษตร
1. ความต้องการน้ำด้านอุปโภคบริโภค	1. เปรียบเทียบข้อมูลประชากร อบต. กับ กรมการปกครอง	1. เปรียบเทียบจำนวนบ่อน้ำของอบต. กับ กรมน้ำบาดาล	1. เปรียบเทียบจำนวนบ่อน้ำของอบต. กับ กรมโรงงานอุตสาหกรรม	1. ความต้องการน้ำทางการเกษตร
2. จำนวนประชากรหมู่บ้านทั้งหมด	2. กำลังการผลิต	2. ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสูบน้ำต่อปี	2. ปริมาณฝนใช้การ	2. ปริมาณฝนใช้การ
3. จำนวนประชากรหมู่บ้านทั้งหมด	3. ปริมาณน้ำจากประปาสำรอง	3. ปริมาณน้ำที่ได้อ	3. เปรียบเทียบความต้องการน้ำ กับ ข้อมูลกรมส่งเสริมการเกษตร	3. เปรียบเทียบความต้องการน้ำ กับ ข้อมูลกรมส่งเสริมการเกษตร
0 : 0 แห่ง	0.00 ลบ.ม./เดือน	0 : 1 แห่ง	0 : 31 แห่ง	0 : 0 ลบ.ม.
0.00 ลบ.ม./เดือน	165,820.00 ลบ.ม.	0.00 ลบ.ม./วัน	0.00 ลบ.ม./วัน	0.00 ลบ.ม./วัน

ส่วนปรับปรุงข้อมูล : รายละเอียด (ลบ.ต.)

1. ปรับปรุงข้อมูลทั่วไป
2. ปรับปรุงข้อมูลประปา
3. ปรับปรุงข้อมูลเกษตร
4. ปรับปรุงข้อมูลแหล่งน้ำขนาดเล็ก

ส่วนเชื่อมโยงสู่หน้าจอสำหรับปรับปรุงข้อมูลอบต.

รูปที่ 9.2-8 หน้าจอผู้ใช้ที่ผ่านการลงทะเบียนแล้ว

วิธีการจัดการระบบข้อมูล

เมื่อผู้คลิกเข้าไปในหัวข้อเพื่อทำการปรับปรุงข้อมูล จะเจอรายการข้อมูลที่มีอยู่เดิม

ตารางข้อมูลทั่วไป : รายละเอียด (ลบต.)

เพิ่มข้อมูล **กลับหน้าหลัก**

เลือกลบ	รหัสตำบล	ชื่อตำบล	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนป่อบ้าน/ป่อบาดาล (ป่อบ)	จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม (โรง)	รหัสพื้นที่	ชื่อพื้นที่	วันที่บันทึก	หน่วยงานที่บันทึก
☐	210112	ต.หน้าดง	500	2	1	10	ตดสอชอ	26/12/2007	วทรน
☐	210503	ต.หนองตะพาน	120	10	15	1525	ตดสอชอ	3/01/2008	วทรน
☐	210111	ต.ทับมา	5000	20	150	2100	222	4/01/2008	อบต
☐	210101	ต.ท่าประดู่	0	0	0	0		12/02/2008	

ลบที่เลือก

รูปที่ 9.2-9 รายการข้อมูลที่มีอยู่เดิม

คำอธิบายปุ่มสำหรับใช้งานส่วนปรับปรุงข้อมูล อบต. หน้าจอรายการข้อมูลที่มีอยู่เดิม

- **ลบที่เลือก** ปุ่มสำหรับเลือกลบรายการข้อมูลที่ต้องการลบ โดยผู้ใช้งานจะต้องทำการคลิกเครื่องหมาย  ในช่องข้างหน้ารายการที่ต้องการลบเสียก่อน
- **เพิ่มข้อมูล** ปุ่มสำหรับเลือกเมื่อผู้ใช้งานต้องการเพิ่มข้อมูล โดยเมื่อคลิกแล้วจะเข้าสู่หน้าจอที่มีแบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลที่จะระบบจัดเตรียมไว้ ให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลที่ต้องการเพิ่ม จากนั้นเลือก **บันทึกผล** เพื่อทำการบันทึกข้อมูลลงระบบ
- **กลับหน้าหลัก** ปุ่มสำหรับเลือกเพื่อกลับไปหน้าจอหลัก

ส่วนปรับปรุงข้อมูล

ซึ่งส่วนปรับปรุงข้อมูลนั้นมี 4 ส่วน คือ

1. ปรับปรุงข้อมูลทั่วไป
2. ปรับปรุงข้อมูลประปา
3. ปรับปรุงข้อมูลเกษตร
4. ปรับปรุงข้อมูลแหล่งน้ำขนาดเล็ก

ส่วนปรับปรุงข้อมูล : รายละเอียด (ลบต.)

1. [ปรับปรุงข้อมูลทั่วไป](#)
2. [ปรับปรุงข้อมูลประปา](#)
3. [ปรับปรุงข้อมูลเกษตร](#)
4. [ปรับปรุงข้อมูลแหล่งน้ำขนาดเล็ก](#)

รูปที่ 9.2-10 ส่วนปรับปรุงข้อมูล

1. ส่วนข้อมูลทั่วไป

โดยส่วนปรับปรุงข้อมูลส่วนต่างๆ จะมีแบบฟอร์มให้กรอกข้อมูลต่างๆ กันไป

- ส่วนปรับปรุงข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไป : ของตำบล

ชื่อตำบล : ต.ท่าประจักษ์

จำนวนประชากร : 0 คน

จำนวนบ่อน้ำดื่ม/น้ำบาดาล : 0 บ่อ

จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม : 0 โรง

รหัสผู้บันทึก : 0

ชื่อผู้บันทึก :

วันที่บันทึก : 12/02/2008 วัน/เดือน/ปี

หน่วยงานที่บันทึก :

หมายเหตุ :

กลับหน้าหลัก บันทึกผล

รูปที่ 9.2-11 แบบฟอร์มในส่วนปรับปรุงข้อมูลทั่วไป

คำอธิบายการกรอกแบบฟอร์มปรับปรุงข้อมูลทั่วไป

- ช่อง “ชื่อตำบล” ระบบจะขึ้นชื่อตำบลตามที่ใช้ระบบลงทะเบียนไว้อัตโนมัติ
- ช่อง “จำนวนประชากร” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกจำนวนประชากรของตำบลที่ใช้รับผิดชอบอยู่
- ช่อง “จำนวนบ่อน้ำดื่ม/น้ำบาดาล” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกจำนวนบ่อน้ำดื่ม/น้ำบาดาลในตำบลที่ใช้รับผิดชอบอยู่
- ช่อง “โรงงานอุตสาหกรรม” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในตำบลที่ใช้รับผิดชอบอยู่
- ช่อง “รหัสผู้บันทึก” ผู้ใช้ระบบไม่ต้องกรอกเลขรหัสใดๆ ระบบจะทำการใส่ให้อัตโนมัติ
- ช่อง “ชื่อผู้บันทึก” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อจริงของผู้ใช้
- ช่อง “วันที่บันทึก” ให้ผู้ใช้ระบบกรอก วัน/เดือน/ปี ที่ผู้ใช้ทำการบันทึกข้อมูล
- ช่อง “หน่วยงานที่บันทึก” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อหน่วยงานที่ผู้ใช้สังกัดอยู่
- เลือก **บันทึกผล** เพื่อทำการบันทึกข้อมูลเข้าระบบ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดทำข้อมูลส่วนนี้

- 1) เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาความต้องการน้ำในด้าน อุปโภคบริโภค
- 2) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณการจัดหาน้ำบาดาลในพื้นที่
- 3) เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลจำนวนโรงงานระหว่าง อบต. กับกรมโรงงานอุตสาหกรรม

2. ส่วนข้อมูลประปา

- ส่วนปรับปรุงข้อมูลประปา

รูปที่ 9.2-12 แบบฟอร์มในส่วนปรับปรุงข้อมูลประปา

คำอธิบายการกรอกแบบฟอร์มปรับปรุงข้อมูลทั่วไป

- ช่อง “รหัสหมู่บ้าน” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกรหัสหมู่บ้านที่ผู้ใช้ต้องการบันทึกข้อมูล
- ช่อง “ชื่อหมู่บ้าน” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อหมู่บ้านที่ผู้ใช้ต้องการบันทึกข้อมูล
- ช่อง “ชื่อตำบล” ระบบจะขึ้นชื่อตำบลตามที่ผู้ใช้ระบบลงทะเบียนไว้อัตโนมัติ
- ช่อง “ปริมาณการผลิตน้ำประปา” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกรายการผลิตน้ำประปาของหมู่บ้านที่ผู้ใช้ต้องการปรับปรุงข้อมูล
- ช่อง “เดือน/ปี ที่จัดเก็บข้อมูล” ให้ผู้ใช้ระบบกรอก เดือน/ปี ที่ผู้ใช้ทำการจัดเก็บข้อมูล
- ช่อง “รหัสผู้บันทึก” ผู้ใช้ระบบไม่ต้องกรอกเลขรหัสใดๆ ระบบจะทำการใส่ให้อัตโนมัติ

- ช่อง “ชื่อผู้บันทึก” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อจริงของผู้ใช้
- ช่อง “วันที่บันทึก (วัน/เดือน/ปี)” ให้ผู้ใช้ระบบกรอก วัน/เดือน/ปี ที่ผู้ใช้ทำการบันทึกข้อมูล
- ช่อง “หน่วยงานที่บันทึก” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อหน่วยงานที่ผู้ใช้สังกัดอยู่
- เลือก **บันทึกผล** เพื่อทำการบันทึกข้อมูลเข้าระบบ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดทำข้อมูลส่วนนี้

- 1) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ใช้ในการอุปโภคบริโภค

3. ส่วนข้อมูลเกษตรกรกรม

- ส่วนปรับปรุงข้อมูลเกษตรกรกรม

รูปที่ 9.2-13 แบบฟอร์มในส่วนปรับปรุงข้อมูลเกษตรกรกรม

คำอธิบายการกรอกแบบฟอร์มปรับปรุงข้อมูลทั่วไป

- ช่อง “ชื่อชนิดพืช” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อชนิดพืชที่ผู้ใช้งานต้องการปรับปรุงข้อมูล
- ช่อง “วันที่เริ่มปลูก” ให้ผู้ใช้ระบบกรอก วัน/เดือน/ปี ที่เริ่มปลูกพืชชนิดนั้นๆ
- ช่อง “วันที่เก็บเกี่ยว” ให้ผู้ใช้ระบบกรอก วัน/เดือน/ปี ที่เก็บเกี่ยวพืชชนิดนั้นๆ
- ช่อง “ขนาดพื้นที่ในเขตชลประทาน” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกขนาดพื้นที่ที่อยู่ในเขตชลประทาน (แปลงหน่วยให้เป็นไร่)

- ช่อง “ขนาดพื้นที่นอกเขตชลประทาน” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกขนาดพื้นที่ที่อยู่นอกเขตชลประทาน (แปลงหน่วยให้เป็นไร่)
- ช่อง “ชื่อตำบล” ระบบจะขึ้นชื่อตำบลตามที่ใช้ระบบลงทะเบียนไว้อัตโนมัติ
- ช่อง “รหัสผู้บันทึก” ผู้ใช้ระบบไม่ต้องกรอกเลขรหัสใดๆ ระบบจะทำการใส่ให้อัตโนมัติ
- ช่อง “ชื่อผู้บันทึก” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อจริงของชื่อผู้ใช้
- ช่อง “วันที่บันทึก (วัน/เดือน/ปี)” ให้ผู้ใช้ระบบกรอก วัน/เดือน/ปี ที่ผู้ใช้ทำการบันทึกข้อมูล
- ช่อง “หน่วยงานที่บันทึก” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อหน่วยงานที่ใช้สังกัดอยู่
- เลือก **บันทึกผล** เพื่อทำการบันทึกข้อมูลเข้าระบบ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดทำข้อมูลส่วนนี้

- 1) เพื่อวิเคราะห์ความต้องการน้ำใช้เพื่อการเกษตรกรรม
- 2) เพื่อตรวจสอบข้อมูลพื้นที่การเกษตรในและนอกเขตชลประทาน จากอบต. กับข้อมูลจากกรมส่งเสริมการเกษตร และกรมชลประทาน

4. ส่วนข้อมูลแหล่งน้ำขนาดเล็ก

- ส่วนปรับปรุงข้อมูลแหล่งน้ำขนาดเล็ก

ข้อมูลแหล่งน้ำขนาดเล็ก : ขงตำบล				
ชื่อแหล่งน้ำ :		ประเภท :	คลอง v	
หน่วยงานที่รับผิดชอบ :		รหัสหมู่บ้าน :		
ชื่อหมู่บ้าน :		ตำบล :	ต.ท่าประดู่ v	
พิกัด UTM E :	0	พิกัด UTM N :	0	
พื้นที่ลุ่มน้ำ :	0	ลบ.ม. ความกว้าง :	0 ม.	
ความยาว :	0	ม. ความลึก :	0 ม.	
ปริมาณเก็บกักน้ำ :	0	ลบ.ม. สถานภาพปริมาณน้ำ :	0 ลบ.ม.	
พื้นที่การเกษตรที่ใช้ประโยชน์ :	0	ไร่	ครัวเรือนที่ใช้ประโยชน์ :	0 หลังคาเรือน
รหัสผู้บันทึก :	0	ชื่อผู้บันทึก :		
วันที่บันทึก (วัน/เดือน/ปี) :	12/02/2008	หน่วยงานที่บันทึก :		
หมายเหตุ :				
กลับหน้าหลัก บันทึกผล				

รูปที่ 9.2-14 แบบฟอร์มในส่วนปรับปรุงข้อมูลแหล่งน้ำขนาดเล็ก

คำอธิบายการกรอกแบบฟอร์มปรับปรุงข้อมูลทั่วไป

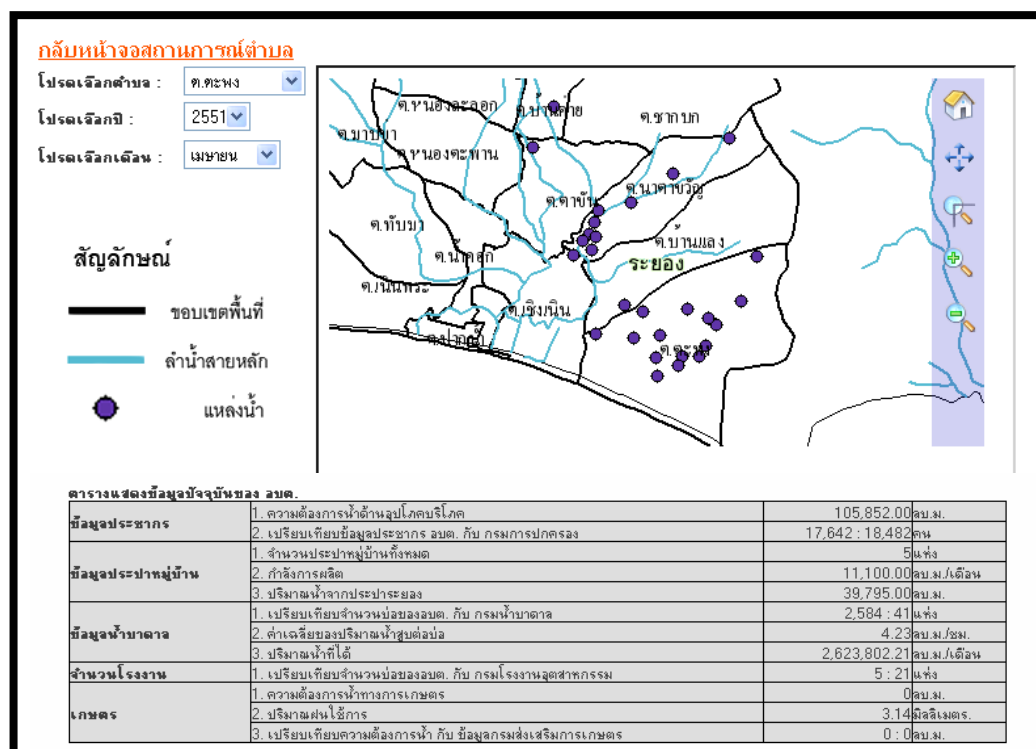
- ช่อง “ชื่อแหล่งน้ำ” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อแหล่งน้ำที่ผู้ใช้ต้องการบันทึกข้อมูล
- ช่อง “ประเภท” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อประเภทแหล่งน้ำที่ผู้ใช้ต้องการบันทึกข้อมูล
- ช่อง “หน่วยงานที่รับผิดชอบ” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อหน่วยงานที่ผู้ใช้สังกัดอยู่
- ช่อง “รหัสหมู่บ้าน” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกรหัสหมู่บ้านที่ผู้ใช้ต้องการปรับปรุงข้อมูล
- ช่อง “ชื่อหมู่บ้าน” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อหมู่บ้านที่ผู้ใช้ต้องการปรับปรุงข้อมูล
- ช่อง “ชื่อตำบล” ระบบจะขึ้นชื่อตำบลตามที่ผู้ใช้ระบบลงทะเบียนไว้อัตโนมัติ
- ช่อง “พิกัด UTME” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกพิกัดที่ตั้งแหล่งน้ำตามแกน X
- ช่อง “พิกัด UTMN” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกพิกัดที่ตั้งแหล่งน้ำตามแกน Y
- ช่อง “พื้นที่ผิวน้ำ” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกขนาดพื้นที่ผิวน้ำ (แปลงหน่วยให้เป็น ลบ.ม.)
- ช่อง “ความกว้าง” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกความกว้างของแหล่งน้ำที่ต้องการบันทึกข้อมูล(แปลงหน่วยให้เป็น ม.)
- ช่อง “ความยาว” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกความยาวของแหล่งน้ำที่ต้องการบันทึกข้อมูล (แปลงหน่วยให้เป็น ม.)
- ช่อง “ความลึก” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกความลึกของแหล่งน้ำที่ต้องการบันทึกข้อมูล (แปลงหน่วยให้เป็น ม.)
- ช่อง “ปริมาณเก็บกักน้ำ” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกปริมาณเก็บกักน้ำของแหล่งน้ำที่ต้องการบันทึกข้อมูล (แปลงหน่วยให้เป็นลบ.ม.)
- ช่อง “สถานภาพปริมาณน้ำ” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกปริมาณน้ำของแหล่งน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน (แปลงหน่วยให้เป็นลบ.ม.)
- ช่อง “พื้นที่การเกษตรที่ใช้ประโยชน์” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกพื้นที่การเกษตรที่ใช้ประโยชน์ (แปลงหน่วยให้เป็นไร่)
- ช่อง “ครัวเรือนที่ใช้ประโยชน์” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกจำนวนครัวเรือนที่ใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตร
- ช่อง “รหัสผู้บันทึก” ผู้ใช้ระบบไม่ต้องกรอกเลขรหัสใดๆ ระบบจะทำการใส่ให้อัตโนมัติ
- ช่อง “ชื่อผู้บันทึก” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อจริงของชื่อผู้ใช้

- ช่อง “วันที่บันทึก (วัน/เดือน/ปี)” ให้ผู้ใช้ระบบกรอก วัน/เดือน/ปี ที่ผู้ใช้ทำการบันทึกข้อมูล
- ช่อง “หน่วยงานที่บันทึก” ให้ผู้ใช้ระบบกรอกชื่อหน่วยงานที่ผู้ใช้สังกัดอยู่
- เลือก **บันทึกผล** เพื่อทำการบันทึกข้อมูลเข้าระบบ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดทำข้อมูลส่วนนี้

- 1) เพื่อวิเคราะห์การใช้ประโยชน์แหล่งน้ำเพื่อพื้นที่การเกษตร
- 2) เพื่อระบุตำแหน่งแหล่งน้ำเพื่อจัดทำแผนที่แหล่งน้ำ
- 3) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำเก็บกักสำรองภายในพื้นที่

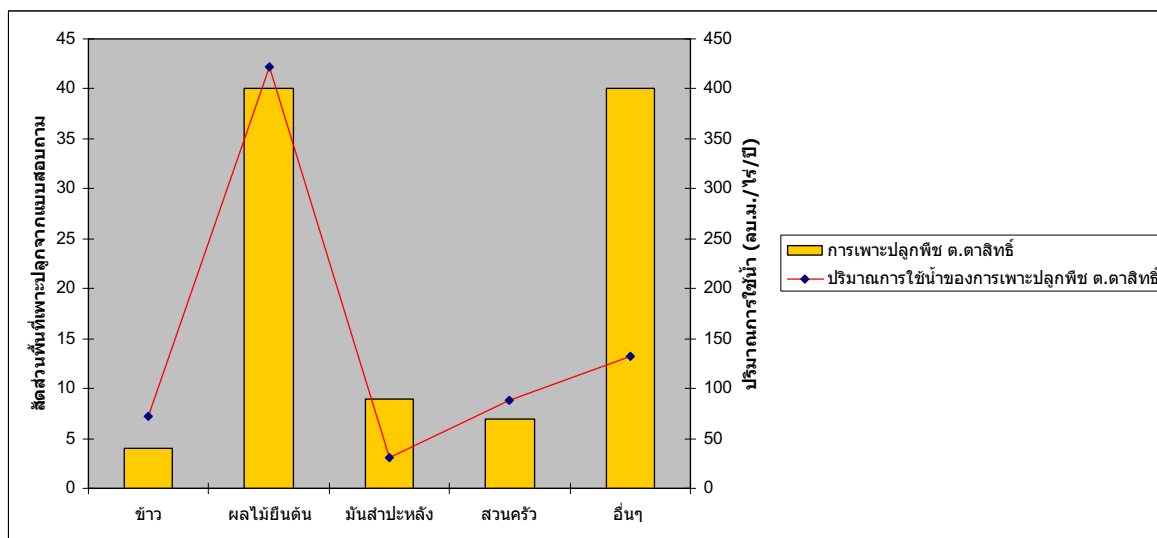
ผลที่ได้รับจากการกรอกข้อมูล



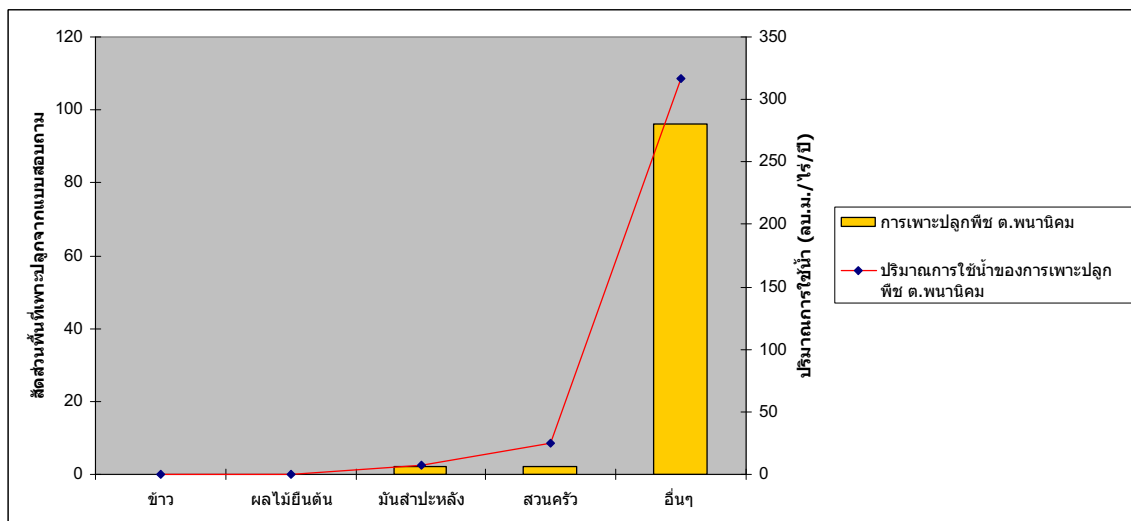
รูปที่ 9.2-15 ผลที่ได้รับจากการกรอกข้อมูล

ผลการวิเคราะห์จากการสรุปแบบสอบถามเบื้องต้น

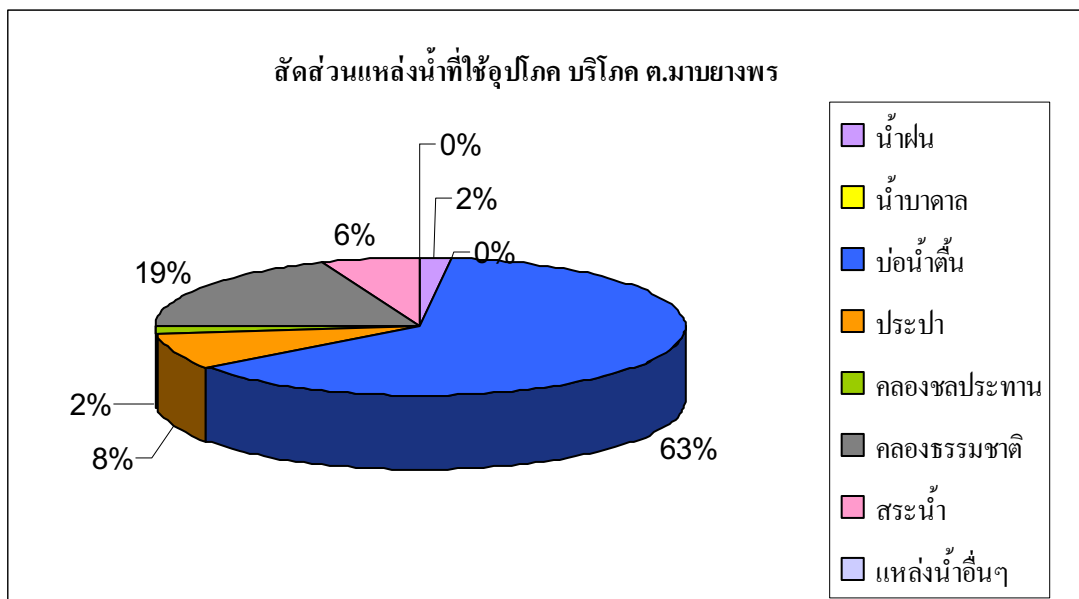
จากการวิเคราะห์จากแบบสอบถามเบื้องต้นในส่วนของการจัดการบริหารส่วนตำบล (อบต.) ได้ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสมในการนำไปใช้ และเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง คือ ข้อมูลการใช้น้ำในการเพาะปลูกพืช และข้อมูลแหล่งน้ำที่ใช้อุปโภค บริโภค เป็นรายตำบล ดังรูปที่ 9.2-16 ถึง 9.2-19



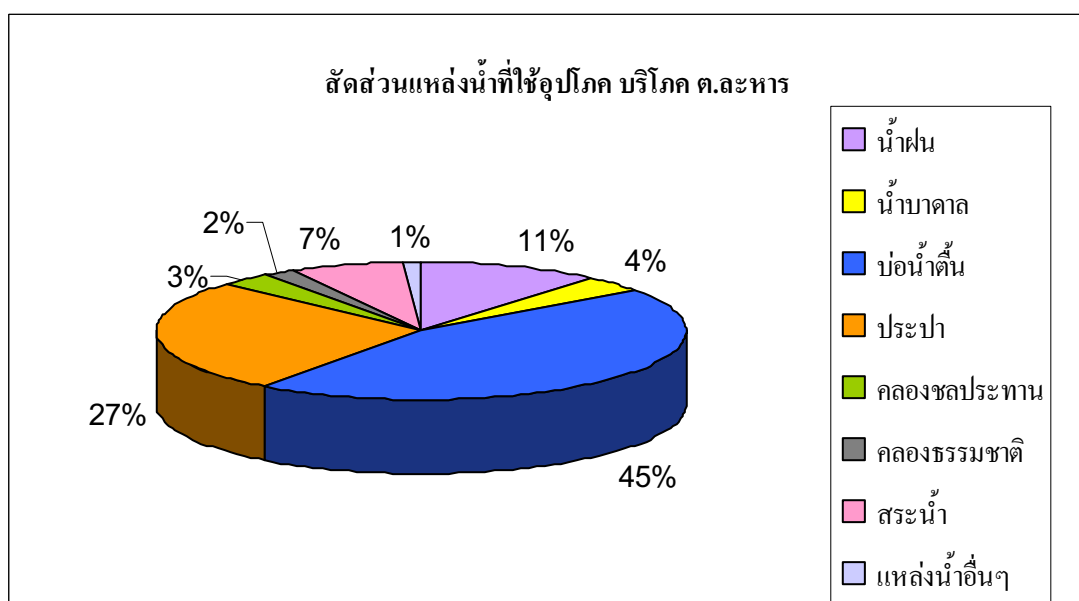
รูปที่ 9.2-16 ตัวอย่างกราฟแสดงสัดส่วนการใช้น้ำใน (ต.ตาสลิด)



รูปที่ 9.2-17 ตัวอย่างกราฟแสดงสัดส่วนการใช้น้ำใน (ต.พนานิคม)



รูปที่ 9.2-18 ตัวอย่างกราฟแสดงสัดส่วนแหล่งน้ำที่ใช้อุปโภค บริโภค (ต.มาบยางพร)



รูปที่ 9.2-19 ตัวอย่างกราฟแสดงสัดส่วนแหล่งน้ำที่ใช้อุปโภค บริโภค (ต.ละหาร)

9.3 คู่มือการพัฒนาโปรแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ จังหวัดระยอง (ส่วนเครื่องมือวิเคราะห์)

โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่พร้อมระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ได้พัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูล (analysis tools) ด้านปริมาณน้ำในพื้นที่ ได้แก่ ฝน (rainfall) น้ำผิวดิน (surface water) บ่อน้ำบาดาลและบ่อน้ำตื้น (well) และน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (reservoir inflow) ด้านปริมาณความต้องการใช้น้ำ ได้แก่ อุปโภคบริโภค (domestic) เกษตรกรรม (agriculture) และอุตสาหกรรม (industrial) และเครื่องมือวิเคราะห์ด้านการบริหารจัดการน้ำในระดับลุ่มน้ำ ได้แก่ การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำอันประกอบด้วย อ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล และอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ การบริหารจัดการน้ำในระดับพื้นที่คือ การวิเคราะห์ผลต่างระหว่างปริมาณน้ำและความต้องการใช้น้ำ เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นใช้ในการรายงานสถานการณ์น้ำ ณ เวลาปัจจุบันและสถานการณ์ล่วงหน้า และสุดท้ายรายงานสถานการณ์ที่เกิดขึ้นนำมาใช้สร้างและนำเสนอแนวทางเพื่อประกอบการตัดสินใจเบื้องต้นด้วยเครื่องมือ AHP ระบบทั้งหมดรวมเรียกว่า Decision Support System Version 01 (DSS_01)

การพัฒนาเครื่องมือแต่ละเครื่องมือมีลักษณะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพความสมบูรณ์ของข้อมูลที่มีในช่วงเวลาที่พัฒนาโปรแกรม (ปี พ.ศ. 2549) จากทฤษฎีที่สอดคล้องกับข้อมูลและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งกรณีที่ไม่สามารถอ้างอิงที่มาจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ ได้ จะทำการตั้งสมมติฐานขึ้นเพื่อสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลนั้นๆ ด้วยวิธีที่ใช้การพัฒนาเครื่องมือขึ้นมาใช้งานเองโดยไม่อาศัยโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีอยู่ทั่วไปจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านโปรแกรมและสามารถเผยแพร่ต่อสาธารณะได้ อีกทั้งสามารถพัฒนาและปรับปรุงเพิ่มเติมความสามารถของเครื่องมือให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้นได้โดยไม่มีข้อจำกัดในภายหลัง อย่างไรก็ตามก่อนที่จะมีการใช้งานจริงยังมีความจำเป็นที่จะต้องทดสอบการทำงานของระบบ DSS_01 ทั้งระบบก่อนเพื่อตรวจสอบหาข้อผิดพลาดและแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างใช้งานจริง รวมทั้งความคล่องตัวในการใช้งานกับสภาพพื้นที่และสถานการณ์ จึงมีความจำเป็นที่เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบดูแลต้องมีความเข้าใจรายละเอียดการจัดเก็บและตรวจสอบข้อมูลก่อนการนำเข้า มีความเข้าใจในกระบวนการและลำดับการวิเคราะห์ของเครื่องมือ รวมทั้งสมมติฐานต่างๆ เพื่อจะได้ใช้งานเครื่องมือแต่ละเครื่องมือได้ถูกต้อง สามารถอธิบายผลการวิเคราะห์ได้และสามารถพัฒนาเครื่องมือเพิ่มเติมได้ต่อไปในอนาคต อาทิ การศึกษาของโรจน์ ชุมมงคล (2550) เรื่องระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อหาการจัดสรรน้ำที่เหมาะสมสุดแบบอเนกประสงค์ ได้มีการพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำ โดยใช้สัมประสิทธิ์ตัวถ่วงในแต่ละประเภทการใช้น้ำ

คู่มือการพัฒนาโปรแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ จังหวัดระยอง (ส่วนเครื่องมือวิเคราะห์) ฉบับนี้สามารถใช้เป็นแหล่งอ้างอิงและเป็นคู่มือประกอบการใช้งานระบบ DSS_01 ซึ่งรายงานฉบับนี้ได้นำเสนอถึงทฤษฎี หลักการ สมมติฐาน ผังการทำงาน และข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์ DSS_01

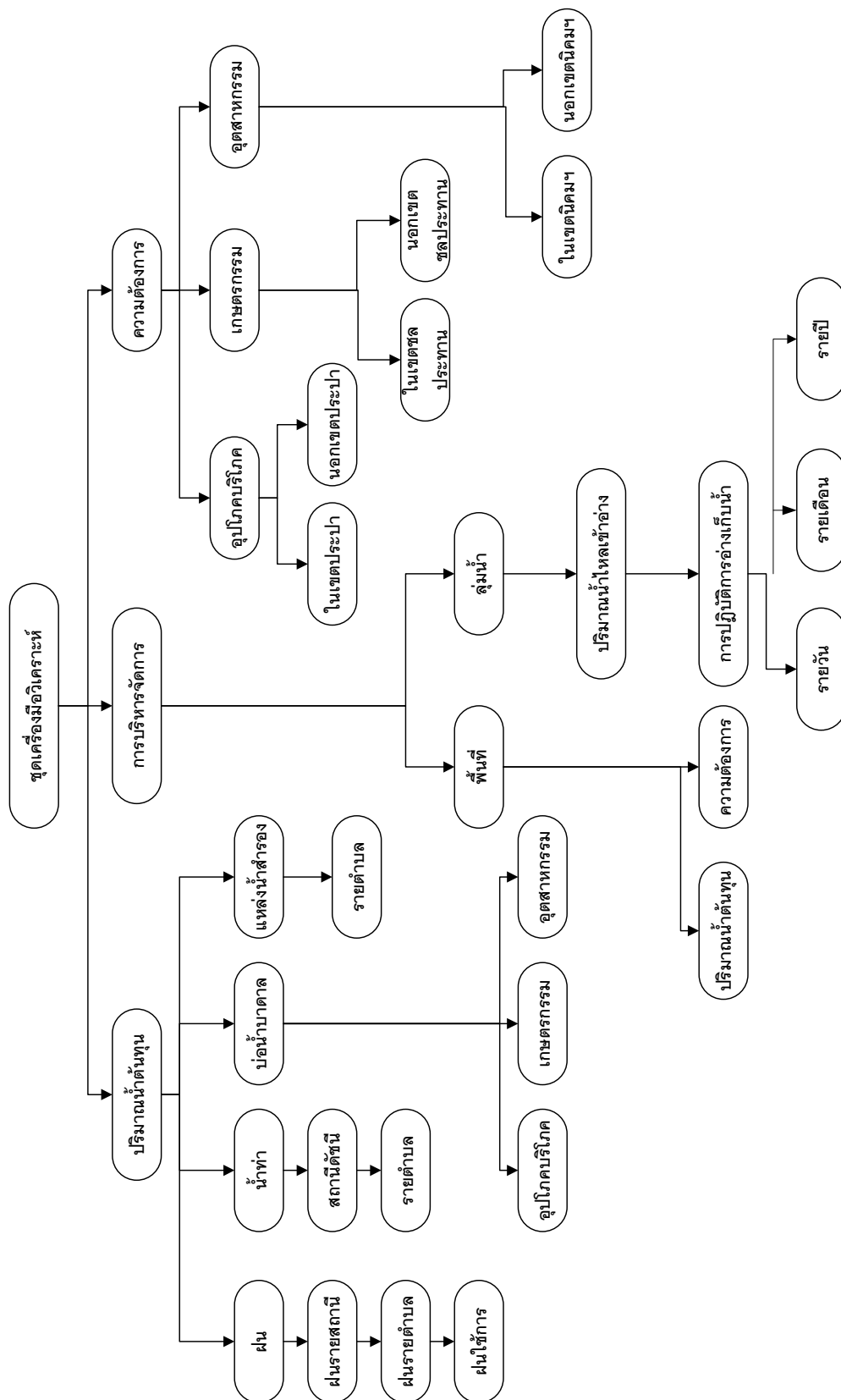
9.3.1 ภาพรวมของส่วนเครื่องมือวิเคราะห์

เครื่องมือวิเคราะห์ประกอบด้วย โปรแกรมการคำนวณย่อย (sub-program) หรือโมดูลวิเคราะห์ (module) ทั้งหมด 9 โมดูลดังรูปที่ 9.3-1 ซึ่งประกอบด้วย

1. วิเคราะห์ปริมาณฝนสะสมและคาดการณ์ปริมาณฝน
2. วิเคราะห์และคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าของสถานีดัชนี
3. วิเคราะห์สมดุลน้ำเก็บกักของแหล่งน้ำสำรอง
4. วิเคราะห์การใช้น้ำจากบ่อน้ำบาดาลและบ่อน้ำตื้น
5. คาดการณ์น้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ
6. การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ
7. วิเคราะห์การใช้น้ำอุปโภคบริโภค
8. วิเคราะห์การใช้น้ำเกษตรกรรม
9. วิเคราะห์การใช้น้ำอุตสาหกรรม

9.3.2 ระบบปฏิบัติการที่เลือกใช้พัฒนา (system requirement)

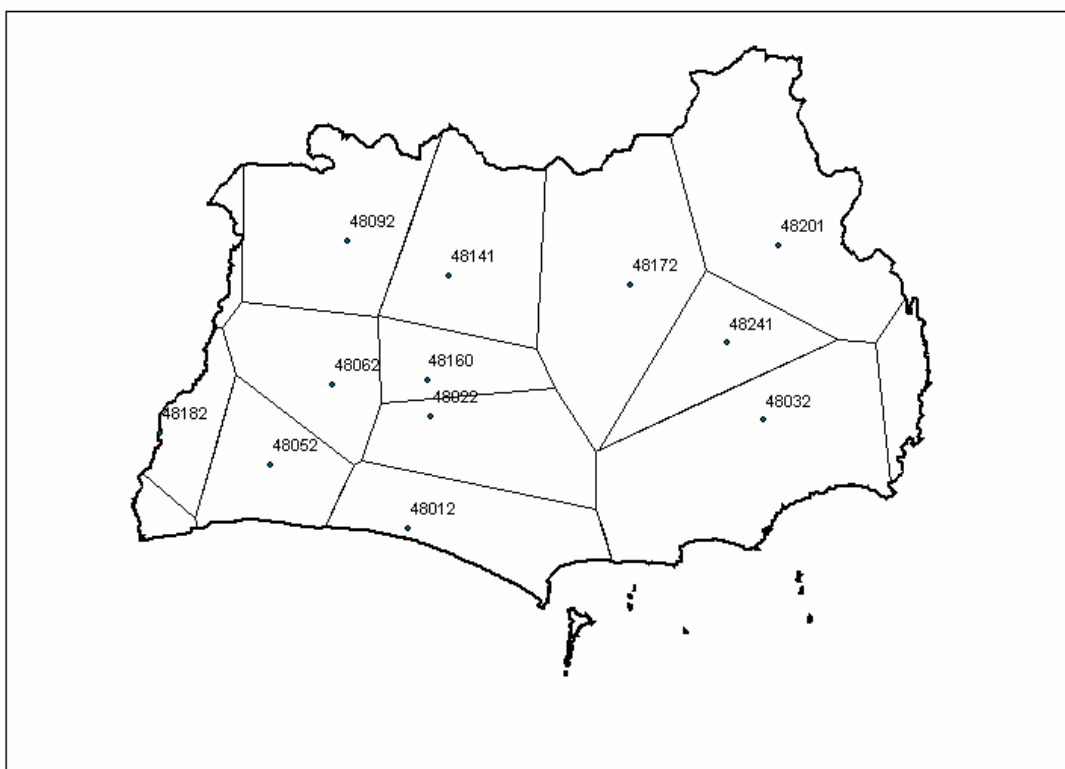
ระบบสนับสนุนการตัดสินใจพัฒนามนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ภาษาที่ใช้พัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์ ได้แก่ ภาษา PHP (Personal Home Page) เวอร์ชัน 5.1 ระบบจัดเก็บฐานข้อมูลได้แก่ โปรแกรมฐานข้อมูล PostgreSQL และระบบแสดงผลภาพแผนที่ด้วย Map Server



รูปที่ 9.3-1 องค์ประกอบของเครื่องมือวิเคราะห์ในระบบ DSS_01

9.3.3 เครื่องมือวิเคราะห์และคาดการณ์ฝน

จังหวัดระยองมีจำนวนสถานีวัดน้ำฝนรวมทั้งหมด 22 สถานี จากการตรวจสอบข้อมูลฝนรายวันย้อนหลัง 30 ปี (พ.ศ. 2520- พ.ศ. 2550) พบว่า สถานีวัดน้ำฝนที่มีการจัดเก็บข้อมูลฝนจนถึงปัจจุบัน (ปี พ.ศ.2549) มีจำนวน 12 สถานี ดังแสดงรายชื่อของกลุ่มสถานีวัดน้ำฝนไว้ในรูปที่ 9.3-2 กลุ่มของสถานีวัดน้ำฝนเหล่านี้จะใช้เป็นสถานีวัดน้ำฝนอ้างอิงตลอดการคำนวณของโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์สถิติน้ำฝนสะสมรายเดือน ประเมินปริมาณฝนรายเดือนล่วงหน้าของแต่ละสถานี ฝนรายตำบล และฝนใช้การของพืชรายตำบลดังนี้



รูปที่ 9.3-2 สถานีวัดน้ำฝนอ้างอิงและขอบเขตพื้นที่รับน้ำฝนในจังหวัดระยอง

1) การวิเคราะห์สถิติน้ำฝนสะสมรายเดือน

ค่าสถิติน้ำฝนสะสมรายเดือนที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลฝน คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ฝนสะสมรายเดือน (monthly rainfall percentile) ที่ทางอุทกวิทยา (hydrology) ใช้แสดงถึง ค่าความน่าจะเป็นที่ปริมาณฝนสะสมที่เคยตกในอดีตทั้งหมดมีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับปริมาณฝนที่สะสมที่วัดได้ปัจจุบัน (probability of non-exceedance) ขณะที่ความหมายทางอุตุนิยมวิทยา (metrology) ค่า

เปอร์เซ็นต์ไทล์ของปริมาณฝนสะสมรายเดือนถูกนำมาใช้เพื่อแสดงถึง สถานการณ์ความแห้งแล้ง ในพื้นที่ที่สัมพันธ์กับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของปริมาณของปริมาณฝนสะสมได้ดังนี้ (McRae, 1998)

- แห้งแล้งรุนแรง (serious rainfall deficiency) : ปริมาณฝนตกสะสมมีค่าอยู่ระหว่าง เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 10
- แห้งแล้งจัด (severe rainfall deficiency) : ปริมาณฝนตกสะสมมีค่าต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ ไทล์ที่ 5

สำหรับการศึกษานี้ได้นำค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของฝนสะสมรายเดือนมาวิเคราะห์ข้อมูลฝน ทางอุทกวิทยาเพื่อวิเคราะห์การกระจายข้อมูลฝนที่ความน่าจะเป็นหลายค่าในแต่ละเดือนรวม ทั้งหมด 12 ค่า โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์เท่ากับ 5 10 15 20 25 30 40 50 60 70 80 และ 90 ตามลำดับ ข้อมูลฝนที่ใช้วิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ต่างๆ ได้วิเคราะห์จากสถิติฝนรายเดือนจาก ข้อมูลสถิติระยะยาวที่มีการเก็บบันทึกไว้

ค่าปริมาณฝนสะสมจะเริ่มต้นคิดจากปริมาณฝนที่ตกตั้งแต่ต้นเดือนเมษายนสะสมถึง สิ้นสุดปลายเดือนแต่ละเดือนจนกระทั่งสิ้นสุดปลายเดือนมีนาคมของปีถัดไปดังแสดงในสมการที่ 5-1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือนสะสมที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ต่างๆ แสดงได้ดังรูปที่ 9.3-3

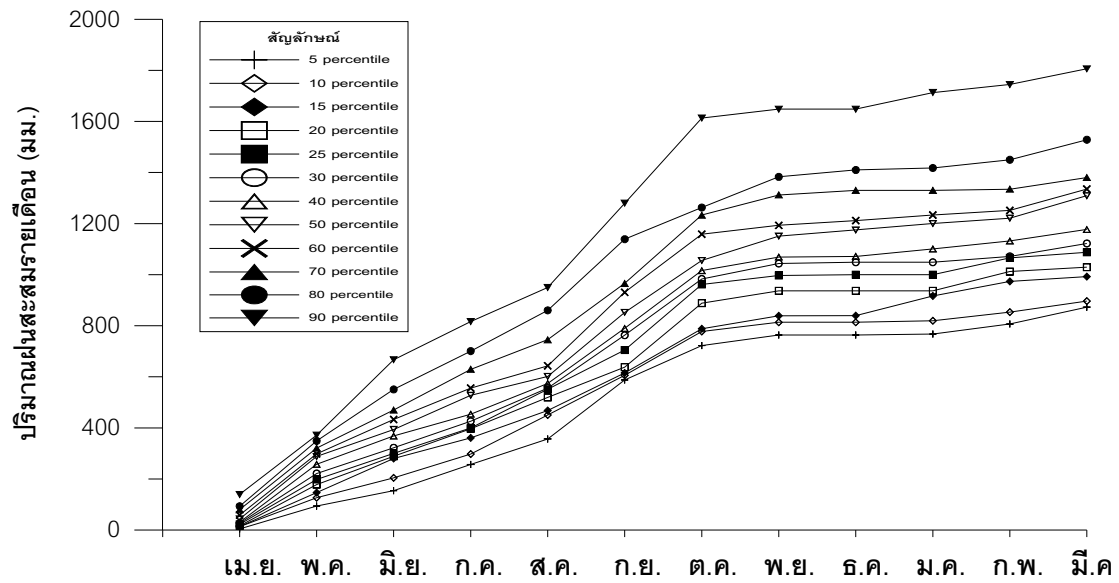
$$\begin{aligned}
 CR(m,y) &= \sum_{i=4}^{m-1} MR(i,y) \quad \text{if } m > 4 \quad (\text{เม.ย. - ธ.ค.}) \\
 &= \sum_{i=4}^{12} MR(i,y-1) + \sum_{j=1}^{m-1} MR(j,y) \quad \text{if } m \leq 4 \quad (\text{ม.ค. - มี.ค.}) \quad (9.3-1)
 \end{aligned}$$

โดยที่ $CR(m,y)$ = ปริมาณฝนสะสมของเดือนที่ m ในปี y

$MR(i,y)$ = ปริมาณฝนรายเดือนของเดือนที่ i ในปี y

m, i, j = เดือน

y = ปี



รูปที่ 9.3-3 ปริมาณฝนสะสมรายเดือนของสถานี 48012 ที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ต่างๆ

2) การคาดการณ์ฝนรายเดือนล่วงหน้า

การคาดการณ์ฝนรายเดือนล่วงหน้าแต่ละสถานีจะสมมติให้ ปริมาณฝนคาดการณ์ที่จะตกในเดือนถัดๆ ไปข้างหน้า (สำหรับการศึกษานี้กำหนดไว้ที่ 3 เดือนล่วงหน้า) มีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณฝนรายเดือนสะสมที่เกิดขึ้นของเดือนก่อนหน้า จากข้อสมมติดังกล่าวจะทำให้ ปริมาณฝนคาดการณ์ของเดือนถัดๆ ล่วงหน้า 3 เดือนติดต่อกันจะมีค่าเท่ากับ ปริมาณฝนสะสมรายเดือนของเดือนนั้นๆ ที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์เดียวกับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของปริมาณฝนสะสมรายเดือนของเดือนก่อนหน้าหักด้วยปริมาณฝนสะสมรายเดือนของเดือนก่อนหน้า โดยที่ปริมาณฝนรายเดือนคาดการณ์ล่วงหน้าสามารถคำนวณได้ตามสมการที่ 9.3-2

$$FR(m,p) = CMR(m,p) - CMR(m-1,p) \quad (9.3-2)$$

โดยที่ $FR(m,p)$ = ปริมาณฝนรายเดือนคาดการณ์ในเดือนที่ m และที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ p

$CMR(m,p)$ = ปริมาณฝนรายเดือนสะสมในเดือนที่ m และที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ p

$CMR(m-1,p)$ = ปริมาณฝนรายเดือนสะสมในเดือนที่ $m-1$ และที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ p

m = เดือน

p = ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลฝนเป็นข้อมูลที่สามารถคาดการณ์ได้ยากเพราะข้อมูลฝนมีความผันแปรมากซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยในหลายด้านทำให้ปริมาณฝนคาดการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจากเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาอาจมีค่าสูงกว่าและต่ำกว่าค่าปริมาณฝนที่คาดการณ์โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของปริมาณฝนรายเดือนสะสมของเดือนก่อนหน้าเพียงค่าเดียว ดังนั้นเพื่อลดความไม่แน่นอนในการคาดการณ์ปริมาณฝนน้อยลง เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจึงได้เพิ่มผลคาดการณ์ฝนรายเดือนล่วงหน้าที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์สูงกว่าและต่ำกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของปริมาณฝนสะสมรายเดือนของเดือนก่อนหน้าที่คำนวณได้ 1 ลำดับ เช่น ถ้าปริมาณฝนสะสมรายเดือนมีค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์เท่ากับ 70 ปริมาณฝนรายเดือนคาดการณ์จะมีค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์เท่ากับ 60 70 และ 80 เป็นต้น ดังตัวอย่างเปรียบเทียบข้อมูลฝนรายเดือนตั้งแต่ มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2548 กับข้อมูลคาดการณ์ด้วยค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของปริมาณฝนสะสมเดือน ธันวาคม พ.ศ.2547 ในตารางที่ 9.3-1

ตารางที่ 9.3-1 ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนล่วงหน้า 3 เดือน ม.ค. ก.พ. และมี.ค. พ.ศ.2548

ณ สถานี 48012

เดือน-ปี	ปริมาณฝนที่วัดได้ (มม.)	ฝนคาดการณ์ ลำดับที่ 1 (มม.)	ฝนคาดการณ์ ลำดับที่ 2 (มม.)	ฝนคาดการณ์ ลำดับที่ 3 (มม.)	ฝนเฉลี่ย
ม.ค.-48	48.3	0.0	29.1	25.5	22.75
ก.พ.-48	0.0	23.0	31.2	20.9	35.18
มี.ค.-48	68.0	50.6	45.0	87.9	58.47

หมายเหตุ ปริมาณฝนสะสม ณ สิ้นเดือน ธ.ค. 2547 เท่ากับ 1080.2 มม. คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 40

จากตารางที่ 9.3-1 เมื่อเปรียบเทียบการคาดการณ์ฝนรายเดือนล่วงหน้าจากเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นกับผลคาดการณ์ฝนล่วงหน้าด้วยค่าเฉลี่ยระยะยาว พบว่า เดือน ม.ค. และ ก.พ. เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นให้ผลคาดการณ์ที่ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าคาดการณ์ด้วยค่าเฉลี่ยรายเดือนระยะยาว ขณะที่ผลคาดการณ์ในเดือน มี.ค. ค่าเฉลี่ยระยะยาวให้ผลคาดการณ์ที่ใกล้เคียงกว่าผลคาดการณ์จากเครื่องมือที่พัฒนา โดยมีข้อเสนอนี้ว่า เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นยังสามารถปรับปรุงข้อมูลให้มีความใกล้เคียงมากขึ้นโดยการศึกษาหาค่าช่วงพิสัยของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของปริมาณฝนสะสมของเดือนก่อนหน้าที่เหมาะสมต่อไป

3) การประเมินฝนรายตำบล

การศึกษานี้สมมติให้สถานีฝนแต่ละสถานีมีขอบเขตพื้นที่รับน้ำฝนเป็นรูปหลายเหลี่ยม (polygon) ซึ่งวิเคราะห์จากวิธี Thiessen Polygon ดังรูปที่ 9.3-2 ภายในขอบเขตพื้นที่ของแต่ละสถานี ฝนจะตกกระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดทั่วทั้งพื้นที่รับน้ำฝน พื้นที่ตำบลแต่ละแห่งจะมีขอบเขตพื้นที่รับน้ำฝนได้มากกว่า 1 สถานี จากข้อมูลที่สมมติการประเมินปริมาณฝนรายตำบลจะสามารถหาได้จากผลรวมของปริมาณฝนกับสัดส่วนขนาดพื้นที่รับน้ำฝนของแต่ละสถานี ดังสมการที่ 9.3-3 และตารางที่ 9.3-2

$$R(i) = \sum_{j=1}^p w_{ij} * R_j \quad (9.3-3)$$

กำหนดให้ $R(i)$	= ปริมาณฝนรายตำบล i (มม.)
w_{ij}	= สัดส่วนพื้นที่โพลีกอนของสถานีฝน j ในตำบล i
R_j	= ปริมาณฝนของสถานี j
i	= ตำบล
j, p	= สถานีวัดน้ำฝน

4) การประเมินค่าฝนใช้การพืชรายตำบล

ฝนใช้การพืช (effective rainfall) คือ ปริมาณฝนที่ตกแล้วพืชสามารถนำไปประโยชน์ได้ โดยทดแทนปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้แก่พืช ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูกแต่ละชนิดเนื่องจากวิธีการเพาะปลูกต่างกัน ในการศึกษาแบ่งฝนใช้การสำหรับพืชออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ ฝนใช้การสำหรับข้าวและฝนใช้การสำหรับพืชอื่นๆ

การหาปริมาณฝนใช้การสำหรับการศึกษาได้นำผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนใช้การจากแบบจำลอง WUSMO ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์ความต้องการน้ำของพืชมาสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนที่ตก ได้ดังสมการที่ 9.3-4 ค่าพารามิเตอร์ a , b และ c แยกออกเป็นรายอำเภอ ดังรูปที่ 9.3-4

$$ER(m) = aR(m)^2 + bR(m) + c \quad (9.3-4)$$

เมื่อ	$ER(m)$	= ปริมาณฝนใช้การรายเดือนจากแบบจำลอง WUSMO (มม.)
	$R(m)$	= ปริมาณฝนรายเดือนของตำบล m (มม.)

a,b,c = ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์

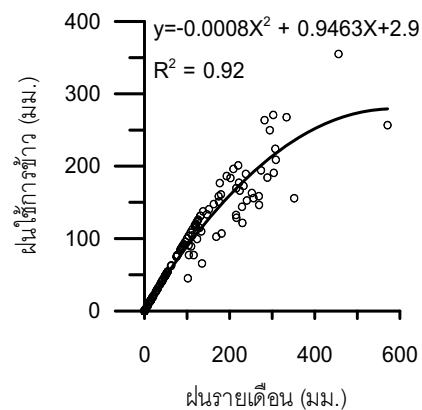
แม้ว่าสมการที่ 9.3-5 และรูปที่ 9.3-4 เป็นสมการสำหรับประเมินผลการใช้การรายอำเภอ อย่างไรก็ตามถ้าสมมติให้ตำบลที่อยู่ในพื้นที่อำเภอเดียวกันลักษณะของฝนที่ตกในพื้นที่กับฝนใช้การมีคุณลักษณะเหมือนกันก็จะสามารถประเมินผลการใช้การในแต่ละตำบลได้

ตารางที่ 9.3-2 สัดส่วนพื้นที่รับน้ำฝนและการคำนวณฝนรายตำบล

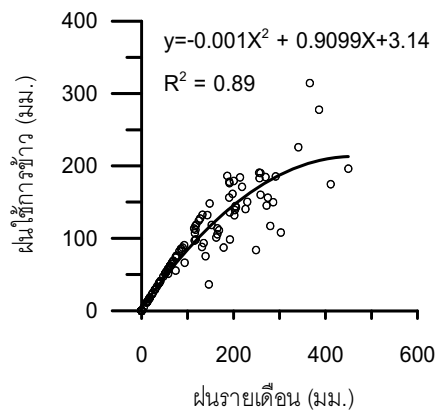
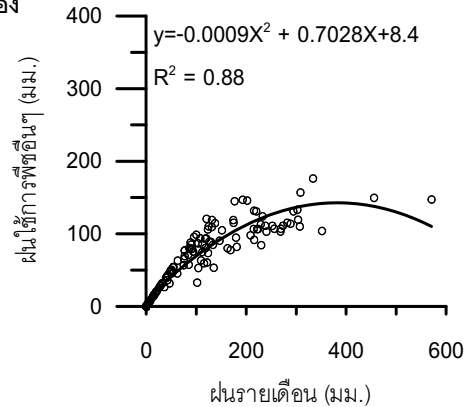
	48012	48022	48032	48053	48062	48092	48141	48160	48172	48182	48201	48241	รวม
มะขามคู่	w11	w12	w13	w14	w15	w16	w17	w18	w19	w110	w111	w112	$\sum_{j=1}^{12} w_{1j} R_j$
บ้านค่าย	w21	w22	w23	w24	w25	w26	w27	w218	w29	w210	w211	w212	$\sum_{j=1}^{12} w_{2j} R_j$
หนองไร่	w31	w32	w33	w34	w35	w36	w37	w38	w39	w310	w311	w312	$\sum_{j=1}^{12} w_{3j} R_j$
แม่น้ำคู่	w41	w42	w43	w44	w45	w46	w47	w48	w49	w410	w411	w412	$\sum_{j=1}^{12} w_{4j} R_j$
หนองตะพาน	w51	w52	w53	w54	w55	w56	w57	w58	w59	w510	w511	w512	$\sum_{j=1}^{12} w_{5j} R_j$
ตาสีหิ	w61	w62	w63	w64	w65	w66	w67	w68	w69	w610	w611	w612	$\sum_{j=1}^{12} w_{6j} R_j$
เชิงเนิน	w71	w72	w73	w74	w75	w76	w77	w78	w79	w710	w711	w712	$\sum_{j=1}^{12} w_{7j} R_j$
ปลวกแดง	w1	wi2	wi3	wi4	wi5	wi6	wi7	wi8	wi9	wi10	wi11	wi12	$\sum_{j=1}^{12} w_{ij} R_j$

หมายเหตุ :

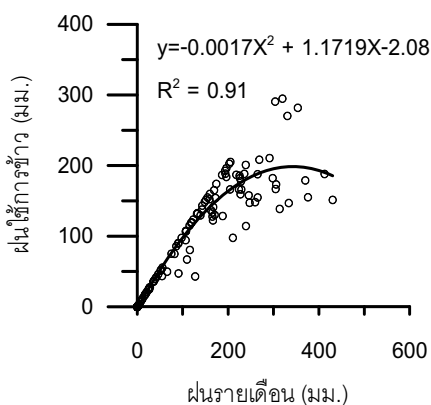
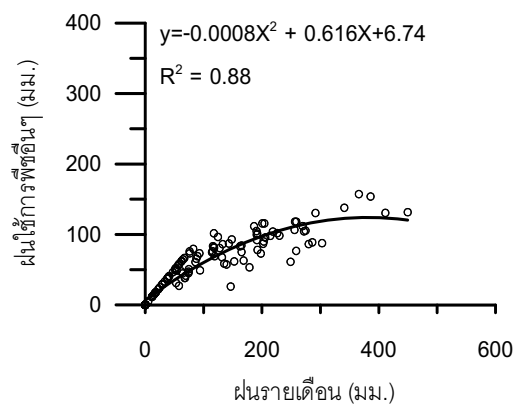
R1, R2, R3,, Rj,.....,R12 คือ ค่าปริมาณฝนคาดการณ์รายสถานี
 w_{ij} คือ สัดส่วนพื้นที่รับน้ำฝนของสถานี j ในตำบลที่ i



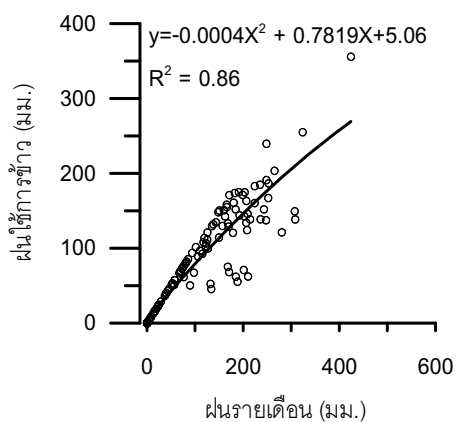
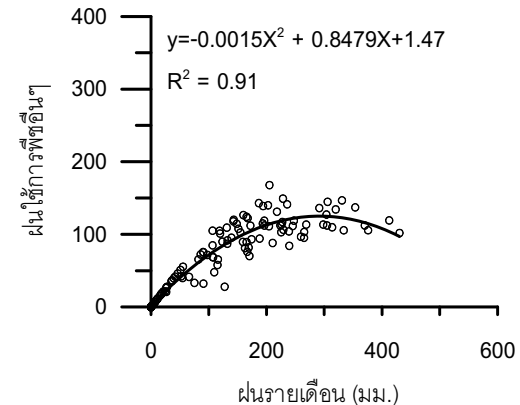
อ. เมืองระยอง



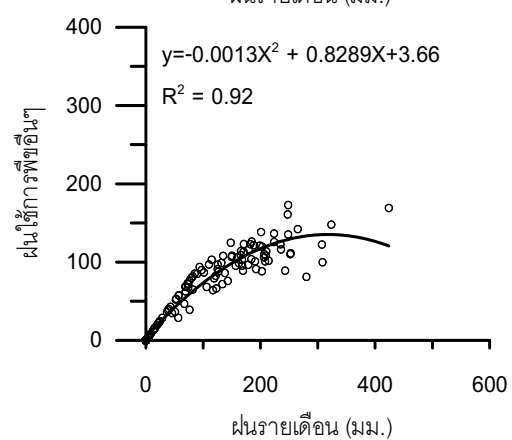
อ. บ้านฉาง



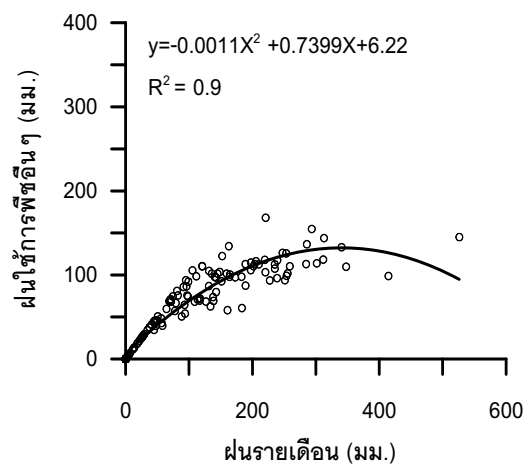
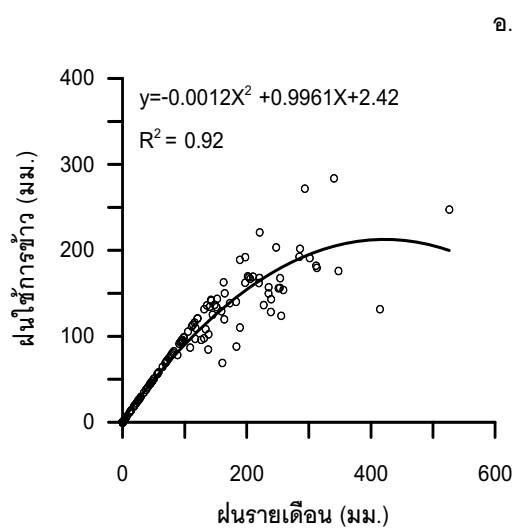
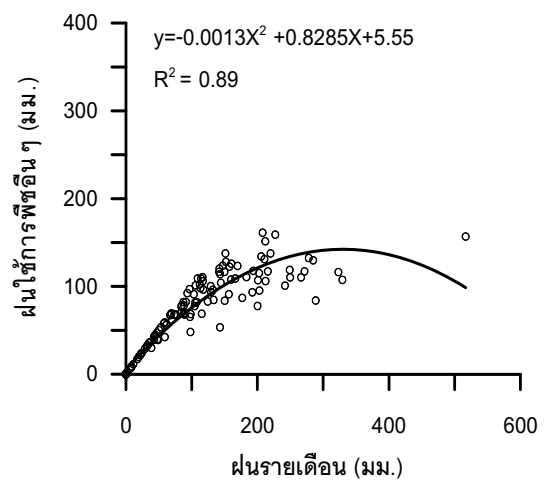
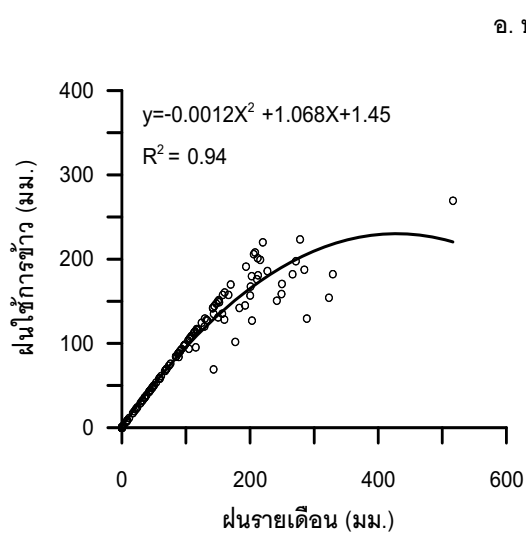
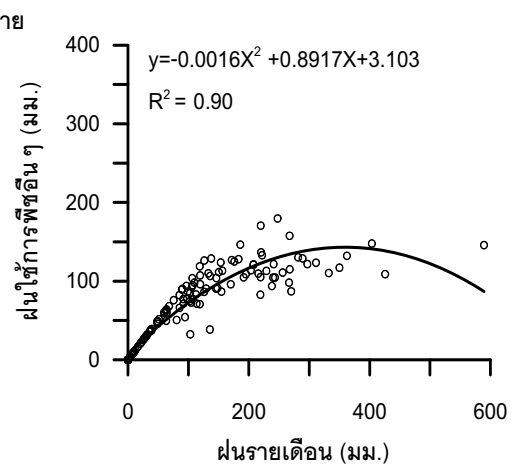
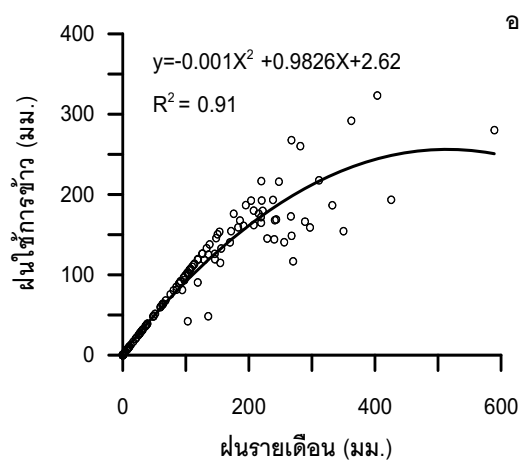
อ. แกลง



อ. วังจันทร์



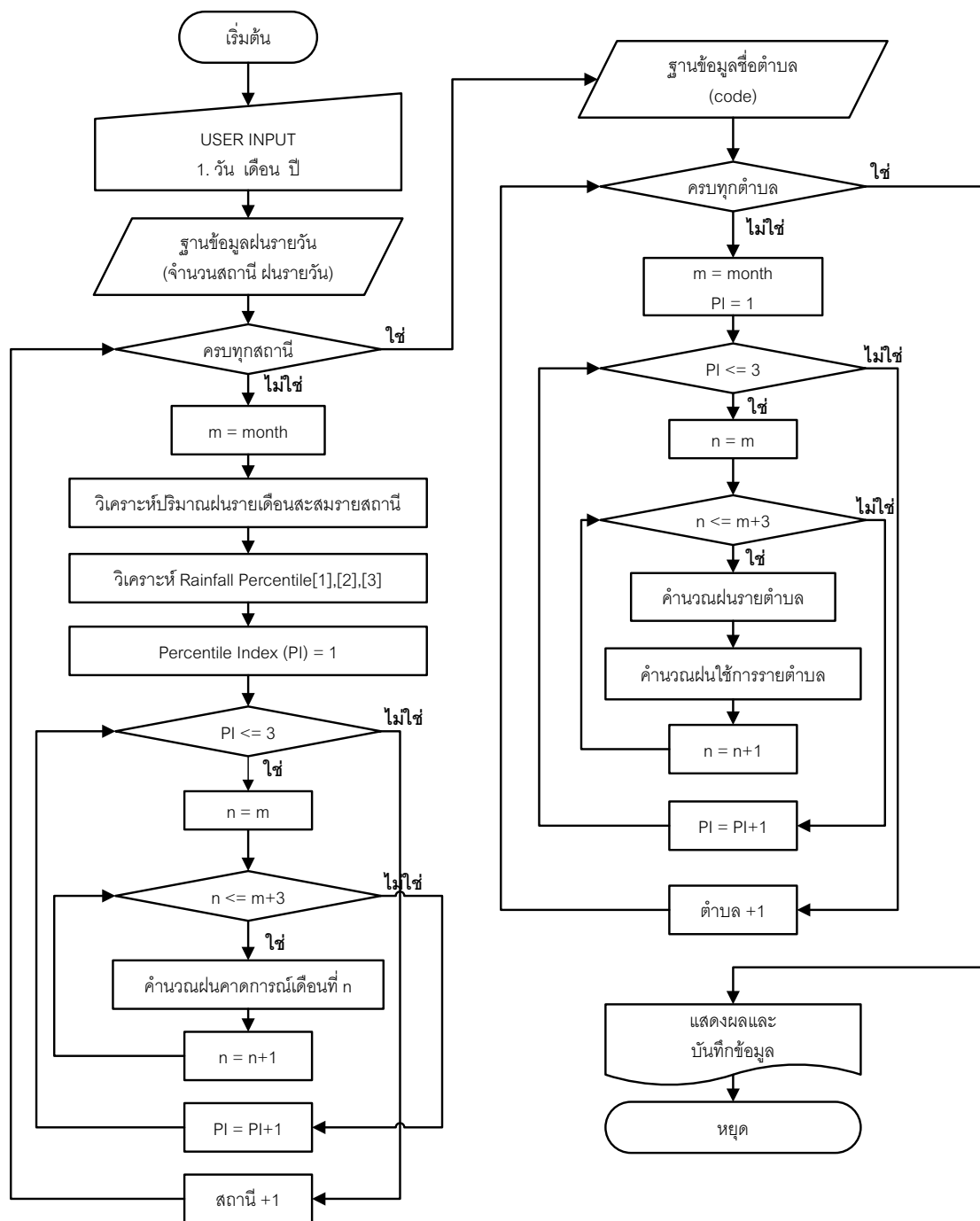
รูปที่ 9.3-4 ค่ิงความสัมพันธ์ระหว่างผนรายเดือนและผนใช้การ จังหวัดระยอง



รูปที่ 9.3-4 คำนวณความสัมพันธ์ระหว่างฝนรายเดือนและฝนใช้การ จังหวัดระยอง (ต่อ)

5) โครงสร้างและผังการคำนวณ

โปรแกรมวิเคราะห์หฝนสะสมและคาดการณ์ฝนล่วงหน้ามีชื่อไฟล์ว่า complete_rainfall.php โดยขั้นตอนการคำนวณของโปรแกรมสรุปได้ดังนี้



รูปที่ 9.3-5 ผังการทำงานของเครื่องมือวิเคราะห์ฝน

6) ส่วนติดต่อข้อมูล การแสดงผลและเก็บบันทึกข้อมูล

การพัฒนาส่วนติดต่อข้อมูลกับผู้ใช้โปรแกรมของเครื่องมือวิเคราะห์และคาดการณ์น้ำฝนนั้นแสดงไว้ในรูปที่ 9.3-6 จะเห็นว่าหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งานต้องระบุวัน เดือนและปีเพื่อคาดการณ์ฝนล่วงหน้าและกดปุ่มแสดงผลเท่านั้น เนื่องจากข้อมูลฝนได้มีการจัดเก็บบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลของระบบผ่านส่วนปรับปรุงข้อมูลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบส่วนกลางไว้ก่อนหน้านี้แล้ว

ส่วนแสดงผลข้อมูลประกอบด้วย (1) การแสดงตารางปริมาณฝนสะสมรายเดือนของทุกสถานีและค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของปริมาณฝนสะสมรายเดือนของเดือนก่อนหน้าดังรูปที่ 9.3-7 (2) แสดงตารางผลคาดการณ์ปริมาณฝนคาดการณ์ล่วงหน้า 3 เดือนของทุกสถานีดังรูปที่ 9.3-8 (3) แสดงตารางฝนคาดการณ์ฝนรายตำบล ดังรูปที่ 9.3-9 และ (4) แสดงตารางฝนใช้การรายตำบล ดังรูปที่ 9.3-10

รูปที่ 9.3-6 ส่วนติดต่อข้อมูลเครื่องมือวิเคราะห์ฝน

Decision Support System (DSS) of Rayong - Mozilla Firefox

http://project-wre/

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่
หรือระบบสนับสนุนการตัดสินใจและกระบวนการทางสังคม

ลงทะเบียนออก

ปริมาณฝนสะสมสถานี	ค่าเก็บ	ค่าเก็บ	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โทล์
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48012	เท่ากับ	1,080.20 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48022	เท่ากับ	586.80 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48032	เท่ากับ	1,683.30 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48042	เท่ากับ	0.00 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48053	เท่ากับ	1,241.70 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48062	เท่ากับ	1,418.00 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48072	เท่ากับ	0.00 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48081	เท่ากับ	0.00 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48092	เท่ากับ	913.20 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48100	เท่ากับ	0.00 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48121	เท่ากับ	0.00 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48131	เท่ากับ	0.00 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48141	เท่ากับ	1,480.60 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48150	เท่ากับ	0.00 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48160	เท่ากับ	0.00 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48172	เท่ากับ	1,165.00 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48182	เท่ากับ	1,050.40 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48193	เท่ากับ	273.40 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48201	เท่ากับ	1,476.90 มม.

รูปที่ 9.3-7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนสะสมและค่าเปอร์เซ็นต์โทล์ของฝนสะสม

Decision Support System (DSS) of Rayong - Microsoft Internet Explorer

http://project-wre.eng.chula.ac.th/

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่
หรือระบบสนับสนุนการตัดสินใจและกระบวนการทางสังคม

ลงทะเบียนออก

ปริมาณฝนสะสมสถานี	ค่าเก็บ	ค่าเก็บ	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โทล์
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48222	เท่ากับ	0.00 มม.
ปริมาณฝนสะสมสถานี	48241	เท่ากับ	1,225.60 มม.

ผลคาดการณ์ปริมาณฝนล่วงหน้า 3 เดือนรายสถานี

สถานี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
48012	0.0	23.0	50.6
48022	34.8	2.6	124.3
48032	0.0	0.0	0.0
48042	0.0	0.0	0.0
48053	0.0	0.0	0.0
48062	2.8	27.2	16.3
48072	0.0	0.0	0.0
48081	0.0	0.0	0.0
48092	32.2	21.8	23.8
48100	0.0	0.0	0.0
48121	4.3	84.6	56.3
48131	62.3	24.1	30.4
48141	3.6	84.5	46.2
48150	0.0	0.0	0.0
48160	0.0	2.5	105.1
48172	10.4	20.3	64.4

รูปที่ 9.3-8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนคาดการณ์ล่วงหน้า 3 เดือน

Decision Support System (DSS) of Rayong - Microsoft Internet Explorer

Address: http://project-wre.eng.chula.ac.th/

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่
พร้อมระบบสนับสนุนการตัดสินใจและกระบวนการทางสังคม

48241 0.0 0.0 0.0

ข้อมูลเปรียบเทียบรายตำบล กรณี 1

ชื่อตำบล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
ด.มะขามคู่	0.00	0.00	0.00
ด.พนาโคม	3.44	13.95	15.46
ด.มาบข่า	0.81	6.57	4.39
ด.นิคมพัฒนา	0.71	6.86	4.10
ด.เขาน้อย	0.00	0.00	0.00
ด.ชำฉ้อ	0.07	0.13	0.41
ด.ห้วยทับมอญ	0.00	0.00	0.00
ด.น้ำเป็น	0.00	0.00	0.00
ด.บ้านปลวกแดง	2.79	26.94	15.34
ด.มาบยางพร	8.46	5.74	6.26
ด.แม่ไม้คู่	5.33	46.19	31.54
ด.ละหาร	1.64	22.07	13.14
ด.ตาสิทธิ์	7.48	5.08	5.54
ด.ปลวกแดง	8.72	25.02	18.33
ด.ซากบก	7.75	1.02	33.80

รูปที่ 9.3-9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายตำบลคาดการณ์ล่วงหน้า 3 เดือน

Decision Support System (DSS) of Rayong - Microsoft Internet Explorer

Address: http://project-wre.eng.chula.ac.th/

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่
พร้อมระบบสนับสนุนการตัดสินใจและกระบวนการทางสังคม

0.00 0.00 0.00

ข้อมูลเปรียบเทียบรายตำบล กรณี 1

ชื่อตำบล	ชนิดพืช	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
ด.มะขามคู่	ข้าว	0.00	0.00	0.00
ด.มะขามคู่	พืชอื่นๆ	0.00	0.00	0.00
ด.พนาโคม	ข้าว	3.44	13.95	15.46
ด.พนาโคม	พืชอื่นๆ	3.44	13.95	15.46
ด.มาบข่า	ข้าว	0.81	6.57	4.39
ด.มาบข่า	พืชอื่นๆ	0.81	6.57	4.39
ด.นิคมพัฒนา	ข้าว	0.71	6.86	4.10
ด.นิคมพัฒนา	พืชอื่นๆ	0.71	6.86	4.10
ด.เขาน้อย	ข้าว	0.00	0.00	0.00
ด.เขาน้อย	พืชอื่นๆ	0.00	0.00	0.00
ด.ชำฉ้อ	ข้าว	0.00	0.00	0.00
ด.ชำฉ้อ	พืชอื่นๆ	0.07	0.13	0.41
ด.ห้วยทับมอญ	ข้าว	0.00	0.00	0.00

รูปที่ 9.3-10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนใช้การรายตำบลคาดการณ์ล่วงหน้า 3 เดือน

9.3.4 เครื่องมือคาดการณ์น้ำท่าในลำน้ำ

เครื่องมือนี้พัฒนาขึ้นสำหรับคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในลำน้ำรายเดือน ณ สถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ จังหวัดระยองเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าในลำน้ำตลอดทั้งลุ่มน้ำและปริมาณน้ำท่าในลำน้ำของแต่ละตำบล จากสถิติข้อมูลน้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ย้อนหลัง 30 ปี พบว่า สถานีวัดน้ำท่าที่มีการบันทึกข้อมูลถึงปัจจุบันและเป็นสถานีวัดน้ำท่าที่ไม่ได้อยู่ในแนวเส้นลำน้ำซึ่งได้รับอิทธิพลจากการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำมีเพียง 1 สถานีได้แก่ สถานีวัดน้ำท่า Z.38 คลองทับมา อ. เมือง จ.ระยอง มีค่าสถิติของปริมาณน้ำทาดังตารางที่ 9.3-3

ตารางที่ 9.3-3 สถิติข้อมูลน้ำท่าสถานีอ่างอิง (Z.38)

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เดือน สถานี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
Z.38	1.90	1.39	2.16	1.70	5.44	6.53	9.00	6.37	10.74	17.55	8.54	3.12

ดังนั้นการพัฒนาเครื่องมือคาดการณ์น้ำท่าในลำน้ำ ได้อ้างอิงข้อมูลปริมาณน้ำท่าและผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า ณ สถานี Z.38 เพื่อให้ประเมินน้ำท่าในลำน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ โดยแบบจำลองที่เลือกใช้มีรายละเอียดดังนี้

1) แบบจำลองที่พัฒนา

แบบจำลองที่ใช้คาดการณ์น้ำท่า คือ แบบจำลอง Thomas Fiering แบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองประเภท implicit stochastic model สำหรับสังเคราะห์ข้อมูลทางอุทกวิทยา (synthetic hydrology) เพื่อการวางแผนการจัดการ โดยใช้หลักการสังเคราะห์ข้อมูลน้ำท่ารายเดือนของเดือนถัดไปด้วยข้อมูลน้ำท่าของเดือนที่ผ่านมาและสถิติน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนรายสถานี (AIT, 2536) ดังสมการที่ 9.3-5 และค่าพารามิเตอร์ของสมการแสดงไว้ในตารางที่ 9.3-4 ซึ่งวิเคราะห์จากสถิติข้อมูลน้ำท่าในอดีตระยะยาว

$$Q_{i+1} = \bar{Q}_{j+1} + b_{j+1}(Q_i - \bar{Q}_j) + t_{i,j+1}(1 - r_{j+1}^2)^{1/2} \quad (9.3-5)$$

โดย $i = 1, \dots, 12N$

$N =$ จำนวนปีที่สร้างข้อมูล

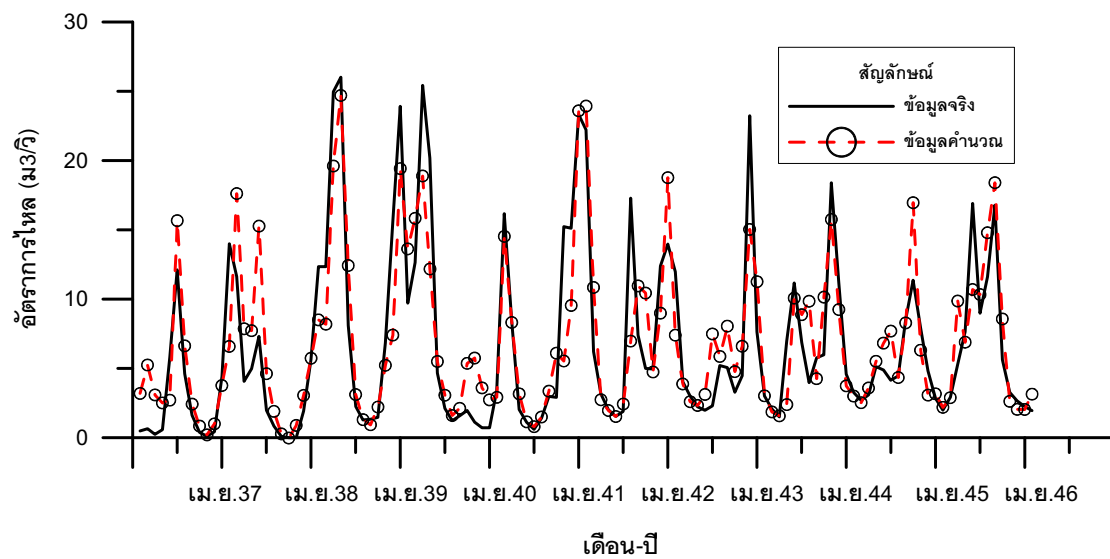
$j =$ เดือน

- $\bar{Q}_j$ = ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน
 b_{j+1} = สัมประสิทธิ์ถดถอยระหว่างปริมาณน้ำท่าในเดือนที่ $j+1$ และ j
 t_i = ค่าตัวแปรสุ่มของเดือนที่ i
 s_{j+1} = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณน้ำท่าในเดือนที่ $j+1$
 r_{j+1} = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าในเดือนที่ $j+1$ และ j
 Q_{i+1} = ปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์สำหรับเดือนที่ $i+1$
 Q_i = ปริมาณน้ำท่าของเดือนก่อนหน้า

ตารางที่ 9.3-4 ค่าพารามิเตอร์แบบจำลองคาดการณ์น้ำท่า

เดือน j	ค่าเฉลี่ย $\bar{Q}_j$	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน s_{j+1}	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r_{j+1}	สัมประสิทธิ์ถดถอย b_{j+1}
ม.ค.	1.892	1.062	0.911	0.726
ก.พ.	1.405	0.879	0.969	0.803
มี.ค.	2.153	1.836	0.480	1.003
เม.ย.	1.709	1.330	0.493	0.357
พ.ค.	5.434	4.912	0.515	1.901
มิ.ย.	6.539	4.727	0.353	0.339
ก.ค.	9.012	7.532	0.683	1.088
ส.ค.	6.360	4.652	0.760	0.469
ก.ย.	10.738	7.389	0.904	1.436
ต.ค.	17.545	6.137	0.568	0.471
พ.ย.	8.533	4.784	0.534	0.416
ธ.ค.	3.113	1.332	0.709	0.197

จากสมการที่ 9.3-5 และตารางที่ 9.3-4 ได้นำมาสังเคราะห์ข้อมูลน้ำท่าเทียบกับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในอดีตในช่วงปี 2536-2546 ได้ผลดังรูปที่ 9.3-11 โดยมีค่า $R^2 = 0.71$ ซึ่งถือว่าให้ผลการที่ใกล้เคียงกับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงได้ดี



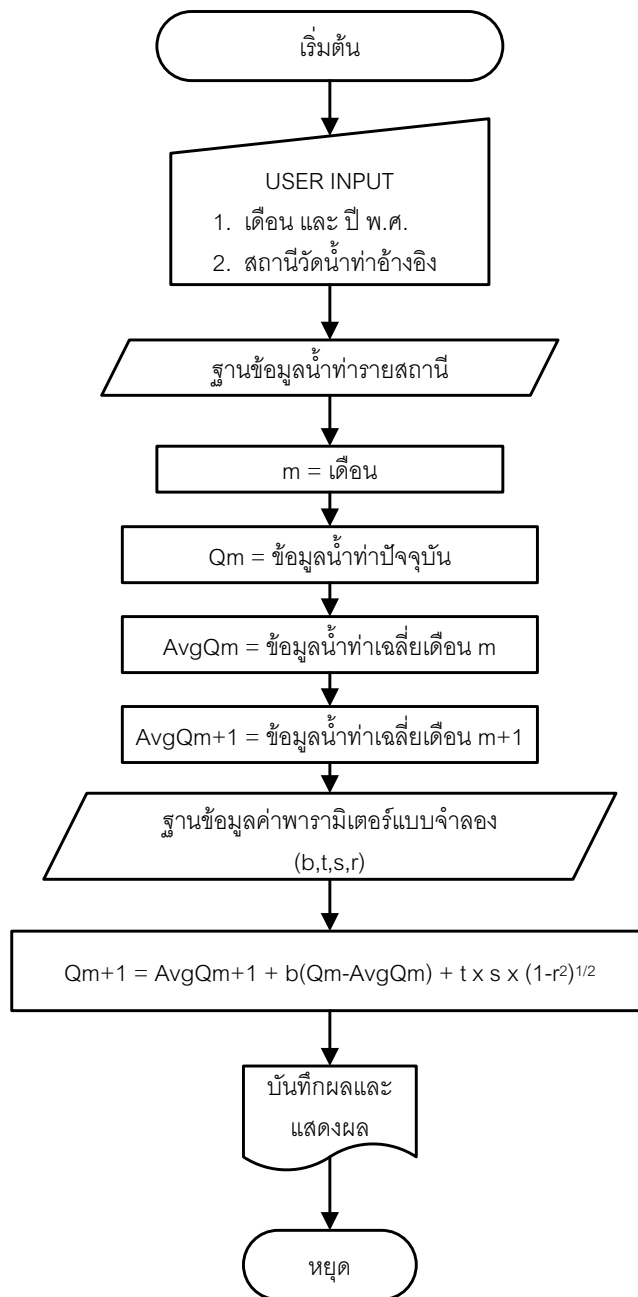
รูปที่ 9.3-11 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองเพื่อคาดการณ์น้ำท่าล่วงหน้า 1 เดือน

2) ผังการคำนวณของโปรแกรม

โปรแกรมวิเคราะห์ฝนสะสมและคาดการณ์ฝนล่วงหน้ามีชื่อไฟล์ Complete_runoff.php ภายในประกอบด้วยฟังก์ชันการคำนวณภายในโปรแกรมจำนวน xx ฟังก์ชัน โดยมีชื่อฟังก์ชันดังนี้

3) ส่วนติดต่อข้อมูล การแสดงผลและเก็บบันทึกข้อมูล

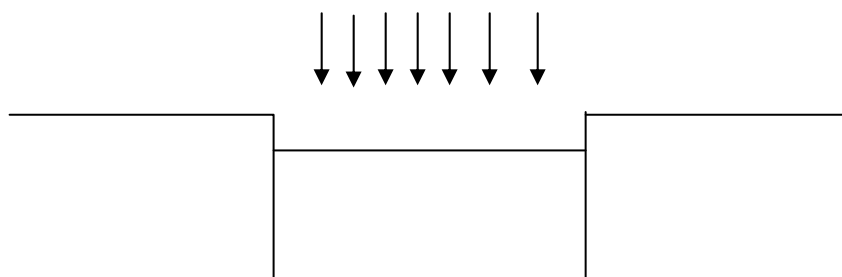
การพัฒนาส่วนติดต่อข้อมูลกับผู้ใช้โปรแกรมของเครื่องมือวิเคราะห์และคาดการณ์น้ำฝนนั้นแสดงไว้ในรูปที่ 9.3-12 จะเห็นว่าหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งานต้องระบุวัน เดือนและปีเพื่อคาดการณ์ฝนล่วงหน้าและกดปุ่มแสดงผลเท่านั้น เนื่องจากข้อมูลฝนได้มีการจัดเก็บบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลของระบบผ่านส่วนปรับปรุงข้อมูลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบส่วนกลางไว้ก่อนหน้านี้แล้ว



รูปที่ 9.3-12 แผนผังการทำงานเครื่องมือคาดการณ์น้ำท่า

9.3.5 เครื่องมือประเมินปริมาณน้ำเก็บกักในสระน้ำขนาดเล็ก

สระเก็บน้ำ / บ่อน้ำผิวดินจัดเป็นแหล่งน้ำสำรองที่สร้างขึ้นโดยมนุษย์เพื่อเก็บกักปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ไว้เพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ สระเก็บน้ำจะสามารถรองรับน้ำฝนได้เท่ากับขนาดพื้นที่รับน้ำหรือพื้นที่หน้าตัดของสระเก็บน้ำซึ่งปริมาณฝนที่ตกในสระเก็บน้ำจะช่วยเพิ่มระดับน้ำในสระเก็บน้ำให้สูงขึ้น ขณะเดียวกันสระเก็บน้ำจะสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหย รั่วซึมและการใช้น้ำระดับน้ำที่เหลือหลังจากหักการสูญเสียแล้วถ้ามีระดับน้ำสูงกว่าระดับความลึกของสระเก็บน้ำ น้ำส่วนเกินจะไหลล้นออกจากสระเก็บน้ำไปจึงทำให้ปริมาณน้ำที่สระเก็บน้ำ/บ่อน้ำ สามารถเก็บกักได้มากที่สุดมีค่าเท่ากับขนาดความจุของสระเก็บน้ำ/บ่อเก็บน้ำ โดยที่สมมติให้ขนาดรูปร่างของสระเก็บน้ำและบ่อเก็บน้ำเป็นรูปเหลี่ยมที่มีขนาดความกว้าง ความยาวและความสูงที่เท่ากันตลอดทั้งหน้าตัด (รูปที่ 9.3-13) โดยแสดงการวิเคราะห์สมดุลน้ำของสระเก็บน้ำ/บ่อน้ำผิวดินได้ดังรูปที่ 9.3-14 และสามารถเขียนเป็นสมการประเมินปริมาณน้ำเก็บกักในสระเก็บน้ำได้ดังสมการที่ 9.3-6 สามารถอธิบายได้ว่า ปริมาณน้ำเก็บกักของสระเก็บน้ำ/บ่อน้ำ ณ ต้นเดือนจะมีค่าเท่ากับ ปริมาณน้ำเก็บกักเริ่มต้นของสระเก็บน้ำรวมกับปริมาณฝนที่ตก หักลบด้วยอัตราการระเหยและการใช้น้ำจากสระเก็บน้ำตามช่วงเวลาต่างๆ ขณะนั้น



รูปที่ 9.3-13 รูปร่างสมมติของสระเก็บน้ำในการคำนวณ

$$S_{(t)} = \sum_{i=n}^{t-1} (S_{(i)} + R_{(i)} - E_{(i)} - W_{(i)}) \quad (9.3-6)$$

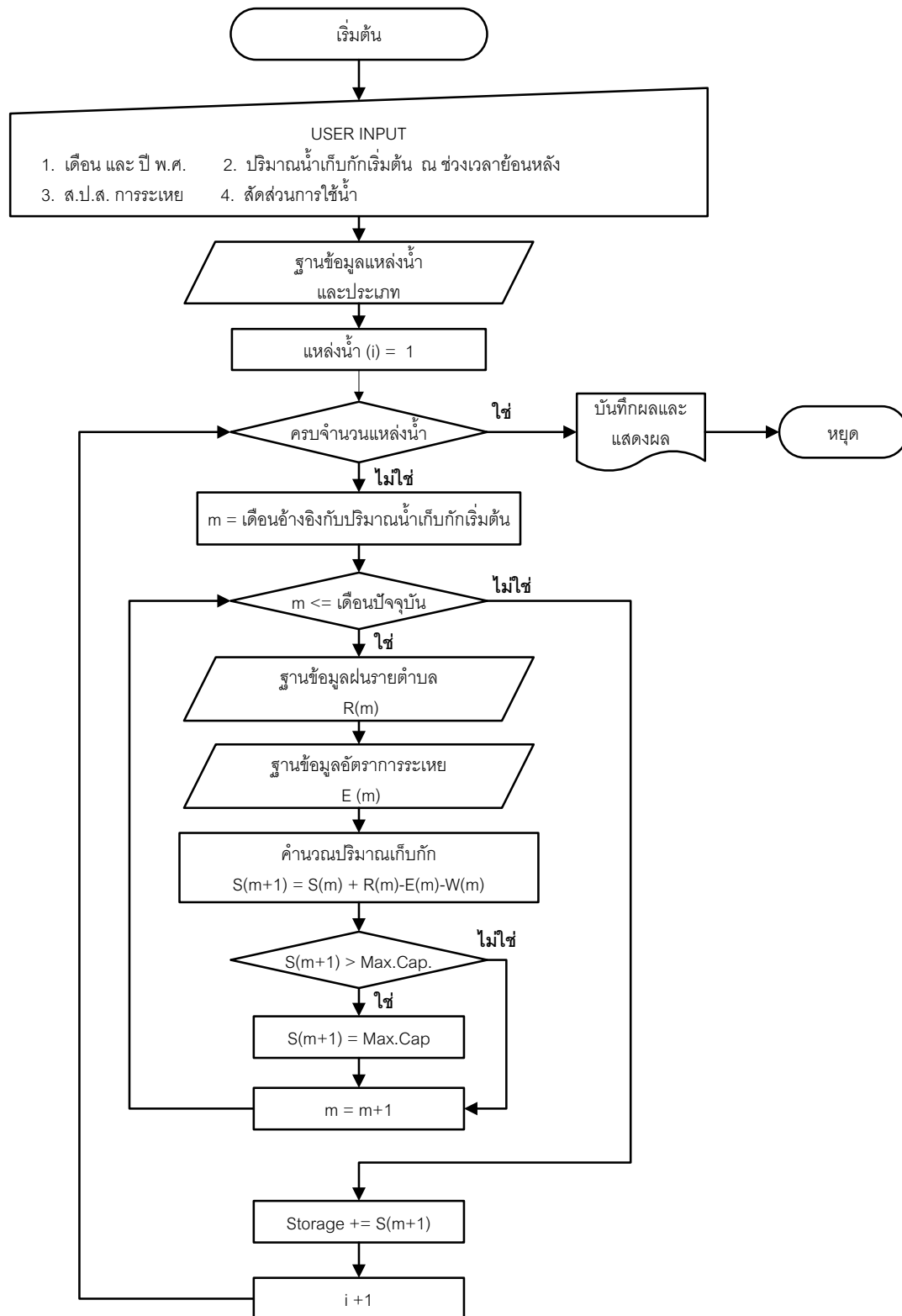
เงื่อนไข (1) $0 \leq S_{(t)} \leq S_{\max}$

(2) $S, R, E, W \geq 0.0$

โดยที่ $S(t) =$ ปริมาณน้ำเก็บกักในสระเก็บน้ำ ณ เวลา t
 $R(i) =$ ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากฝนที่ตกในสระเก็บน้ำ $= r \cdot A$
 $E(i) =$ ปริมาณน้ำที่ลดลงเนื่องจากการระเหย $= e \cdot A$
 $W(i) =$ ปริมาณการใช้น้ำ

ในทางปฏิบัติเนื่องจากข้อมูลข้อมูลปริมาณน้ำเก็บกักเริ่มต้นของสระน้ำแต่ละแห่งเป็นการยากที่จะได้ข้อมูลครบทุกแหล่งและมีความถูกต้องเพราะสระเก็บน้ำแต่ละแห่งอยู่ห่างไกลกันมาก ดังนั้นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นในเบื้องต้นได้กำหนดให้ค่าปริมาณน้ำเก็บกักเริ่มต้นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของความจุอ่างเก็บน้ำ และกำหนดให้สระเก็บน้ำทุกๆ แห่งจะมีค่าเปอร์เซ็นต์ของความจุอ่างเก็บน้ำเริ่มต้นเท่ากันทุกแห่ง โดยที่ค่าเปอร์เซ็นต์ของความจุอ่างเก็บน้ำเริ่มต้นสามารถอ้างอิงจากข้อมูลปริมาณฝนในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง ซึ่งเครื่องมือวิเคราะห์สมดุลน้ำในสระเก็บน้ำจะคำนวณย้อนหลังไป ณ เวลาที่ใช้อ้างอิงปริมาณน้ำเก็บกักเริ่มต้นจนได้ปริมาณน้ำเก็บกัก ณ เวลาปัจจุบัน สำหรับข้อมูลฝนและอัตราการระเหยจะใช้ข้อมูลที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา และค่าการใช้น้ำในเบื้องต้นได้กำหนดไว้เท่ากับศูนย์ เพราะข้อมูลยังไม่ละเอียดพอที่จะวิเคราะห์

1) ผังการคำนวณของโปรแกรม



รูปที่ 9.3-14 ผังการทำงานของเครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณน้ำในสระเก็บน้ำ

2) ส่วนติดต่อข้อมูล การแสดงผลและเก็บบันทึกข้อมูล

การพัฒนาส่วนติดต่อข้อมูลกับผู้ใช้โปรแกรมของเครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณน้ำเก็บกักในสระเก็บน้ำแสดงไว้ในรูปที่ 9.3-15 จะเห็นว่าหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งานต้องระบุวัน เดือนและปี เพื่อใช้อ้างอิงคำนวณปริมาณน้ำเก็บกัก ณ เวลาที่ต้องการ โดยที่เจ้าหน้าที่ดูแลระบบจะต้องระบุข้อมูลย้อนหลังที่ใช้อ้างอิงกับปริมาณน้ำเริ่มต้นที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของความจุอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลสัมประสิทธิ์การระเหยระหว่าง (0-1) และสัดส่วนปริมาณการใช้น้ำ เมื่อเจ้าหน้าที่กดปุ่มแสดงผลระบบจะประมวลและแสดงผลได้ดังรูปที่ 9.3-16 ซึ่งจะแสดงผลสรุปรวมปริมาณน้ำเก็บกักในแต่ละตำบล

Decision Support System (DSS) of Rayong - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://project-wre/

Customize Links Free Hotmail Windows Marketplace Windows Media Windows

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่
พร้อมระบบสนับสนุนการตัดสินใจและกระบวนการทางสังคม

ลงทะเบียนออก

การวิเคราะห์สถานะแหล่งน้ำสำรองควัดในพื้นที่

วันที่ : 1 เดือน : 1 ปี : 2548

จำนวนเดือนย้อนหลังที่ใช้เริ่มคำนวณ : 1 ปริมาณน้ำเริ่มต้น : 10 เปอร์เซนต์ของความจุ

สัมประสิทธิ์การระเหย : 1.0

อัตราส่วนน้ำฝนต่อน้ำท่า : 0.3

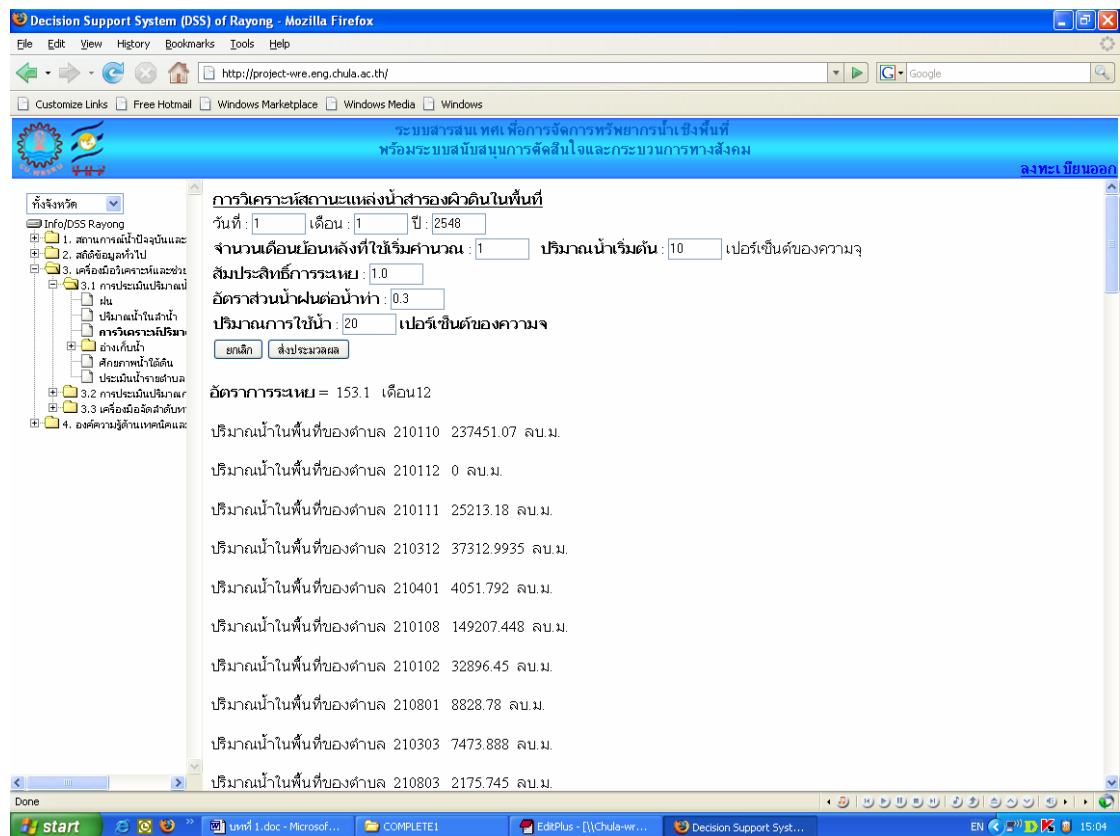
ปริมาณการใช้น้ำ : 20 เปอร์เซนต์ของความจุ

ยกเลิก ส่งประมวลผล

Info/DSS Rayong

- 1. สถานการณ์น้ำปัจจุบันและ
- 2. สถิติข้อมูลทั่วไป
- 3. เครื่องมือวิเคราะห์และช่วย
ตัดสินใจ
 - ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ
 - การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน
 - อ่างเก็บน้ำ
 - ศักยภาพน้ำใต้ดิน
 - ประเมินน้ำจากสถานี
- 3.2 การประเมินปริมาณน้ำ
- 3.3 เครื่องมือวัดค่าสัมประสิทธิ์
- 4. องค์ความรู้ด้านเทคนิคและ

รูปที่ 9.3-15 หน้าจอของเครื่องมือประเมินปริมาณน้ำเก็บกักในสระเก็บน้ำ



รูปที่ 9.3-16 ส่วนแสดงผลของเครื่องมือประเมินปริมาณน้ำเก็บกักในสระเก็บน้ำ

9.3.6 เครื่องมือคาดการณ์น้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ

โดยทั่วไปวิธีประเมินและคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมักนิยมใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูล เนื่องจากขาดข้อมูลทางกายภาพหรือต้องการข้อมูลทางกายภาพจำนวนมากในการพัฒนาแบบจำลอง เช่น การประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า, TANK Model, NAM Model หรือ SSARR Model เป็นต้น จึงทำให้มีงานวิจัยจำนวนมากพยายามนำเทคนิคต่างๆ มาใช้คาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ เช่น แบบจำลองอนุกรมเวลา ได้แก่ Multi-regression, ARIMA และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (artificial neural network, ANN) ซึ่งใช้เพียงข้อมูลนำเข้าและข้อมูลผลลัพธ์ในการสร้างแบบจำลองเท่านั้น ซึ่งในการพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์น้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำครั้งนี้ แบบจำลอง ANN ได้ถูกนำมาใช้เพราะได้อ้างอิงมาจากการศึกษาที่สามารถอ้างอิงได้ว่าการประยุกต์ใช้ ANN ในการพยากรณ์น้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำดอกกรายและอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำที่อยู่ในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองใหญ่จะให้ผลการพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงในช่วงเวลาล่วงหน้า 1 วันและล่วงหน้า 1 เดือน (คณิต, 2548) โดยแสดงค่าสถิติในการพยากรณ์ได้ดังตารางที่ 9.3-5 ซึ่งรายละเอียดของแบบจำลอง ANN ได้สรุปไว้ในหัวข้อถัดไป

ตารางที่ 9.3-5 ค่าสถิติการเปรียบเทียบและปรับทานแบบจำลอง ANN

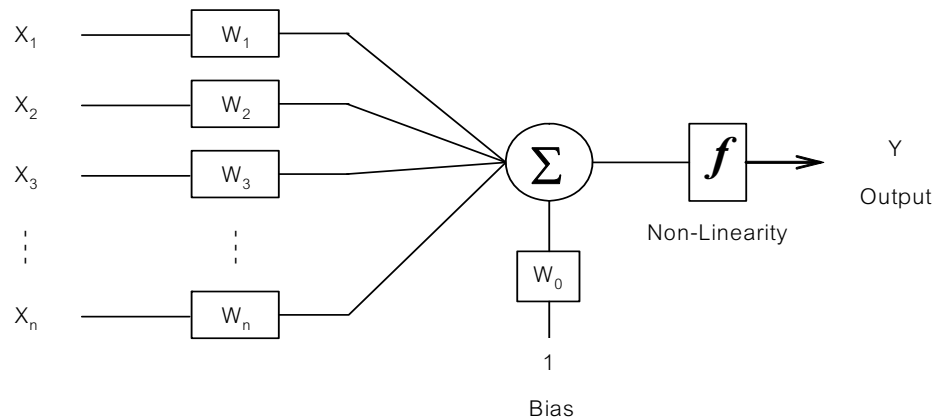
อ่างเก็บน้ำ	ช่วงเวลา	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง	
		เปรียบเทียบ (R ²)	ปรับทาน (R ²)	เปรียบเทียบ (R ²)	ปรับทาน (R ²)
อ่างเก็บน้ำดอกกราย	1 วัน	0.83	0.73	0.78	0.65
	1 เดือน	0.99	0.81	0.98	0.62
อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล	1 วัน	0.82	0.73	0.79	0.58
	1 เดือน	0.99	0.58	0.99	0.55

ที่มา: คณิต ชินวงศ์

1) แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network, ANN) เป็นระบบประมวลผลข้อมูลที่มีการกระจายการคำนวณแบบขนานโดยเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ ซึ่งประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผลหลายๆ เซลล์ทำหน้าที่คล้ายกับเซลล์ของสมองมนุษย์ โดยที่แต่ละเซลล์จะโยงใยติดต่อกันและส่งสัญญาณผลลัพธ์ต่อไปข้างหน้าตามลำดับ ดังนั้นแต่ละเซลล์จะรับรู้ข้อมูลจากหลายทาง ประมวลผลและส่งต่อไปยังเซลล์อื่นๆ แบบจำลอง ANN มีอยู่ด้วยกัน

หลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นแบบชนิดคำนวณไปข้างหน้าหลายชั้น (multi-layer feed forward) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 9.3-17



รูปที่ 9.3-17 โครงสร้างแบบจำลอง ANN ชนิดคำนวณไปข้างหน้าหลายชั้น

ขั้นตอนการคำนวณ

- (1) ในชั้นตัวแปรนำเข้า (Input Layer) แต่ละหน่วย (X_i , $i = 1, 2, \dots, N$) รับค่าตัวแปรนำเข้า X_i และส่งต่อไปยังชั้นตัวแปรซ่อนซึ่งอยู่ถัดไป
- (2) ในชั้นตัวแปรซ่อน (Hidden Layer) แต่ละหน่วย (Z_j , $j = 1, 2, \dots, N$) รับค่าผลรวมของผลคูณระหว่างตัวแปรนำเข้า X_i และค่าน้ำหนักระหว่างชั้นตัวแปรนำเข้าและชั้นตัวแปรซ่อน W_{ij}

$$Z_{in_j} = W_{oj} + \sum x_i W_{ij} \quad (9.3-7)$$

เมื่อ W_{oj} คือ ค่าเอนเอียงในชั้นตัวแปรซ่อน j
 X_i คือ ค่าตัวแปรนำเข้าในชั้นตัวแปรนำเข้า
 W_{ij} คือ ค่าน้ำหนักระหว่างหน่วย i ในชั้นตัวแปรนำเข้าและหน่วย j ในชั้นตัวแปรซ่อน

หลังจากนั้นค่า Z_{in_j} ถูกแปลงผ่านฟังก์ชันกระตุ้นแบบซิกมอยด์ ค่าที่ได้เป็นค่าตัวแปรออกจากชั้นตัวแปรซ่อนเพื่อส่งผ่านให้ชั้นต่อไป

$$Z_j = f(Zin_j) \quad (9.3-8)$$

เมื่อ f คือ ฟังก์ชันกระตุ้นแบบซิกมอยด์ ดังแสดง

$$f(Zin_j) = \frac{1}{1 + \exp(-x)} \quad (9.3-9)$$

(3) ในชั้นตัวแปรรอก (Output Layer) ก็คำนวณเช่นเดียวกับชั้นตัวแปรซ่อนในข้อ (1.5) โดยแต่ละหน่วย (Y_k , $k = 1, 2, \dots, n$) รับค่าผลรวมของผลคูณระหว่างตัวแปรนำเข้า Z_j และค่าน้ำหนักระหว่างชั้นตัวแปรซ่อนและชั้นตัวแปรรอก W_{jk}

$$Yin_k = W_{ok} + \sum_j Z_j W_{jk} \quad (9.3-10)$$

เมื่อ W_{ok} คือ ค่าเอนเอียงในชั้นตัวแปรซ่อน k

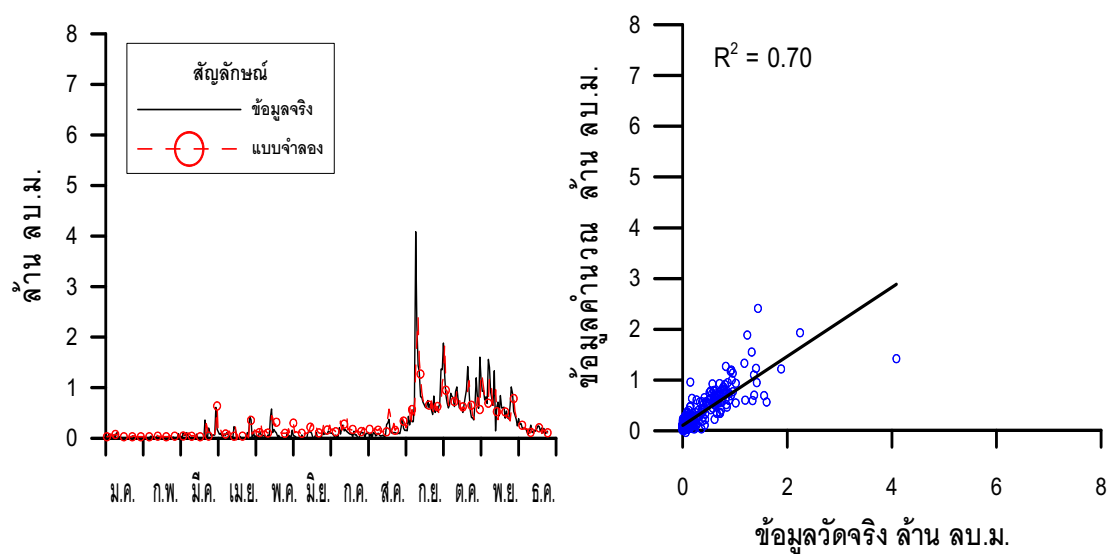
W_{jk} คือ ค่าน้ำหนักระหว่างหน่วย j ในชั้นตัวแปรซ่อนและหน่วย k ในชั้นตัวแปรรอก

หลังจากนั้นค่า Yin_k ถูกแปลงผ่านฟังก์ชันกระตุ้นแบบซิกมอยด์ ค่าที่ได้เป็นผลลัพธ์จากแบบจำลอง

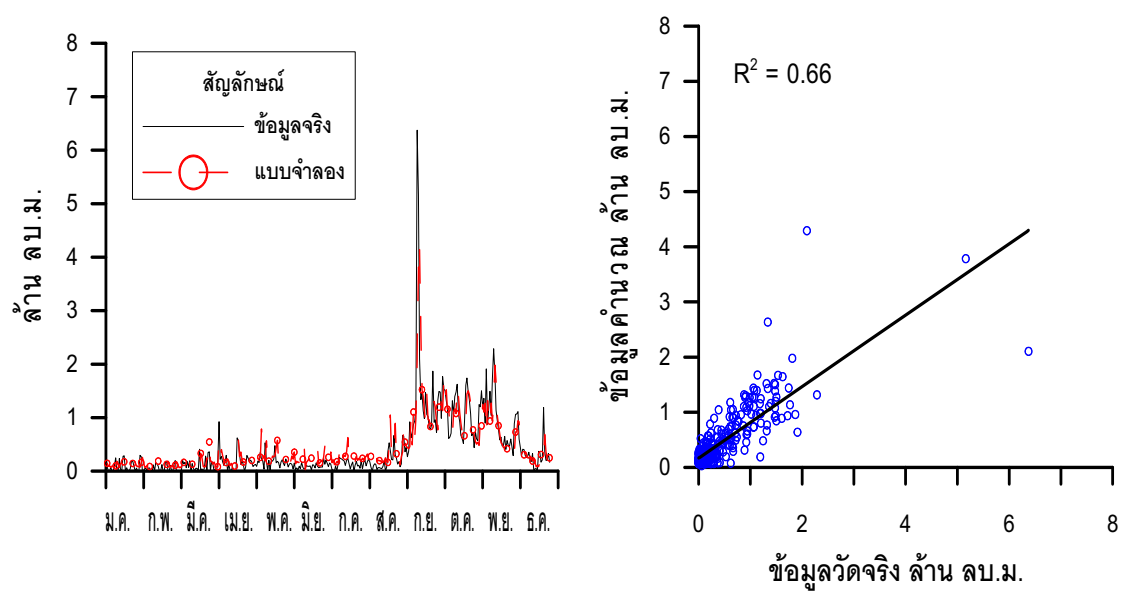
$$Y_k = f(Yin_k) \quad (9.3-11)$$

แบบจำลอง ANN ที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ได้นำมาใช้พยากรณ์ข้อมูลล่วงหน้า 1 วันของอ่างเก็บน้ำดอกกรายและหนองปลาไหลเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างในช่วงเดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2548 ไว้ในรูปที่ 9.3-18 ซึ่งให้ผลพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกับข้อมูลจริง

อ่างเก็บน้ำดอกกราย

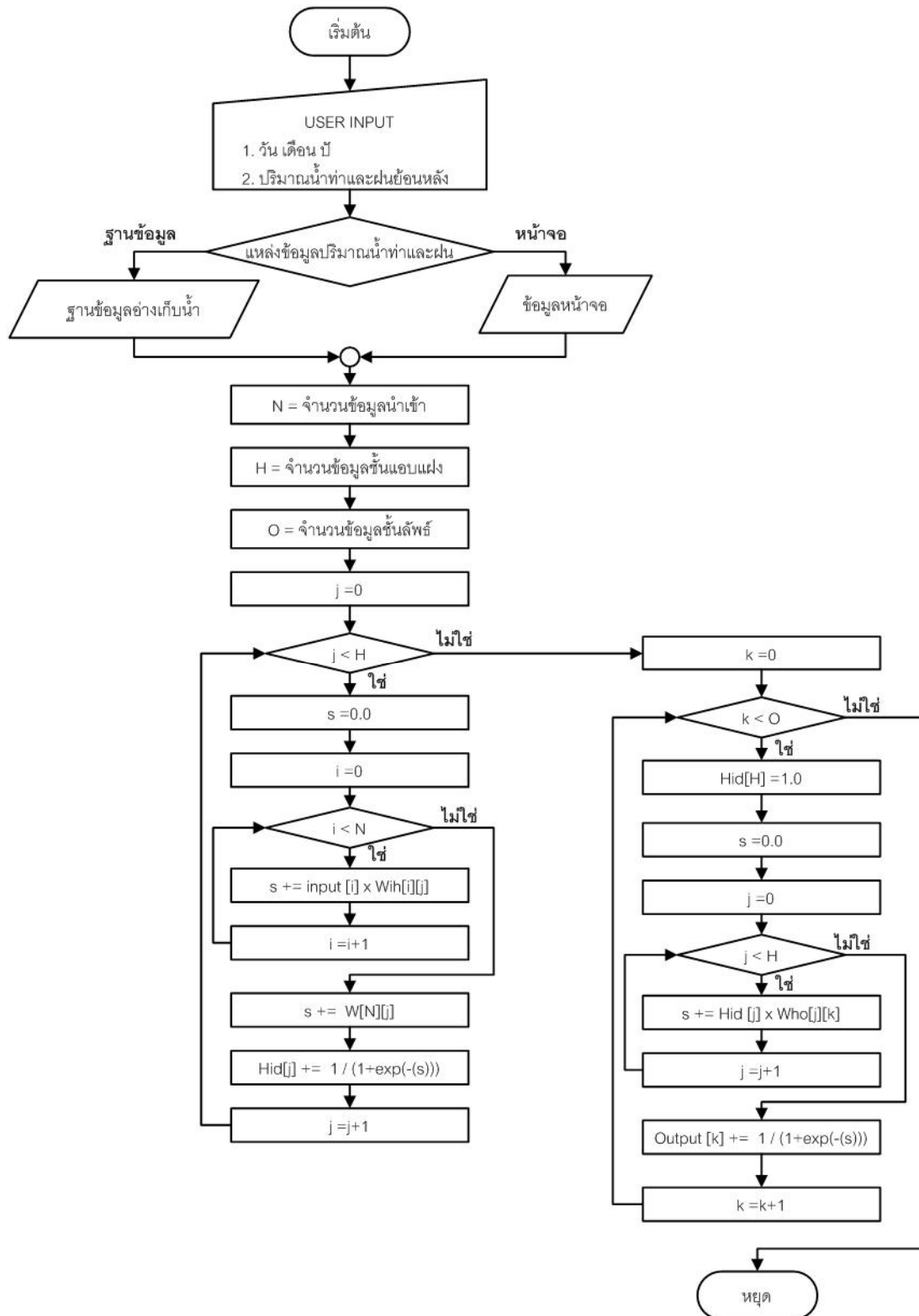


อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล



รูปที่ 9.3-18 ผลคาดการณ์น้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้ารายวัน

2) แผนผังการคำนวณ



รูปที่ 9.3-19 แผนผังการทำงานเครื่องมือคาดการณ์น้ำไหลเข้าอ่าง

3) ส่วนติดต่อข้อมูล การแสดงผลและเก็บบันทึกข้อมูล

การพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้สำหรับเครื่องมือคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ แสดงไว้ในรูปที่ 9.3-20 ประกอบด้วย การกำหนดวิธีการนำเข้าสู่ข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ได้ 2 วิธี คือ นำเข้าสู่ข้อมูลโดยเลือกจากข้อมูลในฐานข้อมูลส่วนกลางโดยตรง หรือ นำเข้าสู่ข้อมูลผ่านทางหน้าจอ โปรแกรมของเครื่องมือซึ่งผู้ใช้งานต้องระบุข้อมูลในช่วงข้อมูลให้ครบถ้วนก่อนการวิเคราะห์ เมื่อเลือกประเภทข้อมูลและกดปุ่มแสดงผล เครื่องมือจะแสดงผลคาดการณ์ล่วงหน้า 1 วันและล่วงหน้า 1 เดือน

รูปที่ 9.3-20 หน้าจอโปรแกรมคำนวณคาดการณ์น้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้ารายวันและรายเดือน

9.3.7 การวิเคราะห์สมดุลอ่างเก็บน้ำ

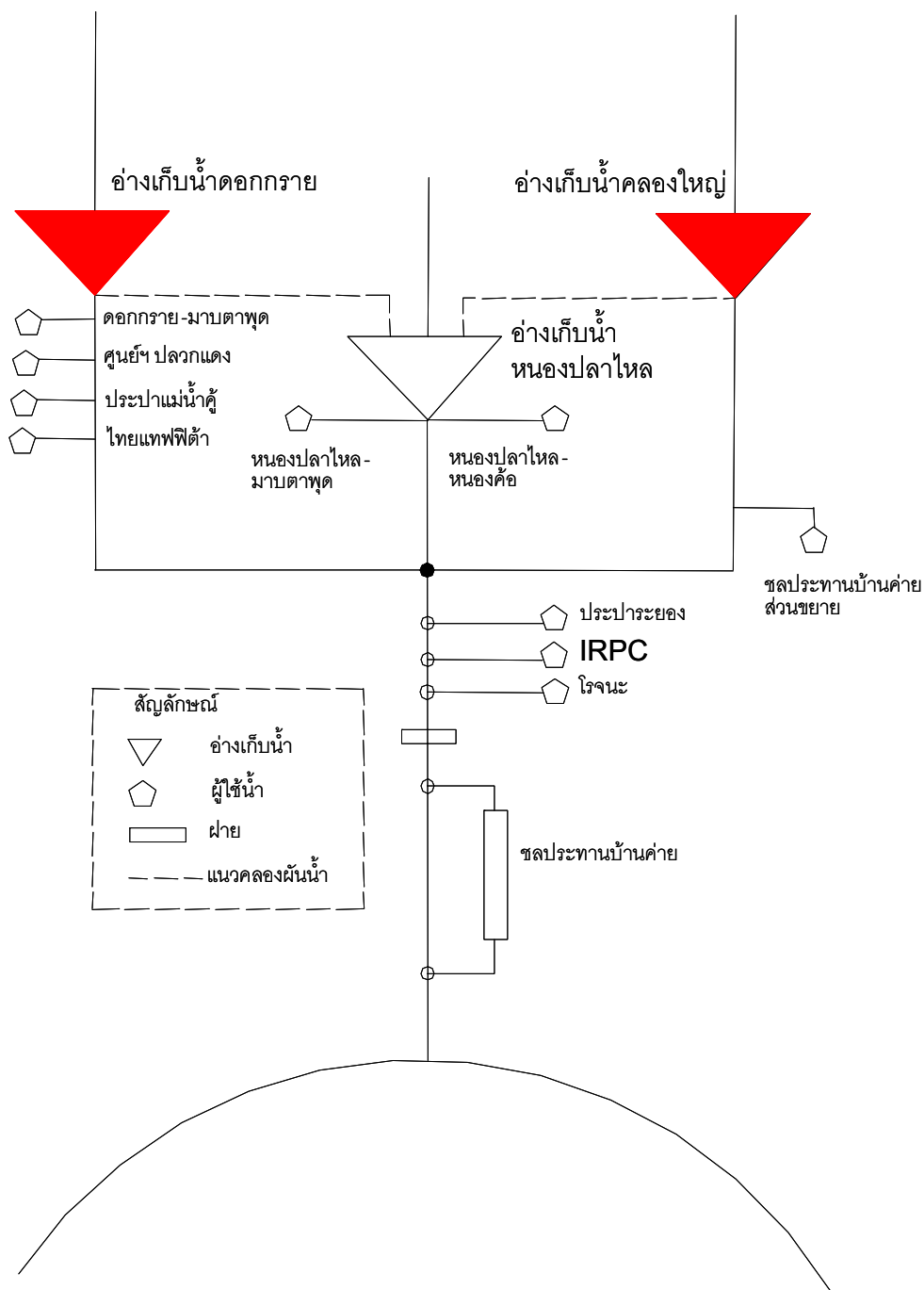
เทคนิคการทำสมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำเป็นเทคนิคที่นิยมใช้ทั่วไป เป็นการวิเคราะห์และคาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาถัดไปข้างหน้าเป็นรายวัน รายเดือน หรือรายปี ซึ่งจะทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นว่า การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำในระยะสั้นอ่างเก็บน้ำสามารถจัดสรรน้ำให้กับผู้ใช้น้ำได้เพียงพอหรือไม่ ในระยะยาวจะเกิดสภาพการขาดแคลนน้ำเป็นปริมาณเท่าไร และช่วงเวลาใด โดยอาศัยสถิติข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างและปริมาณการจัดสรรน้ำในในอดีต หรือข้อมูลจากการประเมินและคาดการณ์ การคำนวณสมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำมีสูตรการคำนวณง่าย ๆ และสามารถประยุกต์ใช้ได้กับอ่างเก็บน้ำทุกขนาด สูตรคำนวณดังสมการที่ 9.3-12

$$S_t = S_{t-1} + I_t + R_t - O_t - L_t - E_t + D_t \quad (9.3-12)$$

เงื่อนไข $S_{\min} \leq S_t \leq S_{\max}$, $O_t \leq \text{Total Demand}$, $S_t, I_t, R_t, O_t, L_t, E_t, D_t \geq 0$

เมื่อ	S_t	คือ	ปริมาณน้ำที่เก็บกักไว้ที่สิ้นเดือน t
	S_{t-1}	คือ	ปริมาณน้ำที่เก็บกักไว้ที่สิ้นเดือน t-1
	I_t	คือ	ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างในช่วงเดือน t
	R_t	คือ	ปริมาณฝนที่ตกลงในบริเวณอ่างเก็บน้ำในช่วงเดือน t
	O_t	คือ	ปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากอ่างในช่วงเดือน t
	L_t	คือ	ปริมาณน้ำที่สูญเสียเนื่องจากการรั่วซึมจากอ่างในช่วงเดือน t
	E_t	คือ	ปริมาณน้ำที่สูญเสียเนื่องจากการระเหยจากผิวน้ำในช่วงเดือน t
	D_t	คือ	ปริมาณน้ำที่ผันเข้า (+) / ออก (-) จากอ่างเก็บน้ำ
โดยที่	R_t และ E_t	เป็นฟังก์ชันของพื้นที่ผิวของอ่างเก็บน้ำ	

ส่วน L_t มีค่าเท่ากับ $\frac{(S_t + S_{t-1})}{2 \times 365} \times 0.10$ ลูกบาศก์เมตรต่อวัน



รูปที่ 9.3-21 แผนผังการจัดการลุ่มน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่

1) วิธีวิเคราะห์หาค่าตัวแปรสมมูลอ่างเก็บน้ำ

(1) ปริมาณน้ำเก็บกักเริ่มต้น (S_i)

ปริมาณน้ำเก็บกัก (Storage) คือ ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ณ เวลาใดเวลาหนึ่งแปรผันตามระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำที่มีการตรวจวัดจากอ่างเก็บน้ำได้ทุกวันจากไม้วัดระดับน้ำ ค่าระดับน้ำที่วัดได้จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำเก็บกักในแต่ละช่วงเวลาดังรูปที่ 9.3-22 การศึกษานี้ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำกับปริมาณน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำในรูปของสมการยกกำลังดังสมการที่ 9.3-13 (Mackinney และ Savitsky, 2003) ซึ่งปริมาณน้ำเก็บกักขึ้นอยู่กับผลต่างของระดับน้ำที่อ่านได้กับระดับน้ำต่ำสุด

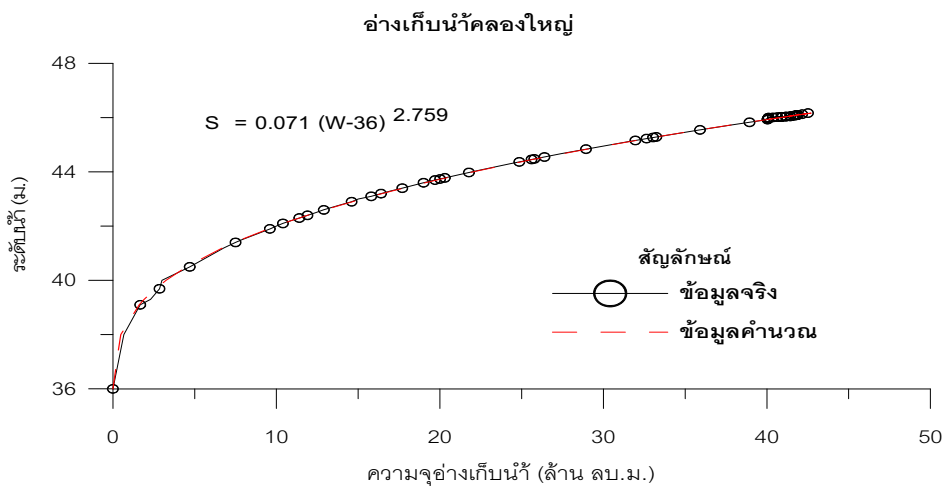
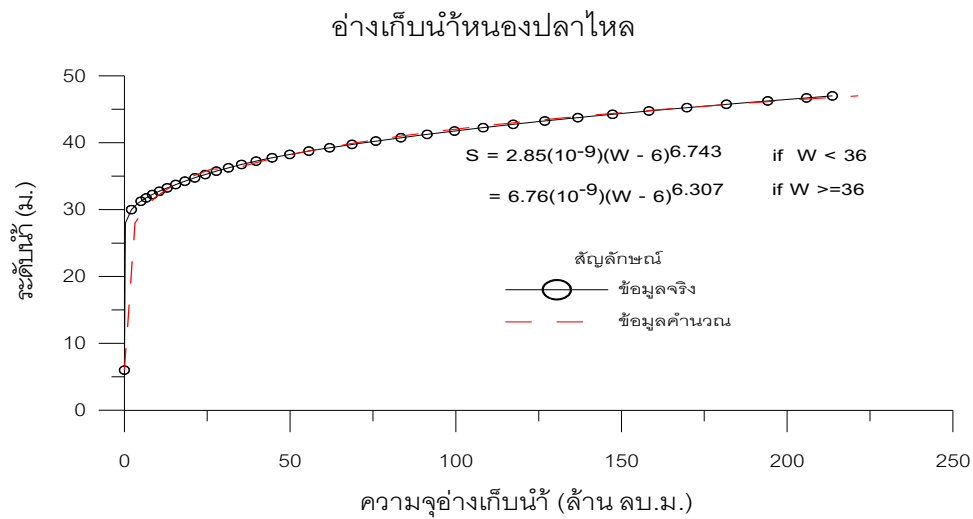
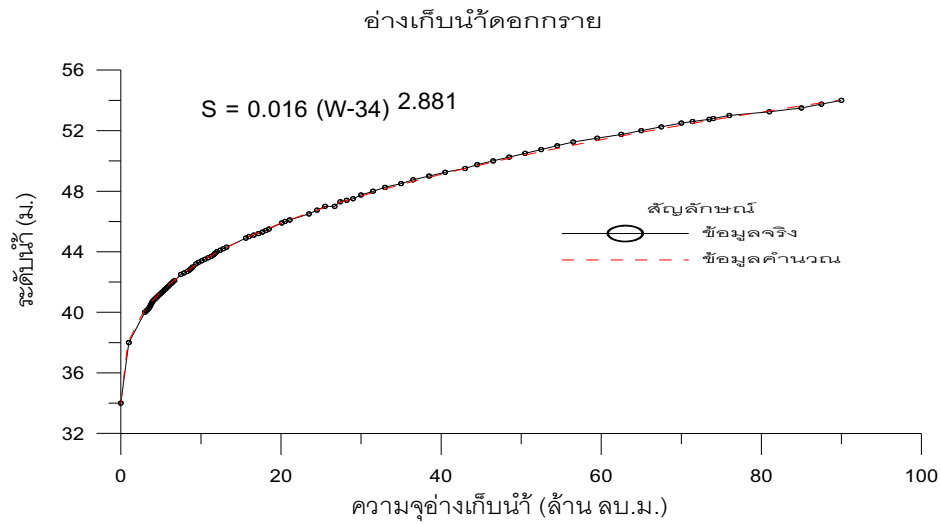
$$S = a(h - h_0)^b \quad (9.3-13)$$

เมื่อ	S	= ปริมาณน้ำเก็บกัก
	h	= ระดับน้ำที่วัดได้
	h_0	= ระดับน้ำต่ำสุดของอ่างเก็บน้ำ
	a, b	= ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์

ค่าสัมประสิทธิ์ของ a และ b หามาได้ด้วยวิธีผลต่างกำลังสองน้อยที่สุด (least squares method) ระหว่างค่าที่วัดจริงกับค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลอง (S จากสมการที่ 9.3-13) และสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ 9.3-14 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลจริงกับข้อมูลคำนวณแสดงได้ดังรูปที่ 9.3-22

$$\text{Min. } e = S_i - \hat{S}_i = a[\hat{h}_i - h_0]^b - \hat{S}_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, I \quad (9.3-14)$$

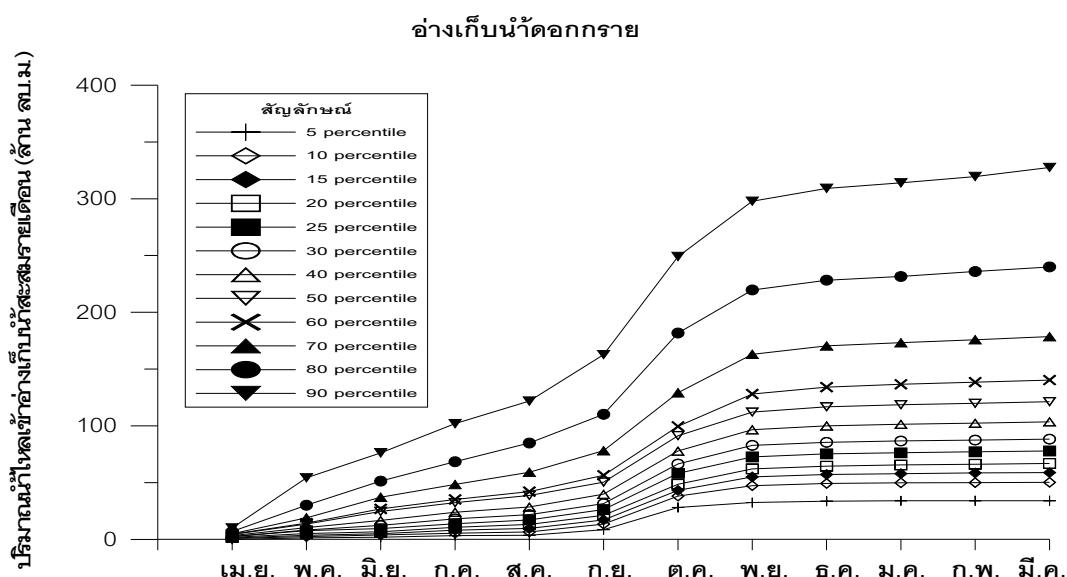
เมื่อ	i	= ลำดับของข้อมูล
	I	= จำนวนข้อมูลที่มีทั้งหมด
	S_i	= ปริมาณน้ำเก็บกักที่คำนวณได้จากสมการ 9.3-13
	$\hat{S}_i$	= ปริมาณน้ำเก็บกักที่วัดได้จริง
	$\hat{h}_i$	= ระดับน้ำที่วัดได้จริง



รูปที่ 9.3-22 ผลเปรียบเทียบข้อมูลความจุอ่างเก็บน้ำกับผลคำนวณความจุอ่างเก็บน้ำ

(2) ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (I_t)

- (2.1) ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างรายวันล่วงหน้า 1 วันประเมินโดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับรายวัน
- (2.2) ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างรายเดือนล่วงหน้า 1 เดือนประเมินโดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับรายเดือน
- (2.3) ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างรายเดือนล่วงหน้ามากกว่า 1 เดือนประเมินโดยค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสะสมรายเดือนเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของปริมาณฝนสะสมรายเดือน ดังแสดงตัวอย่างไว้ในรูปที่ 9.3-23



รูปที่ 9.3-23 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างรายเดือนสะสมที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ต่างๆ ของอ่างเก็บน้ำดอกกราย (สำหรับคาดการณ์ระยะยาว)

(3) ข้อมูลการระบายน้ำ (O_t)

การประเมินข้อมูลการระบายน้ำจะขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ใช้น้ำหลักของแต่ละอ่างเก็บน้ำกับสถิติการจัดสรรน้ำให้กับกลุ่มผู้ใช้แต่ละราย ในการประเมินข้อมูลการระบายน้ำรายวันจะกำหนดให้มีค่าเท่ากับค่าสูงสุดในการจัดสรรน้ำรายวันจากสถิติจัดสรรน้ำให้กับผู้ใช้น้ำแต่ละรายใน

อดีต สำหรับข้อมูลการระบายน้ำรายเดือนกำหนดให้มีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยจากสถิติข้อมูลการจัดสรรน้ำแต่ละราย

(4) ข้อมูลการระเหย (E_t)

การระเหยของน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำ คำนวณได้จากค่าการระเหยที่วัดได้จากภาควัดการระเหยคูณกับสัมประสิทธิ์ของภาควัดการระเหย (ประมาณร้อยละ 70-80) และคูณด้วยพื้นที่ผิวน้ำในช่วงเวลาที่พิจารณาดังสมการที่ 9.3-15 ผลการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลผิวน้ำวัดจริงกับข้อมูลคำนวณพื้นที่ผิวน้ำที่ความจุอ่างเก็บน้ำต่างๆ แสดงไว้ในรูปที่ 9.3-24

$$E_t = 0.7 * e_t * A \quad (9.3-15)$$

โดยที่ E_t = อัตราการระเหย (ลบ.ม.)

e_t = ค่าการระเหยจากภาควัดการระเหย (มม.)

A = พื้นที่ผิวน้ำ (ตร.กม.)

สำหรับข้อมูลพื้นที่ผิวน้ำ (A) สามารถหาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำกับพื้นที่ผิวน้ำดังสมการที่ 9.3-16

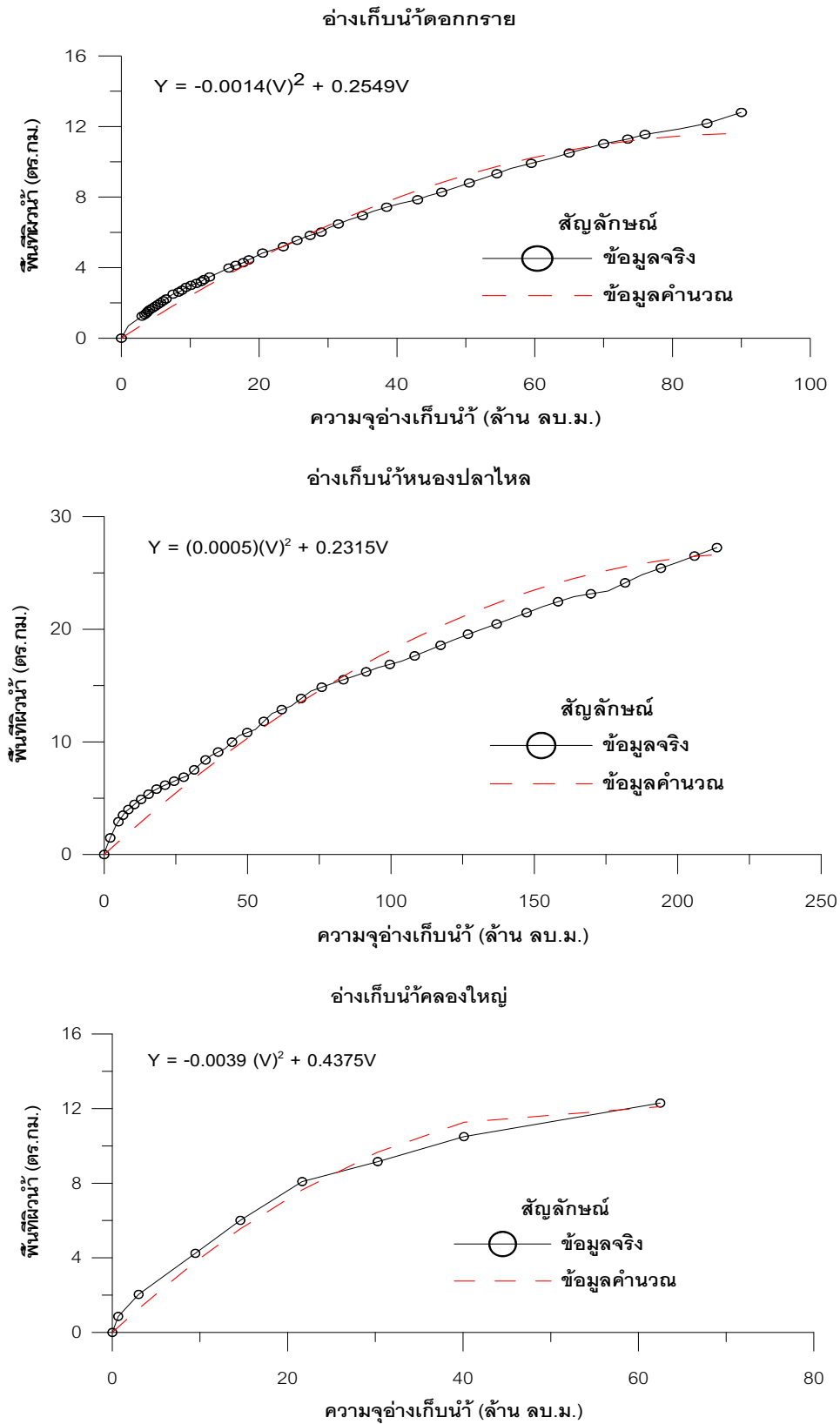
$$A = aV^2 + bV \quad (9.3-16)$$

โดยที่ A = พื้นที่ผิวน้ำ (ตร.กม.)

V = ความจุอ่างเก็บน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)

a, b = ส.ป.ส. ความสัมพันธ์

(5) ข้อมูลการผิวน้ำ (D_t)

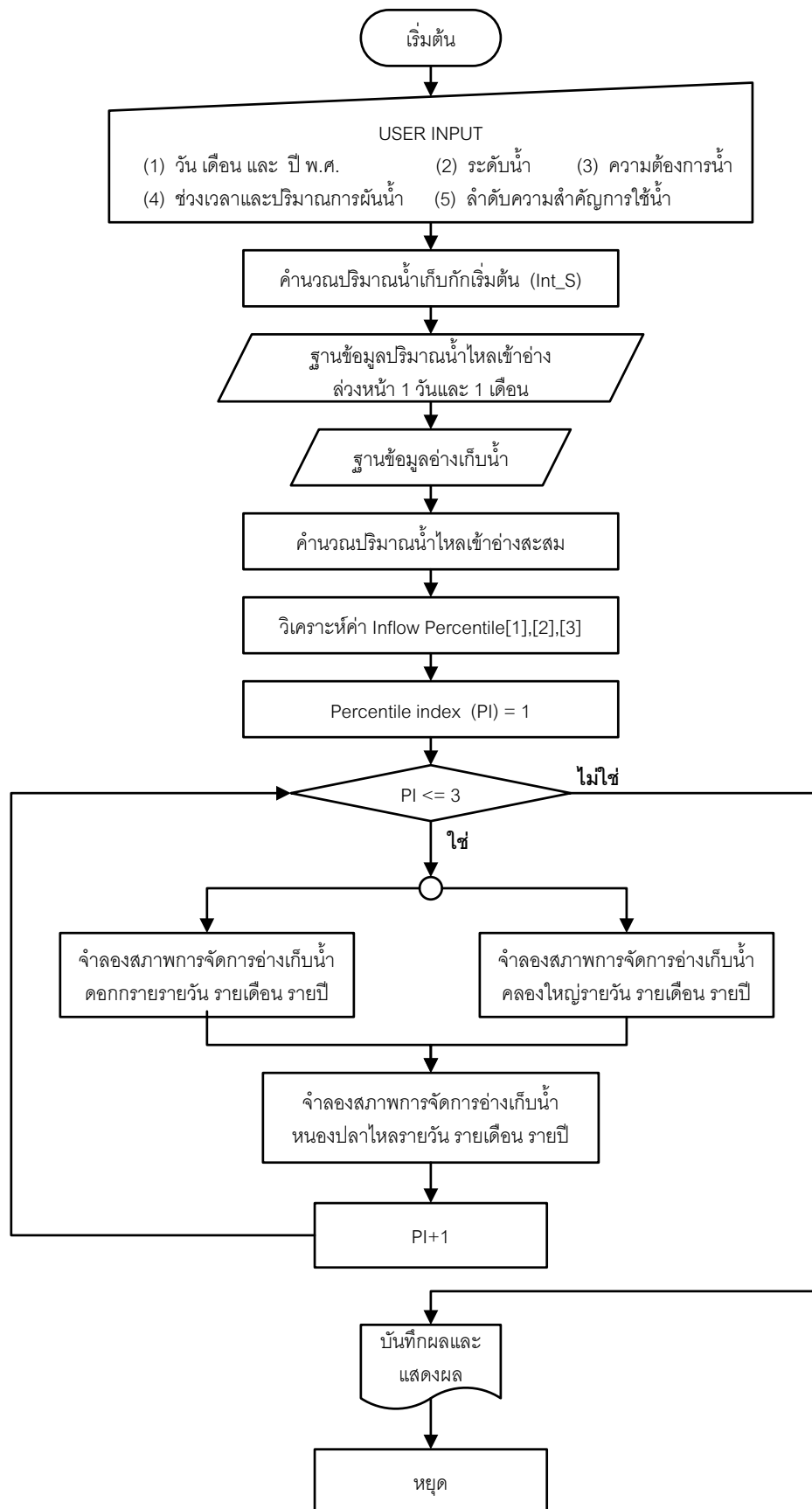


รูปที่ 9.3-24 ผลเปรียบเทียบข้อมูลพื้นที่ผิวน้ำกับผลคำนวณ

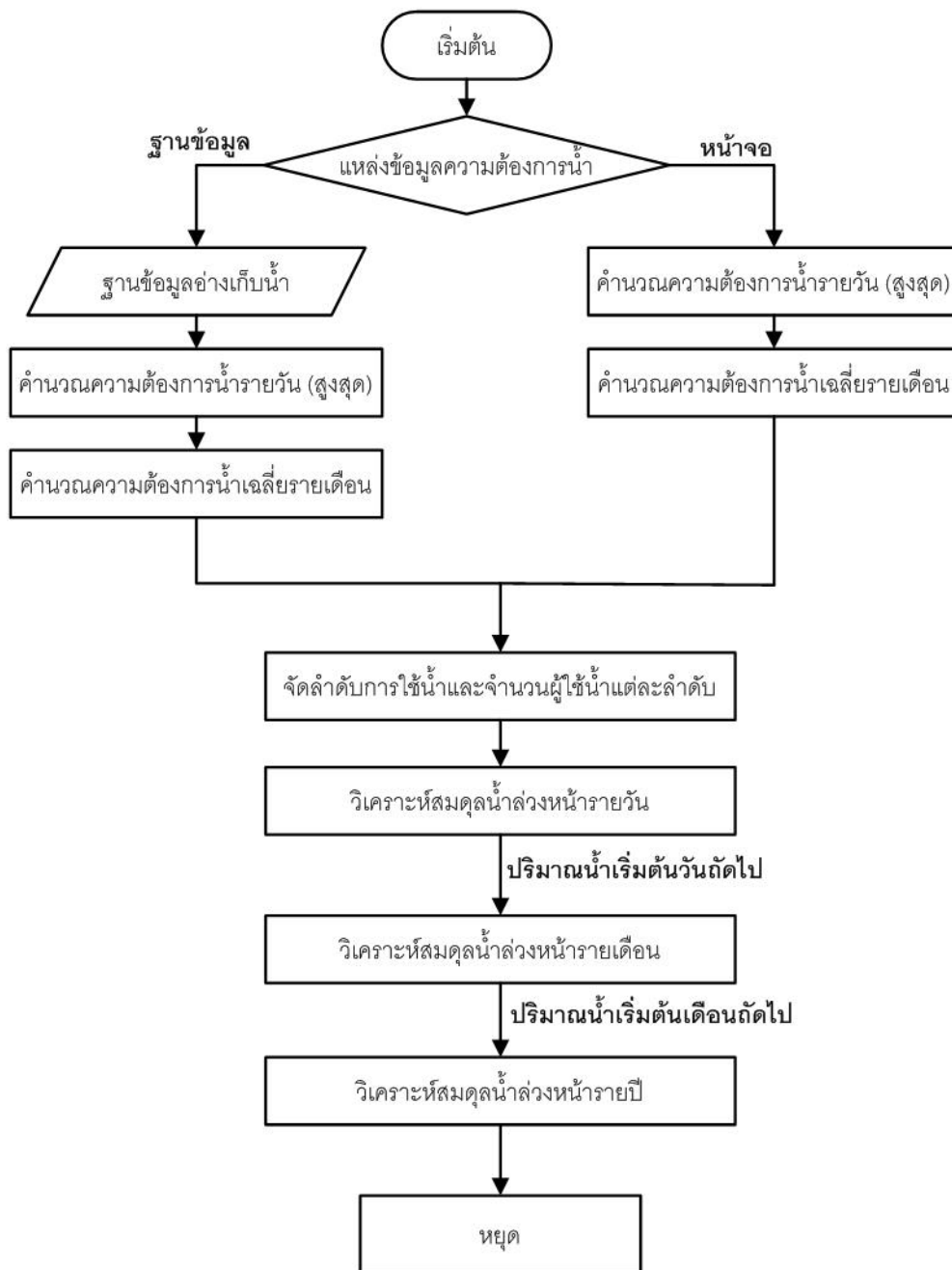
อ่างเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ประกอบด้วย อ่างเก็บน้ำดอกกราย หนองปลาไหลและ
คลองใหญ่ได้มีการก่อสร้างคลองผันน้ำระหว่างอ่างเก็บน้ำดอกกราย – หนองปลาไหล และอ่างเก็บ
น้ำคลองใหญ่ – หนองปลาไหล ทำให้การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำในอนาคตเมื่อมีการก่อสร้าง
คลองส่งน้ำเรียบร้อยแล้วจะเป็นการจัดการแบบขนาน (parallel) ที่จะมีการผันน้ำระหว่างอ่างเก็บ
น้ำจึงทำให้ตัวแปรปริมาณน้ำที่ต้องการผันมีส่วนสำคัญในการบริหารจัดการเพื่อให้สามารถเก็บกัก
ได้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ในการศึกษานี้จะคิดปริมาณน้ำที่ต้องการผันน้ำออกตามช่วงเวลาการผันน้ำที่ต้องการ
โดยกำหนดให้ปริมาณน้ำที่ต้องการผันมีค่าคงที่เท่ากันตลอดในช่วงเวลาการผันน้ำและไม่คิดการ
สูญเสียระหว่างการผันน้ำ ตัวแปรปริมาณน้ำที่ต้องการผัน ถ้าเป็นปริมาณน้ำที่ผันเข้ามาจากแหล่ง
น้ำอื่นๆ (กรณีนี้จะมีค่าเป็นบวก) แต่ถ้าเป็นปริมาณน้ำที่ผันออกไปให้กับแหล่งน้ำอื่นๆ (กรณีนี้จะมี
ค่าเป็นลบ) สำหรับในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองใหญ่ อ่างเก็บน้ำดอกกรายและอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่
จะเป็นอ่างเก็บน้ำที่ผันน้ำออกไปให้กับอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล ในทางตรงกันข้ามอ่างเก็บน้ำ
หนองปลาไหลจะเป็นอ่างเก็บน้ำที่ผันน้ำเข้ามาจากแหล่งน้ำอื่นๆ

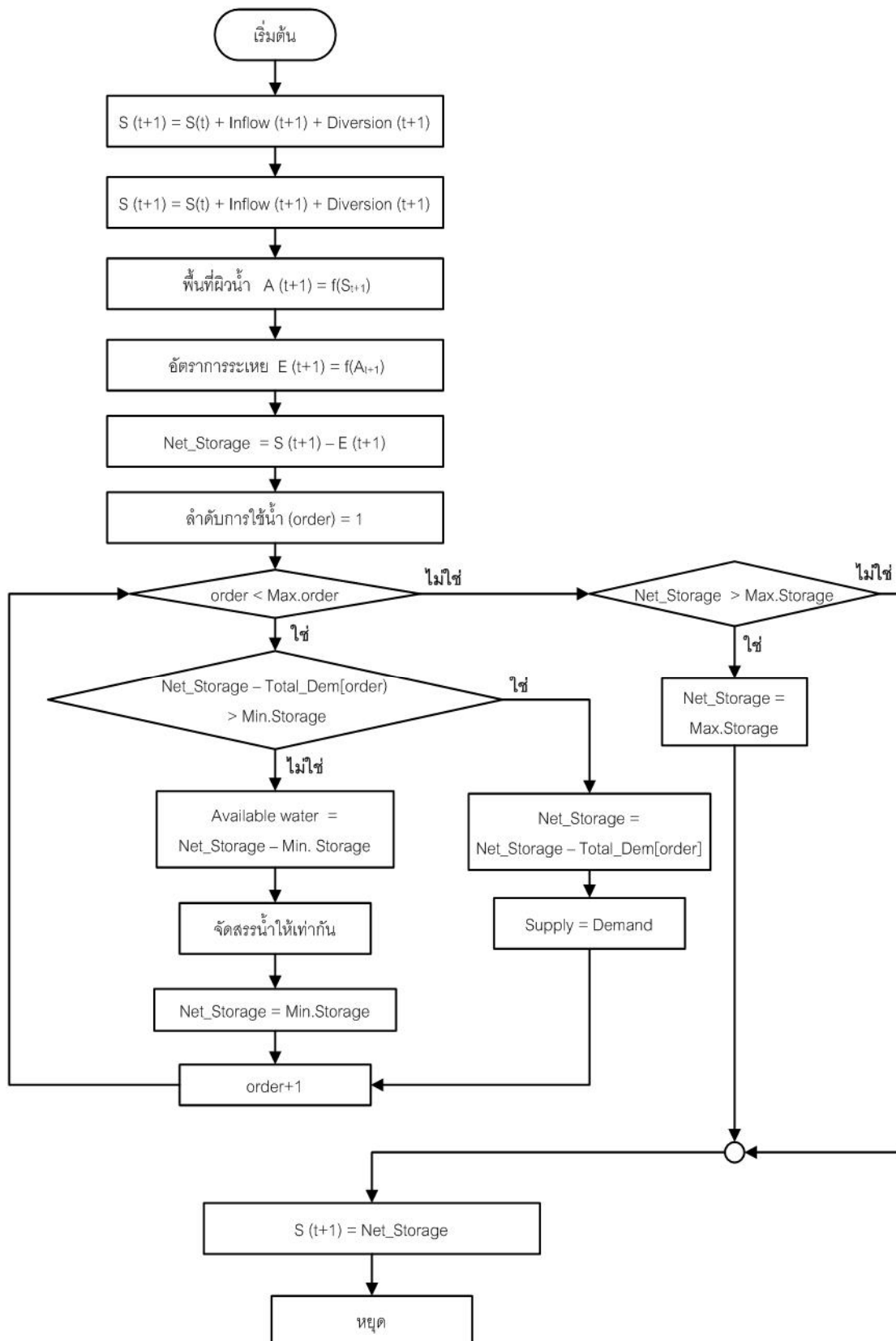
2) ผังการคำนวณโปรแกรม



รูปที่ 9.3-25 แผนผังการทำงานของเครื่องมือวิเคราะห์การจัดการอ่างเก็บน้ำ

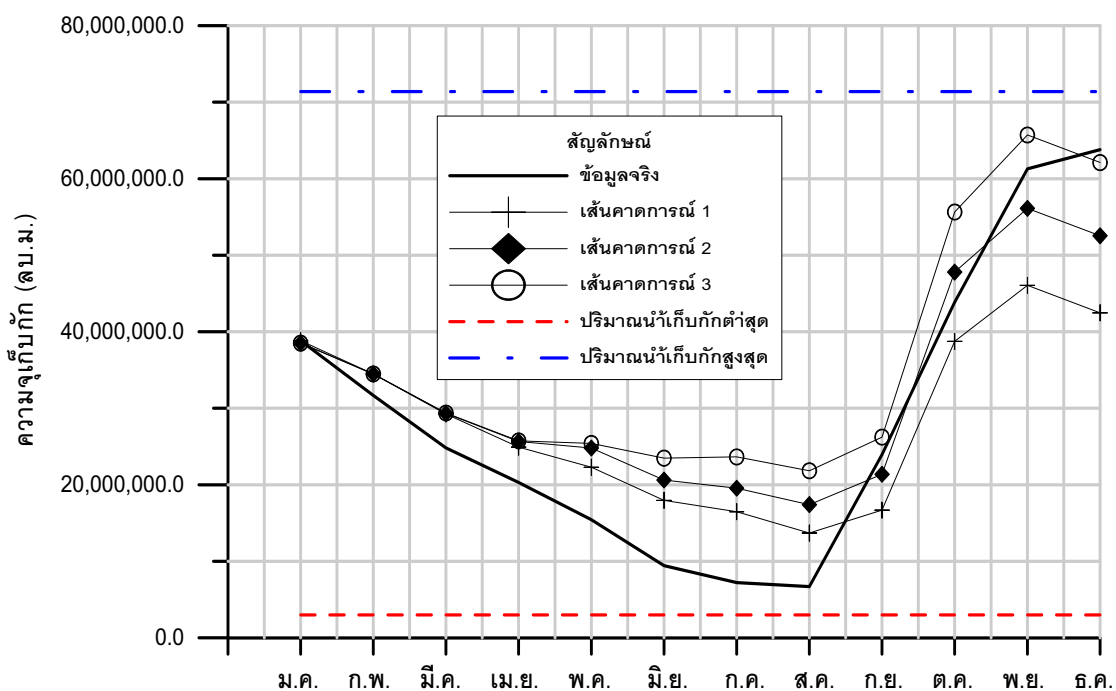
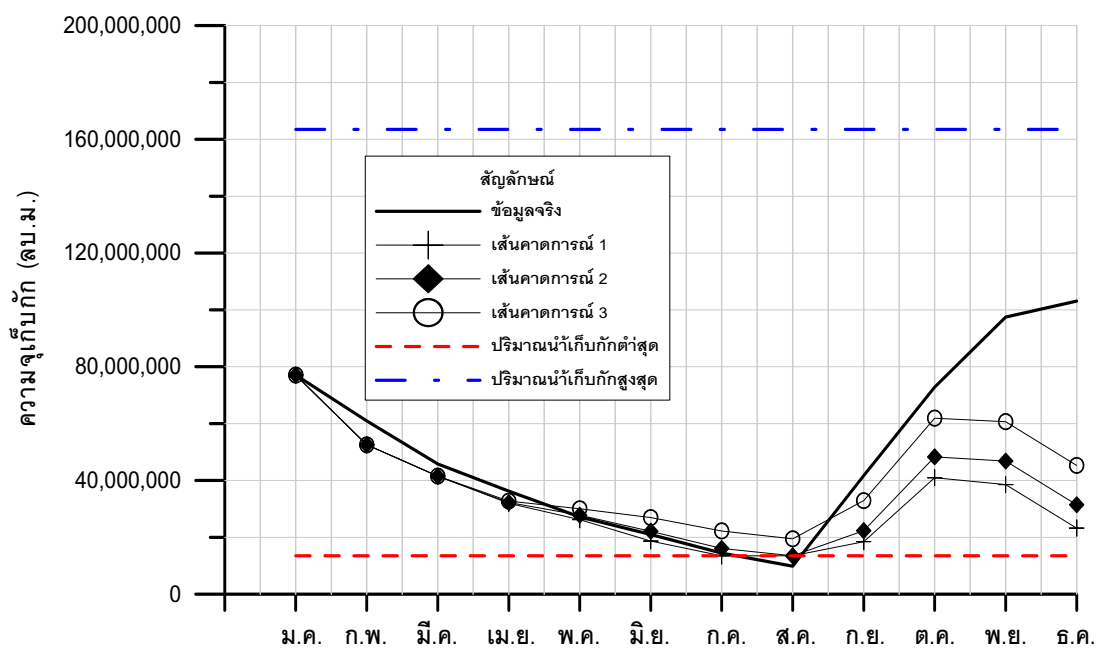


รูปที่ 9.3-26 แผนผังการทำงานเครื่องมือวิเคราะห์การจัดการอ่างเก็บน้ำ
(ส่วนย่อยการจำลองสภาพการจัดการอ่างเก็บน้ำ)



รูปที่ 9.3-27 แผนผังการทำงานเครื่องมือวิเคราะห์การจัดการอ่างเก็บน้ำ
(ส่วนย่อยวิเคราะห์สมดุลน้ำ)

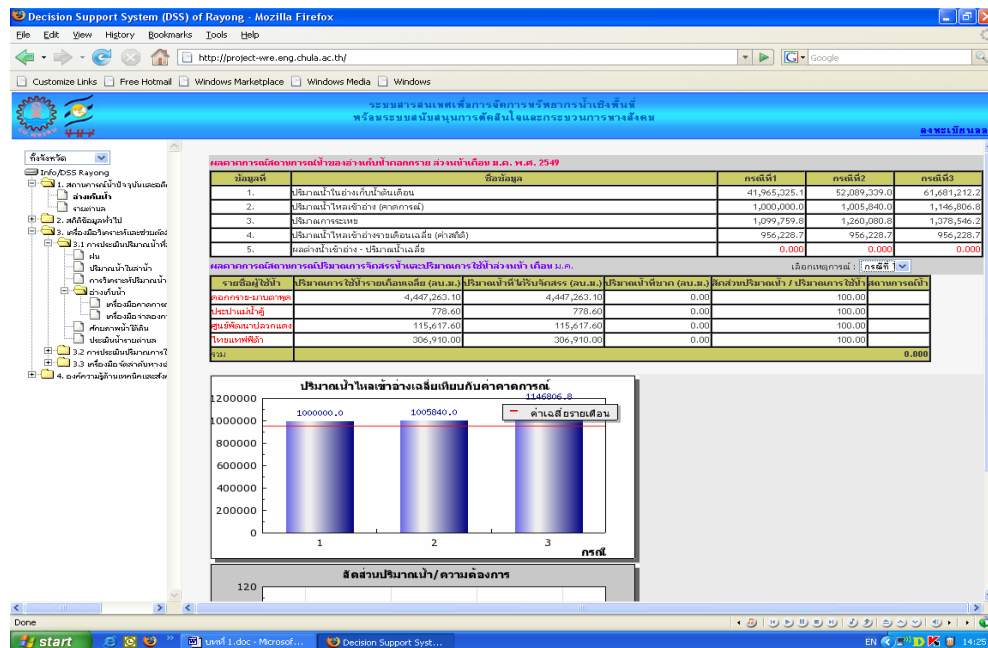
อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล



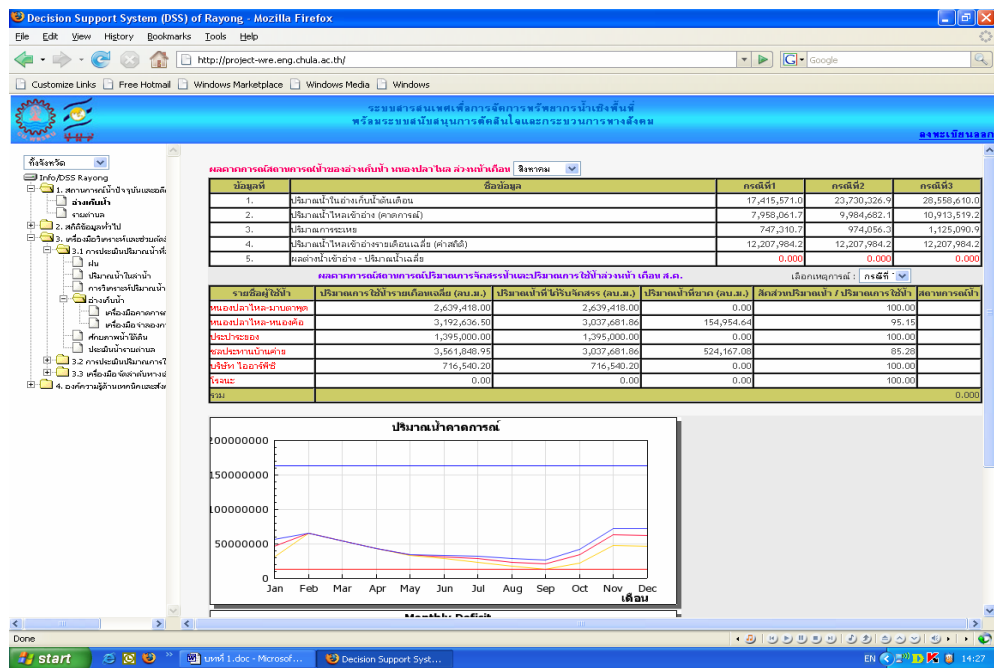
รูปที่ 9.3-28 เปรียบเทียบคาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเทียบกับข้อมูลวัดจริงในช่วง ม.ค.-ธ.ค. 2548

3) ส่วนติดต่อข้อมูล การแสดงผลและเก็บบันทึกข้อมูล

รูปที่ 9.3-29 หน้าจอส่วนติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องมือวิเคราะห์สมมูลน้ำอ่างเก็บน้ำ



รูปที่ 9.3-30 รูปผลการคำนวณล่วงหน้า 1 เดือน



รูปที่ 9.3-31 ผลการคำนวณล่วงหน้า 1 ปี

9.3.8 เครื่องมือวิเคราะห์การใช้น้ำบ่อน้ำบาดาลและบ่อน้ำตื้น

การวิเคราะห์การใช้น้ำจากบ่อน้ำบาดาลและบ่อน้ำตื้นเพื่อหาปริมาณน้ำที่มีการสูบขึ้นมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคนอกเขตประปา การเกษตรกรรมนอกเขตชลประทานและโรงงานอุตสาหกรรมนอกเขตนิคมอุตสาหกรรม ซึ่งกลุ่มผู้ใช้น้ำเหล่านี้ยังไม่ได้ได้รับความช่วยเหลือจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ โดยใช้ฐานข้อมูลบ่อน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล และฐานข้อมูลบ่อน้ำตื้นจาก กชช2ค.

ในการพัฒนาเครื่องมือจะกำหนดให้ปริมาณน้ำที่สูบขึ้นมาใช้จากบ่อน้ำบาดาลและบ่อน้ำตื้นมีค่าขึ้นอยู่กับ ปริมาณน้ำที่สูบได้ (yield, m³/hr) ของแต่ละบ่อ และจำนวนชั่วโมงการสูบน้ำต่อวัน ดังสมการที่ 9.3-17

$$GW_supply = \sum_{i=1}^n yield(i) \times time \quad (9.3-17)$$

โดยที่ GW_supply = ปริมาณใช้น้ำจากบ่อน้ำบาดาลและบ่อน้ำตื้น

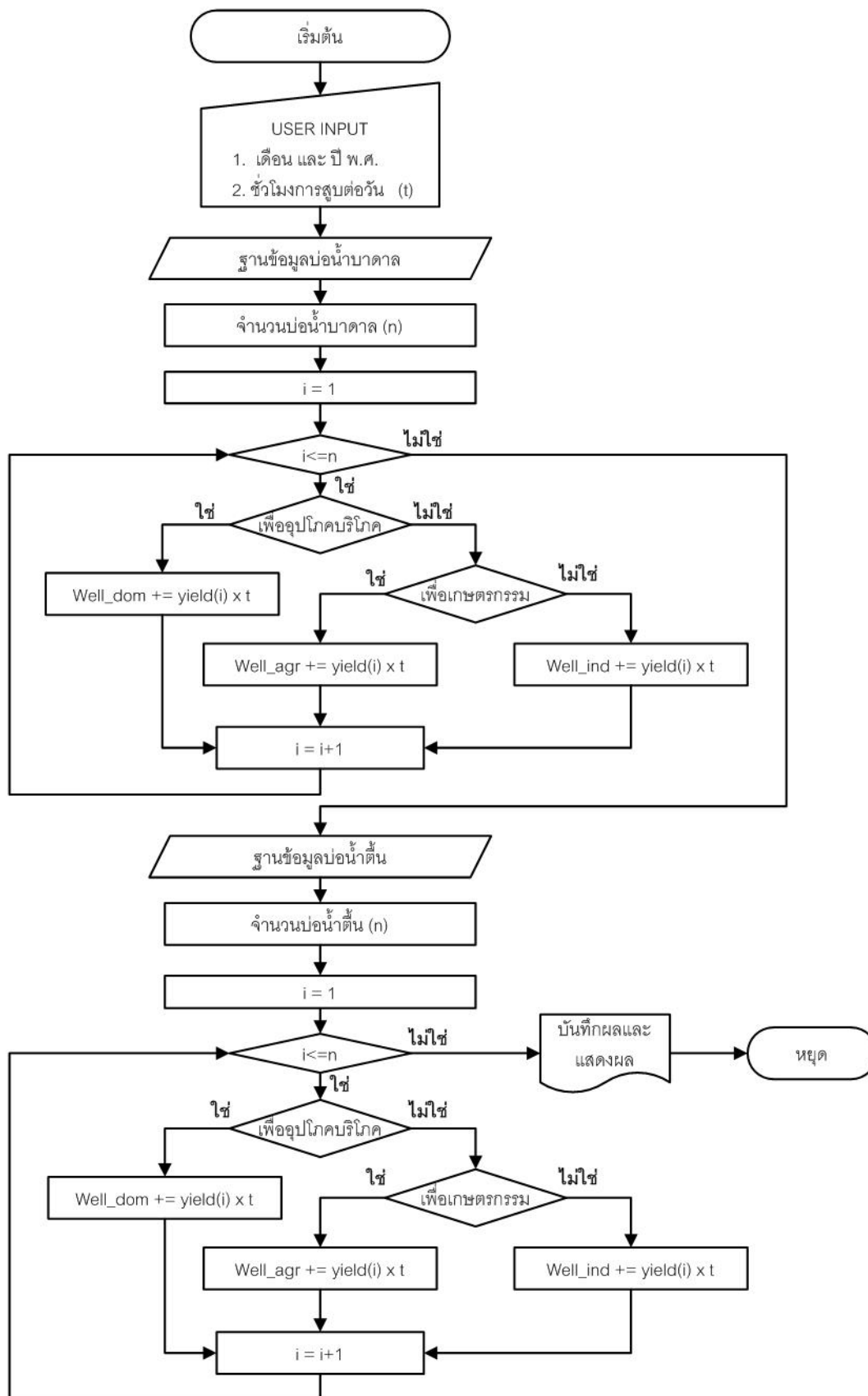
$yield(i)$ = ปริมาณน้ำที่สูบได้ของบ่อ i

$time$ = ชั่วโมงการสูบน้ำต่อวัน

i = บ่อน้ำบาดาล/บ่อน้ำตื้น

n = จำนวนบ่อน้ำบาดาล/บ่อน้ำตื้น

1) ผังการคำนวณ



รูปที่ 9.3-32 แผนผังการทำงานของเครื่องมือวิเคราะห์การใช้น้ำบ่อน้ำบาดาล/บ่อน้ำตื้น

2) ส่วนติดต่อข้อมูล การแสดงผลและเก็บบันทึกข้อมูล

การพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้สำหรับเครื่องมือวิเคราะห์การใช้น้ำบาดาลและบ่อน้ำตื้น แสดงไว้ในรูปที่ 9.3-33 ประกอบด้วย การกำหนดช่วงเวลาการวิเคราะห์ จำนวนชั่วโมงการสูบน้ำ ต่อวันและเงื่อนไขการวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับส่วนแสดงผลการคำนวณ ประกอบด้วย ชื่อตำบล การใช้น้ำด้านอุตสาหกรรม อุปโภคบริโภคและเกษตรกรรม

Decision Support System (DSS) of Rayong - Mozilla Firefox

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่
พร้อมระบบสนับสนุนการตัดสินใจและกระบวนการทางสังคม

เครื่องมือวิเคราะห์การใช้น้ำบาดาล

วันที่: 1 เดือน: 1 ปี พ.ศ.: 2548 จังหวัด: ระยอง

จำนวนชั่วโมงการสูบน้ำบาดาลใช้: 8 ชั่วโมง / วัน

การวิเคราะห์

☐ ไม่รวมจำนวนบ่อในปี พ.ศ. 2548

☐ รวมจำนวนบ่อในปี พ.ศ. 2548

แสดงผล ยกเลิก

ตำบล	บ่อเอกชน (ลูกา)	บ่อปี 48 (ลูกา)	รวมอุตสาหกรรม	เพื่ออุปโภค-บริโภคในเขต	เพื่ออุปโภค-บริโภคนอกเขต	เพื่อเกษตรกรรม
ต. น้ำคอก	0.00	0.00	0.00	0.00	3600.00	0.00
ต. ท่าบ่อ	74640.00	0.00	74640.00	0.00	80760.00	0.00
ต. นาตาขวัญ	33600.00	0.00	33600.00	0.00	8280.00	0.00
ต. เขื่อนเงิน	720.00	0.00	720.00	0.00	13264.80	0.00
ต. นิคมพัฒนา	547560.00	0.00	547560.00	0.00	150360.00	0.00
ต. พนาภิคม	34800.00	0.00	34800.00	0.00	34663.20	12000.00
ต. หนงตะพาน	720.00	0.00	720.00	7176.00	17923.20	0.00
ต. ดาสีหี	206880.00	0.00	206880.00	0.00	8481.60	0.00
ต. แม่สำ	146880.00	0.00	146880.00	0.00	8786.40	0.00
ต. บางบุตร	0.00	0.00	0.00	720.00	16836.00	0.00
ต. ดาสีหี	206880.00	0.00	206880.00	0.00	8481.60	0.00
ต. มะขามคู่	518400.00	0.00	518400.00	0.00	101280.00	0.00
ต. เจริญพร	1200.00	0.00	1200.00	0.00	29661.60	0.00
ต. ชากบก	4800.00	0.00	4800.00	0.00	7550.40	0.00
ต. หนงบัว	37200.00	0.00	37200.00	3268.80	7932.00	0.00
ต. หนงตะลอก	53040.00	0.00	53040.00	1920.00	91063.20	0.00

รูปที่ 9.3-33 หน้าจอทำงานและแสดงผลการใช้น้ำบ่อบาดาลและบ่อน้ำตื้น

9.3-9 เครื่องมือวิเคราะห์ความต้องการน้ำอุปโภคบริโภค

ความต้องการน้ำอุปโภคบริโภคสามารถประเมินได้จากจำนวนประชากรและอัตราการใช้น้ำ จากการวิเคราะห์ฐานข้อมูลจำนวนประชากรพบว่า ฐานข้อมูลจำนวนประชากรในแต่ละตำบล มีการแบ่งฐานข้อมูลจำนวนประชากรออกเป็น 2 ฐานข้อมูลคือ ฐานข้อมูลจำนวนประชากรที่อยู่ในเขตเทศบาลและฐานข้อมูลจำนวนประชากรที่อยู่นอกเขตเทศบาล ขณะที่ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการใช้น้ำของกลุ่มประชากรตัวอย่างโดยใช้แบบสอบถาม และ อัตราการใช้น้ำของกลุ่มประชากรที่ใช้น้ำประปา สรุปได้ว่า กลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลทั้งที่ใช้น้ำประปาและน้ำจากแหล่งอื่นๆ เพื่ออุปโภคบริโภคมีลักษณะการใช้น้ำที่ใกล้เคียงคือ มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยประมาณ 200 ลิตรต่อคนต่อวัน ขณะที่กลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่นอกเขตเทศบาลมีลักษณะการใช้น้ำที่ต่างกัน คือ กลุ่มประชากรนอกเขตเทศบาลที่มีน้ำประปาใช้จะมีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยประมาณ 200 ลิตรต่อคนต่อวัน และกลุ่มประชากรนอกเขตเทศบาลที่ไม่มีน้ำประปาใช้จะมีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยประมาณ 100 ลิตรต่อคนต่อวัน ดังนั้นการวิเคราะห์ความต้องการน้ำอุปโภคบริโภครวมในตำบลจะสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 9.3-18

$$\text{Domestic}(i) = \sum_{\text{type}=1}^4 \text{Pop}(i, \text{type}) * \text{unitrate}(\text{type}) \quad (9.3-18)$$

โดย $\text{Domestic}(i)$ = ความต้องการน้ำในตำบล i

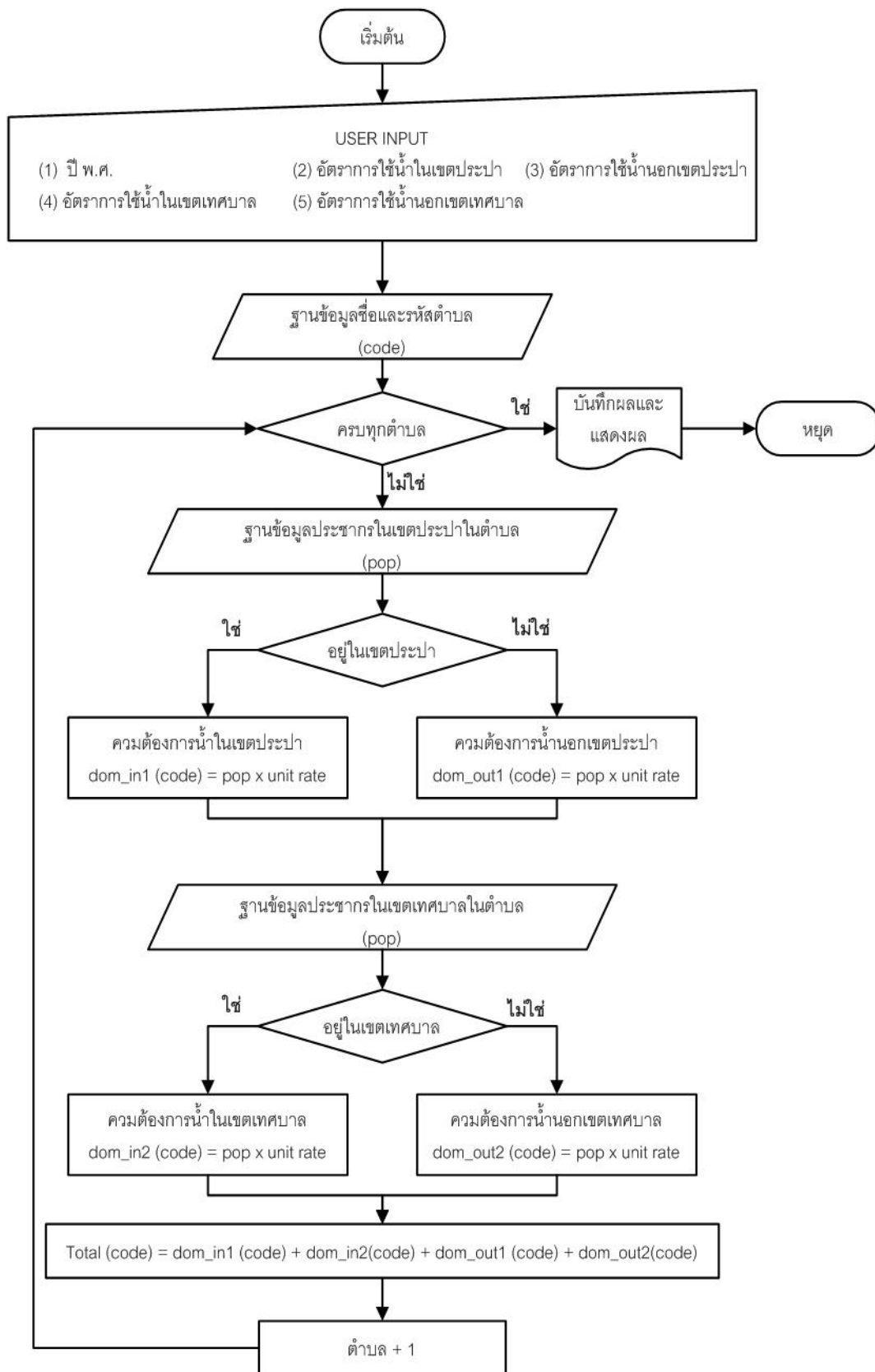
$\text{Pop}(i, \text{type})$ = จำนวนประชากรในตำบล i ในเขตพื้นที่ใช้น้ำ type

$\text{unitrate}(\text{type})$ = อัตราการใช้น้ำในเขตพื้นที่ใช้น้ำ type

i = ตำบล

type = เขตพื้นที่ใช้น้ำ

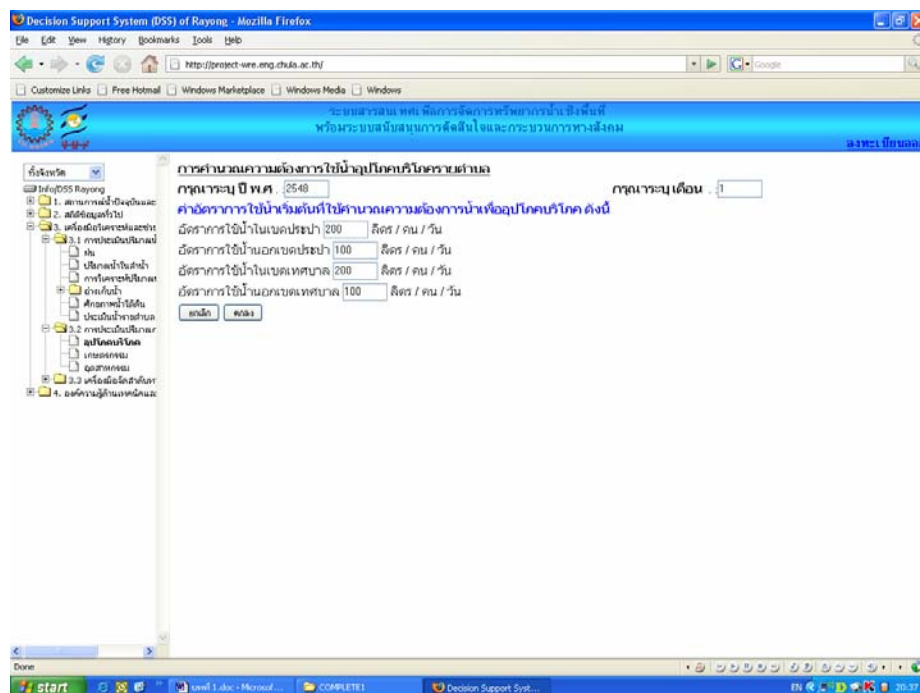
1) ผังการคำนวณโปรแกรม



รูปที่ 9.3-34 แผนผังการทำงานเครื่องมือวิเคราะห์ความต้องการน้ำอุปโภคบริโภค

2) ส่วนติดต่อข้อมูล การแสดงผลและเก็บบันทึกข้อมูล

การพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้สำหรับเครื่องมือวิเคราะห์ความต้องการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคแสดงไว้ในรูปที่ 9.3-35 ประกอบด้วย ป้อนข้อมูลจำนวนประชากร อัตราการใช้น้ำในเขตประปา อัตราการใช้น้ำนอกเขตประปา อัตราการใช้น้ำในเขตเทศบาล และอัตราการใช้น้ำนอกเขตเทศบาล



รูปที่ 9.3-35 หน้าจอทำงานและแสดงผลความต้องการน้ำอุปโภคบริโภค

9.3-10 เครื่องมือวิเคราะห์ความต้องการน้ำเกษตรกรรม

เครื่องมือวิเคราะห์ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรมจะพิจารณาการใช้น้ำตามปฏิทินการเพาะปลูกพืชในแต่ละตำบลซึ่งประกอบด้วย ชนิดของพืชที่ปลูกและระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการเพาะปลูกพืช เพื่อใช้พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (kc) ที่ขึ้นอยู่กับชนิดพืชและระยะเวลาการใช้น้ำ โดยขนาดพื้นที่เพาะปลูกพืชอ้างอิงกับพื้นที่เพาะปลูกรายตำบลของกรมส่งเสริมการเกษตรเป็นหลัก และมีพื้นที่เพาะปลูกพืชของโครงการชลประทานบ้านค่ายเป็นตัวแปรเสริมในการแบ่งขนาดพื้นที่เพาะปลูกพืชในเขตและนอกเขตชลประทาน สมการการคำนวณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรแสดงไว้ในสมการที่ 9.3-19

$$ET(\text{month}) = \sum_{\text{crop}=1}^n \left(\sum_{\text{week}=1}^4 Kc(\text{crop, week}) * ETp(\text{month}) \right) \quad (9.3-19)$$

โดยที่ ET(month)	= ความต้องการน้ำพืชเดือนที่ month
Kc(crop, week)	= ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำรายพืช (crop) ในแต่ละสัปดาห์ (week)
ETp(month)	= อัตราการระเหยพืชอ้างอิงเดือนที่ month
crop	= ชนิดพืช
week	= ระยะการเจริญเติบโตของพืชรายสัปดาห์
n	= จำนวนของชนิดพืช