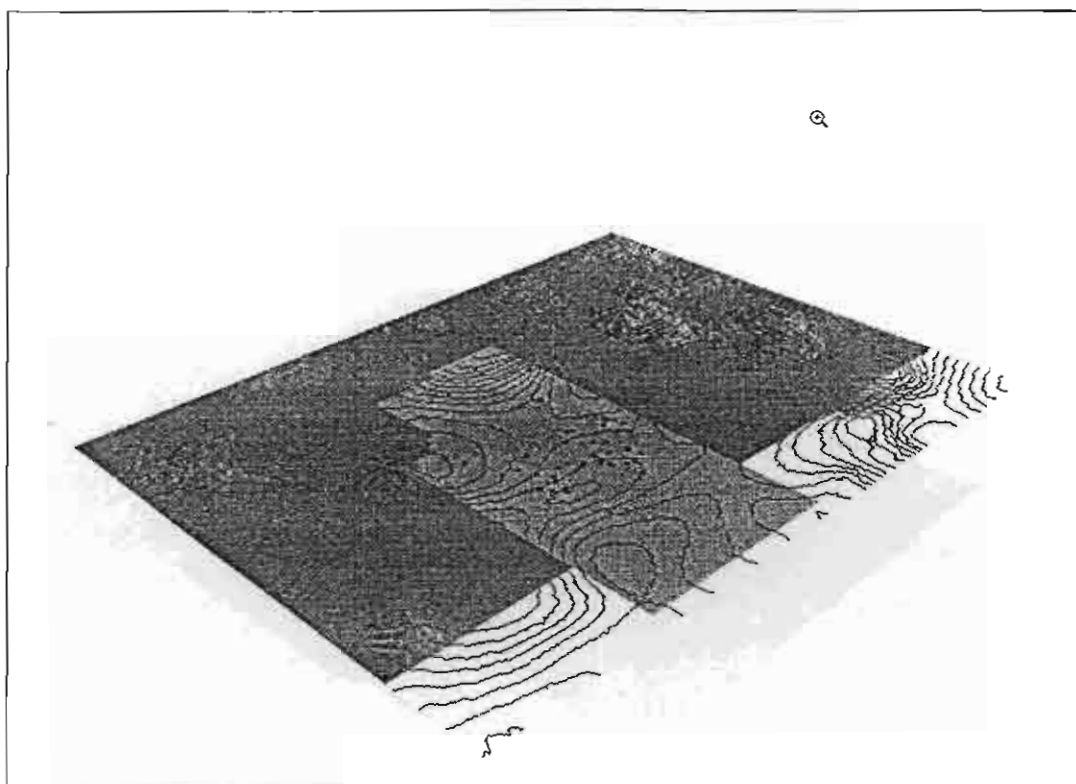
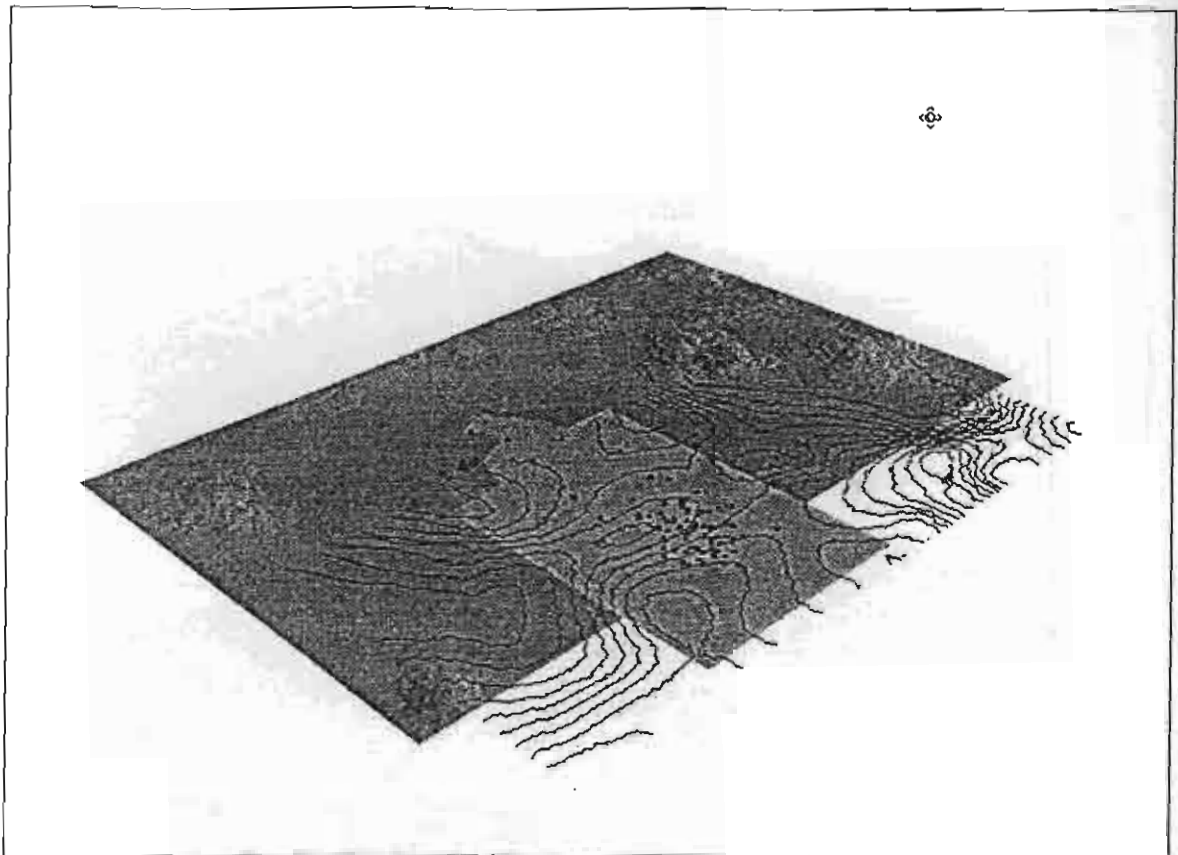




รูปที่ 7.5-3 ภาพ 3 มิติแสดงทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินกับความสูงของภูมิประเทศในระดับชั้นที่ 3

ในระดับชั้นน้ำที่ 4 อยู่ในช่วงความสูงระดับต่ำกว่าระดับผิวดิน 120 เมตรขึ้นไป ในชั้น น้ำที่ 4 ทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน มีลักษณะไหลจากตอนบนลงสู่ตอนกลาง จากทางทิศ ตะวันตก ทิศตะวันออกมารวมกันอยู่ตอนกลาง และไหลลงสู่ตอนล่าง แต่ปริมาณบ่อน้ำบาดาล น้อยกว่าชั้นที่ 1 และ 2 จากการพิจารณาพบบ่อส่วนใหญ่ในระดับชั้นนี้ตั้งอยู่บริเวณล่างของพื้นที่ เช่นเดียวกันจากการสืบค้นจากฐานข้อมูลเป็นบ่อของทางราชการ แต่มีปัญหาคุณภาพน้ำเรื่อง ความเค็ม และบางบ่อใช้การไม่ได้ (รูปที่ 7.5-4)



รูปที่ 7.5-4 ภาพ 3 มิติแสดงทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินกับความสูงของภูมิประเทศในระดับชั้นที่ 4

จากรูปที่ 7.5-4 เป็นการแสดงข้อมูลในลักษณะสามมิติของทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน โดยพิจารณาปัจจัยความสูงของภูมิประเทศ โดยอาศัยความสามารถของ ArcView ในการแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติในลักษณะเสมือนจริง ทำให้ผู้ใช้สามารถตีความผลลัพธ์ได้ง่าย ซึ่ง GMS/MODFLOW ยังขาดการแสดงผลในลักษณะดังกล่าว จึงเป็นข้อได้เปรียบของ ArcView

การศึกษาค้นคว้าพบว่าการบูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับโปรแกรมแบบจำลองน้ำใต้ดินนั้น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถมองภาพรวมของพื้นที่ได้ในหลายมิติโดยสามารถพิจารณาจากทั้งลักษณะทางกายภาพของพื้นที่และจากข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ ทำให้สื่อสารแก่ผู้ใช้ได้ง่ายขึ้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่สามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ได้ดียิ่งขึ้น

บทที่ 8

การออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน

8.1 การสำรวจความต้องการที่ใช้ในการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน

8.1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ชันสูตร เป็นโครงการชลประทานโครงการหนึ่งในจำนวนทั้งหมด 42 แห่ง ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำลุ่มเจ้าพระยาใหญ่ เป็นโครงการประเภททดและส่งน้ำ โดยมีแหล่งน้ำต้นทุนที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ ไหลผ่านแม่น้ำปิงและแม่น้ำน่านมาบรรจบแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งทำหน้าที่ทดน้ำเพื่อยกระดับน้ำให้สูงขึ้น และไหลเข้าทางลำแม่น้ำน้อยและลำแม่น้ำสายต่างๆ และใช้แม่น้ำน้อยเป็นคลองส่งน้ำสายใหญ่สายหนึ่ง พร้อมกับสร้างประตูระบายน้ำบางระจันขึ้นเพื่อทำหน้าที่เป็นอาคารทดน้ำในแม่น้ำน้อย ที่ กม. 42+000 ของแม่น้ำน้อย ในท้องที่หมู่ 7 ต.โพชนไก่ อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี เพื่อยกระดับน้ำให้สูงขึ้น และไหลเข้าคลองส่งน้ำสายต่างๆ

เนื่องจากการจัดสรรน้ำมีปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องมาก อาทิ ปริมาณน้ำที่ได้รับจัดสรรจากสำนักชลประทานต้นสังกัด ปริมาณน้ำฝน ชนิดของพืชและอายุของพืชที่เพาะปลูก และพื้นที่ชลประทาน ทำให้มีความยากลำบากในการคิดคำนวณเพื่อหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการจัดสรรให้คลองแต่ละสาย บุคลากรด้านการจัดสรรน้ำจึงข้ามขั้นตอนที่สำคัญเหล่านี้ไป แล้วใช้ประสบการณ์เข้ามาพิจารณาแทน ซึ่งวิธีการนี้ใช้ได้กับเฉพาะพนักงานจัดสรรน้ำที่มีประสบการณ์มากเท่านั้น แต่สำหรับพนักงานจัดสรรน้ำที่เพิ่งเข้ามาทำงานใหม่ยังไม่มีประสบการณ์ อาจเกิดผลกระทบต่อประสิทธิภาพการจัดสรรน้ำได้

การที่มีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยคำนวณในขั้นตอนการคำนวณที่ย่างยากซับซ้อนนั้น ทำให้พนักงานจัดสรรน้ำได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง แม้มีประสบการณ์น้อยก็สามารถจัดสรรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ มองเห็นผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต นอกจากนี้คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้อย่างยืดหยุ่นสอดคล้องกับปัจจัยหลายๆ ด้านได้ เช่น ปัจจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์ ดังนั้นการนำวิทยาการคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในงานนี้จึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการใช้เทคโนโลยีระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System: DSS) เพื่อจัดเก็บข้อมูลในฐานความรู้ ตลอดจนการจัดเก็บและปรับเปลี่ยนต้นแบบ (Model) การคำนวณการจัดสรรน้ำอย่างมีระบบเพื่อช่วยให้ประเทศไทยใช้ทรัพยากรน้ำอย่างคุ้มค่า

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจช่วยสนับสนุนการทำงานของพนักงานจัดสรรน้ำ โดยช่วยในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่มีความไม่แน่นอนมาเกี่ยวข้อง มีลักษณะเฉพาะตัวและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ทำให้ไม่สามารถกำหนดวิธีแก้ไขล่วงหน้าได้ ระบบ DSS จะมีการตอบสนองที่ดีต่อผู้ใช้ เพื่อช่วยลดความยุ่งยากในการแปลความหมายของ Output

ระบบ DSS ประกอบด้วยแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานซึ่งมักออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ ง่ายต่อการใช้งาน ทำให้ไม่จำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญอื่นมาช่วยเหลือในระหว่างการใช้งาน ระบบนี้ยังสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ คือผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือตั้งคำถามใหม่ หรือเพิ่มเติมข้อมูลใหม่เข้าไป

การตัดสินใจในด้านการจัดการทรัพยากรน้ำสามารถทำได้ยากและเป็นปัญหาที่ท้าทาย เนื่องจากมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องมากมาย ไม่ว่าจะเป็นงานด้านวิศวกรรม ด้านเศรษฐศาสตร์ หรือด้านสังคมศาสตร์ การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจมีบทบาทเพิ่มขึ้นอย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตามระบบสนับสนุนการตัดสินใจไม่ได้เข้ามาทำหน้าที่แทนผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน หน้าที่หลักของระบบสนับสนุนการตัดสินใจคือช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญเพื่อตัดสินใจในการวางแผนหรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

8.1.2 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจนี้คือ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่ด้านการจัดสรรน้ำมีแนวทางการตัดสินใจและทำงานได้ดียิ่งขึ้น

8.1.3 ขอบเขตการพัฒนา

1. พื้นที่ใช้ในการศึกษาคือโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ชันสูตร
2. ในการพัฒนาจะใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 2000 เซอร์ฟเวอร์ และใช้โปรแกรมภาษาวิซวลเบสิก เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ
3. ใช้ฐานข้อมูล SQL Server 2000 ในการเก็บข้อมูล
4. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่สร้างขึ้น จะสร้างตามแนวทางการจัดสรรน้ำในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ชันสูตร

5. การวิเคราะห์ความต้องการน้ำในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จะพิจารณาตามความต้องการน้ำของพืชที่เพาะปลูกในบริเวณคูส่งน้ำ จำนวนพื้นที่ตลอดคูส่งน้ำ และปริมาณน้ำฝนที่มีในพื้นที่นั้นๆ
6. ข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจในพื้นที่โครงการฯ ชั้นสูตรคือ
 - 6.1 ปริมาณน้ำที่ได้รับ
 - 6.2 ความต้องการน้ำของพืชที่เพาะปลูกในพื้นที่
 - 6.3 ข้อจำกัดทางกายภาพ ได้แก่ ข้อจำกัดของคลองส่งน้ำ ข้อจำกัดของอาคารบังคับน้ำ
 - 6.4 ข้อมูลระดับน้ำได้ดินโดยประมาณ
 - 6.5 ปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง 10 ปี จากสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่โครงการฯ ชั้นสูตร
 - 6.6 ข้อมูลการตัดสินใจจัดสรรน้ำที่ผ่านมาของโครงการฯ ชั้นสูตร
 - 6.7 ข้อมูลความเสียหายที่เกิดจากการจัดสรรน้ำในอดีตย้อนหลัง 10 ปี¹
 - 6.8 การปรับปรุงค่าความคลาดเคลื่อนการจัดสรรน้ำย้อนหลัง 1 เดือน²
 - 6.9 ปริมาณฝนที่ตกในปัจจุบัน
7. พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ให้มีลักษณะดังนี้
 - 7.1 นำเสนอทางเลือกในการจัดสรรน้ำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของฝ่ายจัดสรรน้ำ
 - 7.2 สามารถรองรับสถานการณ์ที่ไม่อาจคาดเดาล่วงหน้าได้ ได้แก่ การเมืองในพื้นที่
 - 7.3 สามารถวิเคราะห์ห่อออกมาได้หลายรูปแบบทั้งกราฟ รูปภาพ หรือข้อความ
 - 7.4 สามารถให้ผู้ใช้งานปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรต่างๆ ได้ เพื่อรองรับข้อมูลที่ไม่อาจพยากรณ์ได้ล่วงหน้า
 - 7.5 สามารถจัดทำเนื้อหาของรายงานเพื่อให้ผู้ใช้นำมาประกอบกันเป็นรายงานตามรูปแบบที่กำหนด แล้วส่งไปยังหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้
 - 7.6 สามารถทำงานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ที่มีระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์

¹ เนื่องจากในระบบเดิมของโครงการฯ ชั้นสูตรไม่ได้มีการเก็บบันทึกความเสียหายย้อนหลังไว้ ดังนั้นเมื่อมีการทดสอบระบบจะอนุญาตให้ผู้ทดสอบสมมติข้อมูลความเสียหายที่เกิดขึ้นแล้วป้อนเข้าสู่ระบบเพื่อดำเนินการทดสอบแต่จะไม่เก็บไว้ในฐานข้อมูลหลักของระบบ ในการใช้งานจริงจะนำข้อมูลความเสียหายย้อนหลังมาพิจารณาเท่าที่มีข้อมูลเก็บไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งความเสียหายนี้ได้แก่ พื้นที่น้ำท่วม ระดับน้ำท่วมในพื้นที่ ระยะเวลาที่ท่วม พื้นที่น้ำแล้งและระยะเวลาที่น้ำแล้ง

² ข้อมูลการปรับปรุงค่าความคลาดเคลื่อนนี้ได้มาจากการเปรียบเทียบปริมาณน้ำผ่านอาคารบังคับน้ำที่ได้จากการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์และที่ได้จากการคิดคำนวณของผู้ใช้โปรแกรม (ถ้าผู้ใช้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ จะถือว่าการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ไม่มีความคลาดเคลื่อน)

8.1.4 หน้าที่และความรับผิดชอบของหน่วยงาน

การจัดสรรน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร ประกอบด้วยงานย่อยหลายงานดังต่อไปนี้

1. การวางแผนการจัดสรรน้ำ แยกเป็นแผนการส่งน้ำในฤดูแล้ง และแผนการส่งน้ำในฤดูฝน ดังนี้คือ

1.1 แผนการส่งน้ำในฤดูแล้ง เริ่มประมาณเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งโดยปกติจะส่งน้ำให้ทำการเพาะปลูกพืชประมาณ 50% ของพื้นที่เพาะปลูก แต่ในทางปฏิบัติเกษตรกรจะทำการเพาะปลูกมากกว่า 50% ของพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งโดยภาพรวมของกลุ่มเจ้าพระยาใหญ่จะให้ปริมาณน้ำต้นทุนที่เก็บกักในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ที่คาดว่าจะเก็บกักได้ในช่วงฤดูฝนของแต่ละปี จึงจำเป็นต้องพิจารณาแบ่งพื้นที่การเพาะปลูกข้าวนาปรังในฤดูแล้งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1.1.1 พื้นที่รับน้ำด้านเหนือประตูระบายกลางคลองส่งน้ำ 1 ขวา(ชั้นสูตร) ที่ กม. 27+200 กับคลองส่งน้ำ 1 ซ้ายและคลองส่งน้ำ 2 ซ้าย เป็นพื้นที่รับน้ำตอนบนซึ่งอยู่ในท้องที่บางส่วนของอำเภอสรรคบุรี จังหวัดชัยนาท, อำเภออินทร์บุรี อำเภอเมืองสิงห์บุรี อำเภอบางระจัน อำเภอดำรงวิทยารจัน อำเภอท่าช้าง จังหวัดสิงห์บุรี, อำเภอแสวงหา จังหวัดอ่างทอง และอำเภอเดิมบางนางบวช อำเภอสรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี ดังรูปที่ 8.1-1

1.1.2 พื้นที่รับน้ำด้านใต้ประตูระบายกลางคลอง 1 ขวา(ชั้นสูตร) ที่ กม.27+200 ลงไป เป็นพื้นที่รับน้ำตอนล่าง ซึ่งอยู่ในท้องที่บางส่วนของอำเภอแสวงหา อำเภอโพธิ์ทอง อำเภอวิเศษชัยชาญ อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง, อำเภอสรีประจันต์ อำเภอเมืองสุพรรณบุรี และอำเภอดมัยไให้ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ดังรูปที่ 8.1-1

อนึ่ง สำหรับพื้นที่ที่ไม่อยู่ในรอบเวรการส่งน้ำ เพื่อการปลูกข้าวนาปรังในฤดูแล้งนั้นทางราชการได้ส่งเสริมให้ปลูกพืชไร่เพื่อเป็นการเพิ่มพูนรายได้ให้กับเกษตรกร อย่างไรก็ตามก็ตีแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชในฤดูแล้งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำต้นทุนที่เก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์เป็นเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดนโยบาย และมาตรการของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

1.2 แผนการส่งน้ำในฤดูฝน เริ่มประมาณเดือนกรกฎาคมถึงประมาณกลางเดือนธันวาคม เป็นการส่งน้ำเพื่อการปลูกข้าวนาปี ไร่อ้อย สวนผลไม้ และอื่นๆ สำหรับการปลูกข้าว นาปีนั้นส่วนใหญ่ปลูกข้าวพันธุ์ลูกผสมไม่ไวต่อแสง และบางส่วนที่เป็นที่ลุ่มจะปลูก ข้าวนาหว่านพันธุ์พื้นเมือง ส่วนไร่อ้อยได้มีการปรับขนาดพื้นที่เพาะปลูกไปตามราคา ของอ้อย และเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง

2. การประชุมประชาสัมพันธ์แผนการส่งน้ำ

แผนการส่งน้ำที่มีขั้นตอนในการพิจารณามากที่สุดคือ แผนการส่งน้ำในฤดูแล้ง เนื่องจาก ต้องใช้น้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ทั้งหมด และเมื่อผ่านการพิจารณาตาม แผนการจัดสรรน้ำในระบบรวมของกลุ่มเจ้าพระยาใหญ่และโครงการพิษณุโลกแล้ว โครงการส่งน้ำ และบำรุงรักษา ชันสูตรจึงเริ่มประชาสัมพันธ์ โดยทำหนังสือถึงอำเภอในท้องที่ที่เกี่ยวข้องเพื่อ ชี้แจงรายละเอียดของแผนการส่งน้ำในที่ประชุมประจำเดือนของแต่ละอำเภอ และขอความร่วมมือ ให้กำหนดรวมถึงผู้ใหญ่บ้านช่วยประชาสัมพันธ์ให้ราษฎรในท้องที่ได้ทราบโดยทั่วกัน และโครงการฯ ชันสูตรได้เสริมการประชาสัมพันธ์โดยเข้าร่วมประชุมชี้แจงในที่ประชุมองค์การบริหารส่วนตำบล อีกทางหนึ่งด้วย

ส่วนแผนการส่งน้ำในฤดูฝนจะเน้นการประชาสัมพันธ์เป็นกรณีพิเศษ ในกรณีที่ปัญหาน้ำ ต้นทุนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์มีปริมาณน้ำในเกณฑ์น้อยมากจนไม่อยู่ในวิสัยที่ จะส่งน้ำให้เพาะปลูกข้าวนาปีในช่วงต้นฤดูการเพาะปลูกได้ และจำเป็นต้องเลื่อนกำหนดการส่ง น้ำออกไปจนกว่าจะมีฝนตกเสริมในระบบชลประทานให้มีปริมาณน้ำต้นทุนเพียงพอในระดับหนึ่ง แล้ว จึงเริ่มการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกข้าวนาปีต่อไป

3. การปฏิบัติการใช้น้ำให้เป็นไปตามแผนการส่งน้ำ

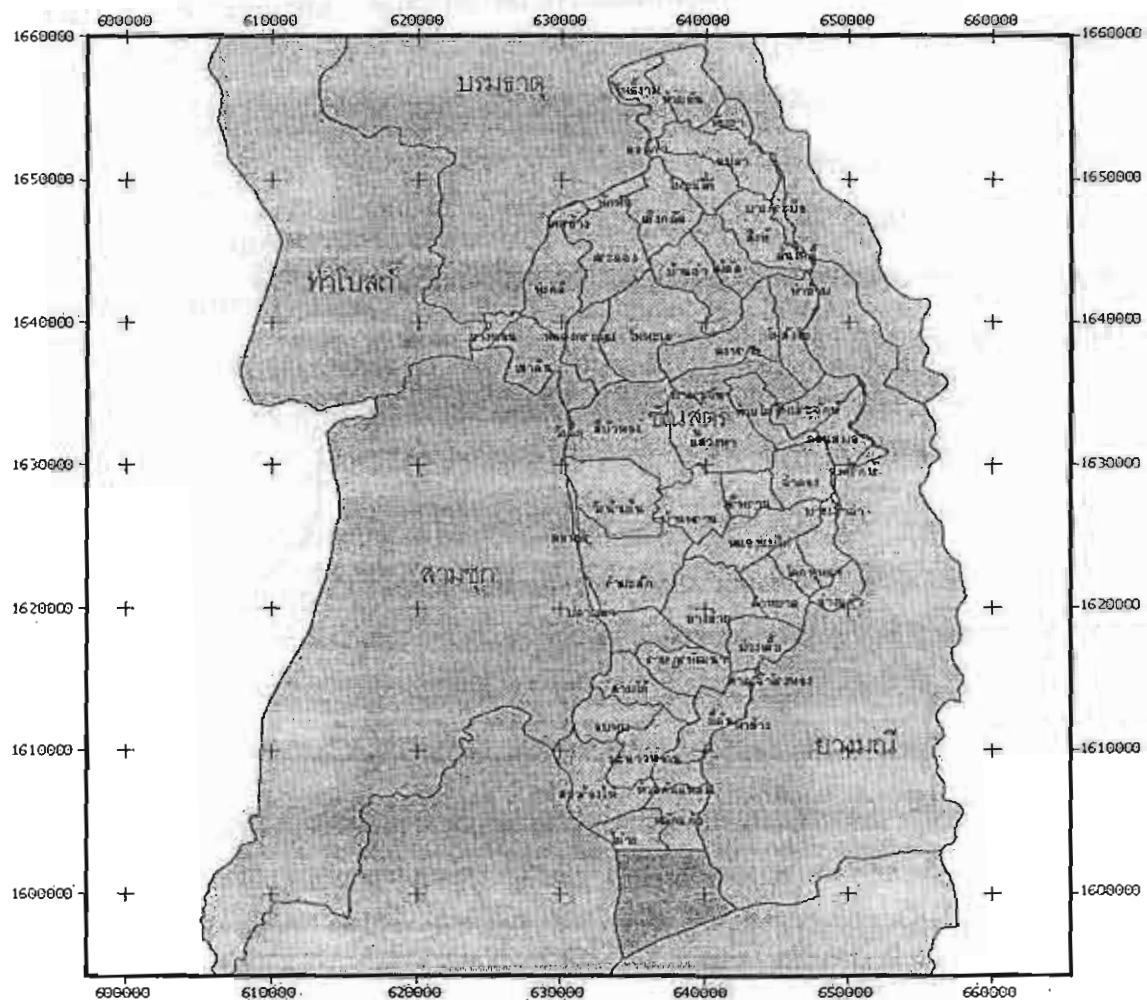
เป็นการนำแผนส่งน้ำที่ได้จัดทำขึ้นนำมาปฏิบัติจริงในสนาม เพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมาย ของแผนที่กำหนดไว้ ซึ่งในทางปฏิบัติจะต้องได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่ายคือ

- ฝ่ายปกครอง คือ จังหวัด อำเภอ และองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น
- ฝ่ายราษฎรผู้ใช้น้ำชลประทาน
- ฝ่ายชลประทาน
- ฝ่ายส่งเสริมการเกษตร และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

โดยความสำเร็จของเป้าหมายการส่งน้ำในระบบชลประทาน จะประกอบด้วย

- ราษฎรผู้ใช้น้ำชลประทานในแต่ละสายคลองส่งน้ำร่วมกันกำหนดกติกาการใช้น้ำ ขึ้น และให้ความร่วมมือมีวินัยปฏิบัติตามกฎกติกาอย่างมีความเห็นอกเห็นใจซึ่งกัน และกัน

- เจ้าหน้าที่ฝ่ายชลประทานต้องติดตามดูแลผลการส่งน้ำอย่างใกล้ชิดและต่อเนื่อง และนำปัญหาที่เกิดขึ้นเข้าร่วมหารือแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมร่วมกับผู้ใช้น้ำ
- การวางแผนทางการส่งเสริมการเกษตร จะต้องสอดคล้องกับแผนการส่งน้ำในแต่ละฤดูกาล
- ฝ่ายปกครองและฝ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ต้องให้ความร่วมมือในการแก้ไขปัญหาอย่างใกล้ชิด



รูปที่ 8.1-1 พื้นที่บริเวณโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ชันสูตร และโครงการใกล้เคียง

4. การตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทานในคลองส่งน้ำและคูส่งน้ำ

แนวทางการจัดการน้ำในทางปฏิบัติแนวทางหนึ่ง ซึ่งกรมชลประทานได้ดำเนินการในบางท้องที่และได้ผลเป็นที่น่าพอใจ คือการให้ราษฎรผู้ใช้น้ำในคลองส่งน้ำแต่ละสายมีส่วนร่วมกำหนดกฎกติกาในการส่งน้ำและการใช้น้ำร่วมกัน และช่วยกันควบคุมให้ปฏิบัติตามกฎกติกาที่ร่วมกันจัดขึ้น และมีส่วนร่วมในการเสนอแนวทางในการพัฒนาใช้น้ำในคลองส่งน้ำแต่ละสายอย่างสร้างสรรค์ เพื่อความสมบูรณ์พูนสุขของราษฎรผู้ใช้น้ำโดยรวม

8.1.5 รูปแบบการจัดสรรน้ำระดับโครงการของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ชันสูตร

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชันสูตร มีพื้นที่โครงการ 527,000 ไร่ พื้นที่ชลประทาน 474,300 ไร่ แบ่งรอบเวรการส่งน้ำออกเป็น 2 ส่วนตามพื้นที่คือ พื้นที่เหนือประตูระบายน้ำ กม. 27+200 และพื้นที่ใต้ประตูน้ำ กม. 27+200 รอบเวรการส่งน้ำจะจัดรอบเวรตามปีที่มีปริมาณน้ำจากเขื่อนเจ้าพระยาจัดสรรให้กับโครงการ โดยปีที่มีน้ำจัดสรรรอบเวรจะสลับกันเป็น 2 พื้นที่หลัก นั่นคือพื้นที่ตอนบนและพื้นที่ตอนล่าง พื้นที่ที่ได้รับรอบเวรจะวางแผนการส่งน้ำเต็มอัตราการใช้ ออกแบบของคลองส่งน้ำตลอดฤดูแล้ง (100%ของอัตราการใช้) ส่วนพื้นที่นอกกรอบเวรจะวางแผนการส่งน้ำเต็มอัตราการใช้รูปแบบของคลองส่งน้ำเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์หรือประมาณ 15 วัน และไม่มีการส่งน้ำในพื้นที่เดิมเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์หรือประมาณ 15 วัน เกษตรกรจะปลูกข้าวนาปีตั้งแต่กลางเดือนมิถุนายนไปจนถึงปลายเดือนมกราคม ข้าวนาปีแรกจะเริ่มต้นเดือนพฤศจิกายนถึงประมาณต้นเดือนมีนาคม จะเริ่มเก็บเกี่ยวพร้อมกับมีการปลูกข้าวนาปีแรกสองไปจนถึงเก็บเกี่ยวแล้วกลางเดือนกันยายน ข้าวโพดเริ่มเพาะปลูกตั้งแต่กลางเดือนพฤศจิกายนจนถึงปลายเดือนมีนาคม อ้อยเริ่มต้นเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนมีนาคม เกษตรกรจะปลูกพืชไร่ ผัก 3 รอบการเพาะปลูก รอบแรกจะเริ่มต้นเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน และเริ่มปลูกรอบที่สองถึงประมาณกลางต้นเดือนสิงหาคม เริ่มเก็บเกี่ยวพร้อมกับปลูกรอบที่ 3 ไปจนถึงเก็บเกี่ยวเสร็จปลายเดือนธันวาคม ปลูกไม้ผลตั้งแต่เดือนพฤษภาคมจนถึงเก็บเกี่ยวกลางเดือนพฤษภาคมปีถัดไป

โครงการฯ ชันสูตรจะจัดทำข้อมูลการส่งน้ำในช่วงฤดูแล้งในแต่ละปีจากข้อมูลการปลูกพืช ฤดูแล้ง โดยแยกเป็นพื้นที่ในรอบเวรการส่งน้ำและพื้นที่นอกกรอบเวรการส่งน้ำโดยแยกเป้าหมาย พื้นที่การเพาะปลูกเป็นรายในคลองสายต่างๆ และแยกเป็นชนิดของพืช เป็นนาปีแรกในรอบเวรและนอกกรอบเวร ไร่อ้อย สวนผลไม้ และบ่อปลา พื้นที่เป้าหมายในการเพาะปลูกในฤดูแล้งจะได้รับรายงานจากตอนส่งน้ำซึ่งจะรายงานก่อนที่จะมีการวางแผนการส่งน้ำในฤดูส่งน้ำครั้งต่อไป ดังรูปที่ 8.1-2

ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ความต้องการน้ำ และวิธีการคำนวณแผนการส่งน้ำ จะใช้ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกรายคลองส่งน้ำสายต่างๆ ที่มีอยู่เดิมและข้อมูลการเพาะปลูกและการรายงานการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรจากตอนส่งน้ำ ก่อนที่จะพยากรณ์การเพาะปลูกรายคลองฤดูกาลต่อไป

แผนการส่งน้ำในทางปฏิบัติเป็นแผนการส่งน้ำที่มีการจัดทำขึ้นเพื่อวางแผนใช้งานในทางปฏิบัติเนื่องจากการวางแผนส่งน้ำเดิมไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจัดรูปแบบของการส่งน้ำโดยจะจัดรอบเวรตามปีที่มีปริมาณน้ำเป็นรอบเวรจะสลับกัน 2 พื้นที่ รูปแบบของการส่งน้ำในแผนการส่งน้ำในฤดูแล้ง จะแบ่งเป็นพื้นที่ 2 พื้นที่ เป็นพื้นที่ที่ได้รับรอบเวรการส่งน้ำในปีนั้นโดยใช้ระบบ 70-30 พื้นที่ที่ได้รับรอบเวรจะวางแผนการส่งน้ำเพียง 70% ของอัตราการไหลออกแบบของคลองส่งน้ำตลอดฤดูแล้ง ในพื้นที่นอกกรอบเวรจะส่งน้ำเพียง 70% ของอัตราการไหลออกแบบของคลองส่งน้ำเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์หรือประมาณ 15 วัน และมีการส่งน้ำในพื้นที่เดิม 30% ของอัตราการไหลออกแบบของคลองส่งน้ำเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์หรือประมาณ 15 วันถัดมา การส่งน้ำในพื้นที่นอกกรอบเวรนี้จะต้องจับคู่พื้นที่เพาะปลูกตามคลองต่างๆ ในพื้นที่นอกกรอบเวรสลับการให้น้ำเพื่อรักษาระดับน้ำในคลองสายหลักให้คงที่ พื้นที่นอกกรอบเวรจะได้รับน้ำในลักษณะนี้สลับกันหมุนเวียนไปตลอดฤดูกาลส่งน้ำ

การส่งน้ำให้เกษตรกรในระบบ 70-30 นั้นก็เพื่อให้น้ำชลประทานยกระดับน้ำได้ดินให้เกษตรกรใช้ในการสูบน้ำเสริมกับน้ำชลประทาน โดยพื้นที่นอกกรอบเวรการส่งน้ำ 70% ของอัตราการไหลออกแบบของคลองส่งน้ำก็เพื่อให้เกษตรกรใช้น้ำชลประทานในการเพาะปลูกพืชเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ หรือประมาณ 15 วัน ส่วนการส่งน้ำ 2 สัปดาห์หรือ 15 วันหลัง เพื่อให้เกษตรกรสูบน้ำบนคลองต่อจาก 2 สัปดาห์แรก และเพื่อรักษาระดับน้ำได้ดินให้กับเกษตรกรที่ใช้น้ำบาดาลเสริมในช่วง 2 สัปดาห์หรือประมาณ 15 วันหลัง หรือรวมทั้งนำมาชดเชยน้ำชลประทานที่ในช่วง 2 สัปดาห์หรือ 15 วันแรกเกษตรกรแย่งกันสูบน้ำจนน้ำไม่ถึงปลายคลอง และในช่วง 15 วันแรกเกษตรกรจะสูบน้ำบาดาลตั้งแต่มิถุนายนถึงปลายเดือนพฤษภาคม พื้นที่สูบน้ำจะเป็นพื้นที่ที่อยู่ปลายคูส่งน้ำ หรือพื้นที่ที่อยู่เลยระยะ 50% ของความยาวคูส่งน้ำเป็นต้นไปหรือพื้นที่ที่อยู่บริเวณคูส่งน้ำที่ยาวเกิน 500 เมตร จะเริ่มมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้

ที่ในช่วง 2 สัปดาห์หรือ 15 วันแรกเกษตรกรแย่งกันสูบน้ำจนน้ำไม่ถึงปลายคลอง และในช่วง 15 วันแรกเกษตรกรจะสูบน้ำบาดาลตั้งแต่กลางเดือนมีนาคมจนถึงปลายเดือนพฤษภาคม พื้นที่สูบน้ำจะเป็นพื้นที่ที่อยู่ปลายคูส่งน้ำ หรือพื้นที่ที่อยู่เลยระยะ 50% ของความยาวคูส่งน้ำเป็นต้นไปหรือพื้นที่ที่อยู่บริเวณคูส่งน้ำที่ยาวเกิน 500 เมตร จะเริ่มมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้

พื้นที่ทั้งหมดของแต่ละโครงการแบ่งประเภทเป็นพื้นที่โครงการที่อยู่ในเขตจัดรูปที่ดิน พื้นที่โครงการที่ไม่มีการจัดรูปที่ดินแต่มีคันคูน้ำ พื้นที่โครงการที่ไม่มีการจัดรูปที่ดินและไม่มีคันคูน้ำ การจัดพื้นที่ในการส่งน้ำของแต่ละโครงการจะแตกต่างกัน สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ได้แก่ โครงการที่มีการแบ่งพื้นที่ในการส่งน้ำ และโครงการที่ไม่มีการแบ่งพื้นที่ในการส่งน้ำ ปริมาณน้ำในแผนการส่งน้ำและปริมาณน้ำที่ใช้ส่งจริงในฤดูแล้งปี 2544 แต่ละโครงการจะวางแผนการส่งน้ำให้กับพื้นที่ฤดูแล้งปี 2544 เริ่มต้นประมาณเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม มี 9 โครงการที่ปริมาณน้ำที่ใช้จริงจะน้อยกว่าปริมาณน้ำที่ขอในแผนการส่งน้ำเฉลี่ยประมาณร้อยละ 30.96 อีก 4 โครงการจะมีปริมาณน้ำที่ใช้จริงมากกว่าปริมาณน้ำที่ขอในแผนการส่งน้ำเฉลี่ยประมาณร้อยละ 38.28

รูปแบบการส่งน้ำของแต่ละโครงการแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ โครงการฯ ที่มีการส่งน้ำแบบรอบเวร ซึ่งการได้รับรอบเวรในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแบบปีเว้นปี ซึ่งกำหนดโดยการได้รับน้ำต้นทุนจากเขื่อน และโครงการที่มีการส่งน้ำแบบตลอดเวลา บางโครงการอาจมีการส่งน้ำทั้ง 2 แบบ เนื่องจากปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่และข้อจำกัดของพื้นที่ ในกรณีที่เกิดภาวะน้ำต้นทุนน้อยไม่เพียงพอต่อแผนการส่งน้ำ วิธีประหยัดน้ำและเปลี่ยนรูปแบบการส่งน้ำใน 5 โครงการฯ เลือกที่จะส่งน้ำในพื้นที่รอบเวรในปริมาณที่ลดลงทั้งพื้นที่ มี 3 โครงการฯ เลือกที่จะส่งน้ำให้กับพื้นที่รอบเวรในปริมาณที่ลดลงไม่มีการส่งน้ำในพื้นที่นอกกรอบเวร และมี 3 โครงการฯ เลือกวิธีส่งน้ำให้กับพื้นที่รอบเวรและนอกกรอบเวรในปริมาณที่ลดลงโดยเป็นสัดส่วนกันเป็นอันดับแรก

การนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจเข้ามาใช้ในการจัดสรรน้ำ จะช่วยในส่วนของการคำนวณพื้นที่เป้าหมายการปลูกพืชฤดูแล้ง คำนวณแผนการส่งน้ำชลประทาน และคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการในแผนการส่งน้ำ เพื่อนำไปจัดทำรายงานส่งสำนักชลประทานต้นสังกัด นอกจากนี้ยังคำนวณปริมาณน้ำที่จะจัดสรรให้คลองต่างๆ ในทางปฏิบัติ กำหนดการใช้น้ำในโครงการ และการปรับแก้การส่งน้ำให้สอดคล้องกับสถานการณ์ เพื่อให้ฝ่ายส่งน้ำดำเนินการต่อไป ดังรูปที่ 8.1-2

8.2 การศึกษาที่ผ่านมา

การศึกษาในต่างประเทศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง Elaboration of a decision support system for land evaluation and land use planning in the region of Makenes (2002) ซึ่งเป็นงานวิจัยระดับปริญญาเอกของ El Kasmi, Hajib งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายหลัก 3 ประการคือ

- 1) วางแผนรวบรวมโครงสร้างพารามิเตอร์กายภาพ-ชีวภาพ เศรษฐกิจ-สังคม ไปเป็นแบบจำลองการประเมินค่าภาคพื้นดิน
- 2) ติดตั้งระบบสารสนเทศภาคพื้นดิน
- 3) ใช้กลไกระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อประเมินค่าพื้นดินและวางแผนการใช้พื้นดิน (LUPDSS: Land Use Planning Decision Support System)

แบบจำลองประเมินค่าพื้นดินมี 4 ลำดับที่ลดหลั่นกันไปคือ รั้งสี น้ำซึ่งมีจำกัดความสามารถที่เป็นไปได้ของผลผลิตจากธรรมชาติ และความสามารถที่เป็นไปได้ของผลผลิตจากพื้นดิน LUPDSS พัฒนาอยู่บนพื้นฐานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งสัมพันธ์กับทรัพยากรบนพื้นดิน และฐานข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจ-สังคม มันแสดงให้เห็นความเป็นไปได้ 2 ประการในการประเมินผลผลิต นั่นคือบรรทัดฐานในหน่วยของดินและบรรทัดฐานในการประเมินแผนที่ LUPDSS มีลักษณะที่น่าสนใจคือ

- การจัดหาสารสนเทศทรัพยากรพื้นดิน
- กำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด
- จำลองผลของการใช้เทคโนโลยีที่ต่างกัน วัน-เวลาในการหว่านเมล็ดพันธุ์ต่างกัน
- การทำนายและเตือนเกี่ยวกับผลผลิตของพืชในอนาคต

วิทยานิพนธ์เรื่อง Collaborative resource management and a Web-based decision support system: A case study of irrigation management in northwestern China (2002) ซึ่งเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกของ Zhang, Yuedong มุ่งเน้นการวิจัย

- กลไกสำหรับกลยุทธ์ร่วมกันตัดสินใจ เมื่อองค์กรต่างๆ ต้องการแลกเปลี่ยนสารสนเทศและความรู้เพื่อการตัดสินใจที่มีประสิทธิผลและปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากร
- ประยุกต์ใช้กลยุทธ์เพื่อการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจบนเว็บ

แนวคิดและวิธีการที่นำมาสนับสนุนมีดังนี้คือ

- คำโครงการแนวคิดใหม่สำหรับร่วมกันจัดการทรัพยากร เน้นที่การแลกเปลี่ยน
สารสนเทศและความรู้สำหรับกลยุทธ์การตัดสินใจ
 - เติมเต็มช่องว่างของการวิจัยระหว่างการจัดการทรัพยากรและการ
ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต
 - การพัฒนาการร่วมกันตัดสินใจบนเว็บโดยผ่านทาง Soft System Methodology
 - การประยุกต์ของระบบร่วมกันตัดสินใจบนเว็บในการจัดการน้ำในภาคตะวันตก
เฉียงเหนือของจีนโดยมองภาพรวม ซึ่งภาพรวมนี้หมายถึง องค์กรท้องถิ่น การ
แลกเปลี่ยนสารสนเทศ และการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างองค์กรท้องถิ่นและ
รัฐบาล
- ความซับซ้อนของผลกระทบซึ่งกันและกันและความขัดแย้งท่ามกลาง

Stakeholder และความไม่แน่นอนของการจัดการทรัพยากรยังต้องการวิจัยต่อไปในอนาคตเพื่อหา
แนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาการจัดการทรัพยากรร่วมกัน

วิทยานิพนธ์เรื่อง Rational planning and budgeting of maintenance in water management (2000) ซึ่งเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกของ Van De Looij, Marinus P.A.M. ใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจประเมินต้นทุนการบำรุงรักษาประจำปีระหว่างขั้นตอนของการออกแบบระบบน้ำใหม่โดยรวบรวมสารสนเทศจำนวนมากติดตั้งไว้ในฐานข้อมูลก่อนที่จะมีการคำนวณแผนและงบประมาณ มีการสร้างแอปพลิเคชันขึ้นมาเพื่อบันทึกสารสนเทศการจัดการน้ำข้อได้เปรียบคือนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้เพราะมีข้อมูลแผนที่มากมายและการบันทึกสารสนเทศก็เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์และตัดสินใจที่จะเกิดขึ้น

วิทยานิพนธ์เรื่อง A comprehensive, integrated computer model for basin-wide water resources management (1998) ซึ่งเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกของ Ramireddygari, Sreepathi Reddy ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลอง SWATMOD ขึ้นมาจากแบบจำลอง SWAT (Soil and Water Assessment Tool) และแบบจำลอง MODFLOW (MODular three-dimensional finite-difference ground-water FLOW) ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อจำลองการไหลของผิวน้ำ การไหลของน้ำบาดิน และแอ่งน้ำ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจยอมให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการจัดสรรน้ำ แกไขรูปแบบการปล่อยน้ำ และมองดูการเปลี่ยนแปลงการไหลของน้ำและระดับน้ำ ผลของแบบจำลองใช้เพื่อจัดการสถานการณ์ซึ่งปรับปรุงการไหลของน้ำและระดับน้ำบาดินในอนาคต

วิทยานิพนธ์เรื่อง Integrated river basin operational planning considering water quantity and water quality (Water discharges, reservoir) (1997) ซึ่งเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกของ Ko, Ick Hwan งานวิจัยนี้เน้นแก้ปัญหา 2 ประการคือ 1) วิธีการและเวลาที่เหมาะสมในการปล่อยน้ำจากแหล่งน้ำ เพื่อให้ได้น้ำตามจุดประสงค์ 2) ระดับน้ำปล่อยทิ้งที่เหมาะสม และระดับน้ำระหว่างน้ำท่วมและจุดควบคุมระดับน้ำที่ทำให้น้ำควรรักษาให้อยู่บนพื้นฐานของกลวิธี WLA (Waste load allocation)

สำหรับปัญหาแรกผู้วิจัยพัฒนาแบบจำลอง QUAL2E (QUAL คือ component of the water quantity and quality module) ขึ้นบนพื้นฐานของระเบียบวิธี IDP (Incremental Dynamic Programming) ส่วนปัญหาที่สองผู้วิจัยพัฒนาแบบจำลอง WLA ขึ้นโดยใช้ระเบียบวิธี Linear Programming ภายในขอบเขตของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ผลของแอปพลิเคชันจะเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการรวมแหล่งน้ำหลายๆ ระบบแล้วปล่อยลงสู่เบื้องล่างในปริมาณและระดับที่เหมาะสม

งานวิจัยเรื่อง The development of a systematized decision process for optimizing water allocation plans in Egypt (1995) ซึ่งเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกของ Ahmed, Tarek Abdallah ผู้วิจัยได้แนะนำแบบจำลอง NBSM (Nile Basin Simulation Model) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ดีในการดูแลประยุกต์ใช้แม่น้ำในทางเลือกต่างๆ ส่วนประกอบของโปรแกรมจะใช้เทคนิคการตัดสินใจซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนการวิเคราะห์อย่างเป็นลำดับขั้น และทดสอบโดยนำระบบมาประยุกต์ใช้กับปัญหาการตัดสินใจง่ายๆ มีการทดสอบกับสถานการณ์ทั้งหมด 18 สถานการณ์ ซึ่งตัวแปรของแต่ละสถานการณ์มี 3 อย่างคือ 1) การแก้ไขพื้นที่โครงการ 2) รูปแบบการเพาะปลูกพืช 3) การกระจายประสิทธิภาพของระบบชลประทานเดิม ผลของระบบสนับสนุนการตัดสินใจนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพคลองและเปลี่ยนแปลงรูปแบบการบริโภคน้ำ

งานวิจัยเรื่อง Sprinkler irrigation decisions support system (1995) ซึ่งเป็นงานวิจัยระดับปริญญาเอกของ Hassan, Azza A.M. ผู้วิจัยพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเป็นเครื่องมือในการวางแผน เลือก ประเมินค่า และจัดการระบบโปรยน้ำ ซึ่งระบบนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่คำนวณค่าความต้องการน้ำ และการออกแบบและเลือกกระบอกโปรยน้ำแบบต่างๆ ให้เหมาะสมกับพื้นที่และชนิดพืชที่ปลูก

งานวิจัยเรื่อง Spatial decision support system for land assessment (1999) ซึ่งเป็นงานวิจัยของ Claudio Chauke Nehme ร่วมกับ Margareth Simoes ระบบสนับสนุนการตัดสินใจนี้จะใช้เป็นขั้นตอนแรกสำหรับการวางแผนเมือง มีสองมิติด้วยกันคือ 1) ทางนิเวศวิทยา (ecological) ซึ่งจะมีผลกับข้อจำกัดและความสามารถที่เป็นไปได้ในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ 2) ทางเศรษฐศาสตร์ (economical) ซึ่งจะแสดงถึงการพัฒนาชุมชนและชีวิตในเขตที่ศึกษา ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ใช้เป็นเครื่องมือในกระบวนการวิเคราะห์ เป็นฐานความรู้สำหรับประเมินค่าภาคพื้นดิน ระบบสนับสนุนการตัดสินใจนี้จะช่วยตัดสินใจและใช้เป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับวางแผนเมืองและจัดการสิ่งแวดล้อม

J. Mysiac, C. Giupponi and A. Fassio ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ โดยใช้ชื่อว่า Mulino DSS ในการแก้ปัญหาการจัดการคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำ Vela ประเทศอิตาลี โดยใช้ GIS มาช่วยในการนำเข้าและแสดงผล การพิจารณาการตัดสินใจนอกจากใช้ปัจจัยทางด้านวิศวกรรมแล้วยังได้ใช้ปัจจัยในด้านเศรษฐสังคมและสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง

Stefano Pallottino, Giovanni M. Sechi and Paola Zuddas ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนระบบแหล่งน้ำภายใต้ความไม่แน่นอนของภูมิอากาศและอุทกวิทยาโดยใช้การวิเคราะห์จากการจำลองสถานการณ์ (Scenario analysis)

Kirk S. Westphal, Richard M. Vogel, Pual Kirshen and Steven C. Chapra ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบทันกาล (Real-time DSS) เพื่อใช้ในการจัดการอ่างเก็บน้ำสำหรับผลิตน้ำดื่มของบอสตัน (Boston) โดยที่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่พัฒนาขึ้นนี้ได้เชื่อมต่อหลายแบบจำลองเข้าด้วยกันได้แก่แบบจำลองของลุ่มน้ำ แบบจำลองชลศาสตร์ของอ่างเก็บน้ำ และแบบจำลองด้านคุณภาพน้ำซึ่งมี linear และ nonlinear optimization ความสามารถของระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ได้รับการพัฒนานี้สามารถหาค่าที่ดีที่สุดของการดำเนินการอ่างเก็บน้ำได้เป็นรายวันหรือรายสัปดาห์โดยอ้างอิงการทำนายภูมิอากาศในระยะเวลาสั้นๆ (short-term climate forecasts) โดยมีวัตถุประสงค์ 4 ประการคือ คุณภาพน้ำต้องดีที่สุด (maximum water quality) ระดับควบคุมจินตภาพ (ideal flood control levels) สมดุลอ่างเก็บน้ำที่ดีที่สุด (optimum reservoir balancing) และผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด (maximum hydropower revenues)

จะเห็นได้ว่างานวิจัยที่จะจัดทำขึ้นนี้ เป็นงานที่นำเอางานวิจัยที่ผ่านมาเป็นพื้นฐาน และจะมีการเพิ่มเติมในส่วนที่งานวิจัยเดิมไม่มี แก้ไขในส่วนบกพร่อง และปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสถานการณ์

และเทคโนโลยีในปัจจุบันเพื่อให้ได้มาซึ่งงานวิจัยสำหรับระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดการแหล่งน้ำที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

8.3 ขอบเขตของโปรแกรม

ขอบเขตของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีดังนี้

1. พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาคือโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ชันสูตร
2. ใช้ฐานข้อมูล SQL Server 2000 ในการเก็บข้อมูล
3. สามารถทำงานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ที่มีระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์
4. สามารถรับและจัดเก็บข้อมูลทางวิศวกรรมได้ เช่น ขนาดและความยาวของคลอง ข้อมูลทางวิศวกรรมของอาคารบังคับน้ำ
5. ข้อมูลผลก้วหน้าการเพาะปลูกพืช
 - 5.1 สามารถรับข้อมูลผลก้วหน้าการเพาะปลูกพืชได้
 - 5.2 สามารถนำข้อมูลผลก้วหน้าการเพาะปลูกพืชไปเป็นตัวแปรหนึ่งในการจัดสรรน้ำได้
 - 5.3 สามารถสร้างรายงานสรุปผลก้วหน้าการเพาะปลูกพืชได้ โดยสามารถเลือกช่วงเวลา และเลือกชนิดพืชที่ปลูกได้ นอกจากนี้ยังสามารถเลือกจัดกลุ่มข้อมูลได้ทั้งรายโซน รายจังหวัด รายอำเภอ รายตำบล หรือรายคลองได้ตามต้องการ
6. ข้อมูลเกี่ยวกับฝน
 - 6.1 สามารถรับข้อมูลปริมาณฝน ณ สถานีวัดน้ำฝน แล้วคำนวณเป็นปริมาณฝนในแต่ละพื้นที่ได้
 - 6.2 สามารถปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มสถานีวัดน้ำฝน และสามารถปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มค่าพารามิเตอร์เพื่อคำนวณปริมาณฝนที่ตกในแต่ละพื้นที่ได้
 - 6.3 สามารถรับข้อมูลปริมาณฝนที่ตกในแต่ละพื้นที่ย้อนหลังได้เท่าที่ต้องการ ทั้งแบบป้อนข้อมูลเข้าโดยตรง และรับจากไฟล์ *.mpa (ไฟล์ปริมาณน้ำฝนที่ใช้กับโปรแกรม AISP)
7. สามารถรับข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงได้ ทั้งจากรับโดยตรงและผ่านไฟล์ *.mea (ไฟล์การใช้น้ำจากพืชอ้างอิงที่ใช้กับโปรแกรม AISP)
8. สามารถรับข้อมูลประสิทธิภาพการชลประทานได้ ทั้งจากรับโดยตรงและผ่านไฟล์ (ไฟล์เดียวกับที่ใช้กับโปรแกรม AISP)
9. สามารถปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชชนิดต่างๆ ได้
10. สามารถรับข้อมูลปริมาณน้ำจากคลองระบายได้
11. ข้อมูลบ่อน้ำใต้ดิน

- 9.1 สามารถรับข้อมูลสถานที่ตั้งบ่อน้ำใต้ดินได้
- 9.2 สามารถรับข้อมูลระดับน้ำในบ่อน้ำใต้ดินได้
- 9.3 สามารถกำหนดขีดจำกัดในการสูบน้ำใต้ดินได้ 3 ระดับคือ ระดับปกติ ระดับแห้ง และระดับวิกฤติ
- 9.4 สามารถคำนวณการจัดสรรน้ำโดยนำข้อมูลน้ำใต้ดินไปเป็นตัวแปรหนึ่งได้
- 12. สามารถบันทึกพื้นที่และปริมาณน้ำท่วมได้
- 13. สามารถบันทึกพื้นที่เสียหายจากความแห้งแล้งได้
- 14. สามารถกำหนด แก๊ซ ปรับเปลี่ยน ข้อมูลเกี่ยวกับรอบเวรส่งน้ำ ทั้งปริมาณการส่งน้ำในรอบเวร-นอกกรอบเวร และจำนวนวันที่สลับสับเปลี่ยนรอบเวรได้
- 15. สามารถกำหนด แก๊ซ เปลี่ยนแปลง ความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ เช่น คลองที่มีในแต่ละโซน ตำบลในแต่ละโซน
- 16. สามารถสร้างไฟล์ *.idc เพื่อใช้เป็นข้อมูลเข้าสำหรับประมวลผลในโปรแกรม AISP
- 17. แผนการจัดสรรน้ำ
 - 17.1 สามารถสร้างแผนการจัดสรรน้ำโดยใช้ความต้องการน้ำของพืชในพื้นที่เป็นหลักได้
 - 17.2 สามารถสร้างแผนการจัดสรรน้ำโดยใช้รอบเวรส่งน้ำเป็นหลักได้

8.4 การออกแบบระบบช่วยตัดสินใจการจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน (DSSWM_CU)

การออกแบบระบบ แบ่งเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ

- ข้อมูลเข้าสู่ระบบ
- ข้อมูลออกจากระบบ

ข้อมูลเข้าสู่ระบบ

ข้อมูลเข้าสู่ระบบซึ่งจะรับผ่านทาง Input mode และ Project setup mode สำหรับ input mode จะเป็นการรับข้อมูลบ่อยๆ ประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้งหรือมากกว่า แต่ Project setup mode เป็นการรับหรือเปลี่ยนข้อมูลนานๆ ครั้งหรือแทบจะไม่มีเปลี่ยนแปลงเลย

Input mode

การรับข้อมูลใน Input mode มีดังนี้ และมีตัวอย่างหน้าจอ ดังรูปที่ 8.4-1 ถึง รูปที่ 8.4-10

- รายงานความก้าวหน้าการเพาะปลูกรายสัปดาห์ ซึ่งได้รับจากโซนแมนทุกสัปดาห์
- ระดับน้ำคลองระบาย
- ระดับน้ำในคลองส่งน้ำ ณ ประตูประบายน้ำ
- ระดับน้ำได้ดิน ณ บ่อส่งเหตุการณ์
- สถานที่ตั้งบ่อน้ำบาดาล
- ปริมาณฝนที่ตกแต่ละสถานี
- ปริมาณการสูบน้ำจากคลองระบาย
- สภาพขาดแคลนน้ำในพื้นที่ ได้รับจากโซนแมนเป็นรายวันเฉพาะวันที่น้ำขาดแคลน
- ข้อมูลน้ำท่วมในพื้นที่ ได้รับจากโซนแมนเป็นรายวันเฉพาะวันที่น้ำท่วม
- ปริมาณการจัดสรรน้ำให้กับโครงการชั้นสูง¹ จากสำนักชลประทานที่ 12 (เขื่อนเจ้าพระยา)

¹ ปริมาณการจัดสรรน้ำให้กับโครงการชั้นสูง จะรับข้อมูลใน Gate Control and Monitoring Mode

รูปที่ 8.4 - 1 รายงานความก้าวหน้าการเพาะปลูกรายสัปดาห์

รูปที่ 8.4 - 2 ระดับน้ำคลองระบาย

รูปที่ 8.4 - 3 ระดับน้ำในคลองส่งน้ำ ณ ประตุน้ำ

รูปที่ 8.4 - 4 ระดับน้ำได้ดิน ณ บ่อสังเกตการณ์

รูปที่ 8.4 - 5 สถานีที่ตั้งบ่อน้ำบาดาล

- ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
- ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

ข้อมูลย้อนหลัง เช่น

- ปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง x ปี
- ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงย้อนหลัง x ปี
- ข้อมูลทางการปกครอง เช่น จังหวัด อำเภอ ตำบล

พารามิเตอร์ที่ใช้เพื่อการคำนวณ เช่น

- พารามิเตอร์เพื่อประเมินความสำคัญของคลองแต่ละสาย
- อัตราส่วนค่าวัดน้ำฝนแต่ละสถานีในโซน
- ความสัมพันธ์ของโซน คลอง และตำบล
- ความลึกต่ำที่สุดที่สามารถสูบน้ำได้จากบ่อน้ำใต้ดิน

รอบเวรส่งน้ำ

ข้อมูลอื่นๆ เช่น

- ประสิทธิภาพการชลประทาน
- เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน
- สาเหตุของความเสียหาย

ข้อมูลทางกายภาพมีตัวอย่างหน้าจอดังรูปที่ 8.4-11 ถึง รูปที่ 8.4-15

[illegible]

รูปที่ 8.4 - 11 รายละเอียดบุคคลของ

รูปที่ 8.4 - 12 รายละเอียดอาคารบังคับน้ำ

รูปที่ 8.4 - 13 ข้อมูลโซนส่งน้ำ

รูปที่ 8.4 - 14 สถานที่ตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำฝน

รูปที่ 8.4 - 15 ความลึกต่ำที่สุดที่สามารถสูบน้ำได้จากบ่อน้ำใต้ดิน

ข้อมูลทางด้านเกษตรกรรมมีตัวอย่างหน้าจอดังรูปที่ 8.4-16 ถึง รูปที่ 8.4-17

โปรแกรมการคำนวณภาษี

☐
☐

สลิปประวัติการขึ้นทะเบียนภาษี

ชื่อ

นามสกุล

ตำแหน่ง

เพิ่ม

ลบ

แก้ไข

#	Particular	Amount	Period	Coefficient
1	ค่าจ้าง	100		
2	ค่าจ้างรวม 105	86		
3	ค่าจ้างรวม	1.22		
4	ค่าจ้าง	6		
5	ค่าจ้างรวม	63		
6	ค่าจ้างรวม	65		
7	ค่าจ้าง	54		
8	ค่าจ้าง	64		
9	ค่าจ้าง	6		
10	ค่าจ้างรวม	58		
11	ค่าจ้างรวม	58		
12	ค่าจ้าง	1.02		
13	ค่าจ้างรวม	77		
14	ค่าจ้าง	59		

รวม
3

รูปที่ 8.4 - 16 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ น้ำของพืช

Plot1 Setup

File Edit Format Tools Window Help

Level Value Status

Level 1	1.5	OK	Level 13	1.9	OK	Level 25	3.1	OK	Level 27	3.8	OK
Level 2	1.6	OK	Level 14	2.0	OK	Level 26	3.2	OK	Level 28	3.9	OK
Level 3	1.7	OK	Level 15	2.1	OK	Level 27	3.3	OK	Level 29	4.0	OK
Level 4	1.8	OK	Level 16	2.2	OK	Level 28	3.4	OK	Level 30	4.1	OK
Level 5	1.9	OK	Level 17	2.3	OK	Level 29	3.5	OK	Level 31	4.2	OK
Level 6	2.0	OK	Level 18	2.4	OK	Level 30	3.6	OK	Level 32	4.3	OK
Level 7	2.1	OK	Level 19	2.5	OK	Level 31	3.7	OK	Level 33	4.4	OK
Level 8	2.2	OK	Level 20	2.6	OK	Level 32	3.8	OK	Level 34	4.5	OK
Level 9	2.3	OK	Level 21	2.7	OK	Level 33	3.9	OK	Level 35	4.6	OK
Level 10	2.4	OK	Level 22	2.8	OK	Level 34	4.0	OK	Level 36	4.7	OK
Level 11	2.5	OK	Level 23	2.9	OK	Level 35	4.1	OK	Level 37	4.8	OK
Level 12	2.6	OK	Level 24	3.0	OK	Level 36	4.2	OK	Level 38	4.9	OK

OK Cancel Apply Help Print

รูปที่ 8.4 - 17 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ไร่ค่าตามรายโซน

ข้อมูลย้อนหลังมีตัวอย่างหน้าจอ ดังรูปที่ 8.4-18 ถึง รูปที่ 8.4-21

รูปที่ 8.4 - 18 ปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง x ปี ใส่ค่าตามรายโซน

รูปที่ 8.4 - 19 ปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง x ปี ใส่ค่าเป็นชื่อไฟล์

รูปที่ 8.4 - 20 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงย้อนหลัง x ปี ใส่ค่าตามรายโซน

รูปที่ 8.4 - 21 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงย้อนหลัง x ปี ใส่ค่าเป็นชื่อไฟล์

ข้อมูลทางการปกครองมีตัวอย่างหน้าจอ ดังรูปที่ 8.4-22 ถึง รูปที่ 8.4-24

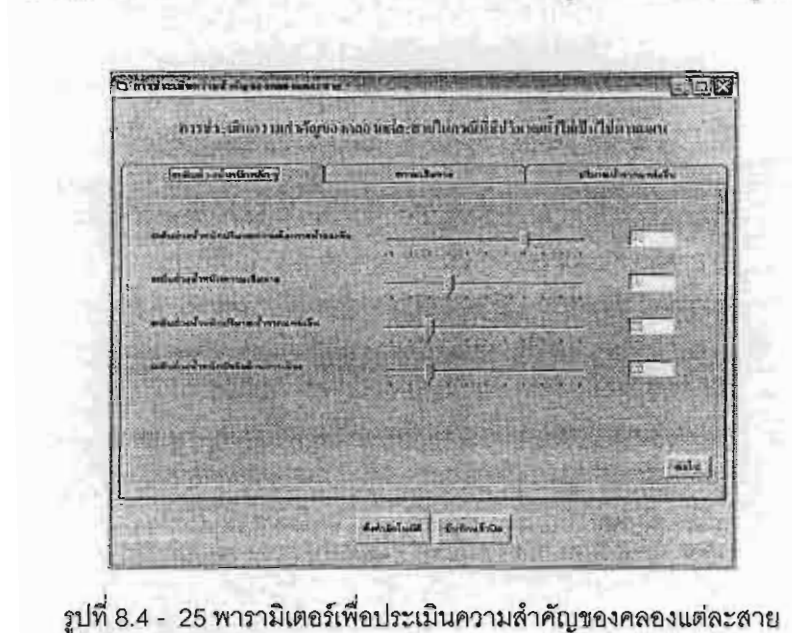
รูปที่ 8.4 - 23 จังหวัดในพื้นที่โครงการฯ

รูปที่ 8.4 - 22 อำเภอในพื้นที่โครงการฯ

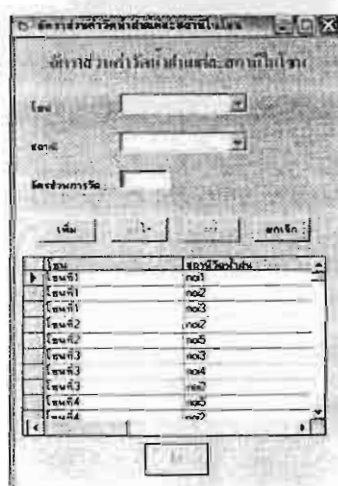


รูปที่ 8.4 - 24 คำนวณพื้นที่โครงการ

พารามิเตอร์ที่ใช้เพื่อการคำนวณมีตัวอย่างหน้าจอตั้งรูปที่ 8.4-25 ถึง รูปที่ 8.4-28



รูปที่ 8.4 - 25 พารามิเตอร์เพื่อประเมินความสำคัญของกล่องแต่ละสาย



รูปที่ 8.4 - 27 อัตราส่วนค่าวัด
น้ำฝนแต่ละสถานีในโซน

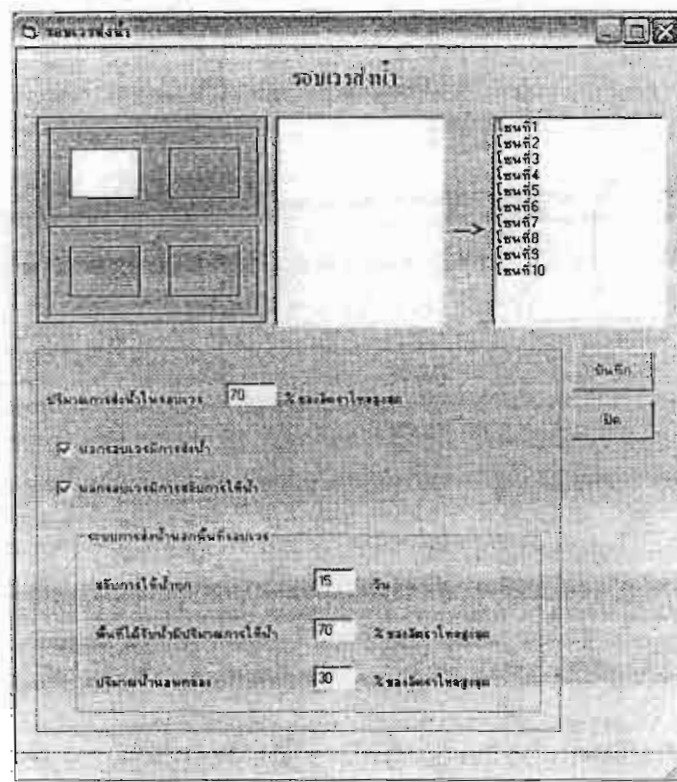


รูปที่ 8.4 - 26 ความสัมพันธ์ของโซน
คลอง และตำบล



รูปที่ 8.4 - 28 ความลึกต่ำที่สุดที่สามารถสูบน้ำได้จากบ่อน้ำใต้ดิน

รอบเวรส่งน้ำมีตัวอย่างหน้าจอจดังรูปที่ 8.4-29



รูปที่ 8.4 - 29 รอบเวรส่งน้ำ

ข้อมูลอื่นๆ มีตัวอย่างหน้าจอดังรูปที่ 8.4-30 ถึง รูปที่ 8.4-33

Project Setup - [โปรเจกต์การชลประทาน]

ค่าตามรายโซน

โซนที่ 1	โซนที่ 13	โซนที่ 25	โซนที่ 37
โซนที่ 2	โซนที่ 14	โซนที่ 26	โซนที่ 38
โซนที่ 3	โซนที่ 15	โซนที่ 27	โซนที่ 39
โซนที่ 4	โซนที่ 16	โซนที่ 28	โซนที่ 40
โซนที่ 5	โซนที่ 17	โซนที่ 29	โซนที่ 41
โซนที่ 6	โซนที่ 18	โซนที่ 30	โซนที่ 42
โซนที่ 7	โซนที่ 19	โซนที่ 31	โซนที่ 43
โซนที่ 8	โซนที่ 20	โซนที่ 32	โซนที่ 44
โซนที่ 9	โซนที่ 21	โซนที่ 33	โซนที่ 45
โซนที่ 10	โซนที่ 22	โซนที่ 34	โซนที่ 46
โซนที่ 11	โซนที่ 23	โซนที่ 35	โซนที่ 47
โซนที่ 12	โซนที่ 24	โซนที่ 36	โซนที่ 48

ค่าตามรายโซน

รูปที่ 8.4 - 30 ประสิทธิภาพการชลประทาน ใส่ค่าตามรายโซน

Project Setup - [โปรเจกต์การชลประทาน]

ค่าเป็นชื่อไฟล์

โซนที่ 1	โซนที่ 13	โซนที่ 25	โซนที่ 37
โซนที่ 2	โซนที่ 14	โซนที่ 26	โซนที่ 38
โซนที่ 3	โซนที่ 15	โซนที่ 27	โซนที่ 39
โซนที่ 4	โซนที่ 16	โซนที่ 28	โซนที่ 40
โซนที่ 5	โซนที่ 17	โซนที่ 29	โซนที่ 41
โซนที่ 6	โซนที่ 18	โซนที่ 30	โซนที่ 42
โซนที่ 7	โซนที่ 19	โซนที่ 31	โซนที่ 43
โซนที่ 8	โซนที่ 20	โซนที่ 32	โซนที่ 44
โซนที่ 9	โซนที่ 21	โซนที่ 33	โซนที่ 45
โซนที่ 10	โซนที่ 22	โซนที่ 34	โซนที่ 46
โซนที่ 11	โซนที่ 23	โซนที่ 35	โซนที่ 47
โซนที่ 12	โซนที่ 24	โซนที่ 36	โซนที่ 48

ค่าเป็นชื่อไฟล์

รูปที่ 8.4 - 31 ประสิทธิภาพการชลประทาน ใส่ค่าเป็นชื่อไฟล์

รูปที่ 8.4 - 32 เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน

รูปที่ 8.4 - 33 สาเหตุของความเสียหาย

ข้อมูลออกจากระบบ

ข้อมูลเข้าสู่ระบบซึ่งจะผ่านทาง Gate control and monitoring mode และ Reporting mode สำหรับ Gate control and monitoring mode จะเป็นการแสดงข้อมูลการจัดสรรน้ำ แต่ Reporting mode เป็นการสร้างรายงาน

Gate control and monitoring mode

การแสดงผลข้อมูลใน Gate control and monitoring mode มีดังนี้ และมีตัวอย่างหน้าจอตั้งรูปที่ 8.4-34

- แผนการส่งน้ำประจำวัน

รูปที่ 8.4 - 34 แผนการส่งน้ำประจำวัน

Reporting mode

การแสดงผลข้อมูลใน Reporting mode มีดังนี้ และมีตัวอย่างหน้าจอ ดังรูปที่ 8.4-35 ถึง รูปที่ 8.4-36

- รายงานปริมาณการเพาะปลูกพืชในช่วงเวลาหนึ่ง (รายสัปดาห์ / รายเดือน / รายปี / ช่วงระยะเวลาที่กำหนด)

รูปที่ 8.4 - 35 รายงานปริมาณการเพาะปลูกพืชในช่วงเวลาหนึ่ง

Reporting Mode - [Crystalreport]

รายงานการเพาะปลูก หน้า 1

สรุปผลภาวะการเพาะปลูก ในเขตโครงการสงฆ์และบำรุงรักษารัฐธรรมนูญ สำหรับคณะที่ 12

	พื้นที่ทั้งหมด	พื้นที่เพาะปลูก	พื้นที่ปลูกข้าว	นาปรัง	นาปี	นาปรัง	นาปี
จังหวัด							
สุพรรณบุรี	12,300	11,100	10,806	10,806	10,806	8,899	0
	12,300	11,100	10,806	10,806	10,806	8,899	0
ประเภทการเพาะปลูก							
ปลูกข้าว	19,015	17,314	16,440	8,991	0	0	0
	19,015	17,314	16,440	8,991	0	0	0
จังหวัดบุรี							
ค่าบางระจัน	48,495	41,546	35,559	32,774	29,276	14,320	0
ท่าช้าง	15,700	11,642	10,465	10,465	4,963	300	0
บางระจัน	98,983	81,107	72,456	71,682	65,611	45,622	0
เมืองจังหวัดบุรี	3,400	3,100	3,080	3,080	1,250	1,272	0
อัมพบุรี	10,700	9,100	8,896	8,896	8,896	6,958	0
	177,278	146,495	130,456	126,897	109,996	68,472	0
สุพรรณบุรี							
บ้านบางระจัน	23,475	22,153	11,752	11,752	10,739	3,847	0

รูปที่ 8.4 - 36 รายงานปริมาณการเพาะปลูกพืชในช่วงเวลาหนึ่ง

บทที่ 9

การใช้ประโยชน์งานวิจัย

การใช้ประโยชน์งานวิจัย ประกอบด้วยประโยชน์ของงานวิจัยในด้านน้ำบาดาลและประโยชน์งานวิจัยในการจัดการน้ำรวม ซึ่งประโยชน์ของงานวิจัยในด้านน้ำบาดาลทำให้ทราบถึงศักยภาพของน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา การพัฒนาระบบฐานข้อมูลและโปรแกรมการจัดการข้อมูลน้ำบาดาล และการนำความสัมพันธ์ที่ได้สามารถนำมาใช้ในการวางแผนการจัดสรรน้ำระหว่างน้ำชลประทานและน้ำบาดาล ประโยชน์ของงานวิจัยในการจัดการน้ำรวม สามารถนำรูปแบบการใช้น้ำรวมเป็นแนวทางในการจัดสรรน้ำเพื่อใช้ในระดับโครงการ ในแต่ละโซนส่งน้ำและระดับตำบลได้

9.1 การใช้ประโยชน์งานวิจัยในด้านน้ำบาดาล

ผลการศึกษาถึงศักยภาพน้ำบาดาลของพื้นที่ศึกษาจากโครงการระยะที่ 1 สรุปว่าปริมาณน้ำปลอดภัยในการใช้น้ำบาดาลเท่ากับ 755 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี และปริมาณน้ำที่ยอมให้ได้สูงสุดเท่ากับ 1,000 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี ซึ่งจากผลการศึกษาการประเมินการใช้น้ำตั้งแต่ปี 2532-2545 ค่าการใช้น้ำสูงสุดมีค่าปีละ 300-800 ล้าน ลบ.ม. ดังนั้นจะเห็นได้ว่าพื้นที่ศึกษานี้ยังคงมีศักยภาพที่จะพัฒนานำน้ำบาดาลมาใช้อยู่อีก แต่ขึ้นกับภาวะการใช้น้ำในปีนั้นๆ และมีบางบริเวณที่อาจส่งผลให้การสูบน้ำมีความยากลำบากมากขึ้นได้แก่ บริเวณอำเภอค่ายบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี อำเภอแสวงหา จังหวัดอ่างทอง และอำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี

ผลการศึกษาเรื่องระบบฐานข้อมูลและโปรแกรมการจัดการข้อมูลน้ำบาดาล (GWMMI_CU) ที่ได้พัฒนาขึ้นมานั้นสามารถนำไปใช้เพื่อจัดการข้อมูลน้ำบาดาลในพื้นที่อื่นๆ ได้ โดยในการศึกษานี้ได้นำไปใช้ในการจัดทำแบบจำลองน้ำบาดาลในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ชัยลุมสุตร และได้วางแผนโครงข่ายบ่อสังเกตการณ์ติดตามระดับน้ำบาดาลในแต่ละกลุ่มพื้นที่ชลประทาน ซึ่งได้ทำการหาความสัมพันธ์ของระดับน้ำจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับผลต่างระหว่างอัตราการสูบน้ำกับอัตราการเติมน้ำในช่วงแล้ง (ดูกราฟความสัมพันธ์ในหัวข้อที่ 5.4)

จากความสัมพันธ์ที่ได้ในระดับโครงการ สามารถนำมาใช้ในการวางแผนการจัดสรรน้ำระหว่างน้ำชลประทานและน้ำบาดาล โดยสามารถประเมินปริมาณน้ำบาดาลที่สามารถดึงออกมาใช้ได้ในแต่ละกลุ่มพื้นที่ชลประทานในขณะนั้นๆ ซึ่งจากความสัมพันธ์นี้เองที่สามารถนำมาใช้ในการเตือนภัยเกี่ยวกับการใช้น้ำบาดาลว่าอยู่ในภาวะที่ต้องมีการหยุดการสูบน้ำขึ้นมาใช้ในบริเวณใดบ้าง โดย

พิจารณาจากข้อมูลระดับน้ำบ่อสังเกตการณ์ที่กำหนดไว้ ในแต่ละพื้นที่กลุ่มชลประทานและกราฟความสัมพันธ์ที่ได้นี้

นอกจากนี้ ทางโครงการฯ ได้ติดตามสภาพข้อมูลน้ำบาดาลและคุณภาพน้ำ ทำให้เข้าใจรูปแบบการแกว่งตัว สภาพการใช้น้ำ คุณภาพน้ำในพื้นที่ได้มากขึ้น อันนำไปสู่การกำหนดมาตรการจัดการที่เหมาะสม ภายใต้ระบบเตือนภัยในระดับภูมิภาคได้เหมาะสมยิ่งขึ้น (รูปที่ 9-1) ทั้งในป็นน้ำปกติ น้ำมาก น้ำน้อย

จากแผนภูมิการใช้ประโยชน์งานวิจัยกับระบบเตือนภัยน้ำบาดาลในรูปที่ 9-1 นั้นได้แบ่งระดับของระบบการเตือนภัยน้ำบาดาลออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับภูมิภาค และระดับท้องถิ่น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

9.1.1 ระบบเตือนภัยระดับภูมิภาค

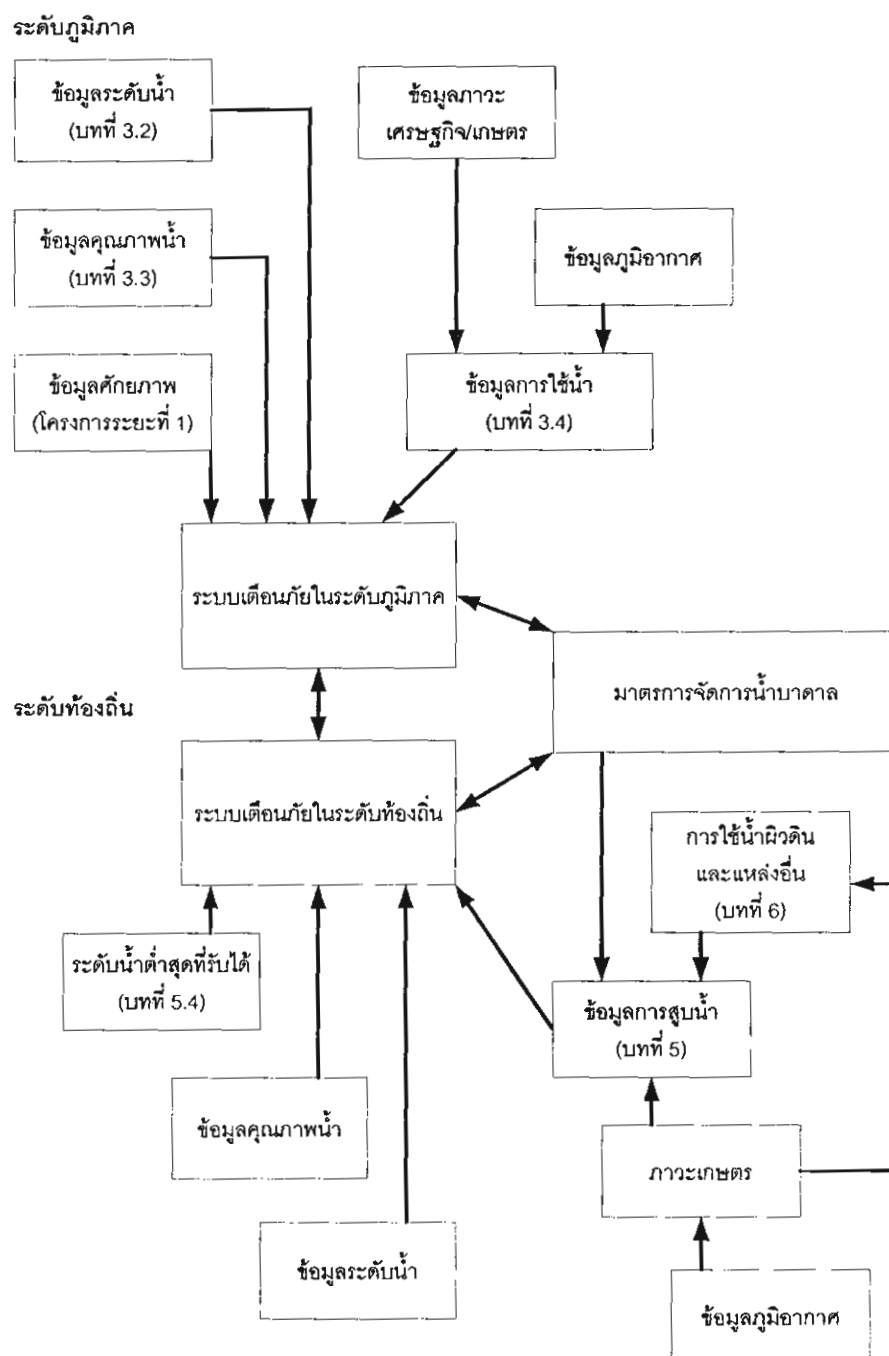
ระบบเตือนภัยในระดับภูมิภาคซึ่งอาจจะเป็นในระดับลุ่มน้ำหรือระดับจังหวัด ในระบบนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่ส่วนที่ 1 คือข้อมูลซึ่งมีจากการติดตามภาคสนามและข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและนำข้อมูลมาไว้ในระบบฐานข้อมูล GWMMI_CU ส่วนที่ 2 เกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นได้แก่ศักยภาพน้ำบาดาลและการใช้น้ำบาดาล โดยระบบนี้จะสามารถประกาศออกมาว่าในช่วงฤดูแล้งนั้นในพื้นที่ลุ่มน้ำนี้ หรือในแต่ละจังหวัดนั้นมีศักยภาพของน้ำบาดาลอยู่เท่าไร ซึ่งได้อาศัยองค์ประกอบของระบบเตือนภัยคือระบบฐานข้อมูล GWMMI_CU(บทที่ 7) และผลการศึกษาศักยภาพของลุ่มน้ำนี้ ซึ่งจากรูปจะเห็นว่าข้อมูลที่ได้มาจากการติดตามข้อมูลน้ำบาดาลไม่ว่าจะเป็นเรื่องระดับน้ำบาดาล และคุณภาพน้ำบาดาลที่ได้มีการติดตามอย่างต่อเนื่อง (บทที่ 3) มาทำการวิเคราะห์สภาพการขึ้นลงของระดับน้ำในช่วงที่ผ่านมา และนำมาประเมินศักยภาพการใช้น้ำ (จากการศึกษาในระยะที่ 1) นอกจากนี้ ยังมีการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลภูมิอากาศและข้อมูลสภาพเศรษฐกิจการเกษตร เช่น ราคาพืชผลเพื่อประเมินถึงการใช้ น้ำที่จะเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง และนำผลที่ได้มานำประกอบการเตือนภัยเกี่ยวกับสภาพน้ำบาดาล ว่าจะมีปัญหามากน้อยแค่ไหน และนำไปสู่เรื่องการจัดการเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะปัญหาที่ไม่ต้องการได้เหมาะสมมากขึ้น

9.1.2 ระบบเตือนภัยระดับท้องถิ่น

ระบบเตือนภัยระดับท้องถิ่นในที่นี้จะหมายถึงระดับลุ่มพื้นที่โครงการชลประทานหรือระดับตำบลก็ได้ ในองค์ประกอบของระบบก็เป็นเช่นเดียวกับระบบเตือนภัยระดับภูมิภาคคือมี 2 ส่วนคือส่วนของข้อมูลจากระบบ GWMMI_CU ได้แก่ข้อมูลติดตามน้ำบาดาลภาคสนาม ข้อมูลภูมิอากาศ และข้อมูลราคาพืชผลการเกษตรส่วนผลการวิเคราะห์ที่ได้เป็น กราฟความสัมพันธ์แสดงศักยภาพของน้ำบาดาลในพื้นที่นั้นๆ ซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษาจากแบบจำลองน้ำบาดาล (บทที่ 5) โดยในส่วนที่ 1

นั้นการติดตามข้อมูลน้ำบาดาลในระดับนี้จะทำเป็นรายสัปดาห์ ซึ่งทำให้สามารถจัดการกับการใช้น้ำของพื้นที่นั้นๆได้อย่างทันสถานการณ์มากขึ้น

จะเห็นได้ว่าเมื่อมีระบบการเตือนภัยน้ำบาดาลทั้งสองระดับแล้ว จะทำให้สามารถกำหนดมาตรการน้ำบาดาลออกมาเพื่อให้ป้องกัน และหาแนวทางการแก้ไขสภาพปัญหาอันไม่พึงประสงค์นั้นได้ดีมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 9-1 แผนภูมิการใช้ประโยชน์งานวิจัยกับระบบเตือนภัยน้ำบาดาล

9.2 การใช้ประโยชน์งานวิจัยด้านการใช้น้ำร่วม

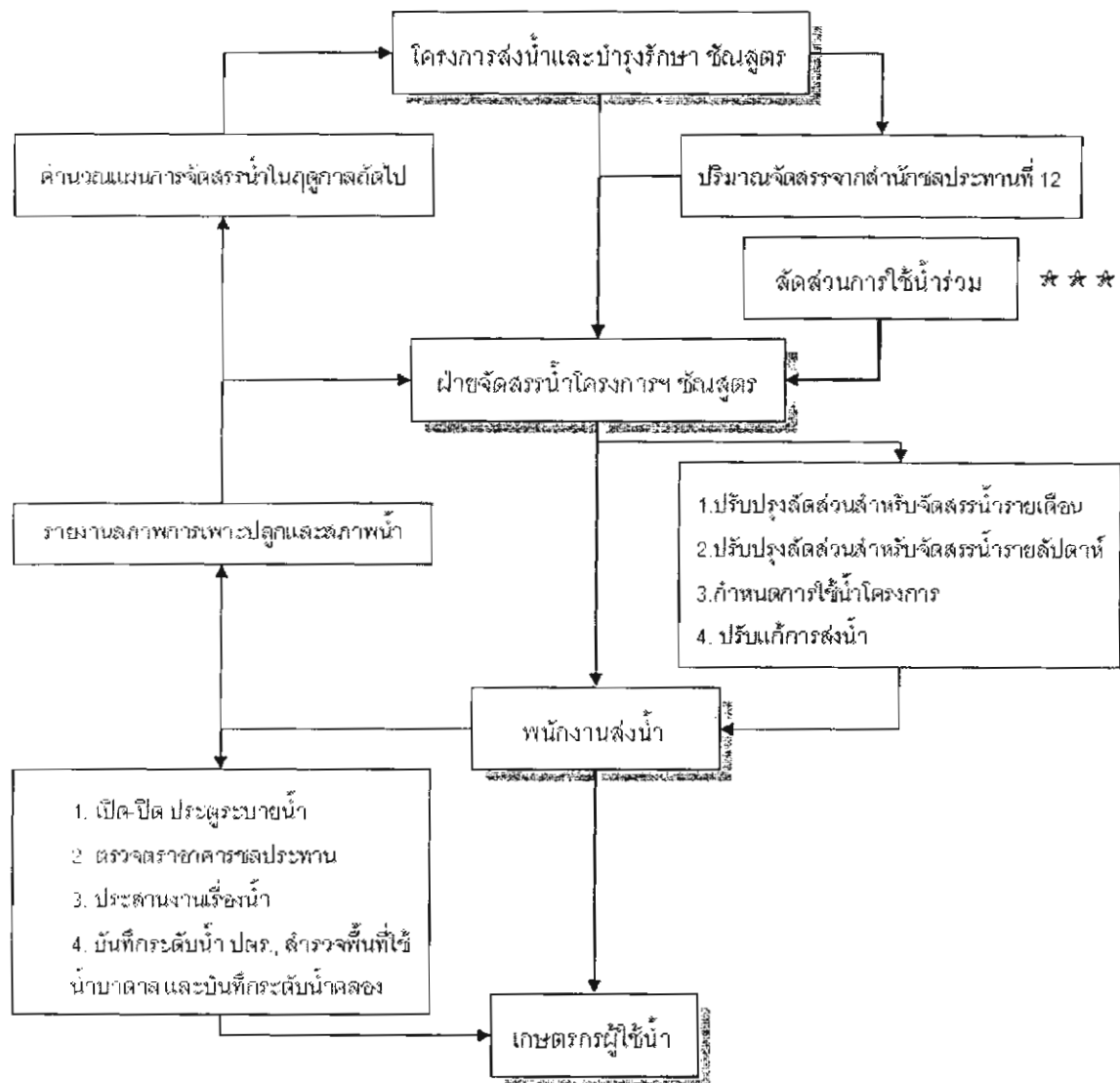
จากการศึกษาปริมาณการใช้น้ำร่วมในพื้นที่ มีลักษณะแตกต่างกันทั้งในพื้นที่ตอนบนและพื้นที่ตอนล่าง และฤดูแล้งและฤดูฝน และประเมินการใช้น้ำร่วมจากแหล่งน้ำชลประทาน น้ำบาดาล และ น้ำคลองระบาย เปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการน้ำชลประทานในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนในแต่ละกลุ่มพื้นที่ได้ (ตารางที่ 6.4-23)

ผลการศึกษาสามารถนำผลการศึกษาไปใช้ในการจัดสรรน้ำของโครงการในขั้นตอนของการวางแผนจัดสรรน้ำ โดยนำไปปรับปรุงใช้สัดส่วนของการใช้น้ำร่วมสำหรับรายเดือนและรายสัปดาห์ และนำไปใช้จัดสรรน้ำ ตลอดจนใช้วางแผนการส่งน้ำในฤดูกาลถัดไป ดังแผนภาพในรูปที่ 9-2 และการจัดสรรน้ำในรายสัปดาห์ดังแผนภาพในรูปที่ 9-3 ซึ่งผลการศึกษารูปแบบการใช้น้ำร่วมรายกลุ่มพื้นที่ชลประทานสามารถนำมาประเมินรูปแบบการน้ำร่วมในรายโซนส่งน้ำและในรายตำบล

ในการประเมินความต้องการน้ำชลประทาน และปริมาณน้ำชลประทานรายโซนส่งน้ำและในรายตำบล ใช้วิธีประเมินโดยอาศัยสัดส่วนของพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละโซนส่งน้ำหรือตำบล ซึ่งเป็นที่ตั้งของแต่ละกลุ่มพื้นที่ชลประทาน ส่วนการประเมินปริมาณการใช้น้ำบาดาลประเมินโดยใช้สัดส่วนของจำนวนบ่อบาดาลใช้ในแต่ละโซนส่งน้ำ ส่วนปริมาณการใช้คลองระบายประเมินจากสัดส่วนของจำนวนเกษตรกรที่ใช้น้ำจากคลองระบาย ในแต่ละโซนส่งน้ำหรือตำบล ซึ่งเป็นที่ตั้งของแต่ละกลุ่มพื้นที่ชลประทาน ได้รูปแบบการใช้น้ำร่วมในรายโซนส่งน้ำและในรายตำบล (ตารางที่ 6.4-24 – 6.4-27) และเนื่องจากข้อมูลที่มีจำนวนมาก จำเป็นต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการคำนวณซึ่งจะทำให้รวดเร็วและถูกต้องขึ้นได้

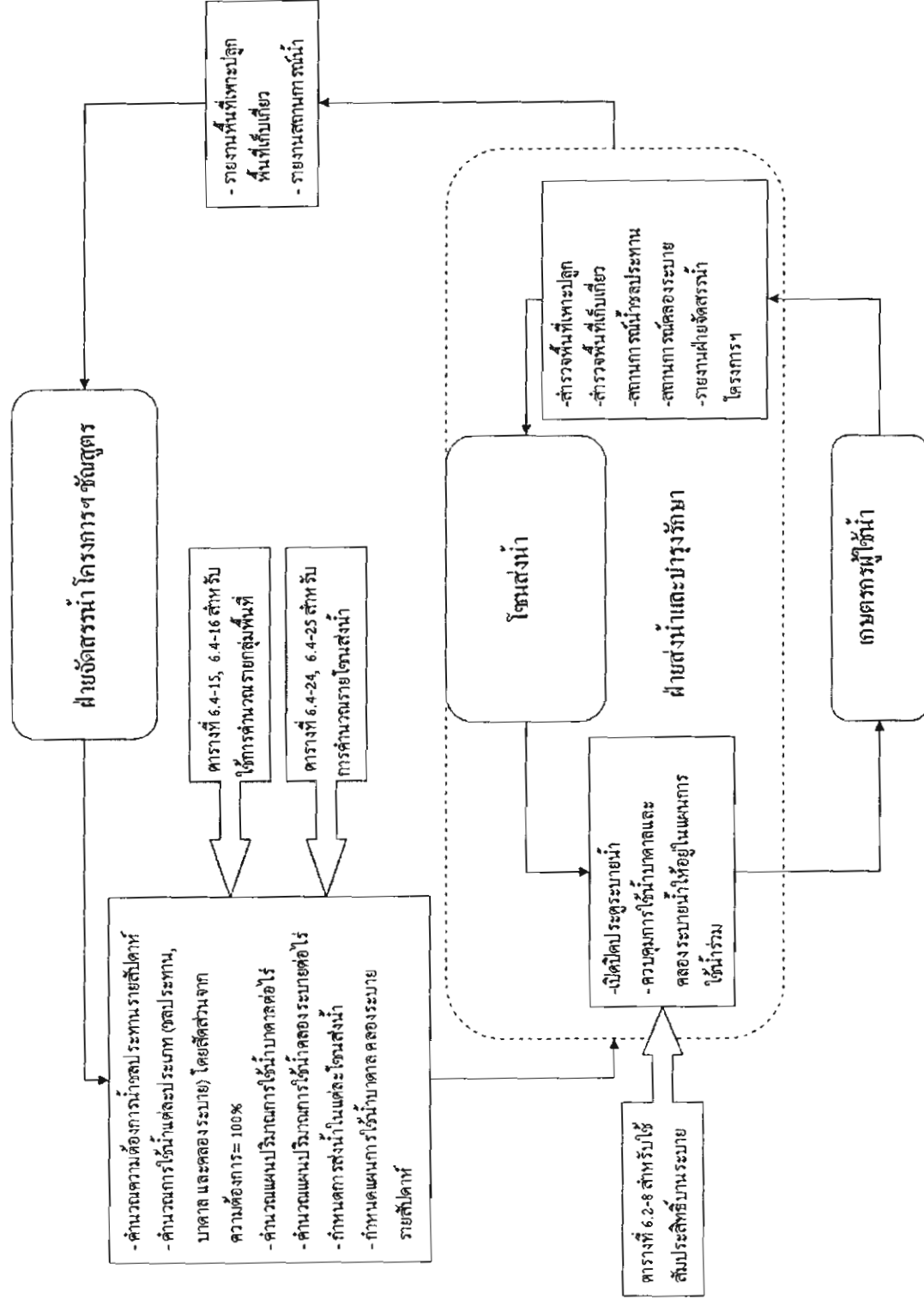
ในการคำนวณแผนการส่งน้ำรายสัปดาห์ (รูปที่ 9-3) พนักงานส่งน้ำหรือโซนแมน ทำการสำรวจพื้นที่เพาะปลูกและพื้นที่เก็บเกี่ยว จากนั้นฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาส่งรายงานพื้นที่สภาพพื้นที่เพาะปลูกและสถานการณ์ในพื้นที่ไปยังฝ่ายจัดสรรน้ำ โครงการฯ เพื่อดำเนินการประเมินความต้องการน้ำชลประทาน ซึ่งผลการจากศึกษารูปแบบการใช้น้ำร่วมทำให้ประเมินการใช้น้ำประเภทต่างๆ โดยคำนวณจากความต้องการน้ำ 100% ในปีน้ำแต่ละแบบ ต่อจากนั้น กำหนดแผนการส่งน้ำโดยใช้รูปแบบการใช้น้ำร่วมให้กับแต่ละโซนส่งน้ำหรือกลุ่มพื้นที่ชลประทาน และจัดให้พนักงานส่งน้ำหรือโซนแมนทำการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำ และควบคุมการใช้น้ำบาดาลและน้ำคลองระบายให้เป็นไปตามแผน

การคำนวณในลักษณะนี้สามารถขยายผลไปใช้ในโครงการชลประทานในพื้นที่อื่นได้โดยมีการเก็บข้อมูลเสริมเพิ่มเติม อันจะทำให้เพิ่มทางเลือกในการจัดการและเสริมระบบเตือนภัยในการใช้น้ำได้ดียิ่งขึ้น



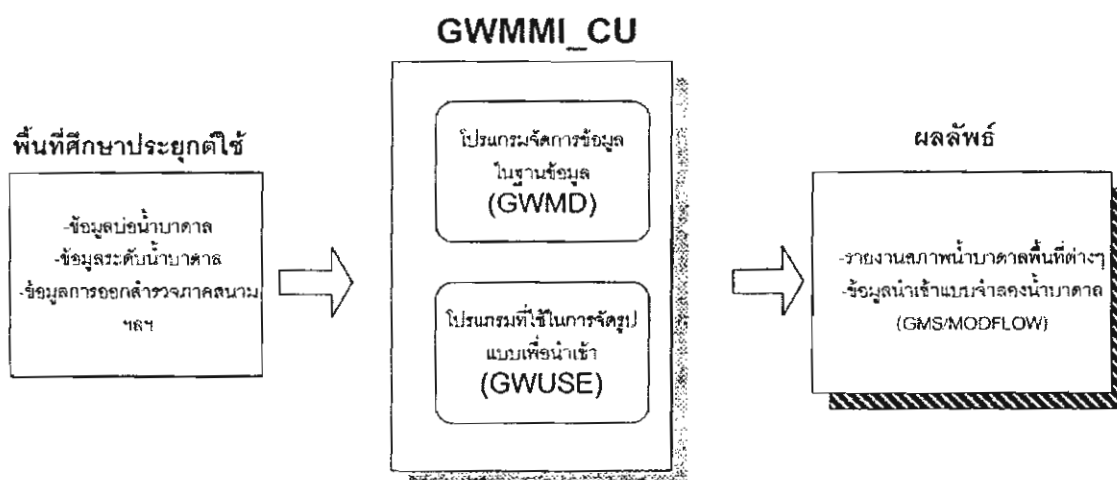
*** ลัดส่วนการใช้บาร่วมมาไปใช้ในโครงการ

รูปที่ 9-2 แผนภาพการนำสัดส่วนการใช้น้ำร่วมไปใช้ในการจัดสรรน้ำของโครงการฯ ชั้นสูตร



9.3 การประยุกต์ใช้ระบบฐานข้อมูลและโปรแกรมการจัดการข้อมูลน้ำบาดาล (GWMMI_CU)

ระบบฐานข้อมูลและโปรแกรมการจัดการข้อมูลน้ำบาดาล(GWMMI_CU) ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่นได้ จากรูปที่ xxx ระบบที่สร้างขึ้นนี้สามารถนำข้อมูลจากพื้นที่เข้าได้ 2 วิธีคือการนำเข้าโดยตรงจากตัวโปรแกรมและการนำเข้าข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบ digital ที่ได้มาจากหน่วยงานเจ้าของข้อมูล ในส่วนของผลลัพธ์ของระบบนี้สามารถแสดงตารางสรุปผลสภาพน้ำบาดาลในรายพื้นที่และเวลาได้เพื่อนำไปจัดทำรายงาน และส่วนที่สำคัญของระบบนี้คือการจัดเตรียมข้อมูลนำเข้าสู่แบบจำลองน้ำบาดาล(GMS/MODFLOW) ได้อย่างสะดวก รวดเร็วและถูกต้อง ในอนาคตระบบนี้ยังสามารถพัฒนาต่อไปให้แสดงข้อมูลและเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้แสดงสภาพระดับน้ำและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในรายเดือน รายสัปดาห์หรือรายวันและพัฒนาให้เชื่อมโยงกับระบบเตือนภัยน้ำบาดาลในพื้นที่ได้



รูปที่ 9-4 โครงสร้างการนำไปประยุกต์ใช้ของระบบ GWMMI_CU

บทที่ 10

การถ่ายทอดข้อมูลสู่โครงการ

จากที่กล่าวมาแล้วในบทนำว่า ความสำคัญประการหนึ่งของการศึกษาในครั้งนี้ คือ มุ่งเน้นการนำข้อมูลผลการวิจัยที่ได้ลงสู่การบริหารจัดการน้ำระดับโครงการ ดังจะเห็นได้จากการทดลองภาคสนามในพื้นที่โครงการ โดยโครงการชลประทานที่เป็นพื้นที่ทดลองในการศึกษานี้ ได้แก่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ชันสูตร ซึ่งทางโครงการได้เข้าร่วมในการถ่ายทอดข้อมูลดังนี้คือ เจ้าหน้าที่โครงการเข้าร่วมวิจัยภาคสนาม การประชุมร่วมกันเพื่อพิจารณาผลการศึกษา รวมทั้งเป็นพื้นที่ทดลองศึกษาวิจัยดังกล่าวรายละเอียดต่อไป นอกจากนี้ ผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้ ยังมีการเผยแพร่สู่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรน้ำอื่นๆ ด้วย เช่น กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมชลประทาน เป็นต้น

10.1 การทดลองภาคสนาม

ในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่โครงการ ได้มีการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์เพื่อติดตามข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ การติดตามระดับน้ำบาดาลชั้นตื้นในบ่อสังเกตการณ์ การวัดระดับน้ำในแปลงนา และการวัดความชื้นในดิน ซึ่งข้อมูลที่ได้นำมาประมาณหาอัตราการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่โครงการ (บทที่ 4) นอกจากนี้ยังมีการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การไหล การวัดอัตราการซึมน้ำ และการวัดอัตราการสูบน้ำบาดาล เพื่อนำมาศึกษารูปแบบการจัดสรรน้ำร่วมในระดับโครงการ (บทที่ 6) สำหรับการติดตามข้อมูลการใช้น้ำบาดาลและน้ำผิวดิน ได้มีการทำแบบสอบถามสำหรับเกษตรกร และสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ในโครงการ รวมถึงหน่วยงานระดับตำบล (อบต.) และระดับหมู่บ้าน (ประปาหมู่บ้าน) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมการใช้น้ำในพื้นที่โครงการ

การดำเนินการในภาคสนาม ได้รับความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่โครงการ อบต. และชาวบ้านในพื้นที่ที่เลือกเป็นอย่างดี และด้านการถ่ายทอดการใช้วิชาการในภาคสนามให้กับบุคคลที่เกี่ยวข้องด้วย

10.2 การเข้าร่วมของนักวิจัยภาคสนาม

การดำเนินงานในช่วงเวลาวิจัยที่ผ่านมา ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากเจ้าหน้าที่โครงการฯ ชันสูตร ทั้งการรวบรวมและติดตามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรน้ำ การช่วยทดลองภาคสนาม เช่น การวัดอัตราการไหลผ่านประตูระบายน้ำ ดังแสดงในรายงานความก้าวหน้าของโครงการฯ ชันสูตร (ตารางที่ 10-1) นอกจากนี้ ยังได้รับความร่วมมือ จากเกษตรกรในพื้นที่ที่ช่วยใน

การติดตามข้อมูลความชื้น และระดับน้ำบาดาลในบ่อบาดาลสังเกตการณ์ เป็นต้น (รายละเอียดแสดงในเรื่องข้อมูลภาคสนามในบทที่ 4 6 และ 8)

สำหรับการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการบริหารจัดการน้ำในระดับโครงการชลประทานอื่นๆ เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองน้ำบาดาล (รายละเอียดในบทที่ 5) การศึกษาการใช้น้ำร่วมในโครงการ (รายละเอียดในบทที่ 6) และโปรแกรมช่วยตัดสินใจการจัดสรรน้ำในโครงการ (รายละเอียดในบทที่ 8) ทางผู้ศึกษาได้สัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของโครงการ รวมทั้งจัดทำแบบสอบถามจากเกษตรกรผู้ใช้น้ำในพื้นที่โครงการ ให้ครอบคลุมการใช้น้ำจากแหล่งอื่นๆ เช่น น้ำบาดาล น้ำคลองระบาย เป็นต้น และนำข้อมูลที่ได้นำมาพัฒนาโปรแกรม รวมทั้งนำมาทดสอบในโครงการฯ ชันสูตร โดยจะอบรมให้เจ้าหน้าที่ในระดับโครงการชลประทานทดลองใช้ และถ่ายทอดข้อมูลผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการบริหารน้ำของโครงการชลประทานอื่นๆ ต่อไป

10.3 การประชุมร่วมกันกับโครงการ

การศึกษาในครั้งนี้ มีการประชุมร่วมกับเจ้าหน้าที่ส่งน้ำระดับโซนในโครงการฯ ชันสูตร เพื่อขอความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้ในโปรแกรมช่วยตัดสินใจจัดสรรน้ำ ซึ่งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเสนอข้อคิดเห็นต่อความต้องการข้อมูลสำหรับการจัดสรรน้ำ รวมทั้งการอบรมเจ้าหน้าที่ เพื่อทดลองใช้งานโปรแกรมดังกล่าว และเสนอแนะข้อคิดเห็นต่อโปรแกรมด้วย นอกจากนี้ทางเจ้าหน้าที่จัดสรรน้ำของโครงการฯ ชันสูตร ได้ร่วมประชุมรายเดือนกับทางโครงการฯ อย่างสม่ำเสมอ เพื่อร่วมพิจารณาผลความก้าวหน้าการดำเนินงานที่ได้ สำหรับภาพการออกภาคสนาม และการประชุมร่วมกันกับโครงการ แสดงไว้ในภาคผนวกที่ 3

10.4 การเผยแพร่ผลการศึกษา

โครงการการติดตามข้อมูลน้ำบาดาลฯ ในระยะที่ 2 (2546) เป็นการติดตามข้อมูลต่อเนื่องจากโครงการระยะที่ 1 (2542) จนถึงปัจจุบัน จึงได้จัดทำเอกสารวิชาการเผยแพร่สถานการณ์น้ำบาดาลร่วมกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โดยปัจจุบันได้จัดพิมพ์เผยแพร่ในเอกสารชุดนโยบายสาธารณะ ลำดับที่ 10 สำหรับเนื้อหาประกอบด้วย

1) ข้อมูลบ่อน้ำบาดาล

เป็นการรวบรวมข้อมูลจำนวนบ่อน้ำบาดาล และการสำรวจคุณภาพน้ำบาดาล เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงการขยายตัวของการใช้น้ำบาดาลในอดีต จนถึงปัจจุบัน และความเหมาะสมของคุณภาพน้ำบาดาลต่อการอุปโภคบริโภค

2) ข้อมูลระดับน้ำบาดาล

เป็นการติดตามระดับน้ำบาดาล เพื่อทราบการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลในฤดูฝน และฤดูแล้ง

3) การใช้น้ำบาดาล

เป็นการแสดงวิธีการประมาณการใช้น้ำบาดาล และผลสรุปปริมาณการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่ ศึกษาปี 2543-2545

สำหรับผลการวิจัย ทางโครงการฯ ได้จัดการเสวนากลุ่ม (Focus Group) ขึ้นเพื่อเผยแพร่ ผลงาน ในวันที่ 29-30 พฤศจิกายน 47 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 เรื่อง คือ

- 1) รูปแบบการจัดสรรน้ำร่วม และการประยุกต์ใช้ระบบช่วยตัดสินใจระดับโครงการ
- 2) การปรับปรุงพารามิเตอร์ในการเติมน้ำ และการเชื่อมโยงข้อมูลแบบจำลองน้ำใต้ดิน

ในการเสวนากลุ่ม ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมชลประทาน (ส่วนกลาง และระดับโครงการชลประทาน) อบต. และมหาวิทยาลัยอื่นๆ เป็นต้น ซึ่งได้รับข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินการศึกษาด้านต่างๆ มากมาย

นอกจากนี้ ทางโครงการฯ ยังได้จัดทำเว็บไซต์ของหน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบการจัดการแหล่งน้ำ www.waterCU.eng.chula.ac.th เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการของหน่วย อันได้แก่ งานวิจัยที่ได้จากการศึกษานี้ รวมถึงบทความวิชาการที่ตีพิมพ์เผยแพร่ หรือเสนอเข้าพิจารณาเพื่อเผยแพร่ในวารสารวิชาการอื่นๆ เช่น บทความเรื่องการจัดสรรน้ำร่วมในโครงการ การพัฒนาโปรแกรมช่วยตัดสินใจจัดสรรน้ำระดับโครงการ โปรแกรมการจัดเตรียมฐานข้อมูลน้ำบาดาลและการเชื่อมโยงกับแบบจำลองน้ำบาดาล และจัดพิมพ์รายงาน เรื่องสถานการณ์การใช้น้ำบาดาลบริเวณพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่าง (ปี 2543 – 2545) เผยแพร่ให้ให้กรมทรัพยากรน้ำบาดาลและกรมชลประทาน เป็นต้น

ตารางที่ 10-1 รายงานความก้าวหน้างานรวบรวมข้อมูลภาคสนาม ของฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทาน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสันตุร

ครั้งที่	วันที่	ข้อมูลที่ได้รับ
1	21 มีนาคม 2546	การรวบรวมข้อมูลระดับน้ำทำของอาคารชลประทานหลัก และสถิติน้ำฝนในเขตโครงการย้อนหลัง 10 ปี
		การรวบรวมข้อมูลการเพาะปลูกพืชและสภาพน้ำย้อนหลัง 10 ปี
		การติดต่อประสานงานกับราษฎรและฝ่ายส่งน้ำฯ ต่างๆ ในท้องที่เป็นตัวอย่างในการเจาะป้อนน้ำบาดาลระดับต้น จำนวน 24 แห่ง
		การร่วมวิเคราะห์เบื้องต้นของแบบจำลองโปรแกรม AISP
2	24 มิถุนายน 2546	การรวบรวมข้อมูลระดับน้ำบาดาลประจำวันจำนวน 24 แห่ง
		ร่วมพิจารณาการกำหนดจุดวัดค่า C อาคารชลประทาน
		การเสนอแนวคิดในการจัดเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย
		การจัดทำข้อมูลจำนวนประชากรในเขตโครงการฯ สันตุร
		การประสานงานในการจัดเก็บข้อมูล
3	23 กรกฎาคม 2546	ตรวจสอบแก้ไขรายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 1
4	19 กันยายน 2546	การรวบรวมข้อมูลระดับน้ำบาดาลประจำวันจำนวน 24 แห่ง
		การเสนอแนวคิดในการจัดทำข้อมูลที่ใช้ในการจัดสรรน้ำระดับโครงการ
		การประสานงานเพื่อการรวบรวมข้อมูลด้านต่างๆ เพิ่มเติม
		การร่วมพิจารณาความน่าจะเป็นของผลการตรวจสอบปริมาณน้ำผ่านอาคารชลประทาน
5	20 มีนาคม 2547	การรวบรวมข้อมูลระดับน้ำบาดาลประจำวันจำนวน 24 แห่ง
		พิจารณาการจัดเก็บข้อมูลระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
		ร่วมประชุมกับคณะวิจัย และประสานงานในท้องที่
		การประสานงาน ในการจัดทำข้อมูลต่างๆ
		การถ่ายทอดการเชื่อมโยงข้อมูล (Linkage) กับแผนที่ (GIS)

ตารางที่ 10-1 รายงานความก้าวหน้างานรวบรวมข้อมูลภาคสนาม ของฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทาน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชัยสุนทร

ครั้งที่	วันที่	ข้อมูลที่ได้รับ
		6 การพิจารณากระบวนการช่วยตัดสินใจการจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน
6	18 มิถุนายน 2547	1 รวบรวมข้อมูลระดับน้ำบาดาลประจำวัน จำนวน 24 แห่ง
		2 พิจารณาการจัดเก็บข้อมูลระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
		3 ร่วมประชุมกับคณะวิจัย และประสานงานในท้องถิ่น
		4 การประสานงาน ในการจัดทำข้อมูลต่างๆ
		5 การถ่ายทอดการเชื่อมโยงข้อมูล (Linkage) กับแผนที่ (GIS)
		6 การพิจารณากระบวนการช่วยตัดสินใจการจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน
		7 รวบรวมและตรวจสอบข้อมูลรายงานการเพาะปลูกรายสัปดาห์
		8 จัดเก็บข้อมูลการเพาะปลูกพืช รวมถึงสถานการณ์การให้น้ำ และข้อมูลต่างๆ ลงในระบบการสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support system : DSS)
7	15 กันยายน 2547	1 ปรับปรุงแบบฟอร์มรายงานเพาะปลูกพืชรายสัปดาห์ให้มีความเหมาะสมในการเก็บข้อมูลยิ่งขึ้น
		2 รวบรวมข้อมูลระดับน้ำบาดาลประจำวัน จำนวน 24 แห่ง
		3 พิจารณาการจัดเก็บข้อมูลระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
		4 ประสานงานในท้องถิ่นการจัดทำข้อมูลต่างๆ
		5 การถ่ายทอดการเชื่อมโยงข้อมูล (Linkage) กับแผนที่ (GIS)
		6 การพิจารณากระบวนการช่วยตัดสินใจการจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน
		7 รวบรวมและตรวจสอบข้อมูลรายงานการเพาะปลูกรายสัปดาห์
		8 จัดเก็บข้อมูลการเพาะปลูกพืช รวมถึงสถานการณ์การให้น้ำ และข้อมูลต่างๆ ลงในระบบการสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support system : DSS)

บทที่ 11

สรุปผลการศึกษาของโครงการ

11.1 สภาพข้อมูลน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา

ในการติดตามข้อมูลน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา ได้มีการรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ 7 จังหวัด บริเวณภาคกลางตอนล่าง ได้แก่ ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา และสระบุรี ซึ่งช่วงระยะเวลาที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ.2543 – 2546 ข้อมูลที่รวบรวม ได้แก่ จำนวนบ่อบาดาล ระดับน้ำบาดาล และคุณภาพน้ำบาดาล ผลการศึกษาแสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในช่วงปี พ.ศ.2545 – 2546 ช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ในชั้นน้ำ 4 ชั้น และจากการติดตามระดับน้ำในพื้นที่ศึกษาดังแต่ในช่วงปี พ.ศ.2543 – 2546 พบว่า ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงเป็นรายฤดูกาล คือ มีการแกว่งตัวสูงขึ้นในช่วงฤดูฝน ช่วงเดือนมิถุนายนถึงพฤศจิกายน และมีการแกว่งลดระดับลงในฤดูแล้งประมาณ 2-10 เมตร ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งมีการสูบน้ำมาก พฤติกรรมเช่นนี้จะเห็นได้ชัดเจนมาในชั้นน้ำชั้นที่ 1 และ 2 ซึ่งอยู่ตื้นกว่าชั้นน้ำชั้นที่ 3 และ 4

สำหรับการศึกษาด้านคุณภาพน้ำบาดาล ได้เก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำบาดาลภายในบริเวณพื้นที่ศึกษาจำนวน 32 บ่อ โดยเก็บตัวอย่างในฤดูแล้ง (ช่วงเมษายน-พฤษภาคม) 1 ครั้ง และฤดูฝน (ช่วงกันยายน – ตุลาคม) 1 ครั้ง ลักษณะสมบัติที่ทำการวิเคราะห์ประกอบด้วย ด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านสารพิษ ซึ่งจากผลการเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค พบว่า คุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สามารถบริโภคได้โดยตรง จำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนการบริโภค โดยลักษณะสมบัติที่เกินมาตรฐานของแต่ละบ่อบาดาลที่สำรวจแสดงไว้ในตารางที่ 3-1 นอกจากนี้ ได้ทำการวิเคราะห์หาสารพิษ 10 ชนิด ซึ่งสรุปได้ว่ามีความเข้มข้นต่ำกว่าที่กำหนดในมาตรฐานสำหรับน้ำดื่มมาก

11.2 การปรับปรุงแบบจำลองในพื้นที่ศึกษา

การศึกษาลักษณะสภาพของน้ำบาดาลบริเวณด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่างได้มีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการคำนวณ คือแบบจำลอง MODFLOW และ แบบจำลอง GMS ในการปรับปรุงแบบจำลองน้ำบาดาลในการศึกษารั้งนี้ เพื่อที่ต้องการให้ผลการคำนวณของ

แบบจำลองมีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองได้เน้นใน 2 ส่วน คือ การปรับปรุงพารามิเตอร์ที่ใช้น้ำเข้าให้มีความละเอียดและถูกต้องมากขึ้น และการปรับปรุงการคำนวณของแบบจำลอง โดยพารามิเตอร์ที่เลือกปรับปรุง ได้แก่

(ก) ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำบาดาล

เนื่องจากพฤติกรรมการใช้น้ำและสภาพพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรเปลี่ยนแปลงไป การสำรวจพฤติกรรมการใช้น้ำของเกษตรกรใน พ.ศ. 2547 เพื่อนำข้อมูลจากการสำรวจไปพัฒนาแบบจำลองน้ำบาดาลให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันมากยิ่งขึ้น

(ข) อัตราการเติมน้ำในพื้นที่ศึกษา

การทดลองในภาคสนาม ทำการหาอัตราการซึมของน้ำในพื้นที่ต่าง ๆ โดยแบ่งตามชนิดของดิน เก็บรวบรวมข้อมูล และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแปลงนาในภาคสนาม เพื่อที่จะนำไปประเมินหาค่าปริมาณน้ำที่ซึมลงสู่ชั้นดิน นอกจากนี้ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลความชื้นเพื่อหาความสัมพันธ์ที่มีผลต่อการซึมของน้ำ และทำการสังเกตการณ์การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในบ่อสังเกตการณ์ระดับตื้น

ในส่วนของการปรับปรุงการคำนวณของแบบจำลอง จึงเสนอแนวทางการคำนวณอัตราการเติมน้ำจากสภาพดิน และการใช้น้ำตามลักษณะป็น้ำและพืชที่ปลูก

11.3 การจำลองน้ำบาดาลในพื้นที่โครงการ

การพัฒนาโปรแกรมการจัดการน้ำบาดาลระดับโครงการ อาศัยแบบจำลองน้ำใต้ดินของพื้นที่ศึกษา ซึ่งได้กำหนดขอบเขตจากค่าคำนวณระดับน้ำใต้ดินจากแบบจำลองในพื้นที่โครงการ และอาศัยข้อมูลสภาพอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา

ในแบบจำลอง มีการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อให้สอดคล้องกับแบบจำลอง ซึ่งมีวิธีการเปรียบเทียบและสอบเทียบแต่ละขั้นตอนในสภาวะการไหลแบบคงตัว (Steady State) และไม่คงตัว (Transient) การศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการคำนวณของระดับน้ำชั้นที่ 1 ซึ่งเป็นชั้นน้ำที่มีการใช้น้ำมากที่สุด จากแบบจำลองกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อัตราการสูบน้ำ กับอัตราการเติมน้ำในช่วงแล้งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 – 2545 โดยความสัมพันธ์ที่ได้อยู่ในรูปสมการเส้นตรง

11.4 รูปแบบการจัดการน้ำร่วมในพื้นที่โครงการ

การพัฒนาแบบจำลองชลประทานของโครงการ ได้ศึกษาแบบจำลองความต้องการใช้น้ำชลประทาน AISP และลักษณะของการใช้น้ำใต้ดินและการใช้น้ำคลองระบายจากการสำรวจภาคสนาม ตลอดจนการประเมินอัตราการซึมผ่านผิวดินในพื้นที่ และการวัดสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคารระบายน้ำปากคลองชลประทาน ผลของการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นสรุปจัดทำเป็นรูปแบบการใช้น้ำร่วมในพื้นที่โครงการรายกลุ่มพื้นที่ ปีน้า และรอบเวร โดยมีสัมประสิทธิ์ของค่าต่างๆ ที่จะต้องใช้ อันจะเป็นประโยชน์ในวางแผนการใช้น้ำร่วมและการจัดการน้ำในพื้นที่โครงการต่อไป นอกจากนี้เพื่อให้ผลการศึกษาในเรื่องรูปแบบการจัดการน้ำร่วมมีความสมบูรณ์ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมในระยะต่อไป ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับด้านเศรษฐศาสตร์จะเห็นถึงมูลค่าที่เกิดขึ้นเมื่อสรุปแบบการจัดการน้ำร่วมในสถานการณ์ต่างๆ

11.5 ระบบการจัดเตรียมฐานข้อมูล (GWMMI_CU) ในพื้นที่ศึกษา

โปรแกรม GWMMI_CU เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการข้อมูลสำหรับการจำลองน้ำใต้ดิน โดยทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับฐานข้อมูล ในการจัดการข้อมูลต่าง ๆ ภายในฐานข้อมูล และจัดรูปแบบข้อมูลเพื่อนำเข้าโปรแกรม GMS/MODFLOW โดยมีรูปแบบในการอ้างถึงข้อมูลที่ไม่ขึ้นอยู่กับการสร้างทางกายภาพของข้อมูล ด้วยการใช้ Query Language ในการติดต่อกับข้อมูลในฐานข้อมูล ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ข้อมูลได้ โดยไม่จำเป็นต้องทราบถึงประเภทของข้อมูล หรือขนาดของข้อมูลนั้น ผลการทดสอบโปรแกรม สามารถแสดง แก๊ซ และบันทึกข้อมูลต่างๆ ได้ รวมทั้งสามารถพิมพ์รายงานต่าง ๆ ที่กำหนด ส่งออกข้อมูลในรูปแบบที่ต้องการ และติดต่อกับโปรแกรมภายนอก เช่น Surfer ได้เป็นอย่างดี

11.6 การพัฒนาโปรแกรมช่วยตัดสินใจการจัดสรรน้ำในโครงการ (DSSWM_CU)

ระบบ DSSWM_CU ประกอบด้วยแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานซึ่งมักออกแบบมาเพื่อให้สอดคล้องต่อความเข้าใจง่ายต่อการใช้งาน ระบบนี้สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ คือผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือตั้งคำถามใหม่ หรือเพิ่มเติมข้อมูลใหม่เข้าไป ในการศึกษาการออกแบบระบบมีการศึกษารูปแบบการจัดสรรน้ำระดับโครงการของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา

ชั้นสูตร โครงการฯ ชั้นสูตร เลือกวิธีส่งน้ำให้กับพื้นที่รอบเวอร์และนอกกรอบเวอร์ในปริมาณที่ลดลงโดยเป็นสัดส่วนกันตามปริมาณน้ำจัดสรร การนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจเข้ามาใช้ในการจัดสรรน้ำ จะช่วยในส่วนของการคำนวณพื้นที่เป้าหมายการปลูกพืชฤดูแล้ง คำนวณแผนการส่งน้ำชลประทาน และคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการในแผนการส่งน้ำ รวมทั้งการกรอกข้อมูลจัดสรรน้ำจริงรายสัปดาห์ เพื่อนำไปจัดทำรายงานส่งสำนักชลประทานต้นสังกัด

11.7 การถ่ายทอดข้อมูลสู่โครงการ

โครงการชลประทานที่เป็นพื้นที่ทดลองในการศึกษานี้ ได้แก่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร ซึ่งทางโครงการได้เข้าร่วมในการถ่ายทอดข้อมูลดังนี้คือ เจ้าหน้าที่โครงการเข้าร่วมวิจัยภาคสนาม การประชุมร่วมกันเพื่อพิจารณาผลการศึกษา รวมทั้งการร่วมเก็บข้อมูลภาคสนาม นอกจากนี้ ผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้ ยังมีการเผยแพร่สู่หน่วยงาน โดยผ่านการประชุม และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรน้ำอื่นๆ ด้วย เช่น กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมชลประทาน เป็นต้น

ผลการสัมมนาถ่ายทอดได้ถ่ายทอดผลการวิจัย ให้ผู้ปฏิบัติทราบสภาพการใช้น้ำ และประโยชน์จากงานวิจัย ซึ่งมีข้อเสนอแนะกลับมาให้คำนึงถึงความคุ้มค่าของการใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตร และข้อมูลการทดลองการใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในพื้นที่อื่น (รายละเอียดในรายงานข้อมูลที่ web site, รายงาน เรื่องสถานการณ์การใช้น้ำบาดาลบริเวณพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่าง(ปี 2543 – 2545))

11.8 การใช้ประโยชน์งานวิจัย

การนำผลการศึกษาวิจัยที่ได้ มุ่งเน้นการใช้ประโยชน์ 2 ด้าน คือ

1) การใช้ประโยชน์งานวิจัยด้านการใช้น้ำบาดาล

การใช้ประโยชน์จากการติดตามข้อมูลสภาพน้ำบาดาล ได้แก่ จำนวนบ่อบาดาล ระดับน้ำคุณภาพน้ำ ปริมาณการใช้น้ำบาดาลในปัจจุบัน ประกอบกับการศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลจากโครงการระยะที่ 1 นอกจากนี้ ยังมีการปรับปรุงแบบจำลองจากข้อมูลภาคสนาม การประยุกต์ใช้ผลงานวิจัยเพื่อให้เข้าใจสภาพน้ำบาดาลและการใช้น้ำตามสภาพจริง รวมทั้งเสนอแนวทางการบริหารจัดการน้ำบาดาลและระบบเตือนภัยในระดับภูมิภาค

2) การใช้ประโยชน์งานวิจัยด้านการจัดการน้ำร่วม

การศึกษารูปแบบการใช้น้ำร่วมในโครงการ อาศัยข้อมูลจากการทดลองภาคสนาม เช่น การหาค่าความชื้นในดิน การสำรวจการใช้น้ำในโครงการ การติดตามการจัดสรรน้ำแหล่งต่างๆ เป็นต้น ผลการศึกษานี้ สรุปอัตราส่วนการใช้น้ำร่วมตามปีน้ำต่างๆ ซึ่งสามารถใช้จัดสรรน้ำ ตลอดจนวางแผนการส่งน้ำในฤดูกาลถัดไปได้ ทั้งนี้มีการพัฒนาโปรแกรมจัดการข้อมูลในโครงการชลประทาน เพื่อให้การทำงานมีความรวดเร็ว สะดวกสบาย และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3) การใช้ประโยชน์จากระบบฐานข้อมูลและโปรแกรมจัดการข้อมูลน้ำบาดาล(GWMMI_CU) ระบบ GWMMI_CU ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้เรียกดูข้อมูลสภาพน้ำบาดาล จัดทำตารางสรุปสภาพน้ำบาดาลในด้านจำนวนบ่อน้ำบาดาล ปริมาณการใช้น้ำบาดาล คุณภาพน้ำบาดาลและระดับน้ำบาดาลในพื้นที่และในเวลาต่างๆได้ เป็นต้น นอกจากนี้ในตัวระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถขยายไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่นๆได้ดังที่แสดงรายละเอียดไว้ในหัวข้อ 9.3

11.9 ข้อสรุป

การศึกษาด้านการจัดการน้ำบาดาล ซึ่งดำเนินการมาตั้งแต่โครงการศึกษาภาพและความต้องการใช้น้ำใต้ดินเพื่อการจัดการน้ำในพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่าง (ปี 2543-2544) จนถึงโครงการติดตามข้อมูลน้ำบาดาลสำหรับพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่าง และพัฒนาระบบเชื่อมโยงข้อมูลของแบบจำลองน้ำบาดาล (ปี 2545-2546) ผลการศึกษาที่ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเป้าหมายไว้ ดังนี้

- 1) สภาพระดับน้ำและการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาอย่างต่อเนื่อง (ปี 2543-2546)
- 2) ปรับปรุงค่าพารามิเตอร์เกี่ยวกับการเติมน้ำโดยธรรมชาติสู่น้ำบาดาลให้มีความแม่นยำขึ้นสำหรับใช้ในแบบจำลองน้ำบาดาล จากการศึกษาข้อมูลสนามจริงในพื้นที่โครงการ
- 3) พัฒนาฐานข้อมูลน้ำบาดาลให้สามารถมีระบบถ่ายโอนข้อมูล (GWMMI_CU) รวมถึงการเชื่อมโยงกับแบบจำลองน้ำบาดาล และ GIS
- 4) พัฒนาระบบช่วยตัดสินใจจัดสรรน้ำระดับโครงการ (DSSWM_CU) โดยใช้ข้อมูลและรูปแบบการจัดสรรน้ำร่วมในโครงการชลประทาน เพื่อการใช้งานในโครงการและประยุกต์ใช้ในโครงการชลประทานอื่นต่อไป

11.10 ข้อเสนอแนะ

ระดับภูมิภาค

- 1) ควรสร้างระบบในการติดตามสภาพการใช้น้ำบาดาลอย่างต่อเนื่อง เพื่อติดตามลักษณะการใช้น้ำ และการเปลี่ยนแปลง
- 2) ควรสร้างระบบเตือนภัยด้านน้ำในภูมิภาค รวมทั้งการใช้กลไก DSS ด้านน้ำบาดาล ประกอบการกำหนดมาตรการจัดการที่เหมาะสม
- 3) ควรพิจารณาองค์ประกอบด้านสังคมและเศรษฐกิจในการกำหนดระบบการจัดการน้ำบาดาล ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

ระดับโครงการ

- 1) ควรขยายผลการวิจัยและโปรแกรม DSS ของการจัดสรรน้ำในโครงการที่พัฒนาขึ้นแล้ว ไปสู่โครงการชลประทานอื่น
- 2) ควรพัฒนาโปรแกรม DSS ที่ทำไว้ต่อ ให้ครอบคลุมการจัดสรรน้ำรายสัปดาห์ได้ด้วย
- 3) ควรสร้างกลไกการเชื่อมโยงการจัดการน้ำในระดับโครงการ กับองค์กรท้องถิ่น โดยอาศัยระบบสารสนเทศ และโปรแกรมที่พัฒนาต่อได้ เช่น ระบบ Online Water Request/Allocation เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, แนวทางการจัดสรรน้ำเพื่อการเพาะปลูกในฤดูแล้งและฤดูฝน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร, 2546

กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ประวัติและรายละเอียดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร, 2545

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สารสนเทศข้อมูลดิน ภาคกลาง-ตะวันออก คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ข้อเสนอโครงการวิจัยการติดตามข้อมูลน้ำบาดาลสำหรับพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่างและพัฒนาระบบเชื่อมโยงข้อมูลของแบบจำลองน้ำบาดาล, ธันวาคม 2545

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, รายงานการทดลองหาค่าอัตราการซึมผ่านผิวดินโดยใช้ถังวัดอัตราการซึมผ่าน (Double Rings) ของกลุ่มดินในพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่าง, 2546

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, รายงานการประเมินอัตราการไหลโดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วการไหลของน้ำของคลองชลประทาน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร, 2546

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, รายงานศึกษาการสำรวจสภาพชั้นดินและระดับน้ำใต้ดินในระดับตื้นความลึกไม่เกิน 30 เมตร ในพื้นที่โครงการชั้นสูตร, 2546

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, รายงานการสำรวจภาคสนามในระดับตำบลโครงการศึกษาศักยภาพและความต้องการใช้น้ำใต้ดินฯ, 2546

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, รายงานฉบับสมบูรณ์การศึกษาศักยภาพและความต้องการใช้น้ำใต้ดินเพื่อการจัดการน้ำใต้ดินในพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่าง, สิงหาคม 2545

ดนัย จำปานิล, การวางแผนจัดสรรน้ำภายใต้การใช้น้ำร่วมในพื้นที่โครงการชลประทานชั้นสูตร, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2546

ปณต ศิริพุทธชัยกุล, การจำลองสภาพการไหลของน้ำใต้ดินในพื้นที่ตอนบนของที่ราบภาคกลางตอนล่าง, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544

- มานิศา วีรวิกรม, การจำลองน้ำใต้ดินและพัฒนาฐานข้อมูลในพื้นที่โครงการชลประทานห้วยสัก,
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น, การศึกษา Hydrogeological Model เพื่อการคาดคะเนการกระจาย
ดินเค็มและน้ำเค็มในระยะยาว โครงการ โขง ชี มูล, รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 5.(ม.ป.ท.),
2543
- วินัย เชาวนิวัฒน์, การจำลองสภาพการรูก้ำของน้ำเค็มในชั้นน้ำบาดาล, วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2542
- วิบูลย์ บุญยธโรกุล, หลักการชลประทาน, ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มกราคม 2526
- วิภาวรัตน์ สฤทธิชัยกุล, การต่อเชื่อมระหว่างแบบจำลองชลศาสตร์กับระบบสารสนเทศ
ภูมิศาสตร์, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542
- ร.อ.หญิง งามเพ็ญ วงศ์วัฒนะ, การบูรณาการโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พี ซี อาร์คิว เพื่อ
เชื่อมโยงข้อมูลกับแบบจำลองการไหลน้ำใต้ดินมอดไฟล์, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547
- รศ.ดร.สุจิต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ, ร่างรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 โครงการ “ติดตามข้อมูลน้ำ
บาดาลสำหรับพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่าง และพัฒนาระบบเชื่อมโยงข้อมูล
ของแบบจำลองน้ำบาดาล”, โครงการวิจัย. 2546
- รศ.ดร.สุจิต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ, สถานการณ์การใช้น้ำบาดาลบริเวณพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบ
ภาคกลางตอนล่าง, โครงการวิจัย. 2547
- ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, การเติมน้ำลงชั้นน้ำบาดาลเพื่อแก้ไขปัญหาแผ่นดิน
ทรุดและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม, เอกสารประกอบการสัมมนา วันพุธที่ 23 พฤษภาคม 2543
- สุวณี ศรีวัช ณ อยุธยา, การวินิจฉัยคุณภาพของดินด้านปฐพีกลศาสตร์ตามกลุ่มชุดดินของ
ประเทศไทย, กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
ธันวาคม, 2538
- สำนักวิจัยและวางแผน, ความท้าทายของเศรษฐกิจอาเซียนและโอกาสทางธุรกิจ : แนวโน้มเศรษฐกิจ
อุตสาหกรรมปี 2547, ธันวาคม 2546

อุทิศา กมล, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการดำเนินงานองค์การบริหารส่วนตำบล,
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2542

ภาษาอังกฤษ

- Ahmed, Tarek Abdallah. The development of a systematised decision process for optimizing water allocation plans in Egypt. Doctoral dissertation, University of Southampton (United kingdom), 1995.
- Claudio, Chauke Nehme, and Margareth, Simoes. Spatial decision support system for land assessment. ACM GIS 11/99 (1999): 85.
- Daud W. R., and Freeman J. C. Numerical Simulations of Water Flow and Solute Transport Applied to Acid Sulfate Soils. Journal of irrigation and drainage engineering. (Mar-Apr 2002) :107-115.
- David K. T. Groundwater Hydrology. Second edition. John Wiley & Sons, Inc. 1980.
- Donald Paul Hodel and Dallas L. Peck, Technique of Water Resource Investigations of United States Geological Survey, Chapter1 UNITED STATES, 1988
- El Kasmi, Hajib. Elaboration of a decision support system for land evaluation and land use planning in the region of Makenes (Morocco). Doctoral dissertation, Rijksuniversiteit te gent (Belgium), 2002.
- Fook – Hou Lee, Thiam – Soon Tan , Karunaratne G.P., Seng – Lip Lee. (1990). Geotechnical Data Management System . Journal of Computing in Civil Engineering , ASCE: 239-254.
- Haan C. T., Johnson H. P., and Brakensiek D. L., Hydrologic Modeling of Small Water Sheds. American Society of Agricultural Engineers. 1982.
- Hassan, AZZA A. M. Sprinkler irrigation decisions support system. Doctoral dissertation, Kansas state university, 1995.
- Kei N., Masahide I., Jiro C., and Kazuro M. Unsaturated water flow and solute transport in artificially distributed hydraulic conductivity field. Journal of Hydro science and Hydraulic Engineering, Vol. 21, No.2 (November 2003) : 37-45.
- Ko, Ick Hwan. Integrated river basin operational planning considering water quantity and water quality (Water discharges, reservoir). Doctoral dissertation, Colorado state university, 1997.
- Marco F., and Brono B. Uncertainty analysis of transient unsaturated flow in bounded domain. Water Resources Research. Vol. 38, No. 2, (2002).

- Masaru M., and Ben C. Y. Modeling of Conjunctive Two-Dimensional Surface-Three-Dimensional Subsurface Flows. Journal of hydraulic engineering. (February 2002): 184-200.
- Ming – Shu Tsou, Donald O. Whittlemore, User Interface for Ground – Water Modeling :Arcview Extension. Journal of Hydrologic Engineer , ASCE: 251-257, 2001
- Murray D. F., Ward G. W., and Delwyn G. F. Estimation of Hydraulic Properties of An Unsaturated Soil Using A Knowledge-Based System. Proceedings of Characterization and Measurement of the Hydraulic Properties of Unsaturated Porous Media. Riverside, (October 1997) : 22-24.
- Ohmar Thwin, Application of GIS for groundwater planning and management : The Sukhothai groundwater development project ,Thailand. Master thesis No wm-95-15 . Asian Institute of Technology , Bangkok, Thailand, 1995
- Oloufa Amr A., Papacostas C.S., Reynaldo Espino, Construction Applications of Relational Data bases in Three- Dimensional GIS . Journal of Computing in Civil Engineering: 72-84, 1992
- Ramireddygari, Sreepathi Reddy. A comprehensive, integrated computer model for basin-wide water resources management. Doctoral dissertation, Kansas state university, 1998. ISBN 0591869926.
- S. D. Weaver, Integration of Subsurface Data Management and GIS to Facilitate Model Calibration [Online] Available from : <http://www.environmentalcenter.com/articles/article117/article117.htm> [23/1/2003]
- Sucharit K., and Panot S. Groundwater Modelling In The North Part Of Lower Central Plain, Thailand. Ground Water Pollution., (2002) : 181-187.
- Sucharit Koontanakulvong, and Orn-anong Vonnarart, "Application of ANN/GA Techniques in Reservoir Release Control -Pasak Jolasid Project case study-, 9th Annual National Symposium on Computational Science & Engineering , March 23-25, 2005
- Sucharit Koontanakulvong, Danai Jampanil, Manisa Veeravigrom, Groundwater Use Pattern in an irrigation project area by GIS/GW model techniques -Chanasutr Irrigation Project case study-, 9th Annual National Symposium on Computational Science & Engineering, March 23-25, 2005

- Sucharit Koontanakulvong, Chokchai Suthidhummajit, Manisa Veeravigrom, Development of Linked Database-Groundwater Model, 9th Annual National Symposium on Computational Science & Engineering, March 23-25, 2005
- Tirtha Raj Gautam, Intergrated Simulation – MCDM – GIS approach for groundwater management .No wm-97-2 Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand,1998
- Van de Looij, Marinus P.A. M. Rational planning and budgeting of maintenance in water management. Doctoral dissertation, Technische universiteit te delft (The Netherlands), 2000.
- Vivekanand S., Vijay K., and Prabhakara j. Estimation Of Groundwater Recharge By Soil Moisture Modelling. Ground Water pollution. (2002) : 216-223.
- Waltkins D.W.,Mckinney D.C., Maidment D.R, Use of Geographic Information System in Ground- water flow modeling . Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE: 88-96, 1996
- Wilhelm G. C., Measurement of Low Permeability Coefficient by Means of Electronic Instruments. Management of uncontrolled hazardous waste sites. (1984) : 584-587.
- Yiming L., and Shu-Tung C. Field Evaluation of aquifer recharge model. Journal of irrigation and drainage engineering. (Nov-Dec 1995) : 385-389.
- Zhang, Yuedong. Collaborative resource management and a Web-based decision support system: A case study of irrigation management in northwestern China. Doctoral dissertation, University of waterloo (Canada), 2002.