

สำหรับการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ต้นทุนการผลิต ราคาสินค้า และปริมาณน้ำต้นทุนต่อความต้องการและผลิตภาพของการใช้น้ำ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับประกอบการตัดสินใจและวางแผนเตรียมการรับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

หลักการและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประเมินความต้องการน้ำ

การดำเนินงานจัดสรรน้ำของโครงการชลประทานแต่ละแห่ง จำเป็นต้องทราบถึงช่วงเวลาปริมาณในการส่งน้ำ และพื้นที่รับน้ำ ซึ่งโดยปกติฝ่ายจัดสรรน้ำจะทำการประเมินจากความต้องการใช้น้ำภายในโครงการก่อน โดยเฉพาะการประเมินความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรจากการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ส่งน้ำชลประทานและข้อมูลการส่งน้ำในปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม โครงการชลประทานขนาดใหญ่ในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ โครงการฯ แม่แตง และแม่กวัง จะต้องคำนึงถึงความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคด้วย เนื่องจากจะต้องส่งน้ำให้กับสำนักงานประปาเชียงใหม่เพื่อผลิตน้ำประปาให้แก่ชุมชนในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่และพื้นที่ข้างเคียง

พื้นที่ภายในโครงการชลประทานมีความหลากหลายของชนิดพืชที่เกษตรกรเพาะปลูก ทำให้พื้นที่แต่ละแห่งมีความต้องการน้ำแตกต่างกัน การคำนวณความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิดดำเนินงานโดยสถานีทดลองการใช้น้ำชลประทาน กรมชลประทาน ซึ่งมีงานวิจัยด้านการใช้น้ำของพืชในภาคสนาม เพื่อหาปริมาณการใช้น้ำของพืชบนพื้นฐานของค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (Reference evapotranspiration, ET_0) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop coefficient, K_c) โดยค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิงเป็นค่าในเชิงอุดมคติของปริมาณการใช้น้ำของหญ้าที่ปลูกในสภาพที่มีน้ำและธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ รวมถึงปราศจากโรคและแมลงรบกวน ขึ้นปกคลุมดินเต็มพื้นที่ ได้รับการดูแลโดยตัดให้สั้น ถือเป็นศักยภาพการใช้น้ำสูงสุดของหญ้า ซึ่งผลการวิจัยพบว่าค่าดังกล่าวนี้มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศบริเวณแปลงทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปัจจุบันสมการที่เป็นถือเป็นมาตรฐานสำหรับการคำนวณความต้องการน้ำของพืชอ้างอิงคือสมการ FAO Penman-Monteith ที่เสนอโดยองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Allen et al., 1998) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกพื้นที่

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชเป็นค่าที่เกิดจากการเปรียบเทียบปริมาณความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิดกับพืชอ้างอิงในช่วงระยะเวลาต่างๆ เช่น ในแต่ละสัปดาห์ หรือในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตของพืช (Allen et al., 1998; สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ, 2548) ค่าดังกล่าวนี้เป็นค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลในแปลงทดลอง ดังนั้นปริมาณความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิด (Crop evapotranspiration, ET_c) จะหาได้จากผลคูณของค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิงกับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดดังสมการที่ (9-1)

$$ET_c = ET_0 \times K_c \quad (9-1)$$

เมื่อ ET_C คือ ปริมาณความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิด (มม.), ET_0 คือ ค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (มม.) และ K_C คือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

วิธีการประเมินความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในรายงานวิจัยส่วนใหญ่ใช้การประเมินจากผลคูณของปริมาณความต้องการน้ำของประชากรของแต่ละคนในหนึ่งวันกับจำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษา ซึ่งในการศึกษาได้แบ่งความต้องการน้ำดังกล่าวออกเป็น 2 ประเภท คือ ความต้องการน้ำในเขตเมืองและในชนบท พบว่าประชากรในเขตเมืองมีอัตราการใช้น้ำโดยเฉลี่ย 300 ลิตร/คน/วัน (สุภลักษณ์ และคณะ, 2546) ส่วนประชากรในเขตชนบทนั้นกรมอนามัยกำหนดให้มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย 50 ลิตร/คน/วัน (สุธีราพร และคณะ, 2545)

อย่างไรก็ตาม ความต้องการน้ำของพืชที่คำนวณได้เป็นปริมาณการใช้น้ำของต้นพืช แต่ปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งจากปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ จะต้องพิจารณาร่วมกับประสิทธิภาพชลประทาน ซึ่งโดยปกติระหว่างเส้นทางการส่งน้ำจะเกิดการสูญเสียปริมาณน้ำบางส่วน อันเนื่องมาจากการระเหยและการรั่วซึมของคลองโดยเฉพาะคลองส่งน้ำที่เป็นคลองดิน รวมถึงความแตกต่างกันของรูปแบบการให้น้ำแก่พืชของเกษตรกร ประกอบกับในช่วงฤดูฝน หากพืชได้รับน้ำฝนเพียงพอแล้วหรือดินยังมีสภาพเปียกชื้นอยู่ เกษตรกรไม่มีความจำเป็นต้องใช้น้ำชลประทาน ปริมาณน้ำที่ต้องส่งจากหัวงานสามารถหาได้จากสมการที่ (9-2) (Tingsanchali and Suiadee, 2002)

$$IWR = \frac{ET_C - R_{Eff}}{I_{Eff}} \quad (9-2)$$

เมื่อ IWR คือ ความต้องการน้ำชลประทาน (ลบ.ม.), ET_C คือ ปริมาณความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิด (มม.), R_{Eff} คือ ปริมาณน้ำฝนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (มม.) และ I_{Eff} คือ ค่าประสิทธิภาพชลประทาน

ผลกระทบของการขาดน้ำต่อผลผลิตพืช

น้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่จำเป็นต่อการพัฒนาการและการเจริญเติบโตของพืช หากพืชขาดน้ำย่อมส่งผลต่อกระบวนการต่างๆ โดยเฉพาะกระบวนการสร้างผลผลิต ในรายงานของ Doorenbos and Kassam (1979) ได้เสนอความสัมพันธ์ระหว่างการใช้้ำของพืชกับผลผลิตในรูปของสมการเส้นตรง (สมการที่ (9-3))

$$1 - \frac{Y_a}{Y_m} = K_y \left[1 - \frac{ET_{C\ adj}}{ET_C} \right] \quad (9-3)$$

เมื่อ Y_a คือ ผลผลิตที่ได้รับจริง (กก.), Y_m คือ ผลผลิตสูงสุดตามศักยภาพของพืช (กก.), K_y คือ สัมประสิทธิ์การตอบสนองของผลผลิตพืช, $ET_{C\ adj}$ คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม.) และ ET_C คือ ความต้องการน้ำของพืช (มม.)

การประเมินผลผลิตภาพของน้ำ

ผลผลิตภาพของน้ำ (Water productivity) เป็นดัชนีตัวหนึ่งที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบชลประทาน (Ahmad et al., 2004) สถาบันจัดการน้ำนานาชาติ (International Water Management Institute, IWMI) ได้เสนอแนวคิดด้านการประเมินประสิทธิภาพของการใช้น้ำในรูปผลผลิตภาพของน้ำ ซึ่งคำนวณได้จากสัดส่วนของมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรต่อปริมาณน้ำที่ใช้ ดังสมการที่ (9-4) ตัวชี้วัดดังกล่าวจะแสดงให้เห็นถึงคุณค่าของการใช้น้ำเพื่อการผลิตทางการเกษตรในภาวะที่ปัญหาการขาดแคลนน้ำทวีความรุนแรงมากขึ้น โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในพื้นที่ที่มีผลผลิตภาพของน้ำต่ำ นอกจากนี้ยังได้เสนอแนวคิดเรื่องของการจัดทำบัญชีน้ำ (Water accounting) ในรูปของแผนภูมิแสดงที่ให้เห็นถึงการไหลของน้ำตั้งแต่เข้ามาในระบบ ไปยังแหล่งต่างๆ จนกระทั่งออกจากระบบ โดยเน้นถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำของแต่ละกิจกรรม การกักเก็บน้ำไว้ในระบบสำหรับอนาคต ตลอดจนการสูญเสียน้ำไปด้วยสาเหตุต่างๆ (Molden, 1997; Droogers and Kite, 2001)

$$\text{Water productivity} = \frac{\text{Productivity}}{\text{Net Inflow}} \quad (9-4)$$

เมื่อ *Water productivity* คือ ผลผลิตภาพของน้ำ (บาท/ลบ.ม.) *Productivity* คือ ผลผลิตทางการเกษตร (บาท) และ *Net inflow* คือ ปริมาณน้ำที่วัดจากปากคลองส่งน้ำ (ลบ.ม.)

การใช้ระบบภูมิสารสนเทศในงานชลประทาน

ระบบเกษตรกรรมในพื้นที่โครงการชลประทานมีความหลากหลายทั้งชนิดของพืชที่ปลูก สภาพพื้นที่และภูมิอากาศ รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงภายในระบบเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา จึงต้องการระบบภูมิสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการพัฒนาวิธีการจัดการที่เหมาะสม (Todorovic and Steduto, 2003) งานวิจัยของ Boken (2004) ได้แสดงให้เห็นถึงการใช้เทคนิคการประมาณค่าเชิงพื้นที่ร่วมกับการเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อหาความต้องการน้ำในแต่ละโซนการใช้น้ำ นอกจากนี้ Li et al. (2003) ได้ร่วมกันพัฒนาเครื่องมือสำหรับคำนวณศักยภาพการคายระเหยของน้ำเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการต่างๆ ที่สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรม ArcGIS โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดภูมิอากาศและแผนที่การใช้ที่ดิน ผลลัพธ์ที่ได้ถูกนำมาแสดงในรูปแบบกริด ในขณะที่งานวิจัยของ Rowshon et al. (2003) และ Fortes et al. (2005) ได้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมในระบบภูมิสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการตารางส่งน้ำชลประทานในแต่ละพื้นที่ ณ ช่วงเวลาต่างๆ โดยคำนวณความต้องการน้ำชลประทานจากสมการสมดุลของน้ำตลอดฤดูกาลเพาะปลูก แล้วแสดงผลความต้องการน้ำในรูปแบบเชิงพื้นที่

วิธีการศึกษา

การพัฒนาระบบประเมินผลผลิตภาพของน้ำชลประทานเชิงพื้นที่ (WaterPro)

ระบบประเมินผลผลิตภาพของน้ำเชิงพื้นที่ในเขตชลประทานได้พัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา Visual Basic เวอร์ชัน 6 ในรูปของไฟล์ Dynamic link library (.dll) เพื่อเป็นโปรแกรมเสริมสำหรับทำงานร่วมกับโปรแกรม ArcView เวอร์ชัน 9 (ESRI, 2004) ซึ่งได้รับการออกแบบในรูปของโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object oriented design) ที่เรียกว่า ArcObjects (Chang, 2004) โดยแถบเครื่องมือ (Toolbar) ที่พัฒนาขึ้นมีเมนูและหน้าต่างโต้ตอบกับผู้ใช้เป็นภาษาไทย เพื่อเชื่อมโยงฐานข้อมูลในระบบภูมิสารสนเทศกับส่วนประมวลผลต่างๆ ภายในพื้นที่ศึกษา ซึ่งประกอบด้วยโครงการชลประทานขนาดใหญ่และขนาดกลางจำนวน 5 แห่ง ได้แก่ โครงการฯ แม่แตง แม่กว้ง แม่แฝก-แม่จัด แม่ลาว และฝ่ายชลชั้นธิพนิจ

การคำนวณความต้องการน้ำของโครงการชลประทานใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2543 และข้อมูลภูมิอากาศรายสัปดาห์ สำหรับปริมาณการใช้น้ำในแต่ละพื้นที่อ้างอิงจากข้อมูลปริมาณน้ำต้นทุนจากปากคลองส่งน้ำ ผลลัพธ์จากการคำนวณจะถูกจัดเก็บและแสดงผลการกระจายตัวของความต้องการน้ำเชิงพื้นที่พร้อมทั้งสรุปข้อมูลในรูปของตารางตามประเภทต่างๆ เช่น ตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือตามโซนส่งน้ำ เป็นต้น ในส่วนของการประเมินผลผลิตภาพน้ำได้เชื่อมโยงพื้นที่เพาะปลูกกับข้อมูลผลผลิตพืชที่ได้จากการประเมินคุณภาพที่ดินเชิงเศรษฐกิจตามศักยภาพของพื้นที่ในเขตชลประทานโดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องน้ำ (เฉลิมพล และคณะ, 2548) ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกบันทึกสำหรับใช้แสดงผลเชิงพื้นที่ รวมทั้งการสรุปข้อมูล ผลลัพธ์ดังกล่าวนอกจากจะใช้เปรียบเทียบผลผลิตภาพของน้ำภายในพื้นที่โครงการฯ แล้ว ยังสามารถใช้สำหรับเปรียบเทียบระหว่างโครงการฯ เพื่อชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้น้ำชลประทาน พร้อมทั้งประเมินโอกาสและแนวทางในการปรับปรุงผลผลิตภาพของการใช้น้ำของโครงการชลประทานให้สูงขึ้นต่อไปในอนาคต

การสร้างหน่วยจำลองแผนที่

ระบบฯ ได้ออกแบบให้ทำงานบนพื้นฐานของข้อมูลเชิงพื้นที่รูปแบบเวกเตอร์ (Vector data format) โดยอาศัยหน่วยแผนที่ของที่ดิน (Land Mapping Units, LMU) เป็นตัวแทนของแต่ละหน่วยการผลิตพืชในพื้นที่ศึกษา แต่ละ LMU มีองค์ประกอบของข้อมูลด้านชลประทาน การใช้ที่ดิน กลุ่มชุดดิน และเขตภูมิอากาศ ที่สร้างจากการนำชั้นข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์โดยการซ้อนทับ แล้วจัดพื้นที่ที่มีขนาดเล็กลง ซึ่งหน่วยแผนที่ดินที่ได้นี้จะป็นหน่วยแผนที่ดินเดียวกันกับที่ใช้ในระบบประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจของที่ดิน เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างกันได้โดยตรง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากระบบฯ ได้ออกแบบให้สามารถเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอดีตได้ จึงต้องทำการซ้อนทับกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปีพ.ศ.2531 อีกชั้นหนึ่ง ซึ่งชั้นข้อมูลหน่วยแผนที่ดินที่ได้สร้างขึ้นนี้ จะเป็นชั้นข้อมูลหลักของฐานข้อมูลการ

ประเมินผลผลิตภาพน้ำชลประทาน สำหรับเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับตารางอื่นๆ ที่จัดเก็บรายละเอียดข้อมูลแต่ละประเภท รวมทั้งผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินต่อไป

การเปรียบเทียบผลผลิตภาพของน้ำของปี พ.ศ. 2531 กับ 2543

การวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบผลผลิตภาพของการใช้น้ำในแต่ละโครงการฯ ในอดีต (ปี พ.ศ. 2531) กับข้อมูลในปีพ.ศ. 2543 จะทำให้ทราบว่าระบบการเพาะปลูกพืชและปริมาณน้ำต้นทุน โดยเฉพาะผลผลิตภาพของน้ำในช่วงสิบปีที่ผ่านมา มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร เพื่อค้นหาพื้นที่ที่มีการใช้น้ำเพิ่มขึ้นหรือพื้นที่ที่กำลังมีปัญหาเรื่องการใช้น้ำ อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการจัดสรรน้ำ สำหรับหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขต่อไป นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ยังแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความต้องการใช้น้ำในอนาคต

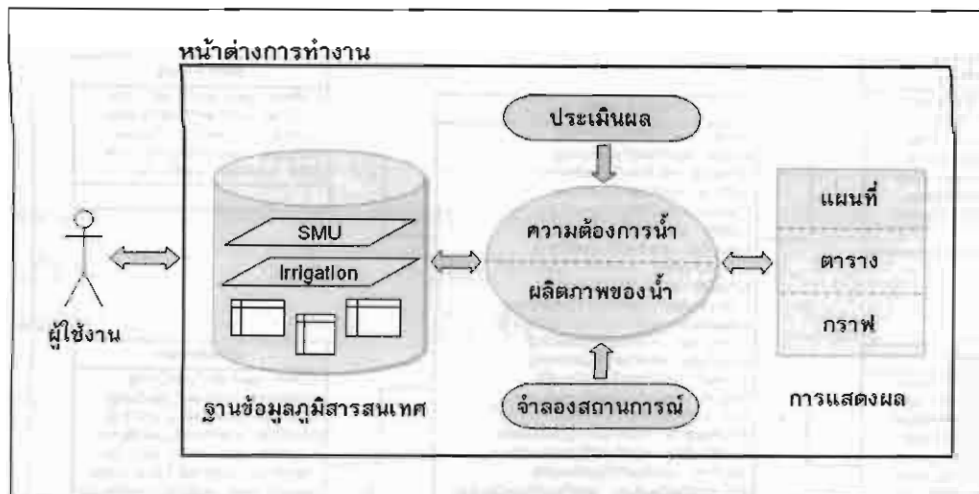
การสร้างสถานการณ์จำลอง

เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรล้วนมีอิทธิพลต่อการผลิตพืชของเกษตรกร ไม่ว่าจะเป็นนโยบายของรัฐบาล การส่งเสริมจากภาครัฐและเอกชน การเปลี่ยนแปลงของราคาปัจจัยการผลิตและราคาผลผลิต รวมถึงการบริหารจัดการปริมาณน้ำต้นทุนที่เจ้าหน้าที่จัดสรรน้ำต้องวางแผนและติดตามอยู่ตลอดเวลา ส่วนของการจำลองสถานการณ์ในระบบประเมินผลผลิตภาพของน้ำจึงได้ออกแบบให้ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อผลผลิตภาพของการใช้น้ำ อันได้แก่ ระบบการผลิตพืชในพื้นที่โครงการ ปริมาณน้ำต้นทุนที่คาดว่าจะได้รับ กลยุทธ์การจัดสรรน้ำในแต่ละโซนส่งน้ำ ต้นทุนการผลิตและราคาผลผลิตที่เปลี่ยนแปลงในรูปของร้อยละ เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2543 โดยปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลงจะส่งผลต่อผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับเปลี่ยนปัจจัยต่างๆ จะทำให้ผู้ใช้สามารถทดสอบ เปรียบเทียบ และประเมินผลจากสถานการณ์สมมติที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อช่วยให้มีการบริหารจัดการน้ำได้อย่างเหมาะสม

ผลการศึกษา

การออกแบบระบบ

องค์ประกอบของระบบ WaterPro มี 3 ส่วนหลัก (รูปที่ 9-1) คือ (1) ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศสำหรับการประเมินผลผลิตภาพของน้ำ รวมทั้งชั้นข้อมูลอ้างอิงและตารางเชื่อมโยงต่างๆ (2) ส่วนการวิเคราะห์และประเมินผลความต้องการและผลผลิตภาพของน้ำ รวมทั้งการจำลองสถานการณ์ และ (3) ส่วนของการแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการประเมินในรูปแบบกราฟ แผนที่ และตารางสรุป



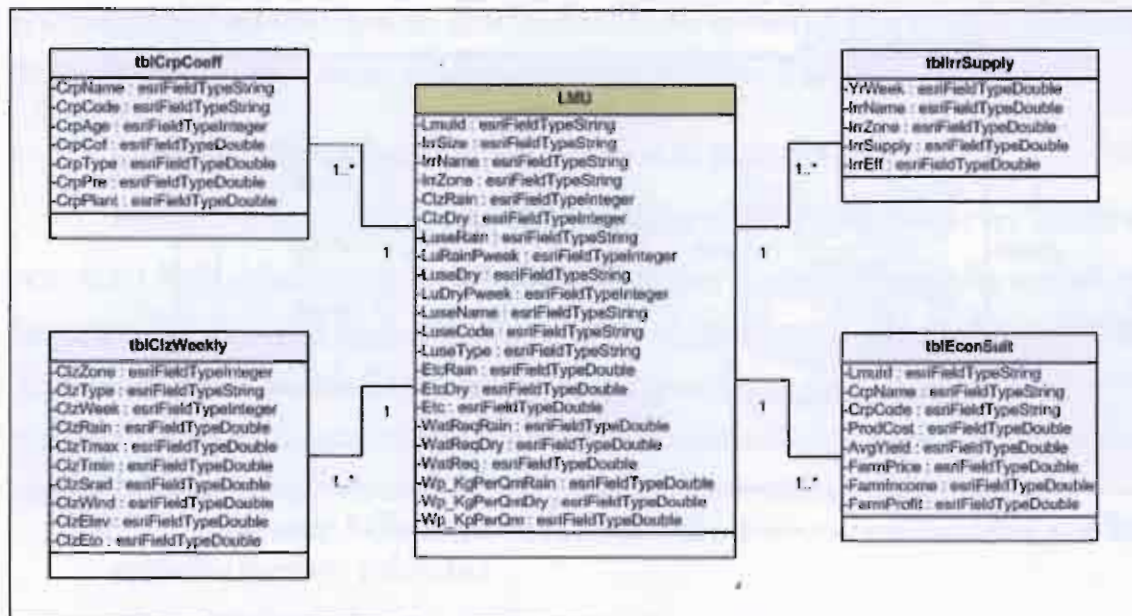
รูปที่ 9-1 องค์ประกอบของระบบประเมินผลผลิตภาพของน้ำชลประทานเชิงพื้นที่ (WaterPro)

ความสามารถของระบบ

ระบบฯ ได้ออกแบบให้ผู้ใช้สามารถเลือกพื้นที่ศึกษาทั้งในระดับโครงการชลประทานและระดับโซนส่งน้ำ โดยสามารถแสดงข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ของโครงการชลประทาน การใช้ประโยชน์ที่ดินและเขตภูมิอากาศ วิเคราะห์และประเมินผลความต้องการน้ำและผลผลิตของน้ำในพื้นที่ศึกษา รวมทั้งการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างปีพ.ศ. 2531 กับ 2543 ในส่วนการจำลองสถานการณ์ได้ออกแบบให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินหรือปริมาณน้ำต้นทุน รวมทั้งต้นทุนการผลิตและราคาผลผลิตที่มีผลต่อความต้องการน้ำและผลผลิตของน้ำในอนาคต

การออกแบบฐานข้อมูล

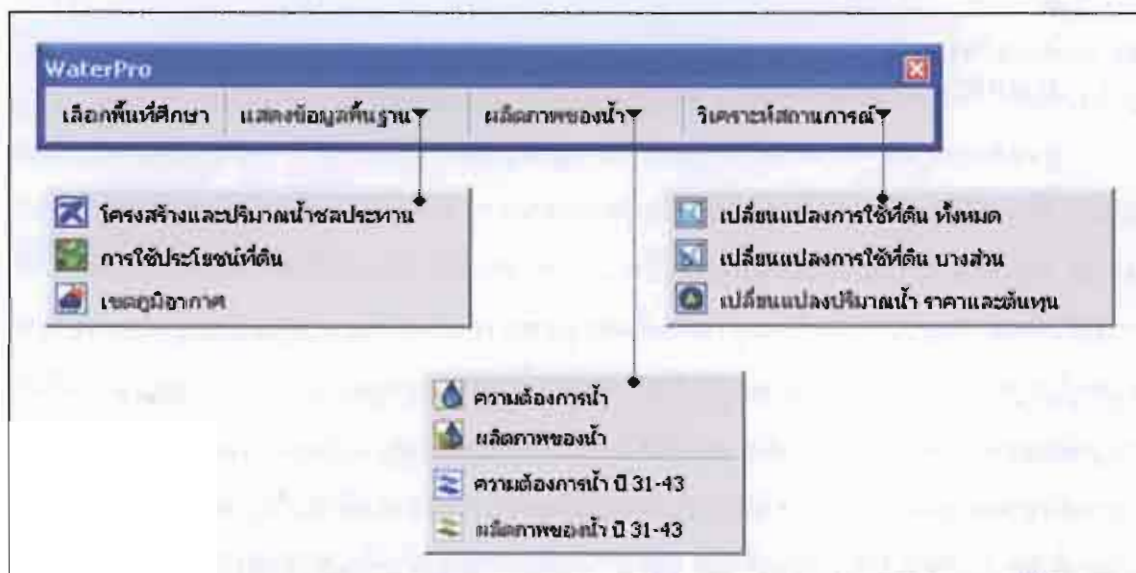
ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศใน WaterPro อยู่ในรูปของ Personal Geodatabase โดยออกแบบโครงสร้างและความสัมพันธ์ของข้อมูลดังแผนภาพ Unified Modeling Language (UML) ในรูปที่ 9-2 ซึ่งสามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลตาราง ความสัมพันธ์ ข้อมูลเชิงพื้นที่พื้นฐานคือชั้นข้อมูลหน่วยแผนที่ดิน (LMU) ซึ่งอยู่ในรูปของรูปเหลี่ยมปิด (Polygon) มีเขตข้อมูลหลักสำหรับเชื่อมโยงหน่วยแผนที่กับตารางข้อมูลอื่นๆ ได้แก่ ตารางสัมพันธ์การใช้ประโยชน์ที่ดินของพืช (tblCrpCoeff) เก็บข้อมูลค่าความต้องการน้ำในแต่ละสัปดาห์ ตารางข้อมูลเขตภูมิอากาศรายสัปดาห์ (tblCizWeekly) ประกอบด้วยปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ค่าสุริยะรังสี ความเร็วลม และการคายระเหยน้ำอ้างอิง ตารางการส่งน้ำต้นทุนรายสัปดาห์ (tblIrrSupply) ที่วัดจากปากคลองส่งน้ำสายใหญ่และคลองซอย และตารางการประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจ (tblEconSuit) ของแต่ละพืช ซึ่งได้จากระบบประเมินความเหมาะสมที่ดินเชิงเศรษฐกิจของแต่ละพืช จัดเก็บข้อมูลต้นทุนการผลิต ผลผลิตเฉลี่ย ราคาผลผลิต รายได้สุทธิ และผลตอบแทนสุทธิ ดังแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ในรูปที่ 9-2



รูปที่ 9-2 โครงสร้างความสัมพันธ์ในฐานข้อมูลผลิตภาพของน้ำ

การใช้งาน WaterPro

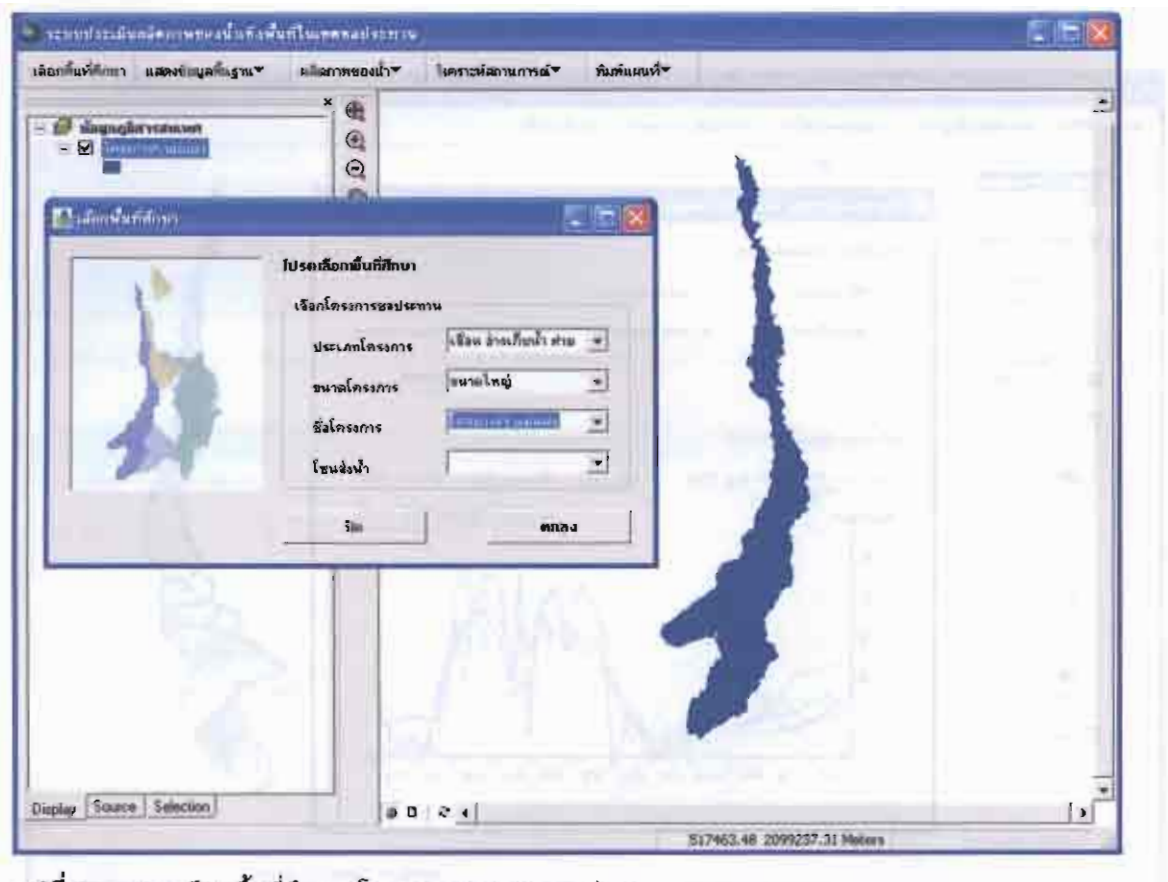
ผู้ใช้สามารถเรียกใช้งานระบบ WaterPro ผ่านแถบเครื่องมือ (WaterPro toolbar) ประกอบด้วย 4 เมนู คือ เมนูเลือกพื้นที่ศึกษา แสดงข้อมูลพื้นฐาน ผลิตภาพของน้ำ และวิเคราะห์สถานการณ์ ตามโครงสร้างของระบบเมนูหลักและเมนูย่อยในรูปที่ 9-3



รูปที่ 9-3 แถบเครื่องมือระบบประเมินผลิตภาพของน้ำชลประทานเชิงพื้นที่ (WaterPro)

การเลือกพื้นที่ศึกษา

ผู้ใช้สามารถเลือกพื้นที่โครงการชลประทาน ผ่านเมนู “เลือกพื้นที่ศึกษา” จาก 5 โครงการ คือ โครงการฯ แม่แตง แม่แฝก-แม่จัด แม่กว้ง แม่ลาว และฝายชลชั้นธิ์พินิจ ตามขนาดของโครงการ ทั้งในระดับโครงการและโซนส่งน้ำ เมื่อผู้ใช้ “ตกลง” เลือกพื้นที่โครงการ ที่ต้องการแล้ว ระบบจะทำการสืบค้นชั้นข้อมูลทีเลือก แล้วแสดงผลในรูปของชั้นข้อมูลหน่วยแผนที่ดิน ดังตัวอย่างในรูปที่ 9-4 ซึ่งแสดงผลการเลือกพื้นที่โครงการชลประทานแม่แตง



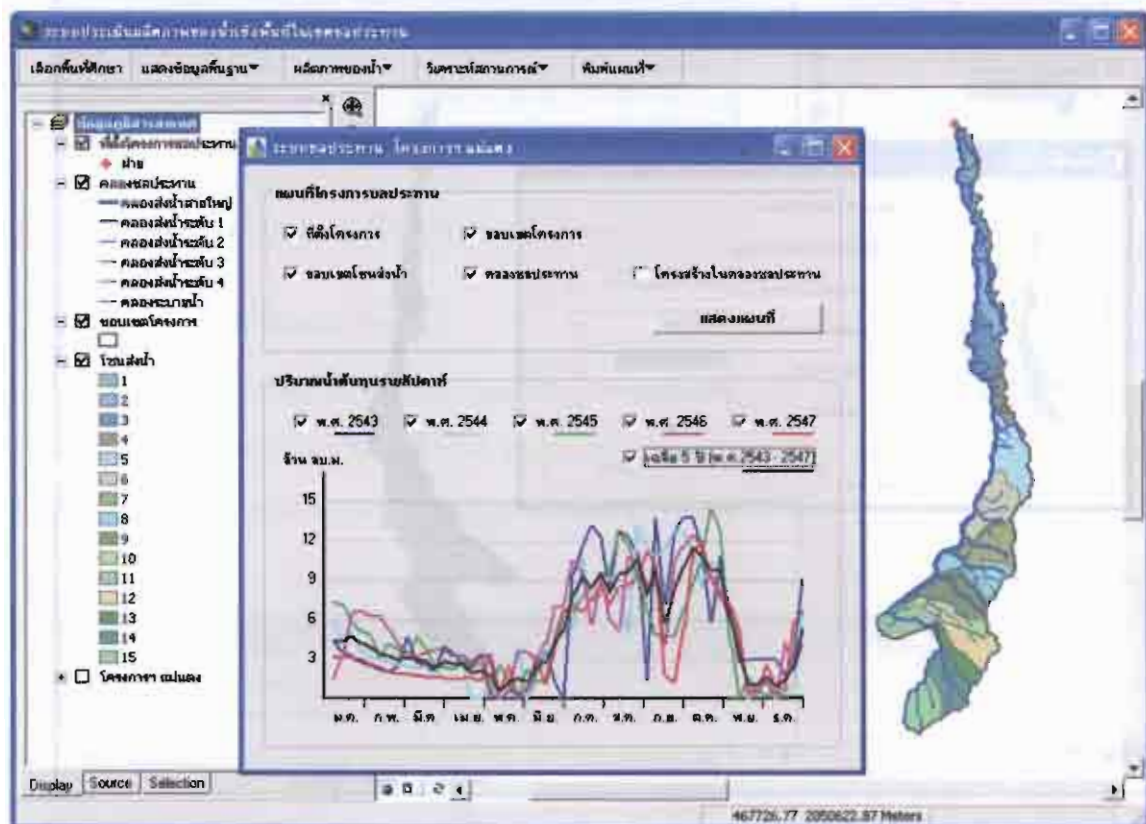
รูปที่ 9-4 การเลือกพื้นที่ศึกษา โครงการชลประทานแม่แตง

ข้อมูลพื้นฐานของโครงการ

เมนูหลัก “แสดงข้อมูลพื้นฐาน” ใช้สำหรับสืบค้นและแสดงรายละเอียดทั่วไปของโครงการฯ ประกอบด้วย 3 เมนูย่อย ได้แก่ เมนูย่อย “โครงสร้างและปริมาณน้ำชลประทาน” เมนูย่อย “การใช้ประโยชน์ที่ดิน” และเมนูย่อย “เขตภูมิอากาศ” (รูปที่ 9-3)

เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูย่อย  “โครงสร้างและปริมาณน้ำชลประทาน” ระบบจะแสดงหน้าต่างสำหรับแสดงข้อมูลด้านการชลประทาน (รูปที่ 9-5) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่และกราฟปริมาณน้ำต้นทุน โดยข้อมูลเชิงพื้นที่แบ่งออกเป็น 5 ชั้นข้อมูล คือ ข้อมูลที่ตั้งโครงการ ขอบเขตโครงการ ขอบเขตโซนส่งน้ำ คลองชลประทาน และอาคาร

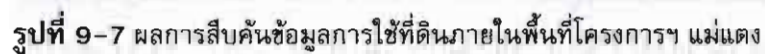
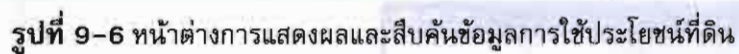
ชลประทาน เพื่อแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของการก่อสร้างระบบส่งน้ำภายในพื้นที่โครงการฯ ใน ส่วนของปริมาณน้ำต้นทุน จะแสดงปริมาณน้ำชลประทานรายสัปดาห์ที่ส่งจากหัวงานในช่วง 5 ปี ย้อนหลัง (พ.ศ. 2543-2547) พร้อมทั้งค่าเฉลี่ยของช่วงระยะเวลาดังกล่าว ในรูปของกราฟเชิงเส้น จากรูปแสดงให้เห็นถึงการจัดสรรน้ำในโครงการฯ แม่แตง ที่มีการแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงการ เพาะปลูกในฤดูฝน (มิถุนายน-พฤศจิกายน) และการส่งน้ำสำหรับการเพาะปลูกในฤดูแล้ง (ธันวาคม-เมษายน) ส่วนในช่วงเดือนพฤษภาคม โครงการฯ ยังคงมีการส่งน้ำแต่ไม่มากนัก สำหรับใช้ในการผลิตน้ำประปา



รูปที่ 9-5 หน้าต่างและการแสดงผลข้อมูลพื้นฐานของโครงการชลประทาน

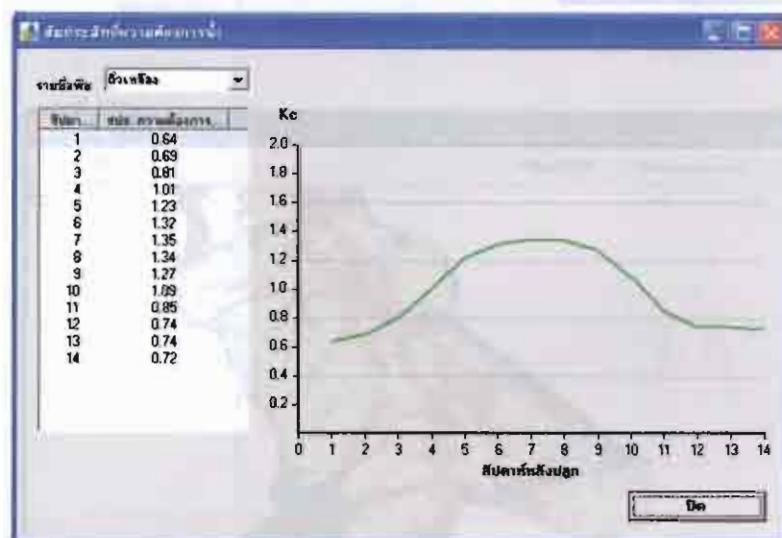
หน้าต่างของเมนูย่อย "การใช้ประโยชน์ที่ดิน" แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ "กรอบแผนที่ การใช้ที่ดิน ปี 2543" "กรอบสืบค้นการใช้ที่ดิน" และ "กรอบรูปแบบการใช้ที่ดิน" (รูปที่ 9-6)

ภายในกรอบ "แผนที่การใช้ที่ดิน ปี 2543" ผู้ใช้สามารถเลือกแสดงแผนที่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามช่วงการเพาะปลูก คือ แผนที่การใช้ที่ดินทั้งปี แผนที่การใช้ที่ดินฤดูฝน และแผนที่ การใช้ที่ดินฤดูแล้ง ตัวอย่างการเลือกแสดงแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งปีของโครงการฯ แม่แตง แสดงดังรูปที่ 9-7



กรอบ "สืบค้นการใช้ที่ดิน" ใช้สำหรับค้นหาพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่สนใจตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานกำหนด โดยแบ่งเป็นการสืบค้นการใช้ที่ดินในฤดูฝนและการใช้ที่ดินในฤดูแล้ง โดยตัวอย่างในรูปที่ 9-6 แสดงวิธีการค้นหาพื้นที่ของระบบปลูกพืชข้าวนาปีตามด้วยถั่วเหลืองในพื้นที่โครงการฯ แม่แตง หลังจากที่ใช้เลือกปุ่ม "แสดงผลการสืบค้น" ระบบจะแสดงผลพื้นที่จากการค้นหาตามเงื่อนไขโดยสร้างเส้นกรอบสีฟ้ารอบบริเวณพื้นที่ที่ค้นพบ (รูปที่ 9-7)

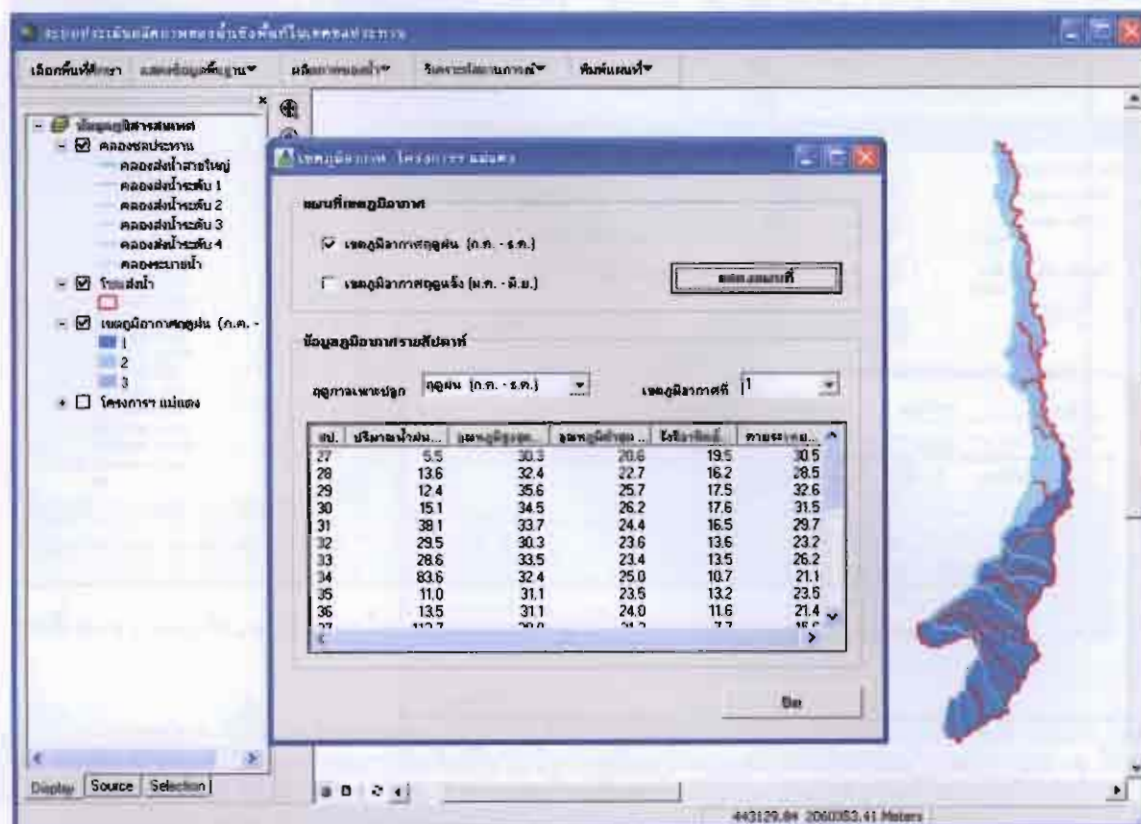
รายละเอียดเกี่ยวกับการใช้ที่ดินในพื้นที่โครงการฯ แสดงอยู่ในรูปของปฏิทินการเพาะปลูกพืช ภายในกรอบ "รูปแบบการใช้ที่ดิน" เพื่อให้ผู้ใช้ทราบถึงวันที่เกษตรกรเริ่มเพาะปลูกระยะเวลาในการเพาะปลูก และวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตของแต่ละระบบการใช้ที่ดิน ในรูปที่ 9-6 แสดงปฏิทินการเพาะปลูกของระบบข้าวนาปี+ถั่วเหลือง นอกจากนี้ในส่วนล่างสุดของหน้าต่าง "การใช้ประโยชน์ที่ดิน" จะมีปุ่ม "ค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำ" สำหรับแสดงค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตของพืชที่ได้จากตาราง $tblCrpCoeff$ ในรูปของตารางและกราฟ (รูปที่ 9-8)



รูปที่ 9-8 สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำของถั่วเหลือง

ข้อมูลภูมิอากาศภายในพื้นที่โครงการสามารถสืบค้นได้จากเมนูย่อย  "เขตภูมิอากาศ" โดยหน้าต่างในรูปที่ 9-9 แบ่งการแสดงผลออกเป็น 2 ส่วน คือ กรอบการแสดงผลในรูปของแผนที่ ("แผนที่เขตภูมิอากาศ") และกรอบการแสดงผลในรูปของตาราง ("ข้อมูลภูมิอากาศรายสัปดาห์") ข้อมูลแผนที่เขตภูมิอากาศแบ่งออกเป็น 2 ช่วงตามระบบการปลูกพืช คือ เขตภูมิอากาศของช่วงฤดูฝน (ก.ค.-ธ.ค.) และช่วงฤดูแล้ง (ม.ค.-มิ.ย.) ตัวอย่างแสดงเขตภูมิอากาศของโครงการฯ แม่แตง ในฤดูฝน แบ่งออกเป็น 3 เขตภูมิอากาศ ส่วนรายละเอียดของข้อมูลภูมิอากาศรายสัปดาห์ในแต่ละโซน สามารถสืบค้นได้จากกรอบ "ข้อมูลภูมิอากาศรายสัปดาห์" ที่อยู่ทางด้านล่าง ประกอบด้วยปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด (องศา

เซลเซียส) ค่ารังสีอาทิตย์ (เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน) และการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตร) ตามช่วงฤดูกาลเพาะปลูกและเขตภูมิอากาศ ซึ่งได้จัดเก็บไว้ในตารางข้อมูลเขตภูมิอากาศ (tblCltzWeekly)



รูปที่ 9-9 หน้าต่างและการแสดงผลข้อมูลเขตภูมิอากาศภายในพื้นที่โครงการฯ แม่แตง

การประเมินผลผลิตภาพของน้ำ

ภายใต้เมนู “ผลผลิตภาพของน้ำ” แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ การประเมินในปี พ.ศ. 2543 และการเปรียบเทียบผลการประเมินระหว่างปี พ.ศ. 2531 กับ 2543 โดยในแต่ละกลุ่มแบ่งออกเป็น 2 เมนูย่อยคือ การวิเคราะห์ “ความต้องการน้ำ” และการประเมิน “ผลผลิตภาพของน้ำ” (รูปที่ 9-3)

เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูย่อย  “ความต้องการน้ำ” ระบบจะแสดงหน้าต่างสำหรับวิเคราะห์และแสดงผลความต้องการน้ำในปี พ.ศ. 2543 ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ กรอบการ “คำนวณความต้องการน้ำ” กรอบ “สรุปผลความต้องการน้ำ” และกรอบแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ “แผนที่ความต้องการน้ำ ปี 2543” (รูปที่ 9-10)

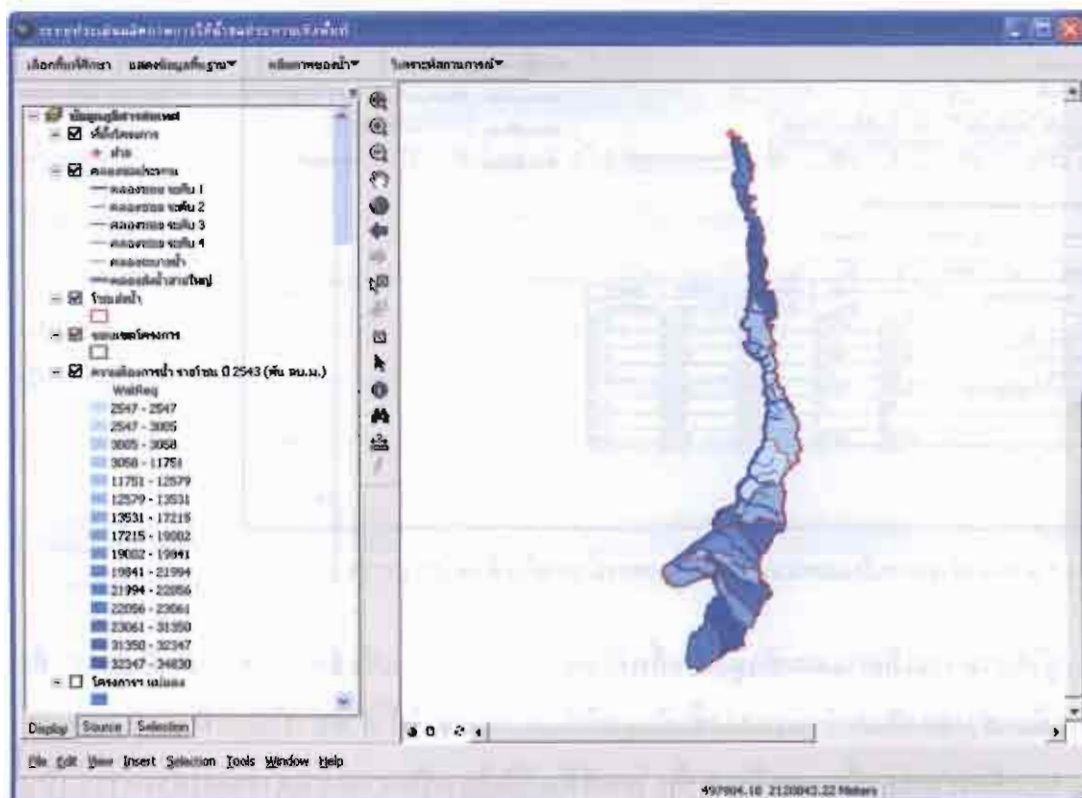
ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ความต้องการน้ำใหม่จากกรอบการ “คำนวณความต้องการน้ำ” โดยเปลี่ยนแปลงค่าคงที่เริ่มต้นที่โปรแกรมได้กำหนดไว้ก่อนแล้ว เช่น ประสิทธิภาพการส่งน้ำของโครงการ ปริมาณน้ำสำหรับการเตรียมแปลง และความต้องการน้ำอุปโภคบริโภค เป็นต้น เมื่อผู้ใช้กำหนดค่าต่างๆ แล้วเลือกปุ่ม “ตกลง” โปรแกรมจะคำนวณความต้องการน้ำของแต่ละหน่วยพื้นที่ดินใหม่ โดยจะแสดงแถบสถานะการทำงานที่ด้านล่างของหน้าต่างการทำงาน

ประเภท	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี	
			ความต้องการน้ำ (มม.)	ปริมาณน้ำ (ไร่ นบ.ม.)
พื้นที่การเกษตร	37,250	644	38.39	
พื้นที่การเกษตร + พื้นที่ป่า	2,665	1,665	7.91	
พื้นที่การเกษตร + พื้นที่ป่า + พื้นที่น้ำ	36,588	1,365	79.66	
พื้นที่การเกษตร + พื้นที่ป่า + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ	345	1,410	0.78	
พื้นที่การเกษตร + พื้นที่ป่า + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ	13,866	1,669	37.02	
พื้นที่การเกษตร + พื้นที่ป่า + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ	76,899	23	2.79	
พื้นที่การเกษตร + พื้นที่ป่า + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ	101	351	0.06	
พื้นที่การเกษตร + พื้นที่ป่า + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ + พื้นที่น้ำ	887	0	0.00	

รูปที่ 9-10 หน้าต่างวิเคราะห์และแสดงผลความต้องการน้ำภายในพื้นที่โครงการฯ แม่แตง

กรอบ “สรุปความต้องการน้ำ” ใช้ในการสรุปความต้องการน้ำตามรูปแบบต่างๆ ได้แก่ สรุปความต้องการน้ำตาม “โครงการ” ในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบระหว่างโครงการฯ หรืออาจสรุปตามรูปแบบ “การใช้ที่ดิน” ถ้าผู้ใช้เลือกสรุปตาม “กลุ่มการใช้ที่ดิน” จะแบ่งการใช้ที่ดินเป็น 2 ประเภท คือ การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร และพื้นที่อยู่อาศัย (ชุมชน) ในส่วนสุดท้ายจะเป็นการสรุปความต้องการน้ำตาม “โซนส่งน้ำ” โดยในแต่ละประเภทได้แบ่งการสรุปตามช่วงเวลา คือ ช่วง “ฤดูฝน” “ฤดูแล้ง” และตลอด “ทั้งปี” ตัวอย่างในรูปที่ 9-10 แสดงการสรุปความต้องการใช้น้ำทั้งปีตามโซนส่งน้ำของโครงการฯ แม่แตง

นอกจากนี้ ระบบสามารถแสดงผลข้อมูลความต้องการน้ำเป็นเชิงพื้นที่จากกรอบแสดง “แผนที่ความต้องการน้ำปี 2543” โดยผู้ใช้สามารถเลือกปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลและจำนวนชั้นข้อมูลที่ต้องการจำแนกได้ ตัวอย่างในรูปที่ 9-11 เป็นการแสดงผลความต้องการน้ำเชิงพื้นที่ตามวิธีแบ่งชั้นข้อมูลตามธรรมชาติ (Natural break) ออกเป็น 15 ชั้น ทำให้สามารถเปรียบเทียบและแสดงให้เห็นลำดับความสำคัญของแต่ละโซนในการจัดสรรน้ำ โดยพื้นที่สีน้ำเงินเข้ม ได้แก่ โซนที่ 1 2 12 และ 14 ของฝ่ายส่งน้ำที่ 1 และ 4 มีความต้องการใช้น้ำมากกว่าโซนที่มีสีอ่อนกว่า ทำให้เจ้าหน้าที่ต้องให้ความสำคัญในการจัดสรรน้ำมากเป็นพิเศษ



รูปที่ 9-11 แผนที่ความต้องการน้ำทั้งปีในแต่ละโซนส่งน้ำภายในพื้นที่โครงการ แม่แตง

เมนูย่อย  “**ผลิตภาพของน้ำ**” ใช้สำหรับประเมินผลิตภาพของน้ำในปี พ.ศ. 2543 โดยหน้าต่างในรูปที่ 9-12 ประกอบด้วย 3 ส่วน คล้ายกับหน้าต่างวิเคราะห์ความต้องการน้ำ กล่าวคือประกอบด้วยกรอบรายละเอียดของ “ข้อมูลการผลิตพืช” กรอบ “สรุปผลิตภาพของน้ำ” และกรอบ “แผนที่ผลิตภาพของน้ำ ปี 2543”

ในกรอบ “ข้อมูลการผลิตพืช” ระบบจะสรุปข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์ อันได้แก่ ต้นทุนการผลิต ผลผลิตเฉลี่ย ราคาผลผลิต รายได้รวม และกำไรสุทธิของพืชแต่ละชนิด โดยเฉลี่ยภายในพื้นที่ศึกษาที่ได้จากระบบประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจของที่ดิน ส่วนปุ่ม “คำนวณผลิตภาพน้ำ” ใช้สำหรับประเมินผลิตภาพน้ำของปี พ.ศ. 2543 เพื่อทำการปรับปรุงข้อมูลใหม่ในกรณีที่ผู้ใช้มีการเปลี่ยนแปลงการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการน้ำ

กรอบ “สรุปผลิตภาพของน้ำ” ใช้สำหรับสรุปผลิตภาพของน้ำตามประเภทของ “โครงการ” “การใช้ที่ดิน” หรือ “โซนส่งน้ำ” ตัวอย่างในรูปที่ 9-12 แสดงการสรุปข้อมูลผลิตภาพของน้ำทั้งปีตามรูปแบบการใช้ที่ดิน พบว่าโครงการ แม่แตงมีผลิตภาพของน้ำประมาณ 0.82 บาท/ลบ.ม. โดยพื้นที่พืชผักและปลูกไม้ผลมีผลิตภาพการใช้น้ำสูงกว่าระบบการปลูกพืชชนิดอื่น เนื่องจากใช้น้ำไม่มากนักแต่ให้ผลตอบแทนที่ค่อนข้างสูง รองลงมา ได้แก่ ระบบข้าว+หอมหัวใหญ่/กระเทียม แต่เกษตรกรมีความเสี่ยงด้านราคาและมีการลงทุนสูง และระบบข้าวนาปี+ข้าวนาปรังที่มีการใช้น้ำต่อไร่ค่อนข้างมาก

หน้าต่างการเปรียบเทียบความต้องการน้ำ อยู่ภายใต้เมนูย่อย **“ความต้องการน้ำ ปี 31-43”** (รูปที่ 9-14) โดยที่กรอบ “สรุป” มีทางเลือกให้ผู้ใช้เปรียบเทียบความต้องการน้ำในแต่ละช่วงฤดูการผลิต หรือตามการใช้ที่ดินทั้งปี รูปที่ 9-15 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่างปีพ.ศ. 2531 กับ พ.ศ. 2543 แสดงให้เห็นถึงการลดลงของเนื้อที่เพาะปลูกในระบบข้าว+ถั่วเหลืองทางตอนล่างของโครงการฯ โดยบางส่วนเปลี่ยนไปเป็นระบบข้าว+หอมหัวใหญ่/กระเทียมและลำไย นอกจากนี้แสดงให้เห็นถึงการขยายตัวของชุมชนที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ทำให้ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกลดลง รูปที่ 9-16 แสดงความต้องการน้ำระหว่างสองปีดังกล่าว ผู้ใช้สามารถเรียกแสดงได้จากปุ่ม “แสดงแผนที่” ภายในกรอบ “แผนที่ความต้องการน้ำ ปี 2531”

เปรียบเทียบความต้องการน้ำ ปี 2531 กับ 2543 โครงการฯ แสงแดดร่ม

แผนที่ความต้องการน้ำ ปี 2531

รูปแบบการแสดงผล: NaturalBreaks

จำนวนชั้นข้อมูล: 3

แสดงแผนที่

สรุป

โครงการ	การใช้ที่ดิน	โซนส่งน้ำ
สรุปความต้องการน้ำ ตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ถึงปี		
ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
การใช้ประโยชน์ที่ดิน		
ปี 2531	ปี 2543	พื้นที่ (ไร่)
ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง	ข้าวนาปี	25,041
ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง	ข้าวนาปี+ข้าวนาปรัง	2,172
ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง	28,805
ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง	ข้าวนาปี+พืชผัก	150
ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง	ข้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม	11,951
ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง	สวนเมืองและย่านการค้า	22,432
ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง	มะม่วง/ลำไย	4
ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง	ลำไย	14,524

ความต้องการน้ำ (มม.)

ปี 2531	ปี 2543	เปลี่ยนแปลง
25,041	1,499	647
2,172	1,489	1,866
28,805	1,385	1,385
150	1,354	1,439
11,951	1,511	1,669
22,432	1,487	2
4	1,313	958
14,524	1,448	2,233

ความต้องการน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)

ปี 2531	ปี 2543	เปลี่ยนแปลง
60.05	25.93	-34.12
5.17	6.48	1.31
63.81	63.81	0.00
0.33	0.35	0.02
28.90	31.91	3.01
53.37	0.06	-53.31
0.01	0.01	0.00
33.66	51.89	18.23

วิเคราะห์ความต้องการน้ำ ปี 2531

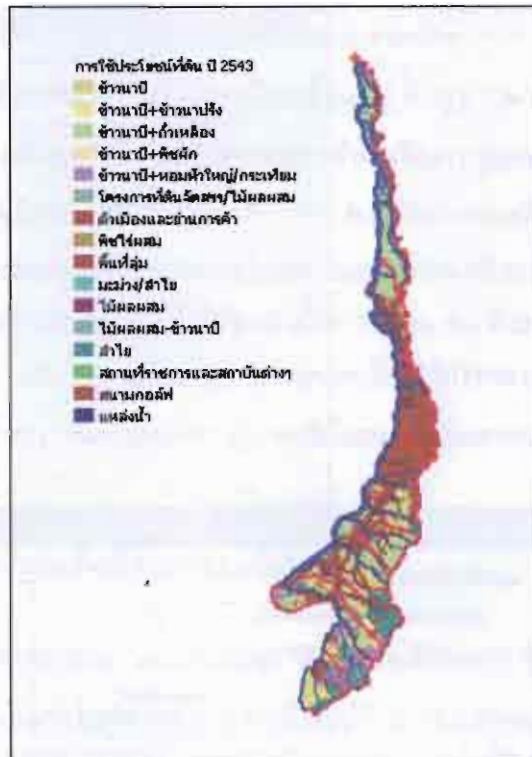
ปิด

รูปที่ 9-14 หน้าต่างเปรียบเทียบความต้องการน้ำ ปี พ.ศ. 2531 กับ 2543

ผู้ใช้สามารถประเมินผลผลิตภาพของน้ำที่เปลี่ยนไปในแต่ละหน่วยแผนที่ของที่ดินจากเมนูย่อย **“ผลผลิตภาพของน้ำ ปี 31-43”** อันเนื่องมาจากผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการจัดสรรน้ำต้นทุน ดังนั้นจึงสามารถค้นหาพื้นที่ที่มีศักยภาพการใช้น้ำที่ลดลง เพื่อระบุบริเวณที่สมควรได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำให้สูงขึ้นต่อไป ทั้งในระดับโครงการและระดับโซนส่งน้ำ หน้าต่างในรูปที่ 9-17 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตภาพของน้ำในตามการใช้ที่ดิน ทั้งในเรื่องด้านผลตอบแทนสุทธิ ปริมาณการใช้น้ำ และผลผลิตต่อหน่วยการใช้น้ำ โดยอ้างอิงราคาและต้นทุนการผลิตในปีพ.ศ. 2543 พบว่าโครงการฯ ได้ลดปริมาณการส่งน้ำลง ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการน้ำในพื้นที่ ประกอบกับมีผลตอบแทนเพิ่มขึ้นจากการปลูกไม้ผล ทำให้ผลผลิตภาพของน้ำในภาพรวมของโครงการเพิ่มขึ้นประมาณ 0.30 บาท/ลบ.ม. ดังรูปที่ 9-18

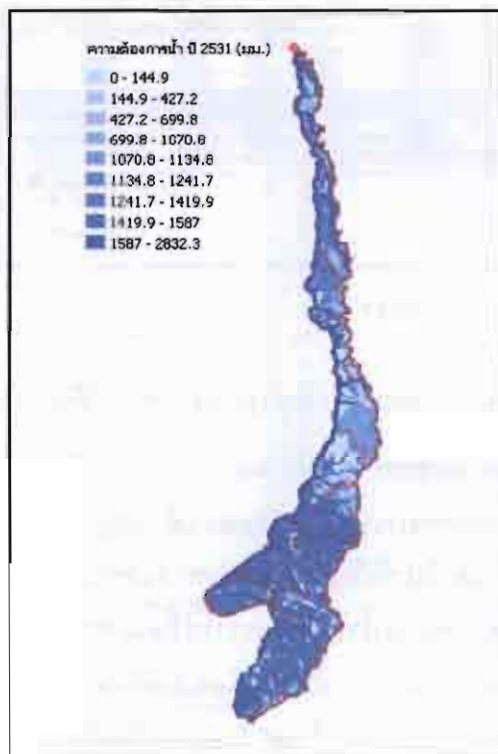


(ก) แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2531

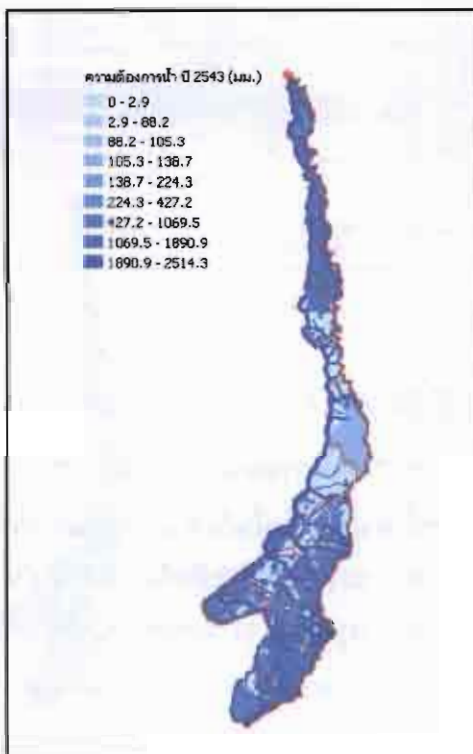


(ข) แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2543

รูปที่ 9-15 การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2531 กับ 2543

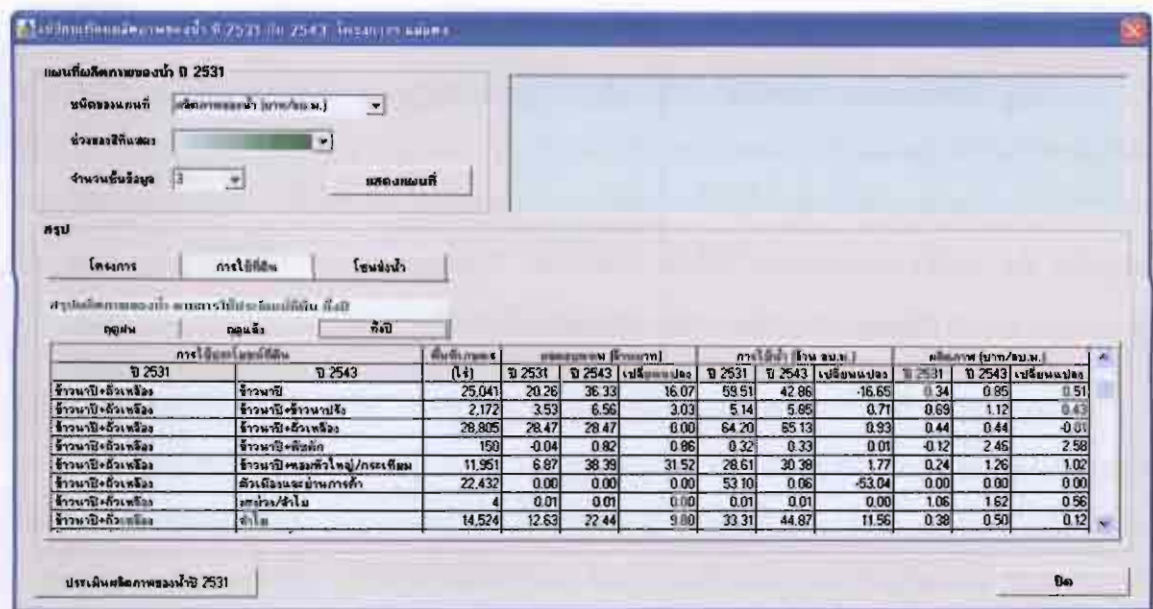


(ก) แผนที่ความต้องการน้ำ ปี 2531

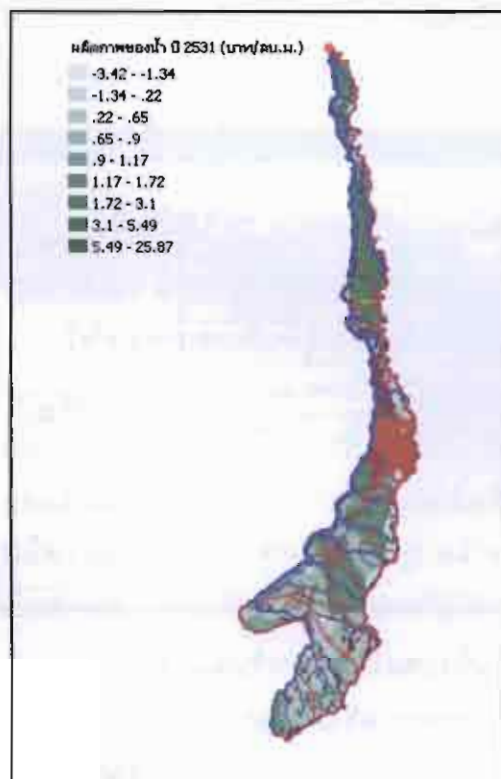


(ข) แผนที่ความต้องการน้ำ ปี 2543

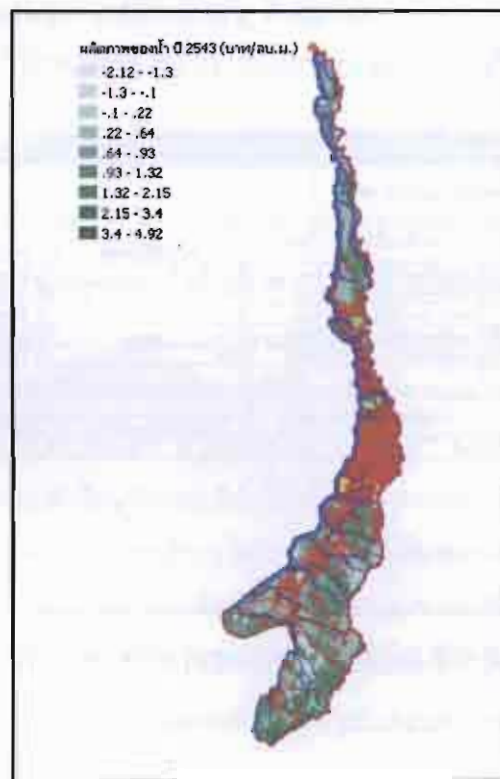
รูปที่ 9-16 การเปรียบเทียบความต้องการน้ำปี พ.ศ. 2531 กับ 2543 ภายในพื้นที่โครงการฯ แม่แตง



รูปที่ 9-17 หน้าต่างเปรียบเทียบผลผลิตภาพของน้ำปี พ.ศ. 2531 กับ 2543



(ก) แผนที่ผลผลิตภาพของน้ำ ปี 2531



(ข) แผนที่ผลผลิตภาพของน้ำ ปี 2543

รูปที่ 9-18 การเปรียบเทียบผลผลิตภาพของน้ำปี พ.ศ. 2531 กับ 2543 ภายในพื้นที่โครงการฯ แม่แตง

การวิเคราะห์สถานการณ์

เมนู "วิเคราะห์สถานการณ์" ใช้สำหรับวิเคราะห์ผลกระทบจากเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตหรือประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ ต่อผลผลิตของน้ำ เพื่อเป็นแนวทางในการหามาตรการสำหรับบริหารจัดการน้ำอย่างเหมาะสมต่อไป เมนูนี้ประกอบด้วย 3 เมนูย่อย คือ "เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บางส่วน" "เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ทั้งหมด" ทั้งโครงการฯ และ "เปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ ราคาและต้นทุน"

ในเมนูย่อย  "เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บางส่วน" (รูปที่ 9-19) ได้ออกแบบให้ผู้ใช้สามารถกำหนดพื้นที่เฉพาะที่ต้องการจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ จากเครื่องมือ  Select Feature เพื่อเลือกหน่วยแผนที่ดิน หรือเลือกปุ่ม "สืบค้นข้อมูลตามเงื่อนไข" ดังรูปที่ 9-20 แสดงตัวอย่างการเลือกพื้นที่ปลูกข้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม ที่มีผลผลิตของน้ำต่ำกว่า 0.85 บาท/ลบ.ม. ผลการเลือกจะแสดงในหน้าต่างเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบางส่วน โดยเขตข้อมูลแรก (#) แสดงรหัสของหน่วยแผนที่ดินที่ถูกเลือก ผู้ใช้สามารถกำหนดประเภทการใช้ที่ดินใหม่ได้ ตัวอย่างรูปที่ 9-19 แสดงการเปลี่ยนพื้นที่บางส่วนของระบบข้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม เป็นระบบข้าวนาปี+ถั่วเหลือง และลำไย

เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บางส่วน โครงการฯ แม่แตง

สืบค้นข้อมูลตามเงื่อนไข

#	การใช้ประโยชน์ที่ดิน (เดิม)	การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ใหม่)			
		การใช้ที่ดินคลุม	วันที่เริ่มปลูก	การใช้ที่ดินคลุม	วันที่เริ่มปลูก
4681	ข้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม	ข้าวนาปี	15 มิถุนายน	ถั่วเหลือง	15 ธันวาคม
4682	ข้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม	ข้าวนาปี	15 มิถุนายน	ถั่วเหลือง	15 ธันวาคม
4807	ข้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม	ข้าวนาปี	15 มิถุนายน	ถั่วเหลือง	15 ธันวาคม
4808	ข้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม	ลำไย	15 มิถุนายน	ลำไย	
4809	ข้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม	ลำไย	15 มิถุนายน	ลำไย	

ปรับปรุง ยกเลิก

เพิ่มข้อมูล

#	การใช้ประโยชน์ที่ดิน (เดิม)	การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ใหม่)			
		การใช้ที่ดินคลุม	วันที่เริ่มปลูก	การใช้ที่ดินคลุม	วันที่เริ่มปลูก

รูปที่ 9-19 หน้าต่างเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบางส่วน

สวิตช์การใช้ที่ดินตามเงื่อนไข

เงื่อนไข	ค่าเงื่อนไข
ผลผลิต (กก./ไร่)	= .81
ผลผลิต (กก.)	> .83
ผลผลิตแทนสุทธิ (บาท/ไร่)	>= .84
ผลผลิตแทนสุทธิ (บาท)	< .85
ผลผลิตของน้ำ (บาท/ลบ.ม.)	<= .86

เพิ่มข้อมูล

เงื่อนไขการสับคัน	ค่าเงื่อนไข	เงื่อนไข
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	= ข้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม และ	
ผลผลิตของน้ำ (บาท/ลบ.ม.)	< .85	และ

ยกเลิก สับคันข้อมูล

รูปที่ 9-20 หน้าต่างสับคันข้อมูลตามเงื่อนไข

ผลการจำลองพบว่าพื้นที่ที่เปลี่ยนจากข้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม เป็นข้าวนาปี+ถั่วเหลือง มีความต้องการน้ำลดลง 0.08 ล้าน ลบ.ม. และมีผลผลิตของน้ำลดลงเล็กน้อยประมาณ 0.01 บาท/ลบ.ม. ส่วนพื้นที่ที่เปลี่ยนไปเป็นลำไยต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้น ประมาณ 0.21 ล้าน ลบ.ม. แต่มีผลผลิตการใช้น้ำสูงขึ้น 0.61 บาท/ลบ.ม. ทำให้ในภาพรวมของโครงการ พบว่ามีความต้องการน้ำเพิ่มขึ้น 0.12 ล้าน ลบ.ม. แต่ผลผลิตของน้ำไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูย่อย  "เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ทั้งหมด" ระบบจะแสดงหน้าต่าง (รูปที่ 9-21) สำหรับจำลองการเปลี่ยนระบบการเพาะปลูกพืชเดิมในปี พ.ศ. 2543 เป็นระบบการปลูกพืชใหม่จากรายชื่อพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพร้อมทั้งกำหนดวันเพาะปลูก เพื่อจำลองการใช้น้ำของพืช การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินนี้จะเป็นการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเดิมทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา เพื่อประเมินศักยภาพการใช้น้ำของพื้นที่โดยสังเขป ตัวอย่างในรูปที่ 9-21 แสดงการประเมินผลผลิตการใช้น้ำโดยการลดพื้นที่ปลูกหอมหัวใหญ่/กระเทียมในพื้นที่โครงการฯ แม้แต่ที่มีความเสี่ยงด้านราคาค่อนข้างสูง แล้วหันไปเพิ่มพื้นที่ปลูกถั่วเหลือง สำหรับตอบสนองความต้องการใช้ภายในประเทศ หลังจากที่ใช้ข้อมูล "วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง" ระบบฯ จะปรับปรุงข้อมูลและแสดงแผนที่การใช้ที่ดินของชั้นข้อมูลหน่วยแผนที่ดินใหม่ (LMU) พร้อมทั้งวิเคราะห์ความต้องการและประเมินผลผลิตของน้ำใหม่ จากนั้นจะแสดงหน้าต่างสรุปและแสดงผลการวิเคราะห์ต่อไป

เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ทั้งหมด โครงการร.แม่แฝด

โปรดเลือกประเภทการใช้ที่ดิน ที่ต้องการเปลี่ยนแปลง

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (เดิม)	การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ใหม่)			
	การใช้ที่ดินฤดูฝน	วันที่เริ่มปลูก	การใช้ที่ดินฤดูแล้ง	วันที่เริ่มปลูก
ข้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม	ข้าวนาปี	15 มิถุนายน	ถั่วเหลือง	15 ธันวาคม

ยกเลิกการเปลี่ยนแปลง วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง

รูปที่ 9-21 หน้าต่างเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์พบว่าหากเปลี่ยนพื้นที่ปลูกหอมหัวใหญ่/กระเทียมเป็นถั่วเหลือง จะทำให้การใช้น้ำลดลง 3.97 ล้าน ลบ.ม. และผลิตภาพการใช้น้ำเพิ่มขึ้น 1.57 บาท/ลบ.ม. ที่ราคากระเทียมเท่ากับ 4.0 บาท/กก. ราคาหอมหัวใหญ่เท่ากับ 3.0 บาท/กก. และราคาของถั่วเหลืองเท่ากับ 15 บาท/กก.

เปรียบเทียบความต้องการน้ำ โครงการร.แม่แฝด

รูปแบบการแสดงผล: จำนวนชั้นข้อมูล: แสดงแผนที่

สรุป

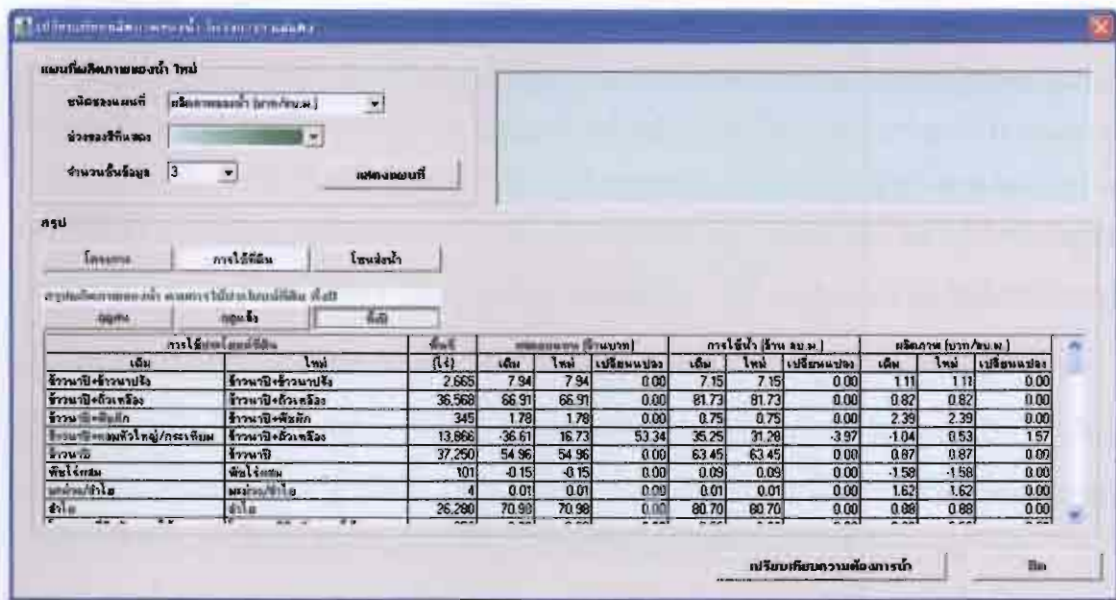
โครงการ การใช้ที่ดิน โซนส่งน้ำ

สรุปความต้องการน้ำ ตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2561

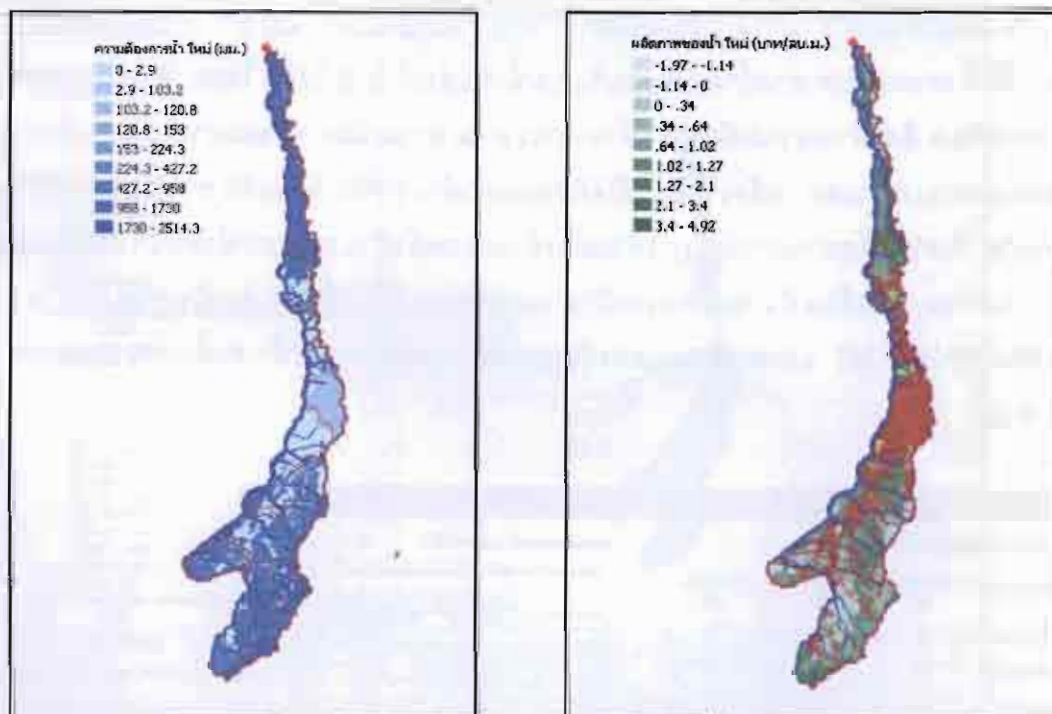
การใช้ประโยชน์ที่ดิน		พื้นที่ (ไร่)	ความต้องการน้ำ (ลบ.ม.)			ความต้องการน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)		
เดิม	ใหม่		เดิม	ใหม่	เปลี่ยนแปลง	เดิม	ใหม่	เปลี่ยนแปลง
ข้าวนาปี+ข้าวนาปี	ข้าวนาปี+ข้าวนาปี	2,665	1,855	1,855	0	7.91	7.91	0.00
ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง	36,568	1,365	1,365	0	79.85	79.85	0.00
ข้าวนาปี+พืชผัก	ข้าวนาปี+พืชผัก	345	1,410	1,410	0	0.78	0.78	0.00
ข้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง	13,866	1,669	1,410	-259	37.02	31.28	-5.74
ข้าวนาปี	ข้าวนาปี	37,250	644	644	0	38.39	38.39	0.00
สวนเมืองและย่านการค้า	สวนเมืองและย่านการค้า	76,899	23	23	0	2.79	2.79	0.00
พืชไร่ผสม	พืชไร่ผสม	101	351	351	0	0.06	0.06	0.00
พื้นที่ว่าง	พื้นที่ว่าง	687	0	0	0	0.00	0.00	0.00

เปรียบเทียบผลผลิตของน้ำ ปิด

รูปที่ 9-22 หน้าต่างเปรียบเทียบความต้องการน้ำจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน



รูปที่ 9-23 หน้าต่างเปรียบเทียบผลผลิตภาพของน้ำจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน



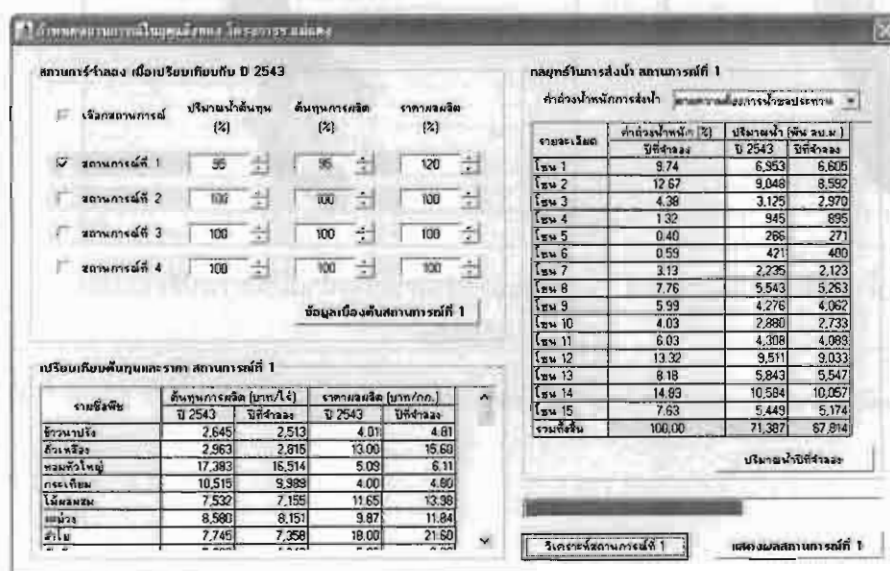
(ก) แผนที่ความต้องการน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

(ข) แผนที่ผลผลิตภาพของน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

รูปที่ 9-24 แผนที่ความต้องการน้ำและผลผลิตภาพของน้ำหลังจากเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

ปริมาณน้ำต้นทุนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการบริหารจัดการน้ำ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและมีความแปรปรวนสูง ซึ่งหากปีใดมีปริมาณน้ำต้นทุนมาก การจัดสรรน้ำทำได้โดยง่าย แต่หากปีใดมีน้ำน้อยไม่เพียงพอกับการเพาะปลูกพืช โดยเฉพาะในฤดูแล้งซึ่งมักขาดแคลนน้ำอยู่เสมอ ทำให้เกษตรกรต้องร่วมมือกันใช้น้ำอย่างประหยัด ตัวแปรด้านเศรษฐศาสตร์ที่นำมาใช้ร่วมวิเคราะห์สถานการณ์ ได้แก่ ราคาผลผลิตและต้นทุนการผลิต โดยสามารถประเมินได้จากเมนูย่อย  "เปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ ราคาและต้นทุน"

หน้าต่างวิเคราะห์สถานการณ์ในฤดูแล้งแสดงดังรูปที่ 9-25 มีกรอบ "สถานการณ์จำลองเมื่อเทียบกับปี 2543" เป็นกรอบหลักในการกำหนดสถานการณ์ ซึ่งได้ออกแบบให้สามารถจัดเก็บสถานการณ์ที่เคยวิเคราะห์ไว้แล้วจำนวน 4 สถานการณ์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำผลของแต่ละสถานการณ์มาวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบกันได้ โดยระบบฯ กำหนดให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลงเพิ่มหรือลดปริมาณของปัจจัยต่างๆ ในรูปของร้อยละ เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2543 ตัวอย่างในรูปที่ 9-25 แสดงการวิเคราะห์ในกรณีที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำโดยพยายามลดปริมาณการส่งน้ำและต้นทุนการผลิต ประกอบกับเกษตรกรสามารถขายผลผลิตในราคาที่สูงขึ้น โดยรูปแบบการจัดสรรปริมาณน้ำต้นทุน สามารถกำหนดได้จากกรอบ "กลยุทธ์ในการส่งน้ำ" ทางด้านซ้ายของหน้าต่าง เพื่อกำหนดจากค่าถ่วงน้ำหนักของปริมาณน้ำที่แต่ละโซนจะได้รับ โดยอาศัยการประเมินจาก 3 ทางเลือก คือ ตามความต้องการน้ำชลประทาน ตามผลผลิตภาพของการใช้น้ำ หรือผู้ใช้กำหนดตามความเหมาะสม หลังจากที่ใช้ได้กำหนดค่าต่างๆ เรียบร้อยแล้ว การวิเคราะห์ทำได้โดยเลือกปุ่ม "วิเคราะห์สถานการณ์" ทางด้านล่างซ้ายของหน้าต่าง หลังจากทีระบบฯ ได้ประเมินสถานการณ์จำลองเสร็จแล้ว จะแสดงหน้าต่างสรุปผลการเปลี่ยนแปลงในรูปของตารางเปรียบเทียบ (รูปที่ 9-26) และสามารถแสดงข้อมูลผลผลิตภาพของการใช้น้ำเชิงพื้นที่ของแต่ละโซนดังรูปที่ 9-27



สถานการณ์จำลอง เมื่อเปรียบเทียบกับ ปี 2543

เลือกสถานการณ์	ปริมาณน้ำต้นทุน (%)	ต้นทุนการผลิต (%)	ราคาผลผลิต (%)
สถานการณ์ที่ 1	95	95	120
สถานการณ์ที่ 2	100	100	100
สถานการณ์ที่ 3	100	100	100
สถานการณ์ที่ 4	100	100	100

ข้อมูลเบื้องต้นสถานการณ์ที่ 1

รายจ่ายพื้นที่	ต้นทุนการผลิต (บาท/ไร่)	ราคาผลผลิต (บาท/กก.)
ข้าวนาปรัง	2,645	2,513
ข้าวนาปรัง	2,963	2,815
พริกหัวใหญ่	17,383	15,514
กระเทียม	10,515	9,989
โสมผสม	7,532	7,155
แตงกวา	8,580	8,151
มะเขือ	7,745	7,358

เปรียบเทียบต้นทุนการชลประทาน สถานการณ์ที่ 1

รายจ่ายพื้นที่	ต้นทุนการผลิต (บาท/ไร่)	ราคาผลผลิต (บาท/กก.)
ปี 2543	2,645	2,513
ปี 2543	2,963	2,815
ปี 2543	17,383	15,514
ปี 2543	10,515	9,989
ปี 2543	7,532	7,155
ปี 2543	8,580	8,151
ปี 2543	7,745	7,358

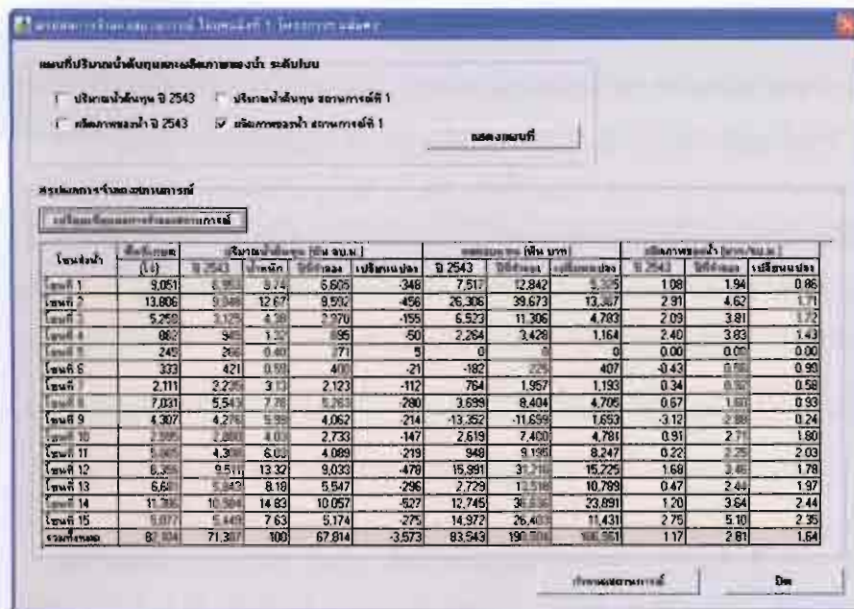
กลยุทธ์ในการส่งน้ำ สถานการณ์ที่ 1

รายจ่ายพื้นที่	ค่าถ่วงน้ำหนัก (%)	ปริมาณน้ำ (พัน ลบ.ม.)
โซน 1	9.74	6,953
โซน 2	12.67	9,048
โซน 3	4.38	3,125
โซน 4	1.32	945
โซน 5	0.40	266
โซน 6	0.59	421
โซน 7	3.13	2,235
โซน 8	7.76	5,543
โซน 9	5.99	4,276
โซน 10	4.03	2,880
โซน 11	6.03	4,308
โซน 12	13.32	9,511
โซน 13	8.18	5,843
โซน 14	14.83	10,584
โซน 15	7.63	5,449
รวมทั้งสิ้น	100.00	71,387

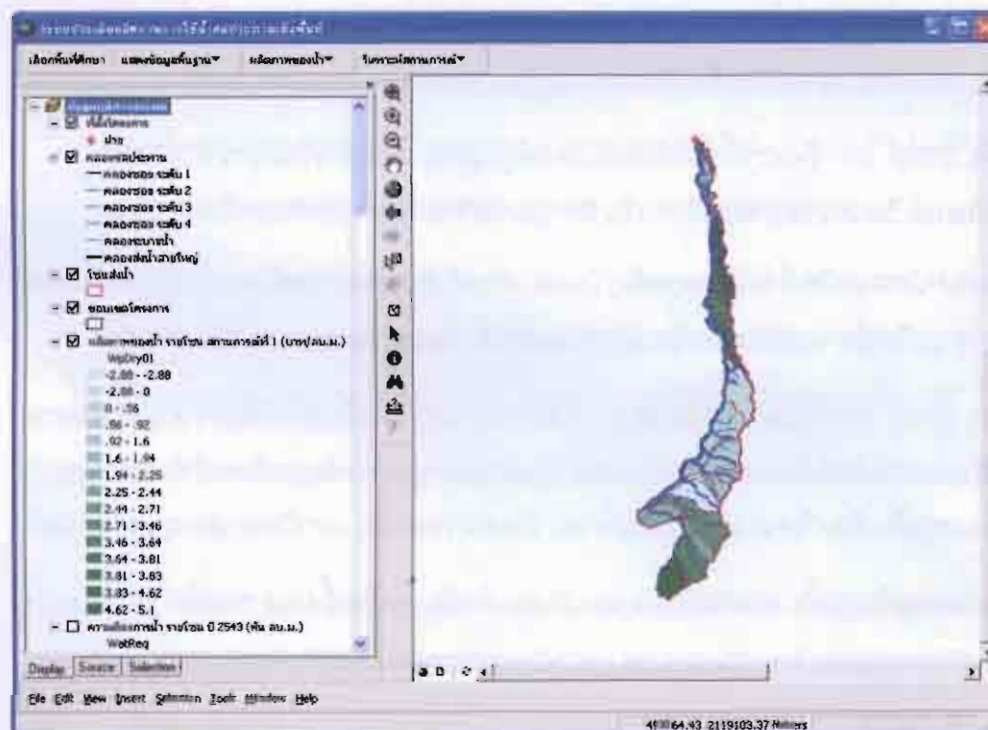
วิเคราะห์สถานการณ์ที่ 1

แสดงผลสถานการณ์ที่ 1

รูปที่ 9-25 หน้าต่างเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำต้นทุน ต้นทุน และราคาผลผลิต



รูปที่ 9-26 หน้าต่างสรุปผลการจำลองสถานการณ์ที่ 1 โครงการฯ แม่แตง



รูปที่ 9-27 ผลิตภาพของน้ำในแต่ละโซน หลังเปลี่ยนกลยุทธ์ในการจัดสรรน้ำ

สรูป

การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรภายในพื้นที่โครงการชลประทานมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ทุกฤดูกาลเพาะปลูก ซึ่งจะส่งผลต่อความต้องการน้ำและผลผลิตภาพโดยรวมของโครงการชลประทาน จึงจำเป็นต้องมีระบบและฐานข้อมูลอันทันสมัย ที่สามารถตอบสนองความต้องการต่างๆ และมีเครื่องมือสำหรับช่วยติดตามการใช้ทรัพยากรน้ำและบริหารจัดการปัญหาดังกล่าวได้

อย่างเป็นรูปธรรม ระบบ WaterPro ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินผลผลิตภาพของการใช้น้ำเชิงพื้นที่ สำหรับโครงการชลประทานขนาดกลางและขนาดใหญ่ ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน โดยอาศัยข้อมูลการใช้ที่ดิน ปริมาณน้ำต้นทุน และการประเมินคุณภาพที่ดินที่ได้จากระบบประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจของที่ดิน นอกจากนี้ผู้ใช้ระบบสามารถวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนพืชหรือระบบพืชเหมือนนโยบายหรือแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนไป ทำให้ผู้ใช้ทราบถึงปริมาณความต้องการน้ำและผลผลิตภาพของน้ำที่อาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ทำให้เกิดความพร้อมในการวางแผนจัดสรรน้ำและเตรียมการรับมือกับสถานการณ์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต รวมทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและที่ดินในโครงการชลประทานให้สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- เฉลิมพล ลำราญพงษ์, เมธี เอกะสิงห์ และ เบญจพรรณ เอกะสิงห์. 2548. ระบบประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจของที่ดิน. ใน เมธี เอกะสิงห์ และคณะ. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: การใช้ทรัพยากรและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ระบบกลาง). เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. น. 73-94.
- นันทา ตริยากิจ. 2535. การจัดสรรน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุดของโครงการชลประทานแม่จัด. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภาณุวัฒน์ ปิ่นทอง และเอกสิทธิ์ โสสิตสกุลชัย. 2546. แบบจำลองโดยเกณฑ์แบบฟัซซีสำหรับการจัดการอ่างเก็บน้ำ: กรณีศึกษาเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์. *วิศวกรรมสาร มก.* 51:17-31.
- ภารดา มีอำพล. 2542. การพัฒนา WASAM 3.0 และการประยุกต์ใช้ในการจัดสรรน้ำและติดตามประเมินผลการส่งน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่ามะกา. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน. 2548. ค่าสัมประสิทธิ์ (Kc) ของพืช 30 ชนิด [Online]. Available: <http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/CWRdata/Kc/Kc.pdf>. (25 มกราคม 2548).
- สุธีราพร นิมิตรไพบูลย์, ไตรรงค์ ปิมปา และ รุ่งนภา เยี่ยมสาคร. 2545. อัตราการใช้น้ำและพฤติกรรมการใช้น้ำของประชาชนจากระบบประปาหมู่บ้านของกรมอนามัย. กองประปาชนบท กรมอนามัย.
- สุภลักษณ์ จันทรสมบัติ, จรรย์ธร บุญญานุภาพ และ ชฎา ณรงค์ฤทธิ์. 2546. การพยากรณ์ความต้องการน้ำประปาในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. ใน รายงานการประชุมวิชาการ การแผนที่และภูมิสาร

- สหประชาชาติ ประจำปี 2546: การสำรวจและการแผนที่กับการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน, วันที่ 18-20 พฤศจิกายน 2546 ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). น.1-22 (GIS&MAP).
- อังกูร ว่องตระกูล. 2546. การกำหนดพื้นที่เป้าหมายการส่งน้ำและวางแผนการปลูกพืชในฤดูแล้งให้เกิดประโยชน์สูงสุดของโครงการชลประทานแม่กวงอุดมธารา. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Ahmad, M.D., I. Masih, and H. Turral. 2004. Diagnostic analysis of spatial and temporal variations in crop water productivity: A field scale analysis of the rice-wheat cropping system of Punjab, Pakistan. *Journal of Applied Irrigation Science* 39: 43-63.
- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation Drainage Paper No.56. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Bhaktikul, K. 2001. The development of a genetic algorithm for real time water allocation and water scheduling in complex irrigation systems. Thesis Ph.D. School of Civil and Environmental Engineering, University of Edinburgh.
- Boken, V.K. G. Hoogenboom, J.E. Hook, D.L. Thomas, L.C. Guerra, and K.A. Harrison. 2004. Agricultural water use estimation using geospatial modeling and a geographic information system. *Agricultural Water Management* 67: 185-199.
- Chang, K.T. 2004. Programming ArcObject with VBA: A Task-Oriented Approach. Florida: CRC Press.
- Donkwa, M. 1997. Optimum irrigation water allocation in Huai Toey irrigation project, changwat Khon Kean. Ph.D. Thesis, (Agricultural Economics). Kasetsart University.
- Doorenbos, J. and A.H. Kassam. 1979. Yield response to water. FAO Irrigation Drainage Paper No.33. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Droogers, P. and Kite. 2001. Estimate productivity of water at different spatial scales using simulation modeling. Research Report 53. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.

- ESRI. 2004. ArcGIS Desktop. [Computer Software]. California: Environmental Systems Research Institute.
- Fortes, P.S., A.E. Platonov, and L.S. Pereira. 2005. GISAREG-A GIS based irrigation scheduling simulation model to support improved water use. *Agricultural Water Management* 77: 159-179.
- Kuo, S.F., G.P. Merkley, and C.W. Liu. 2000. Decision support for irrigation project planning using a genetic algorithm. *Agricultural Water Management* 45: 243-266.
- Li, S., D. Tarboton, and M. McKee. 2003. Development of an ArcMap toolbar for regional evapotranspiration modeling. *23rd ESRI International User Conference*, July 7-11, 2003, San Diego, California.
- Mateos, L., I. Lopez-Cortijo, and J.A. Sagardoy. 2002. SIMIS: the FAO decision support system for irrigation scheme management. *Agricultural Water Management* 56: 193-206.
- Molden, D. 1997. Accounting for water use and productivity. SWIM Paper 1. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
- Rowshon, M.K., C.Y. Kwok, and T.S. Lee. 2003. GIS-based scheduling and monitoring of irrigation delivery for rice irrigation system: Part I Scheduling. *Agricultural Water Management* 62: 105-116.
- Smith, M. 1992. CROPWAT-a computer program for irrigation planning and management. FAO Irrigation and Drainage Paper 46. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Tingsanchali, T. and W. Suiadee. 2002. Water operation model for Nam Oon irrigation project. *Proceedings 8th National Conference on Civil Engineering Institute of Thailand*. 23-25 October, 2002. Vol. 2, pp. WRE 13-18.
- Todorovic, M. and P. Steduto. 2003. A GIS for irrigation management. *Physics and Chemistry of the Earth* 28: 163-174.

การพัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผนการจัดการทรัพยากร เพื่อการเกษตรและบริการ (รศทก.)

เมธี เอกะสิงห์¹ ชาฤทธิ สุ่มเหม² และ เฉลิมพล สำราญพงษ์²

คำนำ

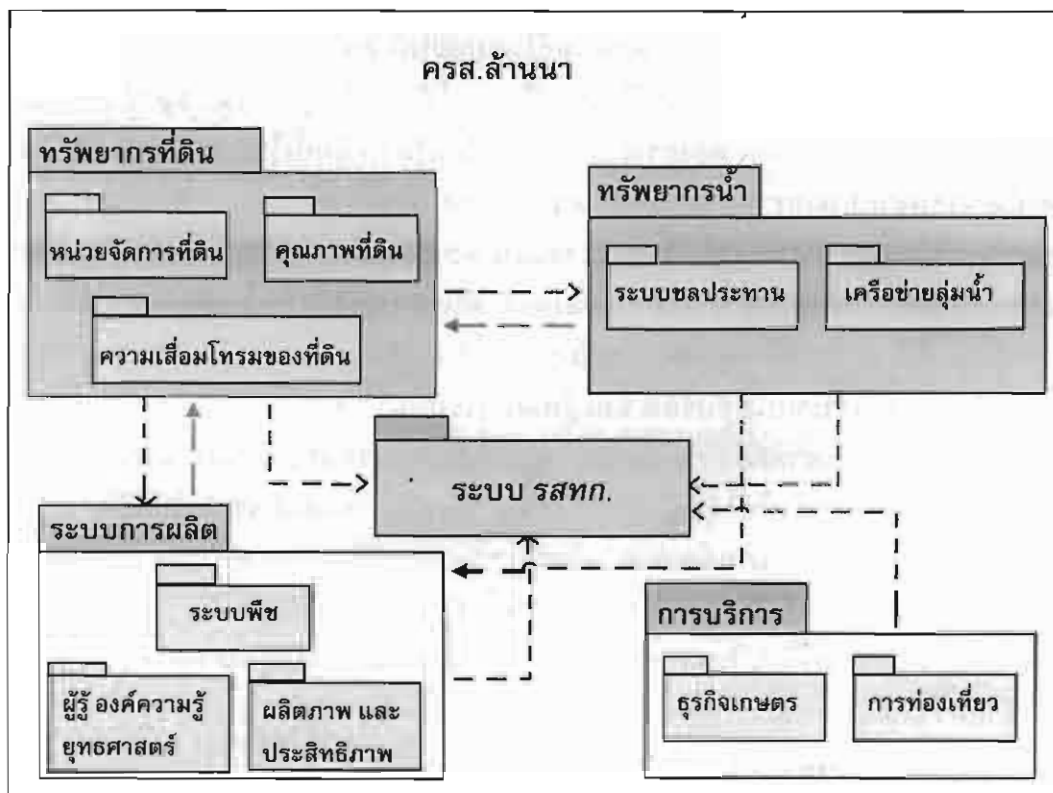
ระบบเรียกใช้ป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพราะเป็นส่วนเชื่อมโยงระหว่างผู้กับข้อมูลเชิงพื้นที่และผลลัพธ์จากการวิเคราะห์สถานการณ์ แท้ที่จริงแล้วระบบภูมิสารสนเทศที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายต่างมีส่วนการนำเข้าข้อมูล การแสดงผล การสืบค้น การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ และการพิมพ์ผลลัพธ์ในรูปแบบที่ ตาราง หรือข้อความครบถ้วน อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดที่สำคัญของระบบดังกล่าวคือเมนูโต้ตอบกับผู้ใช้เป็นภาษาอังกฤษ มีองค์ประกอบของการใช้งานซับซ้อน ต้องการเวลาในการเรียนรู้มาก อีกทั้งในการเลือกพื้นที่ และชั้นข้อมูลที่พัฒนาขึ้นจากหน่วยงานต่างๆ เพื่อวิเคราะห์ร่วมกันในงานบูรณาการทำได้ไม่สะดวก ทำให้เป็นอุปสรรคในการระดมความคิด การวางแผน ตลอดจนการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ในการกระบวนการตัดสินใจ การพัฒนาระบบเรียกใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่อาจเป็นไปในลักษณะเจาะจงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ ข้อดีของการพัฒนาในลักษณะนี้คือผู้ใช้ไม่ต้องใช้เวลาเรียนรู้มากนัก เนื่องจากองค์ประกอบของระบบไม่ซับซ้อน และผู้พัฒนาระบบมักจัดทำเมนูการเรียกใช้จำนวนจำกัดเฉพาะเท่าที่ผู้ใช้เป้าหมายต้องการ ข้อจำกัดของการพัฒนาระบบเรียกใช้ที่เฉพาะเจาะจงเกินไปคือไม่สามารถตอบสนองกับกลุ่มผู้ใช้ที่กว้างขวางขึ้นและความต้องการของงานที่ต้องการบูรณาการข้อมูลหลากหลายประเภทดังเช่นการจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบเรียกใช้ที่สามารถทำงานร่วมกับระบบภูมิสารสนเทศ โดยมีวัตถุประสงค์ให้เป็นระบบที่เปิดกว้างที่สามารถนำเข้าข้อมูลได้หลายรูปแบบ มีหน้าต่างอำนวยความสะดวกในการใช้เป็นภาษาไทย มีเครื่องมือการใช้งาน แสดงข้อมูลที่จัดเก็บไว้ สืบค้นข้อมูลอธิบายและข้อมูลเชิงพื้นที่ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ตลอดจนการแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบที่และตาราง พร้อมทั้งพิมพ์แผนที่ได้ตามต้องการ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการบูรณาการข้อมูลทรัพยากรเพื่อการผลิตทางการเกษตรและการบริการในระดับจังหวัด กลุ่มจังหวัด หรืองานจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ลุ่มน้ำสาขาและลุ่มน้ำย่อยระดับต่างๆ เป็นกรอบในการบูรณาการ ซึ่ง รศทก. เป็นระบบพัฒนาขึ้นเพื่อสนองความต้องการดังกล่าว

¹ ภาควิชาภูมิศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

² ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

แนวคิดในการพัฒนาระบบ รสทก.

แนวคิดที่สำคัญของการพัฒนาระบบ รสทก. คือการสร้างระบบที่สามารถบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลอื่นที่เป็นผลลัพธ์ของกลุ่มโครงการในเครือข่าย ให้สามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกัน (รูปที่ 10-1) เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทรัพยากรกับระบบการผลิตในรูปของชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลอรรถาธิบาย และภาพเหตุการณ์จำลองที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต อันเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม เทคโนโลยีการผลิต เป้าหมายในการผลิต การจัดสรรทรัพยากร หรือผลกระทบจากนโยบาย ทำให้การตัดสินใจในโครงการบูรณาการระดับจังหวัดหรือกลุ่มจังหวัดมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถสนองความต้องการของโครงการหรืองานอื่นที่ต้องการใช้งาน รสทก. เพื่อการแสดงผลและสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่อันเป็นผลจากการวิเคราะห์หรือจำลองสถานการณ์ในโครงการเหล่านั้น



รูปที่ 10-1 ความเชื่อมโยงระหว่าง รสทก. และองค์ประกอบอื่นของโครงการ ครส.ลำนานา

การออกแบบ รสทก. จึงต้องคำนึงถึงความต้องการดังกล่าว ดังนั้นจึงมีกรอบแนวคิดหลัก คือ (1) ใช้ขีดความสามารถของระบบภูมิสารสนเทศ (2) จัดข้อมูลเป็นลำดับชั้น (3) เป็นระบบเปิด และ (4) ความสามารถในการบูรณาการชั้นข้อมูลทรัพยากร

การทำงานบนระบบภูมิสารสนเทศ

การเชื่อมโยงองค์ประกอบส่วนต่างๆ ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเข้าด้วยกันเพื่อให้ผู้ใช้มีความสะดวกในการใช้งานเป็นส่วนสำคัญของการพัฒนาระบบ รสทก. ความต้องการพื้นฐาน

ของระบบดังกล่าวคือ ระบบเรียกใช้ต้องทำงานร่วมกับระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System, GIS) ระบบที่ดีควรสามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับผู้ใช้หลายประเภท ดังนั้นจึงควรออกแบบให้มีโครงสร้างที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาระบบให้มีความซับซ้อนแตกต่างกันได้ ตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ เช่น นักวางแผนจัดการทรัพยากรอาจต้องการเลือกแสดงข้อมูล โดยมีขอบเขตเป็นลุ่มน้ำระดับต่างๆ ในขณะที่ผู้วางแผนและนโยบายระดับจังหวัดต้องการข้อมูลที่แสดงภาพรวมของทรัพยากรและระบบการผลิตและบริการทางเกษตรโดยอาศัยขอบเขตการปกครองระดับต่างๆเป็นหลัก ระบบ *รศทก.* เชื่อมโยงส่วนต่างๆ ของโครงการ *ครส.ลำนนา* ให้สามารถบูรณาการกับโครงการอื่นที่นำข้อมูลเชิงพื้นที่ไปใช้ในการวิเคราะห์และแสดงผล ดังนั้นการพัฒนาระบบ *รศทก.* จึงต้องดำเนินการในระบบภูมิสารสนเทศ โดยมีส่วนเชื่อมโยงกับผู้ใช้เป็นภาษาไทยเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการใช้งาน

การตัดสินใจเลือกระบบ GIS ที่จะใช้ในการพัฒนาระบบ *รศทก.* จะส่งผลกระทบต่อทั้งการพัฒนาและการใช้งานระบบ ทั้งนี้เนื่องจากแต่ละระบบมีความต้องการใช้ทรัพยากร ชีตความสามารถในการใช้งาน และความยากง่ายในการใช้งานแตกต่างกัน ระบบ GIS ที่อาจใช้พัฒนาระบบ *รศทก.* ได้แก่

- (1) ArcView 3.2 และภาษา Avenue ระบบนี้ได้รับความนิยมในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีชุดคำสั่งพร้อมใช้งานด้านการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลอรรถาธิบายมากพอที่จะพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ ข้อจำกัดของโปรแกรมนี้นี้คือผู้ใช้จะต้องจัดหาโปรแกรม ArcView ประกอบการทำงานของระบบเรียกใช้และแสดงผล นอกจากนี้ผู้ผลิตโปรแกรม ArcView ได้ประกาศแล้วว่า จะไม่มีการพัฒนาโปรแกรมนี้อีกต่อไปในอนาคต
- (2) MapObjects และ Microsoft Visual Basic (VB) การพัฒนาระบบ *รศทก.* อาจทำได้โดยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา VB เพื่อเรียกใช้ object ของข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลอรรถาธิบายตามที่ผู้ใช้ต้องการ ข้อดีของการพัฒนาในรูปแบบนี้คือผู้พัฒนาระบบสามารถคอมไพล์โปรแกรมการใช้งานโดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องจัดหาซอฟต์แวร์ GIS เพิ่มเติม อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของการพัฒนาในแนวทางนี้คือชุดคำสั่งพร้อมใช้งานในโปรแกรม MapObjects มีจำนวนจำกัด ไม่สามารถครอบคลุมการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อประยุกต์ใช้งานในหลายลักษณะได้
- (3) ArcGIS และ Microsoft Visual Basic ทางเลือกนี้คล้ายคลึงกับทางเลือกที่ 2 แต่ ArcGIS มี object พร้อมใช้งานอยู่มากมายพอที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใช้งานดังเช่นระบบ *รศทก.* ได้ ข้อดีอีกประการหนึ่งคือเมื่อพัฒนาระบบใช้งานโดยใช้โปรแกรมเหล่านี้แล้ว หากประสงค์จะดัดแปลงระบบเพื่อใช้งานในลักษณะอื่น เช่น จัดทำเป็น WebGIS เพื่อให้ผู้ใช้ไม่ต้องจัดหาซอฟต์แวร์ GIS เพิ่มเติมอาจทำได้สะดวกกว่าการพัฒนาตามแนวทางแรกและแนวทางที่สอง

หลังจากพิจารณาข้อดีข้อเสียตลอดจนความสามารถในการปรับเปลี่ยนให้เหมาะกับผู้ใช้ที่มีความต้องการที่แตกต่างกัน จึงเลือกใช้ object ที่มีอยู่ในโปรแกรม ArcGIS ในการพัฒนาระบบ รสทก. เพื่อให้มีองค์ประกอบในการจัดการ วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยมีชุดคำสั่งที่เขียนด้วยโปรแกรม VB ในการเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้และฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ รวมทั้งส่วนการวิเคราะห์ต่างๆ ในแต่ละระบบย่อยของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ในขณะที่ผู้ใช้ทั่วไปไม่จำเป็นต้องมีความรู้และความชำนาญในการใช้งาน ArcGIS ส่วนผู้ใช้ที่มีระบบภูมิสารสนเทศ ArcGIS อยู่แล้ว สามารถติดตั้งระบบ รสทก. เพื่อใช้งานได้ตามรายละเอียดในคู่มือการใช้งานระบบ รสทก. (ชาฤทธิและเมธี, 2548)

รูปที่ 10-2 เป็นหน้าต่างแรกเมื่อผู้ใช้เรียกใช้งาน รสทก. และเมื่อเข้าสู่โปรแกรมจะมีหน้าต่างแสดงเมนูหลักให้เลือก ได้แก่ (1) เข้าสู่โปรแกรม (2) นำเข้าข้อมูล (3) เข้าสู่ ArcMap (4) กำหนด Alias Field เพื่อตั้งชื่อฟิลด์ในตารางข้อมูลให้เป็นภาษาไทย (5) ออกจากโปรแกรม และ (6) กำหนดค่าโปรแกรม เพื่อเปลี่ยนรูปลักษณะของรูปหน้าต่างตอนบนเมนูหลัก (รูปที่ 10-3) และคำอธิบายรายละเอียดบางประการของ รสทก. (รูปที่ 10-4) ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการให้รูปลักษณะของหน้าต่าง รสทก. ให้สอดคล้องกับการใช้งานเฉพาะโครงการ นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถเชื่อมโยงการใช้งานเข้าสู่โปรแกรมอื่นได้ โดยเพิ่มเติมลงในหน้าต่างโปรแกรมเสริม (รูปที่ 10-5) ดังรายละเอียดในคู่มือการใช้งาน รสทก. (ชาฤทธิและเมธี, 2548)



รูปที่ 10-2 หน้าต่างแรกของระบบ รสทก. ก่อนเข้าสู่ส่วนทำงาน



รูปที่ 10-3 องค์ประกอบของหน้าต่างเมนูหลัก



รูปที่ 10-4 หน้าต่างแจ้งรายละเอียดข้อมูล



รูปที่ 10-5 หน้าต่างโปรแกรมเสริม

การจัดข้อมูลเป็นลำดับชั้น

ระบบเกษตรและทรัพยากรมืองค์ประกอบที่ซับซ้อน การเรียกใช้และการสืบค้นข้อมูลจะง่ายต่อการใช้และความเข้าใจโดยการจัดลำดับชั้นของระบบตาม *ขอบเขตการปกครอง* และ *ขอบเขตลุ่มน้ำ* การจัดลำดับชั้นแบบแรกเหมาะกับงานบูรณาการระดับกลุ่มจังหวัด จังหวัด อำเภอ และตำบล ส่วนการจัดลำดับชั้นแบบที่สองเหมาะกับงานบูรณาการที่อาศัยทรัพยากรเป็นฐาน เช่น การจัดการลุ่มน้ำในเชิงบูรณาการที่เป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์การจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประเทศ

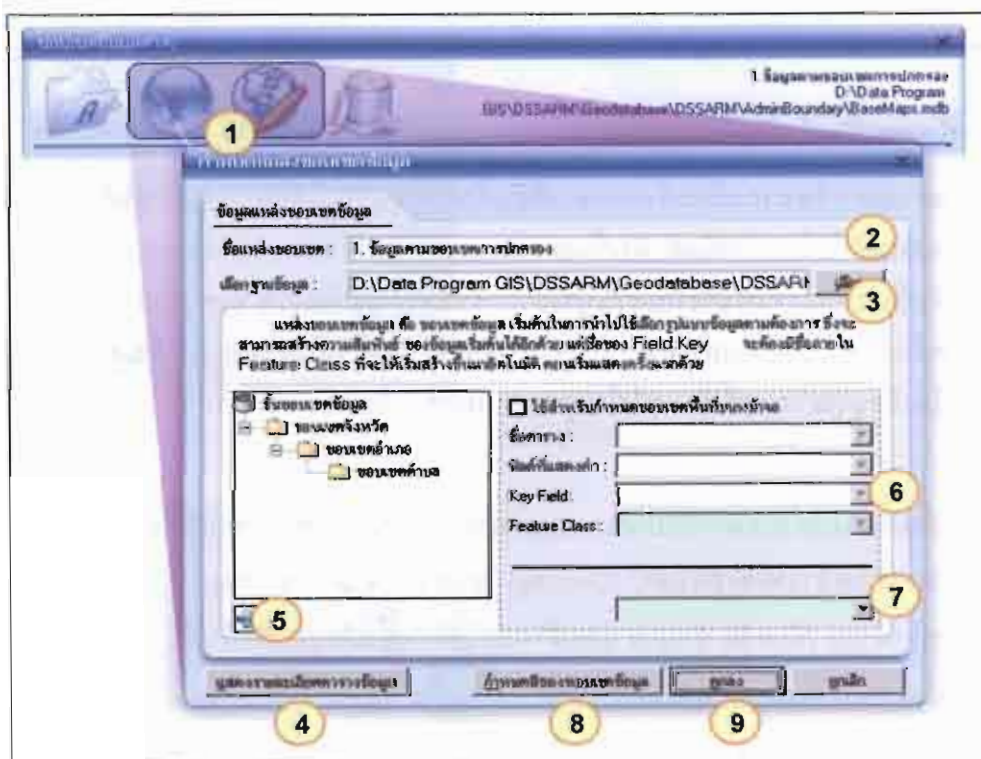
การเลือกพื้นที่ตามขอบเขตการปกครองและลุ่มน้ำจะสามารถทำได้ต่อเมื่อมีการเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยการวิเคราะห์เชิงซ้อนทับ (Overlay) แบบระบุตัวตนได้ (Identity) ระหว่างชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง (จังหวัด อำเภอ และตำบล) เข้ากับชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ทุกชั้นข้อมูลที่เป็นประเภท Feature แบบ Polygon และจะนำเข้ามาใช้งานใน *รสถก.* ผลลัพธ์จะได้หน่วยแผนที่ย่อยที่สามารถระบุได้ว่าอยู่ในขอบเขตการปกครองใดในลำดับชั้นต่างๆ ตั้งแต่จังหวัด อำเภอ และตำบล ทั้งนี้ได้ใช้รหัสมาตรฐานของกรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย (กรมการพัฒนาชุมชน, 2546) เพื่อกำกับหน่วยพื้นที่ที่เป็นขอบเขต จังหวัด อำเภอ และตำบล สำหรับการแสดงผล

ตามลำดับชั้นลุ่มน้ำได้ใช้ขอบเขตลุ่มน้ำจากการกำหนดเขตและให้รหัสกำกับลุ่มน้ำในลำดับชั้นต่าง ๆ จากงานวิจัยการพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำ (ปิ่นเพชร และคณะ, 2548)

การกำหนดลำดับชั้นของขอบเขตที่ใช้เป็นกรอบในการแสดงชั้นข้อมูลในรูปของแผนที่ดำเนินการโดยเลือกเมนูนำเข้าข้อมูล (รูปที่ 10-6) จากนั้นจึงดำเนินการตามขั้นตอนสรุปในรูปที่ 10-7 และรายละเอียดในคู่มือการใช้งาน รสทก.



รูปที่ 10-6 แสดงปุ่มสำหรับคลิกเพื่อเปิดหน้าต่างนำเข้าข้อมูล

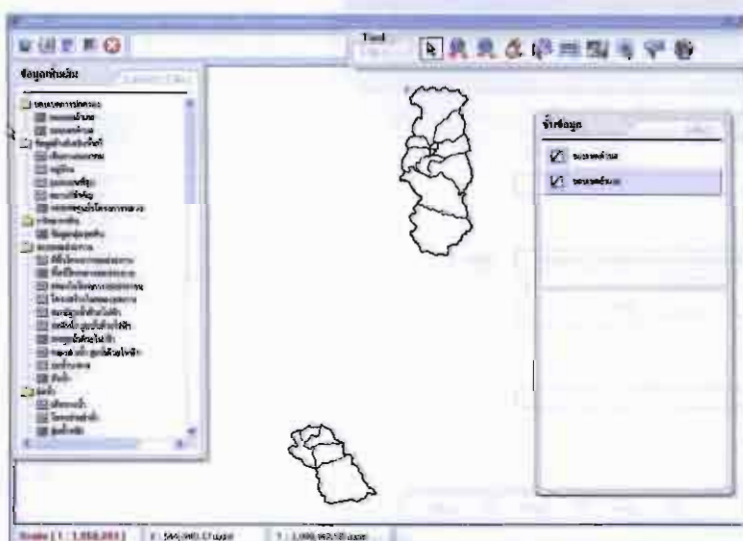


รูปที่ 10-7 หน้าต่างแสดงขั้นตอนการสร้างลำดับชั้นของขอบเขตที่ใช้เป็นกรอบในการแสดงชั้นข้อมูลเป็นแผนที่ใน รสทก.

เมื่อสร้างขอบเขตดังกล่าวแล้วผู้ใช้สามารถเลือกพื้นที่ในลำดับชั้นใดเพื่อแสดงข้อมูลได้ เช่น หากสร้างขอบเขตอ้างอิงตามขอบเขตการปกครองเป็นจังหวัด อำเภอ และตำบล ผู้ใช้สามารถเรียกแสดงข้อมูลได้ภายในระดับจังหวัด หรืออำเภอ หรือตำบล ตัวอย่างในรูปที่ 10-8 เป็นการแสดงหน้าต่าง รสทก. ในส่วนที่ให้ผู้ผู้ใช้เลือกพื้นที่เป้าหมายถึงระดับตำบล ในกรณีนี้ผู้ใช้เลือกตำบลช่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ผู้ใช้อาจเลือกพื้นที่เป้าหมายที่อยู่ต่างจังหวัดกันได้ เช่น เลือกพื้นที่ในอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเปรียบเทียบกับอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน เป็นต้น หลังจากเลือกพื้นที่เป้าหมายแล้ว รสทก. จะแสดงขอบเขตพื้นที่เป้าหมายที่เลือกบนส่วนการแสดงผล หลังจากนั้นผู้ใช้สามารถเลือกชั้นข้อมูลเพื่อนำไปแสดงภายในขอบเขตพื้นที่เป้าหมายดังกล่าว ดังเช่นการเลือกแสดงขอบเขตตำบลในพื้นที่เป้าหมายในรูปที่ 10-9



รูปที่ 10-8 หน้าต่างแสดงส่วนการเลือกพื้นที่เป้าหมายตามลำดับชั้นของขอบเขตการปกครอง ได้แก่ ตำบลช่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

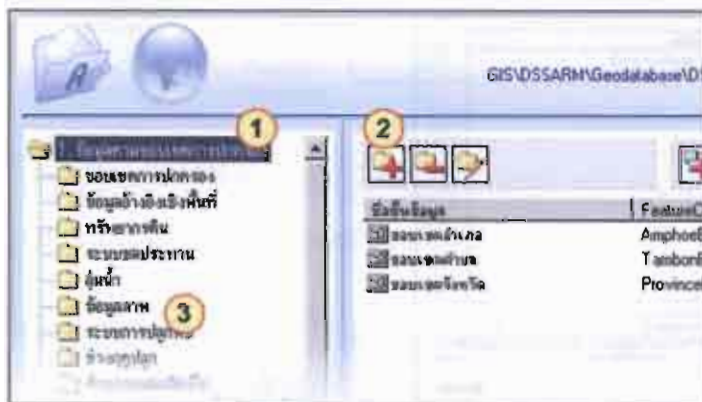


รูปที่ 10-9 หน้าต่างแสดงผลการเลือกพื้นที่สองอำเภอเป็นกรอบในการแสดงแผนที่ ได้แก่ อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน

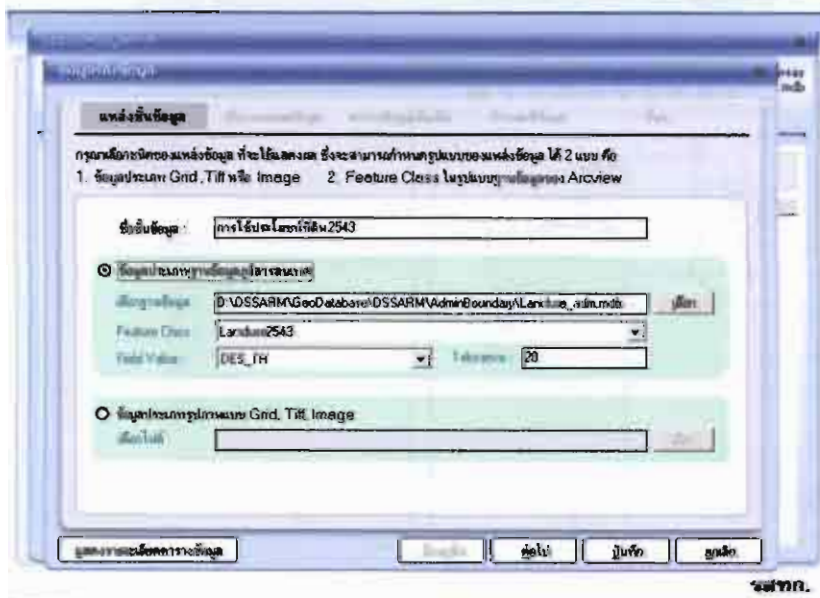
การออกแบบให้เป็นระบบเปิด

เนื่องจากข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความหลากหลายทั้งในด้านรูปแบบโครงสร้างชั้นข้อมูล การตั้งชื่อฐานข้อมูล ชื่อตาราง ชื่อฟิลด์ และการให้ประเภทและสีของสัญลักษณ์บนแผนที่ ดังนั้นระบบ รสทก. ได้รับการออกแบบให้เป็นระบบเปิด กล่าวคือมีความยืดหยุ่นในการจัดชั้นข้อมูลเป็นกลุ่มตามหัวข้อเรื่อง และในการนำเข้าชั้นข้อมูลที่มีความหลากหลายดังกล่าว

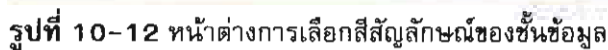
วัตถุประสงค์ของการสร้างกลุ่มข้อมูลตามหัวข้อเรื่อง เพื่อต้องการแยกกลุ่มข้อมูลที่จะนำมาแสดงผลในระบบ รสทก. ออกเป็นส่วนๆ เพื่อให้ง่ายต่อการเรียกใช้ข้อมูล ตัวอย่างในรูปที่ 10-10 แสดงให้เห็นถึงการแบ่งกลุ่มข้อมูลย่อยออกเป็นหลายกลุ่มตามประเภทข้อมูลอ้างอิงและข้อมูลทรัพยากรทางเกษตร จากนั้นจึงนำเข้าชั้นข้อมูลที่ต้องการในแต่ละหัวข้อโดยอาศัยหน้าต่างนำเข้าชั้นข้อมูล (รูปที่ 10-11) แล้วจึงเลือกสัญลักษณ์ของข้อมูลประเภท Feature (รูปที่ 10-12) รายละเอียดเพิ่มเติมการนำเข้าข้อมูลได้จากคู่มือการใช้งาน รสทก.



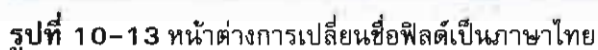
รูปที่ 10-10 หน้าต่างจัดกลุ่มชั้นข้อมูลตามหัวข้อเรื่อง

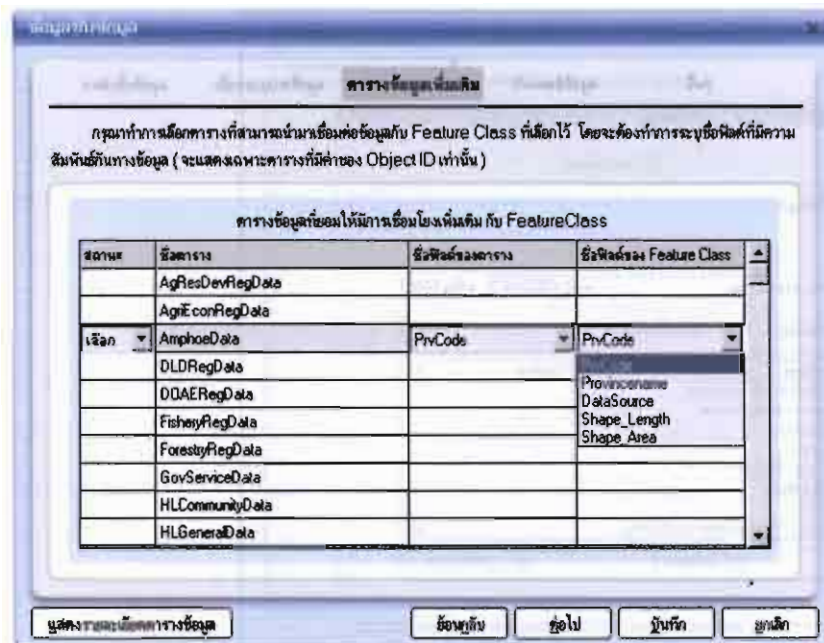


รูปที่ 10-11 หน้าต่างการนำเข้าชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศประเภทที่มีรูปร่างแนบชิด (Feature)



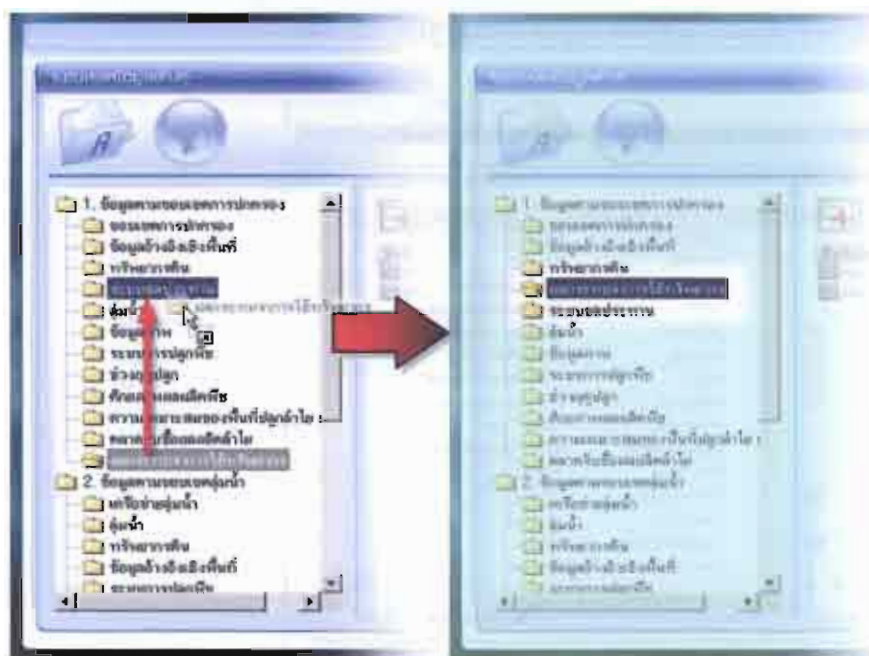
นอกจากจะกำหนดชั้นข้อมูลที่จะนำเข้าได้เองแล้ว ผู้ใช้สามารถกำหนดชื่อฟิลด์เป็นภาษาไทยได้ (รูปที่ 10-13) ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการสื่อสารกับผู้ใช้งานในการประชุมร่วมกัน สำหรับกรณีที่ผู้ใช้ต้องการเชื่อมตารางเพิ่มเติมเข้ากับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถทำได้โดยเลือกเมนู “ตารางข้อมูลเพิ่มเติม” (รูปที่ 10-14) ตารางข้อมูลเพิ่มเติมคือตารางอธิบายที่ไม่มีข้อมูลที่มีรูปทรงเรขาคณิตอยู่ภายใน แต่สามารถนำเอาข้อมูลมาเชื่อมต่อเข้ากับ Feature class ได้ เพื่ออธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม ผู้ใช้จะสามารถเลือกกำหนดได้ว่าตารางใดบ้างสามารถเชื่อมต่อเข้ากับ Feature class และใช้ฟิลด์ใดในการเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน (รูปที่ 10-14)





รูปที่ 10-14 หน้าต่างการนำเข้าตารางอธิบายเพิ่มเติม

ความยืดหยุ่นอีกประการที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้คือการจัดเรียงลำดับชั้นข้อมูลใหม่หลังจากที่นำเข้าชั้นข้อมูลแล้ว ในบางครั้งการนำเข้าชั้นข้อมูลอาจจะดำเนินการแบบไม่มีการจัดลำดับก่อนหลังตามกลุ่มข้อมูลที่สัมพันธ์กัน ซึ่งอาจจะเกิดปัญหาทำให้ลำดับเนื้อหาที่ไม่ต่อเนื่องกันหรือเรื่องราวไม่สัมพันธ์กัน ดังนั้นโปรแกรมจึงเพิ่มส่วนของการจัดเรียงลำดับของข้อมูลหรือชั้นข้อมูลภายในกลุ่ม วิธีการจัดเรียงชั้นข้อมูลทำได้ง่ายโดยใช้เมาส์ลาก (Drag) กลุ่มข้อมูลหรือชั้นข้อมูลไปวางในลำดับที่ต้องการ ดังตัวอย่างรูปที่ 10-15



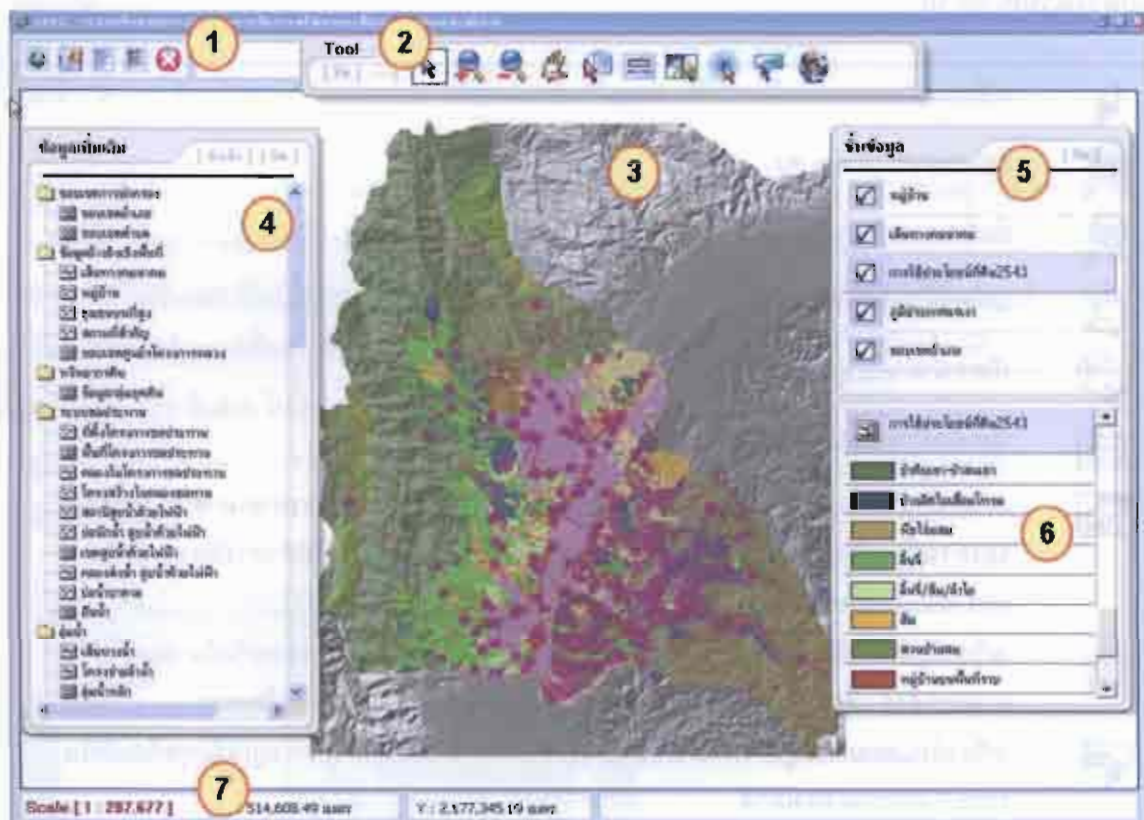
รูปที่ 10-15 การเรียงลำดับชั้นข้อมูลใหม่ในหน้าต่างรายการชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่

การบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่

ระบบ รสทก. ได้รับการออกแบบให้นำชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จัดเก็บในรูปแบบ Geodatabase เข้ามาใช้ในการระบบพร้อมกันได้หลายชั้นข้อมูล โดยมีองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยในงานบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่คือ (1) ส่วนการแสดงผล (2) ส่วนการสืบค้นจากตารางอธิบายและตารางสัมพันธ์ (3) ส่วนการสืบค้นจากข้อมูลเชิงพื้นที่

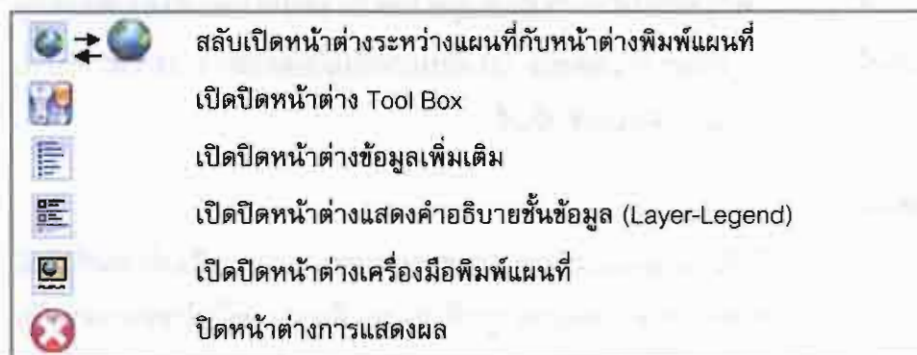
ส่วนการแสดงผล

ส่วนการแสดงผลคือส่วนที่ใช้แสดงผลแผนที่และส่วนของการออกแบบการพิมพ์แผนที่ ซึ่งมีองค์ประกอบ 7 ส่วนเพื่อช่วยในการจัดการและแสดงผล (รูปที่ 10-16) คือ (1) หน้าต่างหลักสำหรับเปิด-ปิดหน้าต่างเครื่องมืออื่น (2) ส่วนเครื่องมือช่วยการแสดงผล (3) ส่วนพื้นที่แสดงผลแผนที่ (4) ส่วนแสดงกลุ่มข้อมูลและชั้นข้อมูลเพิ่มเติมพร้อมใช้งาน (5) ส่วนแสดงรายการชั้นข้อมูลที่ได้นำเข้าใช้งาน (6) ส่วนการแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์แผนที่ และ (7) ส่วนกำหนดมาตราส่วนของแผนที่ และแสดงค่าพิกัด x และ y ในระบบ UTM ณ ตำแหน่งที่ปลายลูกศรของเมาส์อยู่บนแผนที่



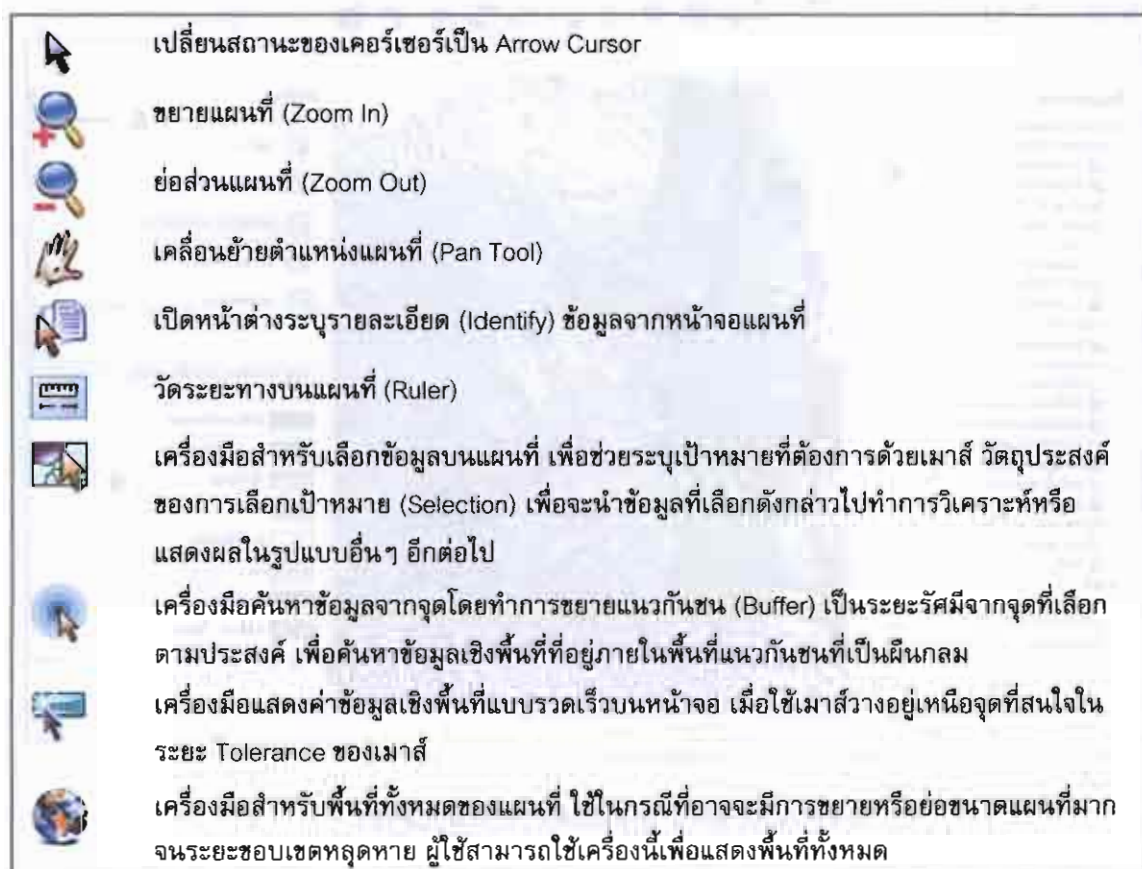
รูปที่ 10-16 หน้าต่างการแสดงผลของ รสทก. พร้อมองค์ประกอบส่วนต่างๆ

หน้าต่างส่วนการแสดงผลจะเปิดเมื่อผู้ใช้กดปุ่มตกลงเลือกพื้นที่เป้าหมายแล้ว หน้าต่างส่วนที่ (1) มีไว้เปิดปิดเครื่องมือและหน้าต่างในส่วนอื่นดังอธิบายการทำงานโดยย่อในรูปที่ 10-17

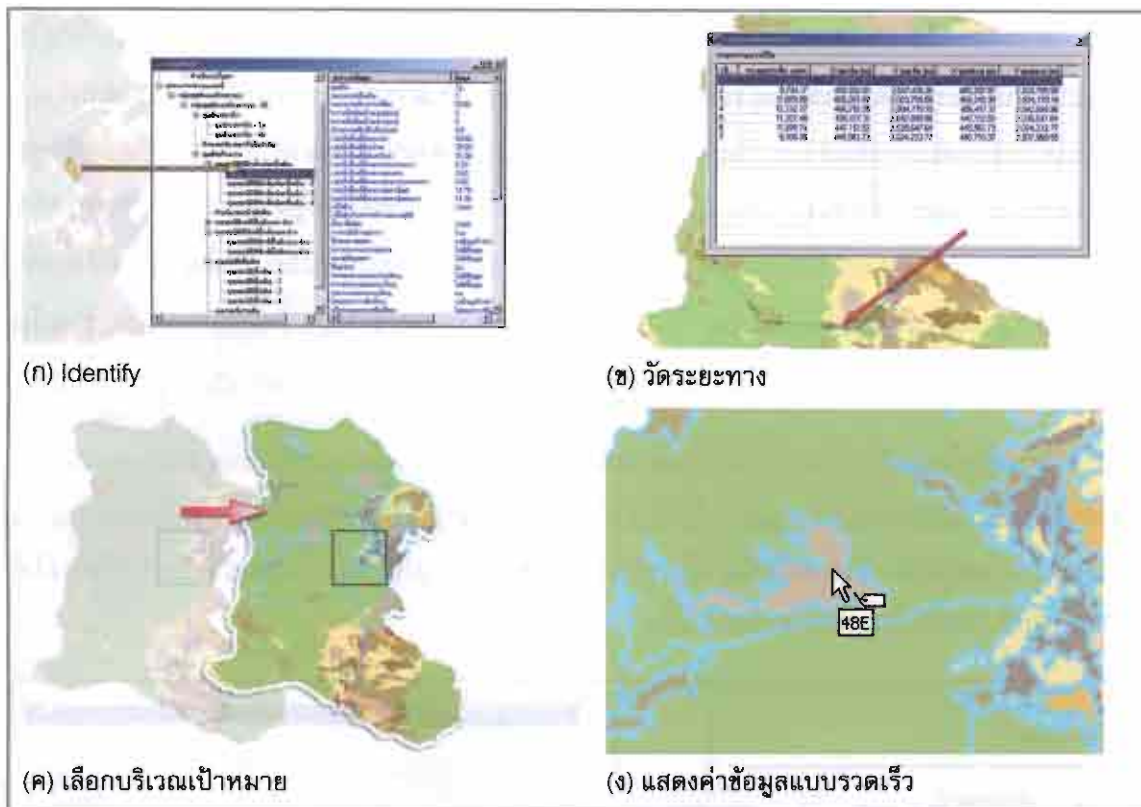


รูปที่ 10-17 การใช้งานของหน้าต่างหลักในส่วนการแสดงผล

หน้าต่างหลักสามารถเปิดปิดหน้าต่างส่วนที่ (2) ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือช่วยงานแสดงผลในรูปแบบต่างๆ ดังรูปที่ 10-18 สำหรับตัวอย่างผลลัพธ์ของการใช้เครื่องมือบางประเภทแสดงในรูปที่ 10-19



รูปที่ 10-18 เครื่องมือช่วยงานแสดงแผนที่



รูปที่ 10-19 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้งานเครื่องมือบนหน้าต่างแสดงผล

ผู้ใช้สามารถสร้างแนวกันชนจากเครื่องมือในรูปที่ 10-18 เมื่อกำหนดจุดโดยการคลิกเมาส์ที่หน้าจอภาพแล้ว โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างสร้างแนวกันชน โดยให้ผู้ใช้กำหนดความกว้างของแนวกันชนและชั้นข้อมูลที่ต้องการค้นหาว่าวัตถุใดอยู่ภายในแนวกันชนที่ได้ระบุแล้ว จากนั้นโปรแกรมจะทำการค้นหาและวาดขอบเขตของวัตถุที่พบตามเงื่อนไขดังกล่าว รูปที่ 10-20 แสดงจุดเริ่มต้น (จุดสีแดง) ในการสร้างแนวกันชนรัศมีกว้าง 1,000 เมตร แล้วทำการค้นหากลุ่มชุดดินที่อยู่ภายในขอบเขตนี้อย่างสมบูรณ์ ผลลัพธ์ที่ได้แสดงเป็นแผนที่ขอบเขตของกลุ่มชุดดินดังกล่าว (เส้นขอบสีฟ้า)



รูปที่ 10-20 การกำหนดจุดเป้าหมายและผลการค้นหากลุ่มชุดดินที่อยู่ในรัศมี 1,000 เมตร

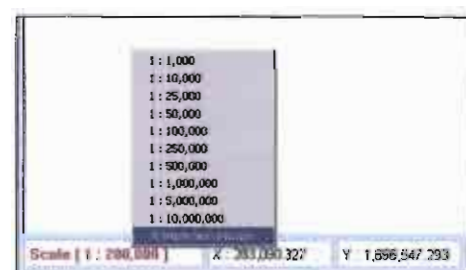
จากรูปที่ 10-16 ส่วนการแสดงผล (ส่วนที่ (3)) เป็นส่วนที่ใช้แสดงชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ผู้ใช้เลือกจากรายการชั้นข้อมูลที่มีอยู่ในส่วนที่ (4) รสทก. สามารถแสดงชั้นข้อมูลประเภทต่างๆ ร่วมกันได้โดยอาศัยการจัดลำดับชั้นข้อมูลที่น่าจะแสดงผลโดยการใช้เมาส์เลื่อนแถบชื่อชั้นข้อมูลขึ้นลงในหน้าต่างแสดงชั้นข้อมูล (ส่วนที่ (5)) และอาศัยหลักที่ว่าให้ชั้นข้อมูลประเภทราสเตอร์หรือชั้นข้อมูลประเภท Feature ที่เป็น Polygon อยู่ชั้นล่าง เนื่องจากข้อมูลประเภทนี้มีการให้สีที่บ่งทำให้บดบังข้อมูลที่เป็น Point และ Line ในกรณีที่ต้องแสดงข้อมูลราสเตอร์ และ Polygon ร่วมกัน ให้ใช้เครื่องมือควบคุมความโปร่งใสและความสว่างของสีในหน้าต่างส่วนที่ (5) ช่วย (รูปที่ 10-21)

ตัวอย่างในรูปที่ 10-16 เป็นการแสดงชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินบนภูมิประเทศแรงเงา โดยอาศัยเครื่องมือกำหนดความโปร่งใสของภาพช่วยให้สามารถเห็นการใช้ประโยชน์ที่ดินบนภูมิประเทศโดยไม่มีการบดบังกัน เมื่อนำเอาชั้นข้อมูลหมู่บ้านและถนนวางซ้อนทับ จะให้ข้อสนเทศบริเวณพื้นที่เป้าหมายเพิ่มเติมขึ้น



รูปที่ 10-21 เครื่องมือควบคุมความโปร่งใสและความสว่างของสี

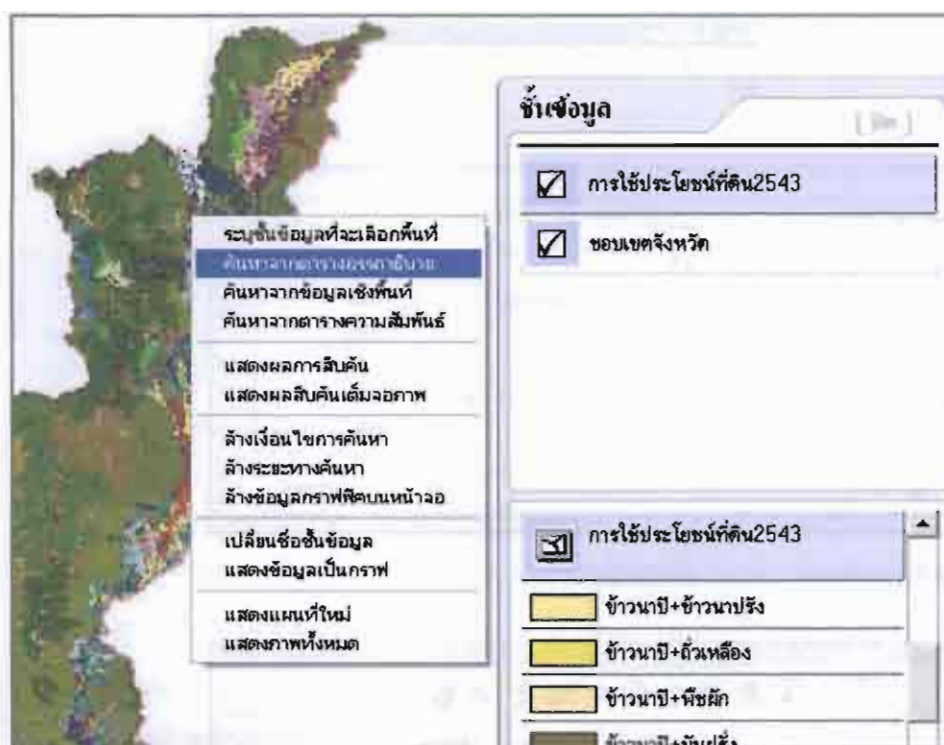
หน้าต่างการแสดงผลส่วนที่ (6) เป็นการอธิบายสัญลักษณ์ของสิ่งที่ปรากฏในชั้นข้อมูลแต่ละชั้น ซึ่งผู้ใช้อาจเลือกแสดงสัญลักษณ์ที่ละชั้นข้อมูลหรือหลายชั้นข้อมูลรวมกันได้ นอกจากนี้ยังมีหน้าต่างที่เป็นเครื่องมือที่ให้ผู้เลือกใช้เลือกแสดงแผนที่ตามมาตราส่วนที่ต้องการ (รูปที่ 10-22) หน้าต่างนี้จะปรากฏทางด้านล่างของจอภาพดังปรากฏในส่วนที่ (7) ของรูปที่ 10-16



รูปที่ 10-22 เครื่องมือกำหนดมาตราส่วนที่ต้องการแสดงและค่าพิกัดของจุดที่สนใจ

การสืบค้นตารางอรรถาธิบาย

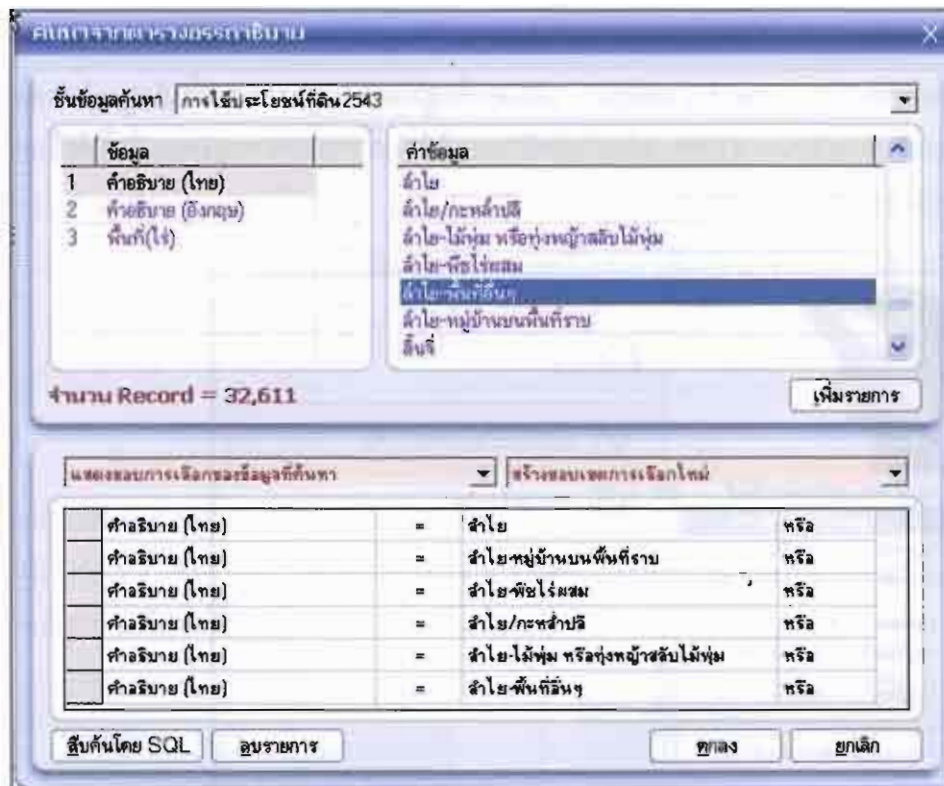
การค้นหาจากตารางอรรถาธิบายเป็นการค้นหาข้อมูลแบบเจาะจงจากชั้นข้อมูลที่กำลังแสดงผลบนหน้าจอภาพในระบบ รสทก. เมื่อผู้ใช้คลิกเมาส์ด้านขวาจะปรากฏเมนูเพื่อให้เลือกชนิดการค้นหา (รูปที่ 10-23)



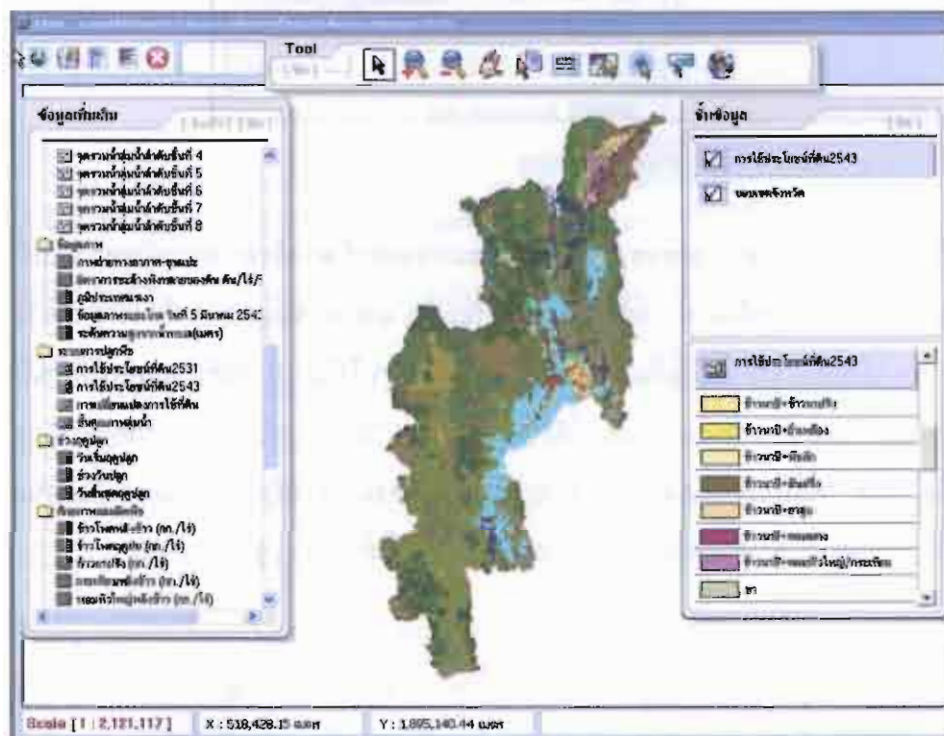
รูปที่ 10-23 การเรียกเมนูการค้นหาจากตารางอรรถาธิบาย

เมื่อผู้ใช้เลือก **ค้นหาจากตารางอรรถาธิบาย** โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างการค้นหา (รูปที่ 10-24) ที่ผู้ใช้จะต้องระบุชั้นข้อมูลที่ต้องการค้นหา ฟิลด์ที่จะค้น และค่าข้อมูลตามเงื่อนไขเฉพาะ เช่น =, <, > หรือ <> เป็นต้น ในกรณีนี้ชั้นข้อมูลที่ต้องการค้นหา ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2543 และต้องการค้นหาฟิลด์ **คำอธิบาย (ไทย)** ที่มีค่าข้อมูลเป็น "ลำไย" หรือ "ลำไยผสมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น" โปรแกรมจะดำเนินการค้นหาพร้อมทั้งแสดงผลการค้นหาเป็นแผนที่โดยจะวาดกรอบสีฟ้าบนพื้นที่ปลูกลำไยในจังหวัดเชียงใหม่ตามเงื่อนไขที่ใช้ค้นหา (รูปที่ 10-25)

ผู้ใช้อาจเรียกดูข้อมูลสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) โดยการเลือกแถบ **ดูสถิติข้อมูล** จากหน้าต่างแสดงผลการสืบค้นในรูปที่ 10-26 โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างใหม่เพื่อให้ผู้ใช้ระบุข้อมูลที่ต้องการดูสถิติค่าจำนวน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที่ผู้ใช้กำหนดว่าจะไม่นำมาคิดสถิติ เช่น ระหว่าง 0-1.0 ไร่ เป็นต้น



รูปที่ 10-24 หน้าต่างการค้นหาจากตารางอัตราภาษี



รูปที่ 10-25 พื้นที่ปลูกลำไย (สีฟ้า) ในบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ที่ได้จากการค้นหาในตารางอัตราภาษี

รูปที่ 10-26 ค่าสถิติพื้นฐานของพื้นที่ปลูกกล้วยในจังหวัดเชียงใหม่

ผู้ใช้อาจเรียกแสดงสถิติของข้อมูลก็ประเภทก็ได้โดยการระบุจำนวนแถวของข้อมูลและเขตข้อมูลที่ต้องการแสดงสถิติดังกล่าวข้างต้น ตัวอย่างในรูปที่ 10-27 เป็นการเรียกดูสถิติข้อมูลทั่วไป 12 ประเภทของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง 14 ศูนย์ ได้แก่ พื้นที่ทั้งหมด พื้นที่เกษตร จำนวนหมู่บ้าน จำนวนครัวเรือน จำนวนประชากร อัตราการเกิด อัตราการตาย รายได้ประเภทต่างๆ เป็นต้น ชี้ความสามารถของ รสทก. จึงเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนยุทธศาสตร์ในระดับจังหวัดหรือลุ่มน้ำที่มีการจัดเก็บข้อมูลอธิบายหน่วยการปกครองหรือลุ่มน้ำในระดับต่างๆ

ชื่อพื้นที่ (ตำบล) / อำเภอ	ตำบล	จำนวน	พื้นที่	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
ฝาง (ฝาง) / ฝาง	ฝาง	58	5,275.8	103,300.0	48,227.2	47,847.8	47,847.8	47,847.8	47,847.8	47,847.8	47,847.8
ฝาง (ฝาง) / ฝาง	ฝาง	58	477.0	27,543.0	9,096.8	9,190.3	9,190.3	9,190.3	9,190.3	9,190.3	9,190.3
ฝาง (ฝาง) / ฝาง	ฝาง	58	3.0	20.8	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
ฝาง (ฝาง) / ฝาง	ฝาง	58	92.9	1,474.0	4,24.5	4,24.5	4,24.5	4,24.5	4,24.5	4,24.5	4,24.5
ฝาง (ฝาง) / ฝาง	ฝาง	58	254.0	7,881.0	3,278.2	3,288.8	3,288.8	3,288.8	3,288.8	3,288.8	3,288.8
ฝาง (ฝาง) / ฝาง	ฝาง	58	1.8	16.0	4.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
ฝาง (ฝาง) / ฝาง	ฝาง	58	1.8	16.0	4.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
ฝาง (ฝาง) / ฝาง	ฝาง	58	12,183.0	38,877.0	30,884.6	5,025.3	432,798.4	432,798.4	432,798.4	432,798.4	432,798.4
ฝาง (ฝาง) / ฝาง	ฝาง	58	186.8	17,443.0	9,574.8	4,084.5	133,448.1	133,448.1	133,448.1	133,448.1	133,448.1
ฝาง (ฝาง) / ฝาง	ฝาง	58	3,141.7	25,380.0	14,477.1	6,540.3	207,679.3	207,679.3	207,679.3	207,679.3	207,679.3
ฝาง (ฝาง) / ฝาง	ฝาง	58	5,375.8	103,300.0	48,227.2	47,847.8	47,847.8	47,847.8	47,847.8	47,847.8	47,847.8

รูปที่ 10-27 การเรียกดูสถิติข้อมูลทั่วไป 12 ประเภทของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงจำนวน 14 ศูนย์

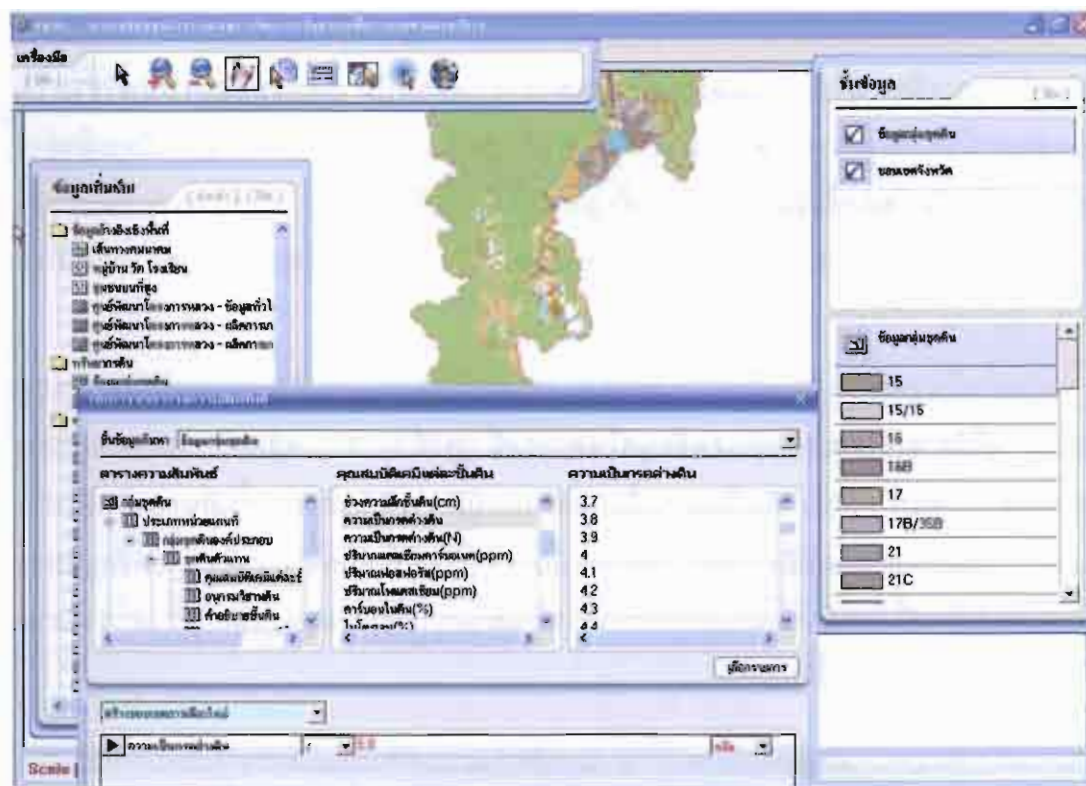
การสืบค้นจากตารางความสัมพันธ์

ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศที่พัฒนาในโครงการ **ครส.ล้านนา** (ระบบกลาง) ได้รับการออกแบบให้เป็นตารางสัมพันธ์ (Relation tables) เพื่อความสะดวกและมีประสิทธิภาพในการแก้ไขเพิ่มเติมข้อมูลในอนาคต ดังนั้นในการสืบค้นและแสดงผลข้อมูลประเภทนี้ใน **รศทก.** จึงต้องมีการออกแบบต่างจากการสืบค้นจากตารางอธิบายที่มีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ประเภทหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-One relationship) ตัวอย่างของฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศประเภท One-to-Many ได้แก่ ฐานข้อมูลดินที่สร้างขึ้นจากสมบัติของชุดดินจัดตั้ง (กองสำรวจและจำแนกดิน, 2542ก, 2542ข, 2542ค, 2542ง)

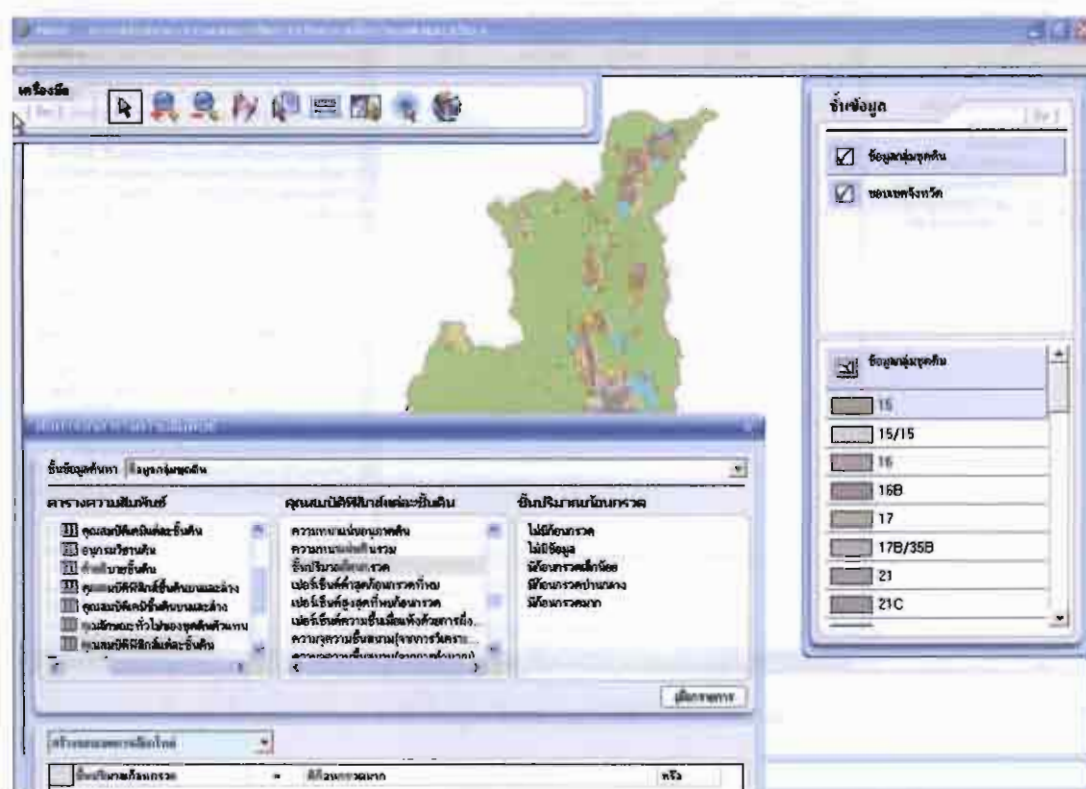
ในการค้นหาข้อมูลจากตารางความสัมพันธ์ ผู้ใช้ต้องเลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการ เช่น กลุ่มชุดดิน เพื่อแสดงบนหน้าจอภาพแล้วจึงคลิกเมาส์ทางด้านขวาเพื่อเรียกหน้าต่างที่มีเมนู **สืบค้นจากตารางความสัมพันธ์** (รูปที่ 10-28) เมื่อเลือกเมนูดังกล่าวแล้ว โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างการสืบค้นโดยด้านซ้ายจะแสดงตารางข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นลำดับขั้น ตัวอย่างในรูปที่ 10-28 เป็นการค้นหาสมบัติทางเคมีของดินเป็นกรดจัด กล่าวคือมี pH น้อยกว่า 5.0 ผู้ใช้สามารถเลือกตารางสัมพันธ์ **สมบัติทางเคมีของแต่ละชั้นดิน** และเลือก **ความเป็นกรดเป็นด่างดิน** และเลือกค่าดังกล่าวที่ < 5.0 ในตาราง (รูปที่ 10-28) ผลการสืบค้นจะแสดงเป็นแผนที่พร้อมแสดงหน่วยแผนที่ดินที่ตรงตามเงื่อนไขเป็นกรอบสีฟ้า (รูปที่ 10-29) ส่วนดินที่มีก้อนกรวดมากในจังหวัดเชียงใหม่แสดงในรูปที่ 10-30



รูปที่ 10-28 การสืบค้นข้อมูลชั้นดินที่มีความเป็นกรดเป็นด่างน้อยกว่า 5.0 จากหน้าต่างสืบค้นตารางสัมพันธ์ของข้อมูลอธิบาย



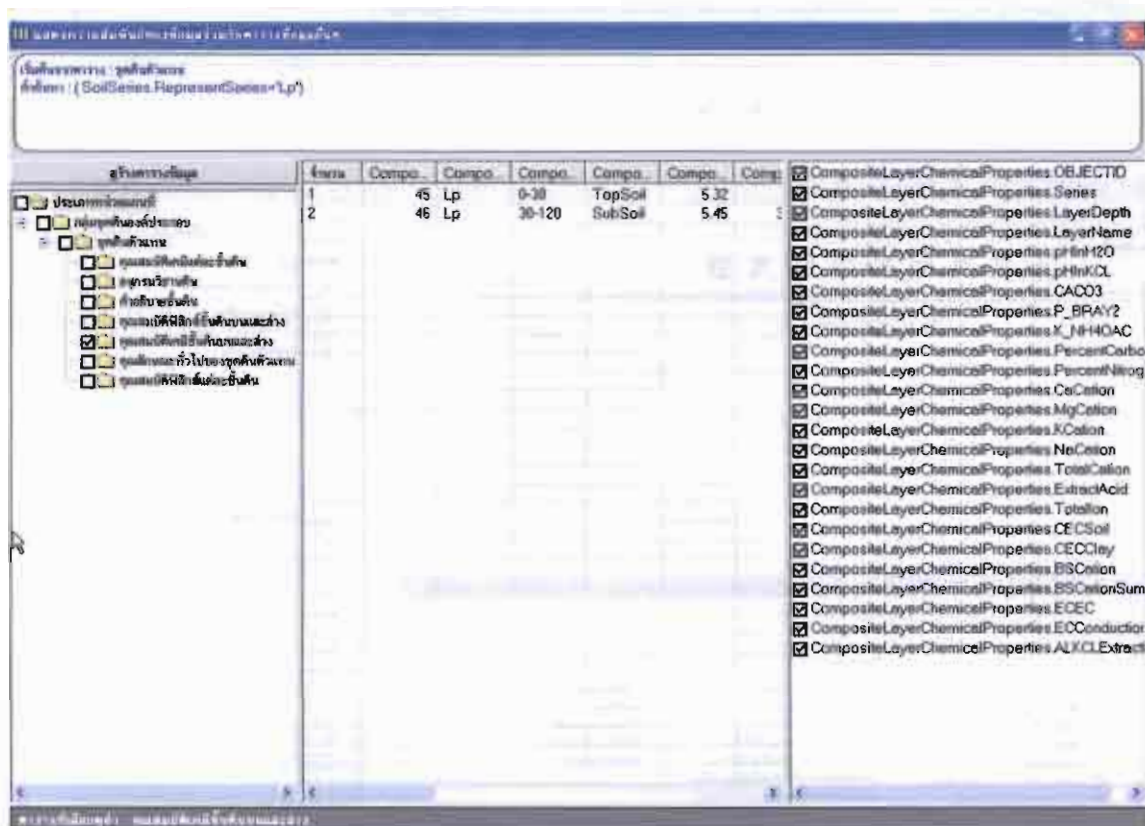
รูปที่ 10-29 ผลการสืบค้นข้อมูลชั้นดินที่มีความเป็นกรดเป็นด่างน้อยกว่า 5.0



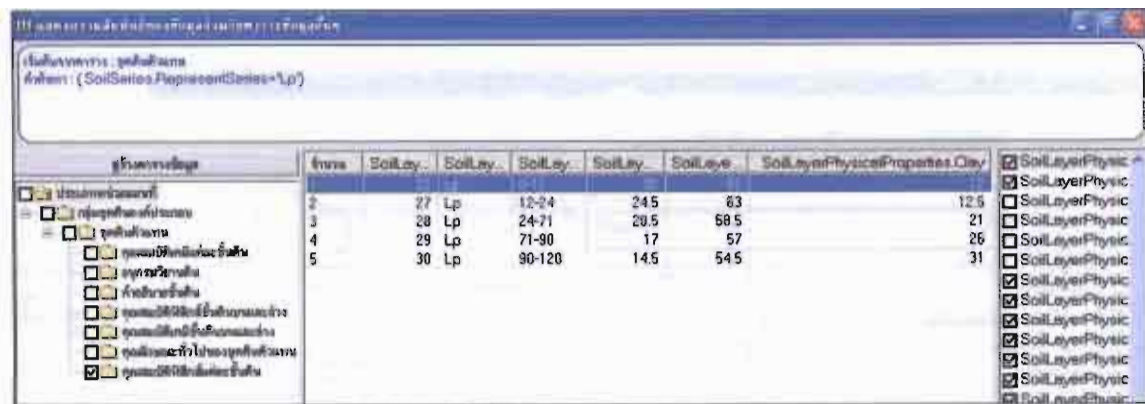
รูปที่ 10-30 ผลการสืบค้นข้อมูลชั้นดินที่มีปริมาณกอนกรวดมาก

นอกจากแสดงผลเป็นแผนที่แล้ว ผลการสืบค้นจากตารางความสัมพันธ์อาจแสดงได้เป็น ตารางสรุปรายละเอียด ผู้ใช้อาจแสดงข้อมูลเป็นตาราง โดยกดปุ่ม **แสดงข้อมูลเป็นตาราง** ใน ด้านล่างของหน้าต่างค้นหาจากตารางความสัมพันธ์ (รูปที่ 10-28) โปรแกรมจะเปิดหน้าต่าง **แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับตารางข้อมูลต่าง ๆ** (รูปที่ 10-31) ผู้ใช้อาจเลือกตารางที่ต้องการแสดงข้อมูลจากรายการตารางที่จัดเรียงเป็นลำดับชั้นตามการออกแบบความสัมพันธ์ ระหว่างตารางในฐานข้อมูล

ตัวอย่างในรูปที่ 10-31 เป็นการเลือกดูตารางสมบัติเคมีของชั้นดินบนและล่างของดินชุด ลำปาง (Lp) ผู้ใช้อาจเลือกแสดงทุกเขตข้อมูลในตารางนี้ (รูปที่ 10-31) หรือเลือกเฉพาะบางเขต ข้อมูลที่ต้องการ (รูปที่ 10-32) ซึ่งเป็นการเลือกแสดงสมบัติทางฟิสิกส์แต่ละชั้นดินของดินลำปาง (Lp) แต่เลือกแสดงเฉพาะสมบัติทางฟิสิกส์ของดินนี้บางประเภทที่เลือกจากรายการเขตข้อมูลทาง ขวามือของหน้าต่างนี้ โปรแกรมจะแสดงผลการสืบค้นตามรายการข้อมูล que เลือกเป็นตารางตาม เงื่อนไขที่กำหนด (รูปที่ 10-32)



รูปที่ 10-31 การเลือกดูสมบัติทางเคมีของชั้นดินบนและล่างดินชุดลำปาง (Lp) ทุกเขตข้อมูล



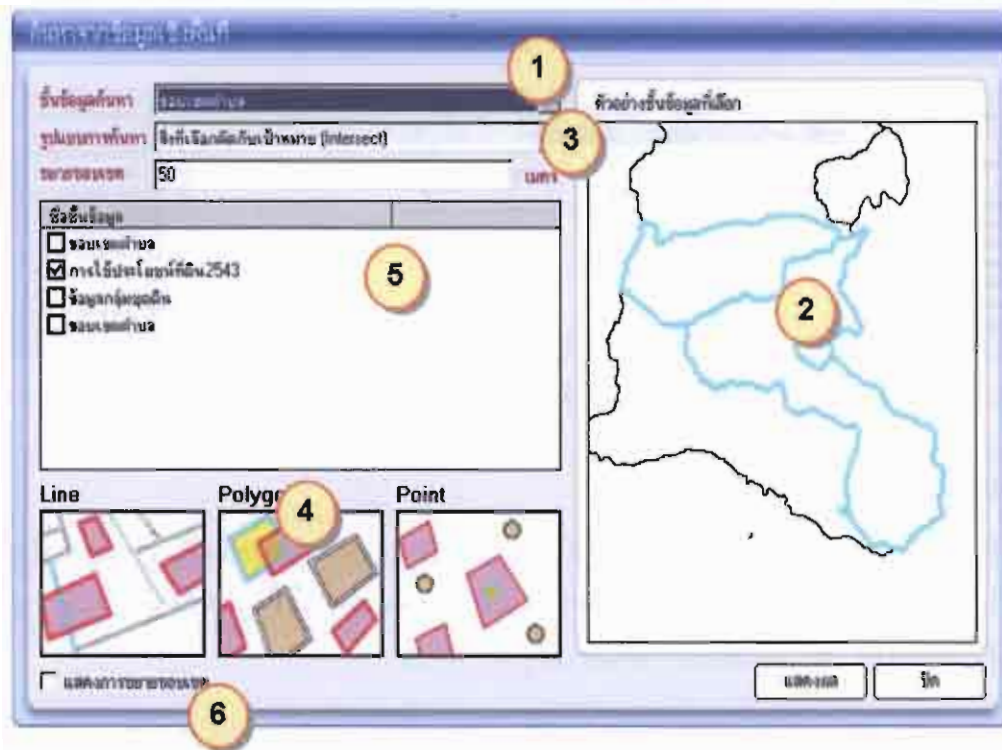
รูปที่ 10-32 การเลือกคุณสมบัติทางฟิสิกส์ทุกชั้นดินชุดลำปาง (Lp) เฉพาะบางเขตข้อมูล

การสืบค้นจากข้อมูลเชิงพื้นที่

การสืบค้นอีกประเภทหนึ่งใน *รสถก.* ได้แก่การค้นหาจากข้อมูลเชิงพื้นที่ การค้นหาในลักษณะนี้จะไม่ใช่ค่าข้อมูลอธิบายเช่นที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่จะใช้ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยกันเอง โดยมีขั้นตอนการค้นหาดังรูปที่ 10-33

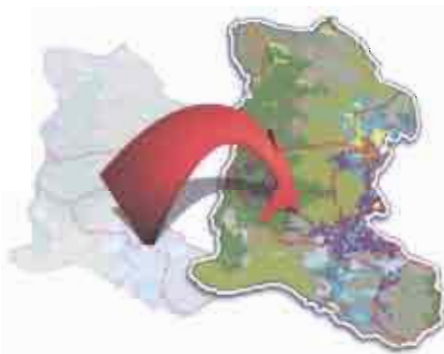
การค้นหาเริ่มจากการเลือกชั้นข้อมูลบนหน้าต่างส่วนที่ (1) โดยเลือกวัตถุเชิงพื้นที่ ได้แก่ จุด เส้น หรือรูปหลายเหลี่ยมในชั้นข้อมูลนั้น เพื่อใช้ค้นหาข้อมูลเชิงพื้นที่ในชั้นข้อมูลอื่น เมื่อเลือกวัตถุเชิงพื้นที่แล้วจะปรากฏขอบเขตของสิ่งที่เลือกเป็นแผนที่บนหน้าต่างส่วนที่ (2) ผู้ใช้สามารถระบุรูปแบบของการค้นหาและระยะทางที่ต้องการขยายขอบเขตของการค้นหาออกไป รูปแบบของการค้นหามีด้วยกันทั้งหมด 8 ประเภทคือ

- สิ่ง que เลือกตัดกับเป้าหมาย (Intersect)
- กรอบสี่เหลี่ยมลากตัดผ่าน (Envelope intersects)
- สิ่ง que เลือกซ้อนทับเป้าหมาย (Overlap)
- สิ่ง que เลือกพาดผ่านเป้าหมาย (Crosses)
- สิ่ง que เลือกอยู่ภายในเป้าหมาย (Within)
- สิ่ง que เลือกครอบคลุมเป้าหมายทั้งหมด (Contain)
- สิ่ง que เลือกอยู่ใกล้กับเป้าหมาย (Near)
- สิ่ง que เลือกมีจุดศูนย์กลางภายใน (Have their center in)



รูปที่ 10-33 แสดงลักษณะหน้าต่างค้นหาข้อมูลเชิงพื้นที่

หน้าต่างส่วนที่ (4) ในรูปที่ 10-33 เป็นกราฟิกที่แสดงให้เห็นว่ามีชั้นข้อมูลประเภทใดบ้างที่สามารถทำงานตามรูปแบบที่เลือกได้ ผู้ใช้จะต้องเลือกชั้นข้อมูลเป้าหมายที่ต้องการทำการค้นหาด้วยรูปแบบของการค้นหาที่ระบุไว้แล้ว ผลจากการค้นหาจะได้ผลลัพธ์เป็นแผนที่ตามตัวอย่างรูปที่ 10-34(ก) หากผู้ใช้กำหนดระยะค้นหาและเลือก “แสดงการขยายขอบเขต” จะได้ผลลัพธ์เป็นแผนที่ดังรูปที่ 10-34(ข)



(ก) การค้นหาโดยไม่มีการขยายขอบเขต



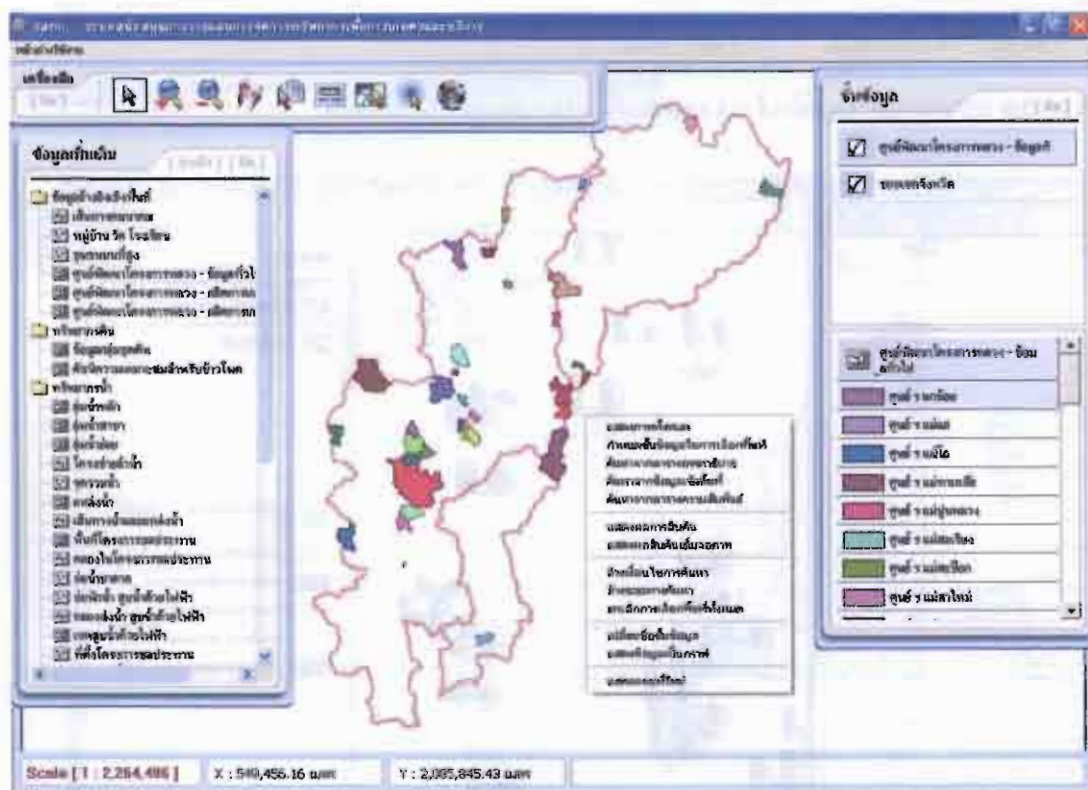
(ข) การค้นหาโดยขยายขอบเขต

รูปที่ 10-34 ผลลัพธ์ของการค้นหาด้วยรูปแบบการค้นหา “สิ่งที่เลือกครอบคลุมเป้าหมายทั้งหมด (Contain)”
ชั้นข้อมูลที่ใช้ค้นหา มีขอบสีแดง ส่วนชั้นข้อมูลผลลัพธ์มีขอบสีม่วง

การเปรียบเทียบข้อมูลอธิบายในรูปแผนภาพ

ข้อมูลอธิบายบางประเภทสามารถแสดงผลร่วมกับแผนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าด้วยกราฟประเภทต่างๆ ดังนั้นจึงได้พัฒนา *รสทก.* ให้สามารถแสดงข้อมูลเป็นกราฟวงกลม (Pie chart) กราฟแท่ง (Bar graph) และกราฟแท่งสัดส่วน (Stacked bar graph) เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่จัดเก็บในกรอบชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่เดียวกัน

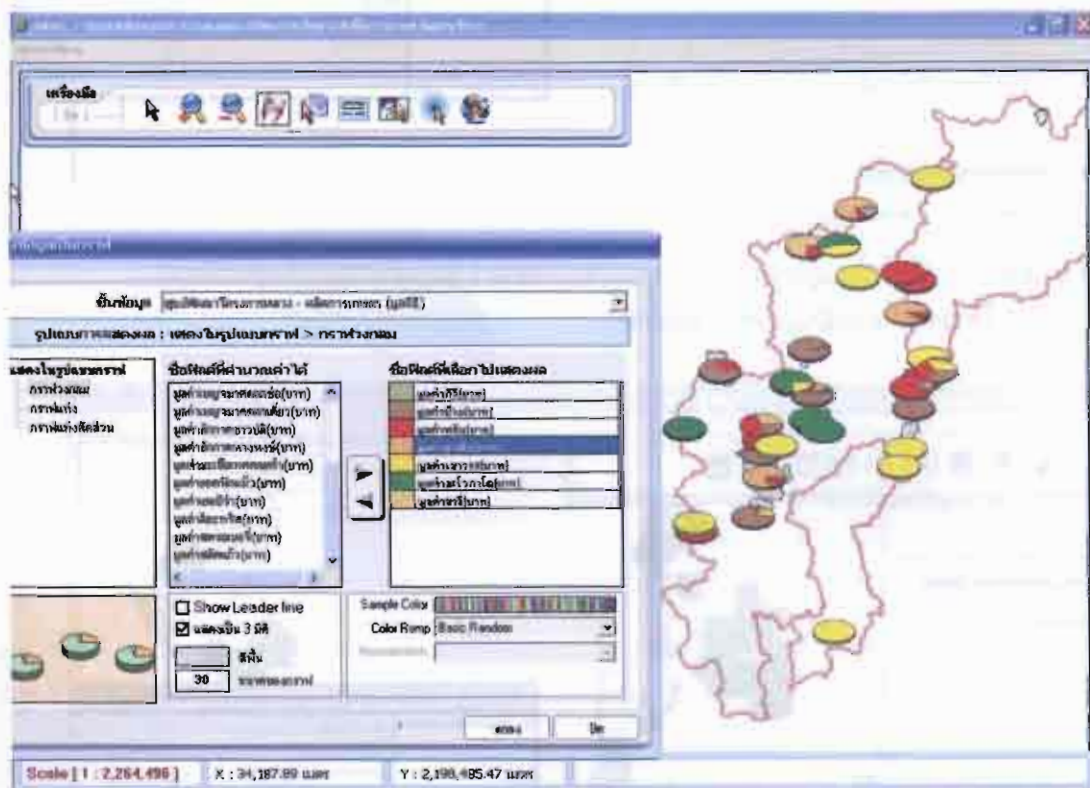
ผู้ใช้เข้าสู่การแสดงผลรูปแบบแผนภาพโดยนำเข้าชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ต้องการแสดงผล แล้วคลิกขวาที่หน้าต่างแสดงผลเพื่อเปิดเมนูช่วยการแสดงผล แล้วจึงเลือก **แสดงข้อมูลเป็นกราฟ** (รูปที่ 10-35) โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างให้เลือกข้อมูลที่จะแสดงเป็นแผนภาพ ผู้ใช้จะนำเข้าสู่ข้อมูลจากการเลือกรายการชีฟฟิลด์เป็นจำนวนเท่าที่ต้องการ แต่ต้องเป็นข้อมูลที่มีหน่วยเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบกันได้ จากนั้นจึงเลือกประเภทของแผนภูมิ การแสดงเป็นแผนภูมิ 3 มิติหรือ 2 มิติ สีพื้น สีของแผนภูมิ และสัดส่วนของแผนภูมิแต่ละประเภท (รูปที่ 10-36)



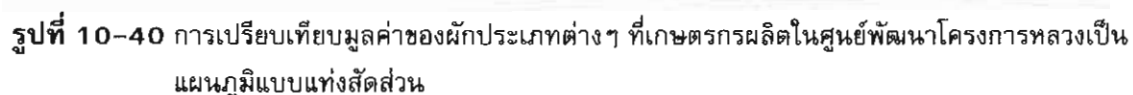
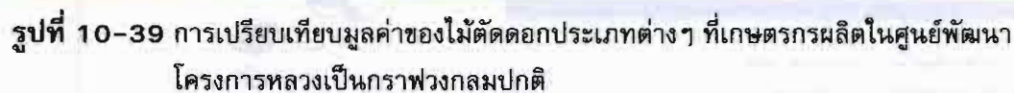
รูปที่ 10-35 การเปิดชั้นข้อมูลศูนย์พัฒนาโครงการหลวงและเมนูเพื่อเลือกการแสดงผลเป็นแผนภาพ

ตัวอย่างในรูปที่ 10-37 เป็นผลการเรียกแสดงข้อมูลเฉลี่ยของรายได้จากภาคเกษตร รายได้ที่เป็นตัวเงิน รายได้นอกภาคเกษตร และรายได้รวมของทุกศูนย์พัฒนาโครงการหลวงที่สำรวจเมื่อปี พ.ศ.2543 (นรินทร์ชัยและกมล, 2543) ผู้ใช้สามารถขยายและเลื่อนแผนที่ไปยังบริเวณศูนย์พัฒนาฯ ที่ต้องการ พร้อมทั้งใช้เครื่องมือค้นรายละเอียดเฉพาะพื้นที่เพื่อดูรายละเอียดอื่นๆ ของศูนย์พัฒนาฯ

ผู้ใช้สามารถเลือกแสดงข้อมูลประเภทอื่นและแผนภูมิประเภทอื่น เช่น มูลค่าของไม้ผล ประเภทต่างๆ ที่เกษตรกรผลิตในศูนย์พัฒนาฯ เป็นกราฟวงกลมแบบ 3 มิติ (รูปที่ 10-38) และมูลค่าไม้ดอกประเภทต่างๆ เป็นกราฟวงกลม 2 มิติ (รูปที่ 10-39) หรือถ้าต้องการแสดงมูลค่าเปรียบเทียบของผักที่ผลิตในศูนย์พัฒนาฯ เป็นแผนภูมิแท่งสัดส่วนดังตัวอย่างรูปที่ 10-40 เป็นต้น

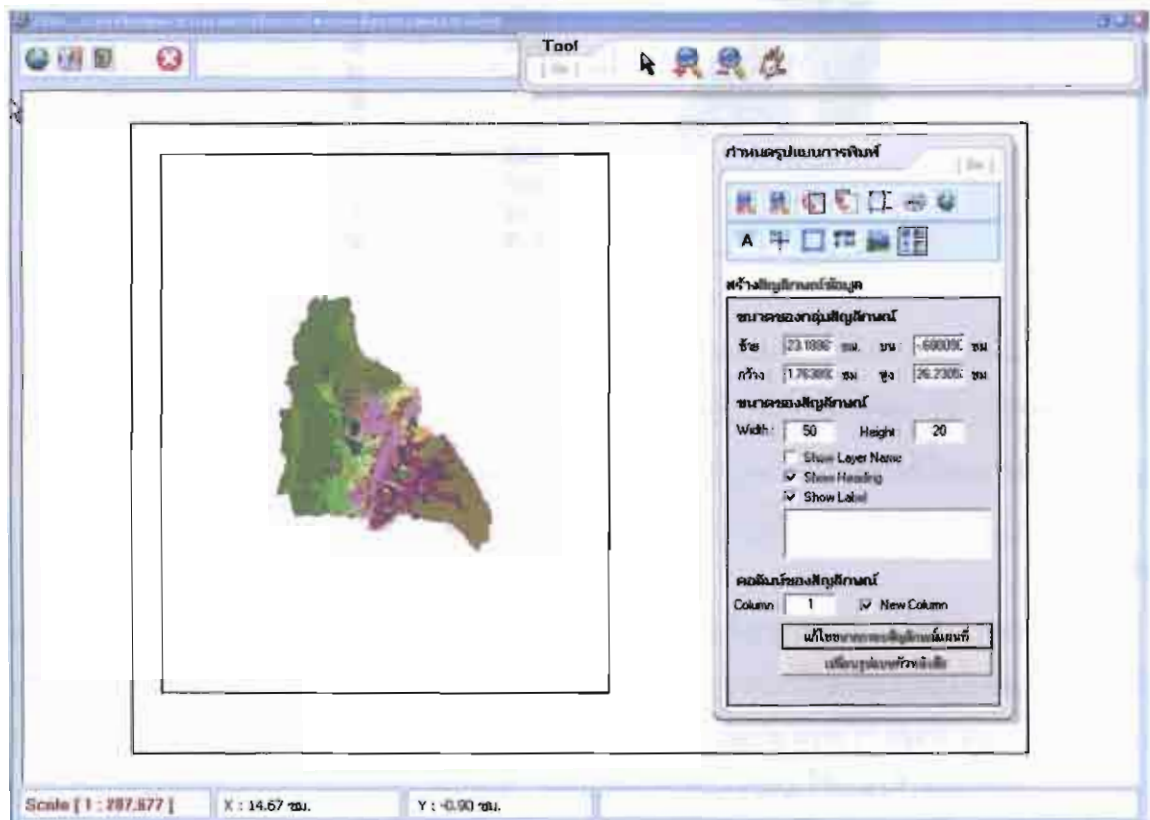


รูปที่ 10-38 การเปรียบเทียบมูลค่าของไม้ผลประเภทต่างๆ ที่เกษตรกรผลิตในศูนย์พัฒนาโครงการหลวง เป็นกราฟวงกลมแบบ 3 มิติ



การพิมพ์แผนที่

ในกรณีที่ต้องการพิมพ์แผนที่เพื่อใช้งาน หลังจากผู้ใช้เลือกพื้นที่ได้ในขอบเขตที่ต้องการ และมีการนำเอาชั้นข้อมูลต่างๆ มาแสดงร่วมกันเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถออกแบบรูปแบบการพิมพ์แผนที่โดยทำการคลิกที่ปุ่ม  เพื่อแสดงรูปแบบที่และรายละเอียดอื่นๆ เช่น แถบมาตราส่วน สัญลักษณ์แสดงทิศ หรือรายละเอียดคำอธิบายสัญลักษณ์ เป็นต้น ซึ่ง รสทก. มีเครื่องมือช่วยการออกแบบรูปแบบการพิมพ์แผนที่ซึ่งมีองค์ประกอบหลักดังรูปที่ 10-41

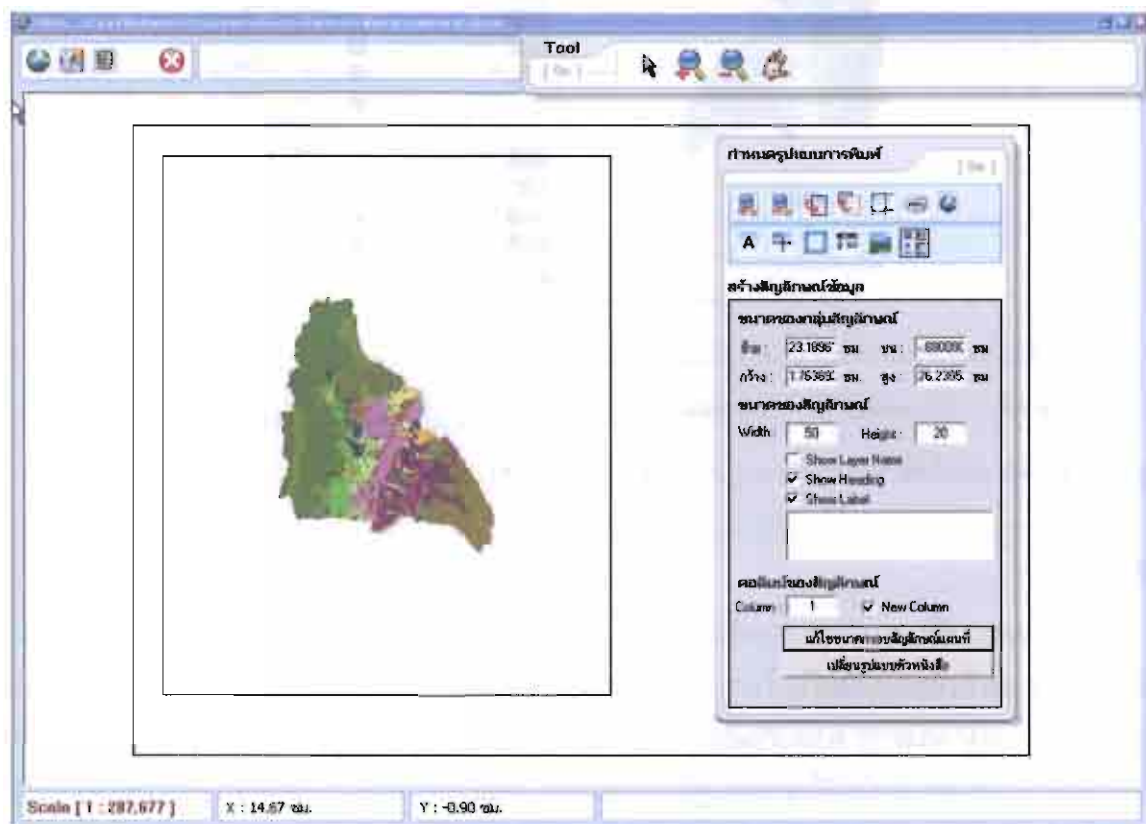


รูปที่ 10-41 องค์ประกอบของส่วนการออกแบบเพื่อพิมพ์แผนที่

เมื่อผู้ใช้กำหนดรูปแบบต่างๆ ดังรายละเอียดในคู่มือการใช้ รสทก. (ชาฤทธิและเมธิ, 2548) จนเป็นที่พอใจแล้ว ผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์แผนที่ได้ในขนาดที่ต้องการ รูปที่ 10-42 เป็นตัวอย่างของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ผ่านการกำหนดรูปแบบของหัวเรื่อง สัญลักษณ์ของทิศ แถบแสดงมาตราส่วน และคำอธิบายสัญลักษณ์ของสีที่ใช้ในแผนที่

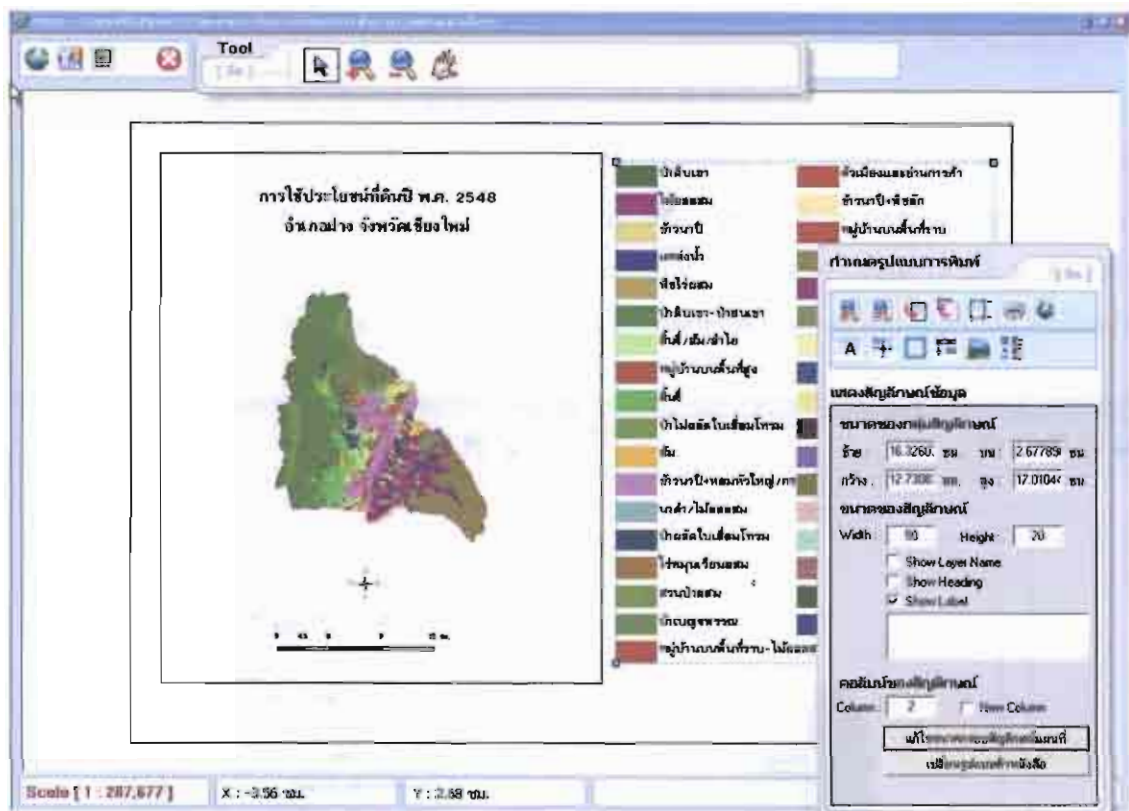
การพิมพ์แผนที่

ในกรณีที่ต้องการพิมพ์แผนที่เพื่อใช้งาน หลังจากผู้ใช้เลือกพื้นที่ได้ในขอบเขตที่ต้องการ และมีการนำเอาชั้นข้อมูลต่างๆ มาแสดงร่วมกันเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถออกแบบรูปแบบการพิมพ์แผนที่โดยการทำการคลิกที่ปุ่ม  เพื่อแสดงรูปแบบที่และรายละเอียดอื่นๆ เช่น แถบมาตราส่วน สัญลักษณ์แสดงทิศ หรือรายละเอียดคำอธิบายสัญลักษณ์ เป็นต้น ซึ่ง รสทก. มีเครื่องมือช่วยการออกแบบรูปแบบการพิมพ์แผนที่ซึ่งมีองค์ประกอบหลักดังรูปที่ 10-41



รูปที่ 10-41 องค์ประกอบของส่วนการออกแบบเพื่อพิมพ์แผนที่

เมื่อผู้ใช้งานกำหนดรูปแบบต่างๆ ดังรายละเอียดในคู่มือการใช้ รสทก. (ชาฤทธิและเมธี, 2548) จนเป็นที่พอใจแล้ว ผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์แผนที่ได้ในขนาดที่ต้องการ รูปที่ 10-42 เป็นตัวอย่างของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ผ่านการกำหนดรูปแบบของหัวเรื่อง สัญลักษณ์ของทิศ แถบแสดงมาตราส่วน และคำอธิบายสัญลักษณ์ของสีที่ใช้ในแผนที่



รูปที่ 10-42 แผนที่ที่ผ่านการกำหนดรูปแบบเพื่อการพิมพ์แล้ว

สรุป

รศทก. เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโครงการวิจัยนี้ เนื่องจากทำหน้าที่บูรณาการชั้นข้อมูลทั้งหมดที่เป็นผลลัพธ์ในโครงการนี้ รวมทั้งข้อมูลและผลการวิเคราะห์ร่วมกันระหว่างโครงการในกลุ่มโครงการ *ครส.ลำนานา* ระบบ **รศทก.** ได้รับการพัฒนาให้สามารถนำเข้า แสดงผล และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบภูมิสารสนเทศ เพื่อเรียกใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ประเภท จุด เส้น และพื้นที่ พร้อมทั้งแสดงสัญลักษณ์และคำอธิบายสัญลักษณ์ ดังนั้นจึงสามารถรองรับการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ ในอนาคตโดยไม่จำเป็นต้องเสียเวลาออกแบบสัญลักษณ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ใหม่ ระบบนี้มีเครื่องมือเพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ที่ไม่มีพื้นฐานการใช้งานระบบ GIS ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศด้านทรัพยากรเกษตรเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ โดยบูรณาการข้อมูลผ่านระบบ **รศทก.** ระบบยังช่วยสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่จากข้อมูลอธิบาย เพื่อให้การใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถสนับสนุนยุทธศาสตร์ทางการเกษตร การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และการบริการในระดับจังหวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในส่วนสืบค้นข้อมูลอธิบาย ผู้ใช้สามารถกำหนดชั้นข้อมูลที่จะสืบค้น รวมทั้งตารางอธิบายทั้งที่เป็นตารางเดี่ยวและตารางข้อมูลสัมพันธ์ที่ได้รับการออกแบบให้มีประสิทธิภาพในการนำเข้าและแก้ไขข้อมูลให้ทันสมัย **รศทก.** สามารถแสดงข้อมูลเป็นแผนภาพประเภทต่างๆ ทำให้แสดงผลและสื่อความหมายกับผู้ใช้ได้ทุกระดับตั้งแต่ระดับปฏิบัติการถึงผู้วางนโยบาย จึงทำให้ช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจวางแผนการจัดการทรัพยากรทางเกษตรได้อย่างมี

ประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้ใช้สามารถพิมพ์แผนที่ที่ยืดหยุ่นตามการออกแบบของตนเอง นอกจากนี้ **รสทก.** ยังสามารถแสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์จากโปรแกรมวิเคราะห์ข้างบน รวมทั้งผลการสร้างภาพจำลองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ทรัพยากรเพื่อการเกษตรและผลกระทบต่อสภาพการใช้ทรัพยากรในพื้นที่เป้าหมายได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมการพัฒนาชุมชน. 2546. ข้อมูลพื้นฐานระดับหมู่บ้าน กชช.2ค ปี 2546, [CD-ROM].
คณะกรรมการอำนวยการงานพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน (พชช.) กรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย.
- กองสำรวจและจำแนกดิน. 2542ก. ชุดดินจัดตั้งในภาคเหนือและที่สูงตอนกลางของประเทศไทย จำแนกใหม่ตามระบบอนุกรมวิธานดิน 1998. เอกสารวิชาการฉบับที่ 444. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กองสำรวจและจำแนกดิน. 2542ข. ชุดดินจัดตั้งในภาคกลางของประเทศไทย จำแนกใหม่ตามระบบอนุกรมวิธานดิน 1998. เอกสารวิชาการฉบับที่ 445. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กองสำรวจและจำแนกดิน. 2542ค. ชุดดินจัดตั้งในภาคใต้และพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย จำแนกใหม่ตามระบบอนุกรมวิธานดิน 1998. เอกสารวิชาการฉบับที่ 448. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กองสำรวจและจำแนกดิน. 2542ง. ชุดดินจัดตั้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำแนกใหม่ตามอนุกรมวิธานดิน 1998. เอกสารวิชาการฉบับที่ 449. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ชาฤทธิ์ สุ่มเหม และ เมธี เอกะสิงห์. 2548. คู่มือการใช้งาน **รสทก.** เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นรินทร์ชัย พัฒนพงศา และ กมล งามสมสุข. 2543. รายงานฉบับสมบูรณ์: สภาวะเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปี พ.ศ. 2543. กองพัฒนาเกษตรกรที่สูงสำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ปิ่นเพชร สุกุลส่องบุญศิริ, เมธี เอกะสิงห์ และ ชาฤทธิ์ สุ่มเหม. 2548. การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำ. ใน เมธี เอกะสิงห์ และคณะ. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: การใช้ทรัพยากรและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ระบบกลาง). เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. น.109-139.