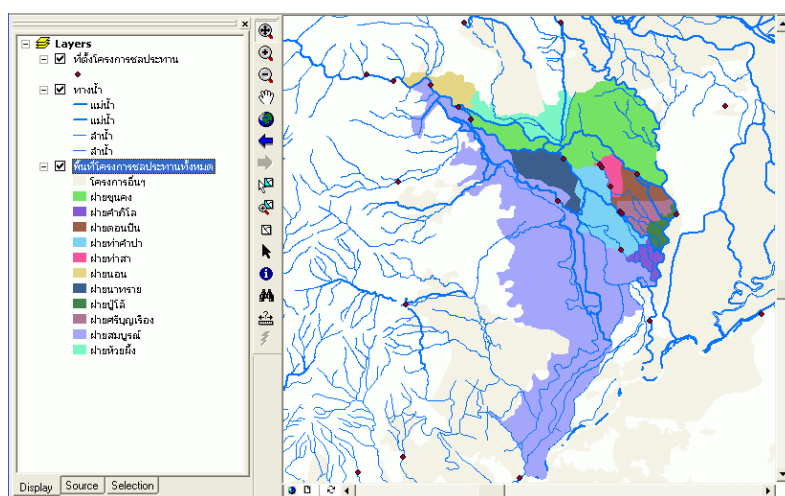


โครงการขนาดกลางที่มีขอบเขตโครงการชัดเจน จำนวน 26 โครงการ มีพื้นที่รวมประมาณ 459,400 ไร่ ทำการเพาะปลูกพืชในฤดูฝนร้อยละ 85 และในฤดูแล้งร้อยละ 35 พืชที่เกษตรกรเพาะปลูกส่วนใหญ่ ได้แก่ ข้าวนาปรัง และถั่วเหลือง นอกจากนี้พบว่าเกษตรกรที่ปลูกลำไยในโครงการฝายชลชั้นน้พินิจ มีการสูบน้ำได้ดินเพิ่มเติมจากน้ำที่ได้รับจากโครงการ

โครงการชลประทานราษฎรที่เคยมีผู้ศึกษาไว้แล้ว สามารถนำขอบเขตโครงการมาวิเคราะห์ร่วมกับพื้นที่เพาะปลูกพืชได้โดยตรง ตัวอย่างรูปที่ 8-29 แสดงพื้นที่โครงการของฝายในกลุ่มน้ำแม่วาง



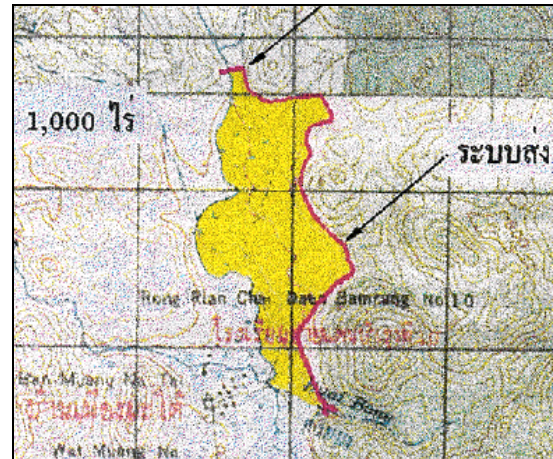
รูปที่ 8-29 พื้นที่โครงการฝายขนาดเล็กบริเวณลุ่มน้ำแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ สร้างจากวิทยานิพนธ์ของเบญจภา (2546)

ผลการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการหาพื้นที่รับน้ำจากฝายและอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กจากพื้นที่ทดสอบจำนวน 20 โครงการ พบว่าพื้นที่โครงการที่วิเคราะห์มีความสอดคล้องในเชิงพื้นที่กับขอบเขตโครงการจริงประมาณร้อยละ 80 รูปที่ 8-30 แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบพื้นที่รับน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ (พื้นที่สีเขียว) กับขอบเขตโครงการจากรายงาน (เส้นสีม่วง) ของโครงการฝายขุนปิง ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากสาเหตุหลัก 2 ประการคือ ความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลแนวคลองชลประทาน ซึ่งช่วยในการวิเคราะห์รูปแบบการส่งน้ำและรัศมีการส่งน้ำหรืออาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนของการประมาณพื้นที่รับน้ำชลประทานจากแผนที่ภูมิประเทศดังปรากฏในรายงาน (รูปที่ 8-30(ข))

ความคลาดเคลื่อนอีกส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการวิเคราะห์ เนื่องจากได้กำหนดพื้นที่ที่มีโอกาสรับน้ำชลประทานเป็นพื้นที่ที่อยู่ต่ำกว่าจุดเริ่มต้นส่งน้ำ ทำให้มีพื้นที่ที่วิเคราะห์บางส่วนอยู่นอกแผนที่โครงการจริง (Commission error) หรือบางครั้งพื้นที่โครงการจริงอาจไม่ถูกคัดเลือก (Omission error) รวมทั้งความคลาดเคลื่อนบางส่วนที่เกิดจากแปลงข้อมูลที่วิเคราะห์ในรูปแบบกริดเป็นข้อมูลสำหรับการแสดงผลแบบสายเส้น



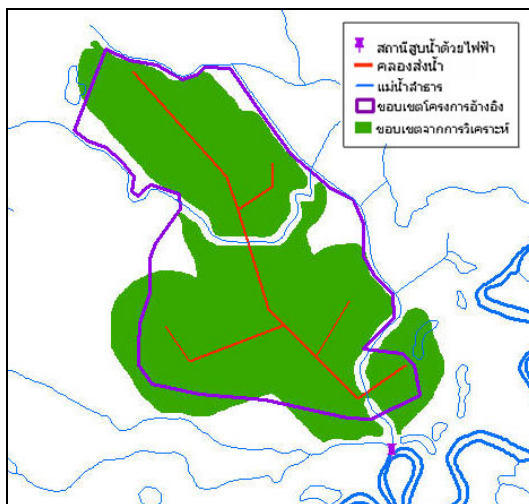
(ก) ขอบเขตพื้นที่จากการวิเคราะห์



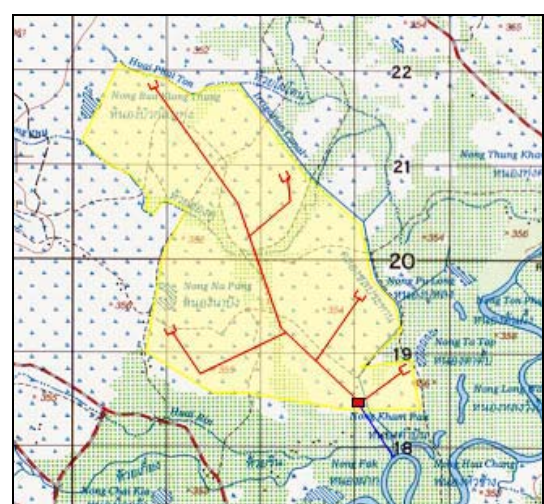
(ข) ขอบเขตพื้นที่โครงการฝ่ายขุนปิง

### รูปที่ 8-30 เปรียบเทียบขอบเขตพื้นที่โครงการที่ได้จากการวิเคราะห์กับพื้นที่โครงการจริง

พื้นที่การเกษตรในฤดูฝนปีพ.ศ. 2543 ที่ได้รับน้ำจากโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้ามีประมาณ 144,000 ไร่ ส่วนในฤดูแล้งมีพื้นที่ประมาณ 52,000 ไร่ เพื่อจ่ายน้ำให้กับพื้นที่ปลูกผลไม้เป็นหลัก มีการบริหารจัดการโดยองค์กรส่วนท้องถิ่น ซึ่งจะต้องจ่ายค่าไฟฟ้าในอัตราหน่วยละ 60 สตางค์ ผลการตรวจสอบความถูกต้องพบว่าขอบเขตพื้นที่รับน้ำจากโครงการมีความสอดคล้องกันโดยเฉลี่ยร้อยละ 72 ของพื้นที่โครงการทั้งหมด ตัวอย่างในรูปที่ 8-31 เป็นการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าบ้านหลวง ตำบลศรี อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ



(ก) ขอบเขตพื้นที่จากการวิเคราะห์

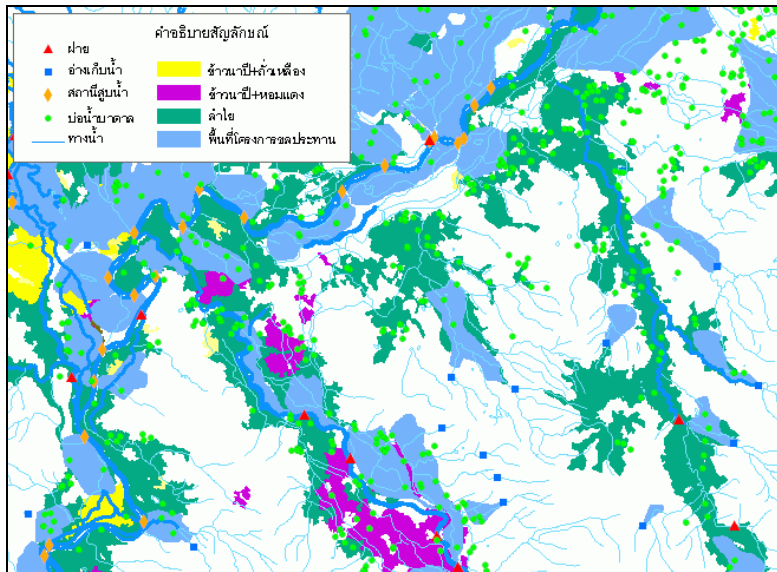


(ข) ขอบเขตพื้นที่โครงการสูบน้ำ

### รูปที่ 8-31 เปรียบเทียบขอบเขตพื้นที่โครงการที่ได้จากการวิเคราะห์กับพื้นที่โครงการจริง

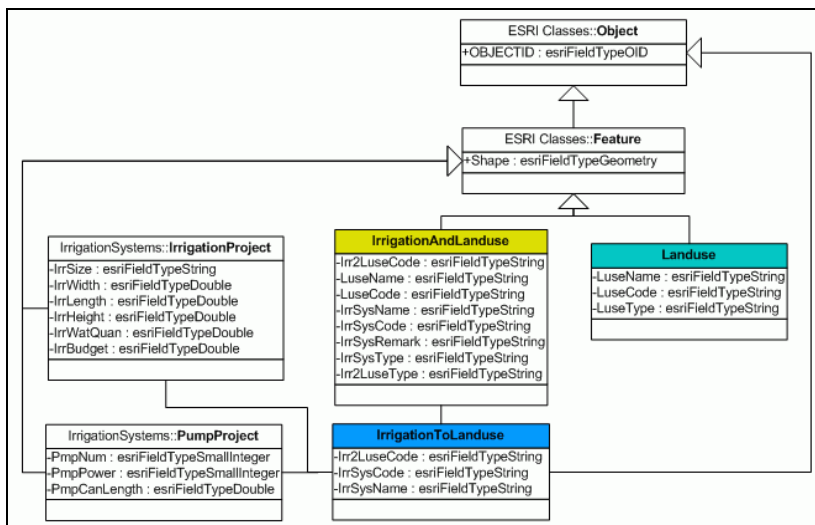
ของโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าบ้านหลวง ตำบลศรี อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ

พื้นที่ชลประทานที่อยู่นอกเหนือการวิเคราะห์ข้างต้น (รูปที่ 8-32) ได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชฤดูแล้งและพื้นที่ปลูกไม้ผล (ชาญชัย และคณะ, 2548) โดยในพื้นที่ไม้ผลที่ใช้น้ำชลประทานได้จากการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลบ่อน้ำบาดาลและสวนไม้ผลตัวอย่างที่ได้จากการสำรวจภาคสนามของ รัชชัยและคณะ (2547) ซึ่งหากพื้นที่ดังกล่าวอยู่นอกพื้นที่ของโครงการขนาดใหญ่ กลาง เล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าที่วิเคราะห์ในข้างต้น จะจัดให้อยู่ในกลุ่มที่ได้รับน้ำจากการสูบน้ำจากแหล่งน้ำอื่น



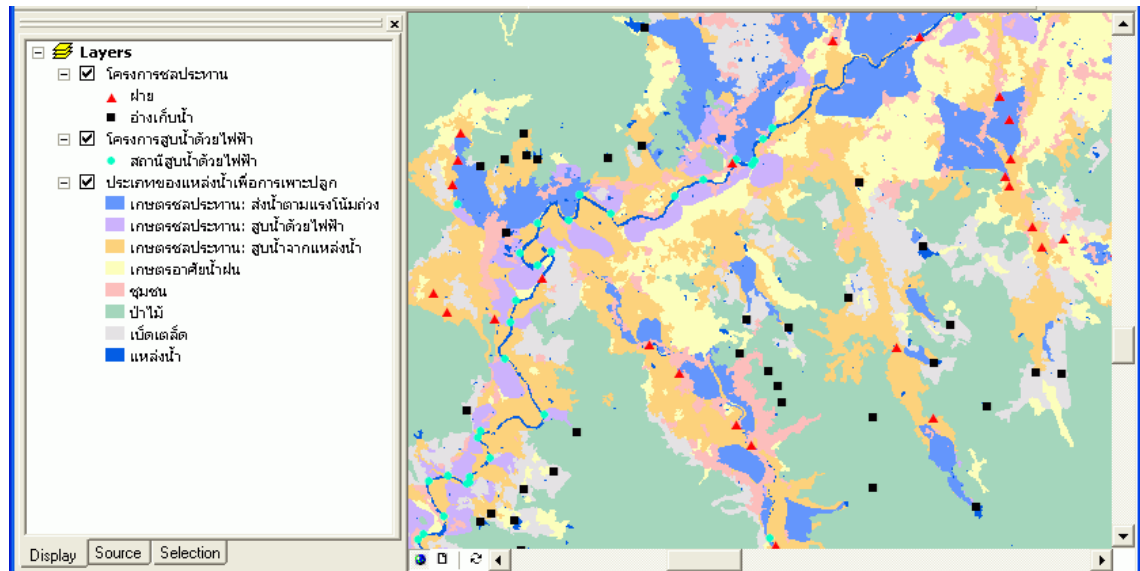
รูปที่ 8-32 พื้นที่ปลูกพืชฤดูแล้งและไม้ผลนอกเขตโครงการชลประทาน อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน

ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรที่นำมาวิเคราะห์โดยการซ้อนทับกับขอบเขตโครงการชลประทาน สามารถออกแบบความสัมพันธ์ระหว่างชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งสองได้ดังรูปที่ 8-33 เพื่อระบุประเภทของแหล่งน้ำที่ใช้สำหรับการเพาะปลูกในแต่ละพื้นที่



รูปที่ 8-33 แผนภาพ UML เชื่อมโยงแหล่งน้ำและพื้นที่เพาะปลูก

รูปที่ 8-34 และรูปที่ 8-35 แสดงตัวอย่างของผลลัพธ์การเชื่อมโยงข้อมูล แบ่งตามประเภทของแหล่งน้ำ 2 ประเภทตามต้นทุนการใช้น้ำคือการส่งน้ำตามแรงโน้มถ่วงและการสูบน้ำ โดยที่การสูบน้ำได้แยกออกเป็น การสูบน้ำด้วยไฟฟ้าในพื้นที่โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าและการสูบน้ำจากแหล่งน้ำทั้งผิวดินและใต้ดินที่เกษตรกรสูบน้ำใช้เอง



รูปที่ 8-34 การจำแนกประเภทของแหล่งน้ำเพื่อเพาะปลูก

| Attributes of ประเภทของแหล่งน้ำเพื่อการเพาะปลูก |         |               |                                |                  |                                     |                        |             |
|-------------------------------------------------|---------|---------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------|
| OBJECT                                          | Shape*  | รหัสการใช้น้ำ | การใช้ที่ดิน                   | รหัสการใช้ที่ดิน | รูปแบบการใช้น้ำ                     | ชื่อโครงการชลประทาน    | รหัสโครงการ |
| 25093                                           | Polygon | L25093        | ลำไย                           | A413             | เกษตรชลประทาน: สูบน้ำด้วยไฟฟ้า      | สถานีสูบน้ำบ้านควยบง   | P038        |
| 25094                                           | Polygon | L25094        | ข้าวเหนียว                     | A101             | เกษตรชลประทาน: สูบน้ำด้วยไฟฟ้า      | สถานีสูบน้ำบ้านโพนนาวา | P031        |
| 25095                                           | Polygon | L25095        | ป่าเบญจพรรณ                    | F201             | ป่าไม้                              | สถานีสูบน้ำบ้านโพนนาวา | P031        |
| 25096                                           | Polygon | L25096        | พื้นที่ชุ่ม                    | M2               | เบ็ดเตล็ด                           | สถานีสูบน้ำบ้านโพนนาวา | P031        |
| 25097                                           | Polygon | L25097        | ป่าเบญจพรรณ                    | F201             | ป่าไม้                              | สถานีสูบน้ำบ้านโพนนาวา | P031        |
| 25098                                           | Polygon | L25098        | ไม้ผลผสม-ป่าดัดใบเชื่อมโตกรม   | A401-F200        | เกษตรชลประทาน: ส่งน้ำตามแรงโน้มถ่วง | ฝ่ายแม่สาว             | M094        |
| 25099                                           | Polygon | L25099        | ตัวเมืองและย่านการค้า          | U1               | ชุมชน                               | ฝ่ายแม่สาว             | M094        |
| 25100                                           | Polygon | L25100        | สันติ/ส้ม/ลำไย                 | A406/A402/A413   | เกษตรชลประทาน: ส่งน้ำตามแรงโน้มถ่วง | ฝ่ายแม่สาว             | M094        |
| 25101                                           | Polygon | L25101        | ข้าวเหนียว+หอมหัวใหญ่/กระเทียม | A101+A237/A238   | เกษตรชลประทาน: ส่งน้ำตามแรงโน้มถ่วง | ฝ่ายแม่สาว             | M094        |
| 25102                                           | Polygon | L25102        | ทุ่งบ้านบนพื้นที่ราบ           | U201             | ชุมชน                               | ฝ่ายแม่สาว             | M094        |
| 25103                                           | Polygon | L25103        | ข้าวเหนียว                     | A101             | เกษตรชลประทาน: ส่งน้ำตามแรงโน้มถ่วง | ฝ่ายแม่สาว             | M094        |
| 25104                                           | Polygon | L25104        | ข้าวเหนียว+หอมหัวใหญ่/กระเทียม | A101+A237/A238   | เกษตรชลประทาน: ส่งน้ำตามแรงโน้มถ่วง | ฝ่ายแม่สาว             | M094        |
| 25105                                           | Polygon | L25105        | ไม้ผลผสม-ป่าดัดใบเชื่อมโตกรม   | A401-F200        | เกษตรชลประทาน: ส่งน้ำตามแรงโน้มถ่วง | ฝ่ายแม่สาว             | M094        |
| 25106                                           | Polygon | L25106        | สันติ/ส้ม/ลำไย                 | A406/A402/A413   | เกษตรชลประทาน: ส่งน้ำตามแรงโน้มถ่วง | ฝ่ายแม่สาว             | M094        |
| 25107                                           | Polygon | L25107        | แหล่งน้ำ                       | W101             | แหล่งน้ำ                            | ฝ่ายแม่สาว             | M094        |

รูปที่ 8-35 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินกับแหล่งน้ำเพื่อการชลประทาน

การวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างพื้นที่เพาะปลูกพืชกับแหล่งน้ำในระบบภูมิสารสนเทศ ทำให้เห็นภาพของการใช้ประโยชน์จากน้ำชลประทานแต่ละแหล่งได้เป็นอย่างดี การวิเคราะห์สามารถทำได้สะดวกโดยอาศัยการซ้อนทับพื้นที่โครงการชลประทานกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินหากโครงการพัฒนาแหล่งน้ำแต่ละแหล่งมีพื้นที่รับน้ำที่ชัดเจน อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเชิงพื้นที่รับน้ำของโครงการขนาดเล็กเท่าที่ปรากฏในรายงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะโครงการที่ก่อสร้างเสร็จแล้วมาเป็นเวลานาน การกำหนดขอบเขตพื้นที่รับน้ำของแต่ละ



โครงการโดยใช้แผนที่แบบที่เคยปฏิบัติจะใช้เวลานาน บทความนี้ได้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างพื้นที่เพาะปลูกในระบบภูมิสารสนเทศโดยอาศัยแบบจำลองข้อมูลภูมิประเทศเชิงตัวเลข โครงข่ายลำน้ำ ขอบเขตลุ่มน้ำ และพื้นที่รับน้ำตามรายงานของโครงการชลประทาน ผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าพื้นที่เพาะปลูกพืชในพื้นที่ศึกษารับน้ำมาจากแหล่งน้ำประเภทใด ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่มีความจำเป็นต่อการวิเคราะห์ผลผลิตของการใช้น้ำเพื่อการเกษตรของแต่ละพื้นที่ในเชิงเศรษฐศาสตร์ อันจะนำไปสู่การสร้างระบบสนับสนุนการวางแผนและตัดสินใจในการบริหารและจัดการทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

## สรุป

ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศระบบชลประทานในรายงานนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความพยายามในการออกแบบและรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับระบบชลประทานในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน ได้แก่ โครงการชลประทานหลวงและราษฎร์ โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า และบ่อน้ำบาดาล ทั้งในรูปของแผนที่และรายงานให้เป็นข้อมูลเชิงวัตถุ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันระหว่างชั้นข้อมูล และมีส่วนควบคุมความถูกต้องของการนำเข้าข้อมูลอธิบาย ทั้งนี้เพื่อรวบรวมข้อมูลแหล่งน้ำชลประทานที่ได้รับการจัดเก็บในหลายองค์กรให้อยู่ในฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเดียวกันในรูปแบบข้อมูลเชิงวัตถุ รวมถึงการสร้างความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ในรูปของเครือข่ายส่งน้ำชลประทาน เพื่อใช้ในระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ (รศทก.) รวมถึงการวิเคราะห์ร่วมกับชั้นข้อมูลอื่นตามเงื่อนไขต่างๆ ต่อไป

นอกจากนี้การประเมินผลผลิตภาพและประสิทธิภาพในการใช้น้ำชลประทานในระดับโครงการ ยังต้องการข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกและขอบเขตพื้นที่รับน้ำชลประทานของแต่ละประเภทแหล่งน้ำ เนื่องจากต้นทุนการส่งน้ำของโครงการแต่ละประเภทไม่เท่ากัน ถึงแม้ว่าข้อมูลขอบเขตพื้นที่รับน้ำของโครงการแต่ละประเภทไม่สมบูรณ์พอที่จะใช้วิธีนำเข้าจากแผนที่ได้ การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในระบบภูมิสารสนเทศโดยอาศัยตำแหน่งของโครงการชลประทาน แนวคลองส่งน้ำร่วมกับระดับความสูงของพื้นที่ เครือข่ายลุ่มน้ำ และพื้นที่เพาะปลูกพืช สามารถช่วยให้ในการจัดทำขอบเขตพื้นที่รับน้ำชลประทานแบบกึ่งอัตโนมัติได้เป็นอย่างดี มีความถูกต้องประมาณร้อยละ 80 ข้อมูลความเชื่อมโยงระหว่างแหล่งน้ำและพื้นที่รับน้ำชลประทานที่ได้ นอกจากจะนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินผลผลิตภาพและประสิทธิภาพของโครงการชลประทานขนาดต่างๆ แล้ว ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นเพื่อสนับสนุนการวางแผนการจัดการทรัพยากรเพื่อการพัฒนาทางการเกษตรในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. 2544. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แผนที่น้ำบาดาลรายจังหวัด มาตราส่วน 1:100,000. [CD-ROM]. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน. 2546. การวางแผนและออกแบบระบบส่งน้ำชลประทาน. นครปฐม: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์, เมธี เอกะสิงห์, วรวิรุจน์ วีระจิตต์, วัฒนา พัฒนถาวร และ สมจินต์ วานิชเสถียร. 2548. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: การจำแนกระบบนิเวศเกษตรและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ธวัชชัย รัตน์ชเลศ, พฤกษ์ ยิบมันตะศิริ, รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์ และ จงรักษ์ มูลเพย. 2548. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: องค์ความรู้และยุทธศาสตร์ในระบบการผลิตไม้ผล. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บริษัท ปัญญา คอนซัลแตนท์ จำกัด และ บริษัท ชิกม่า ไฮโดร คอนซัลแตนท์ จำกัด. 2546. โครงการจัดทำแผนรวม การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปิง: รายงานฉบับสุดท้าย. เสนอต่อกรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- เบญจมา ชูติมา. 2546. การจัดการทรัพยากรน้ำในระดับลุ่มน้ำและการกระจายประโยชน์ทางเศรษฐกิจของเกษตรกรลุ่มน้ำแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท (เศรษฐศาสตร์เกษตร), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปิ่นเพชร สกลส่องบุญศิริ, เมธี เอกะสิงห์ และ ชาฤทธิ์ สุ่มเหม. 2548. การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำ. ใน เมธี และคณะ. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: การใช้ทรัพยากรและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ระบบกลาง). เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. น.109-139.
- พรพิไล เลิศวิชา และ อรุณรัตน์ วิเชียรเขียว. 2546. โครงการวิจัยพลวัตเศรษฐกิจชุมชน 3 ลุ่มน้ำในประเทศไทย พ.ศ. 2543-2545: ชุมชนหมู่บ้านลุ่มน้ำชาน. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

เมธี เอกะสิงห์ และ สุรีย์พร สุดชาติ. 2541. การพัฒนาระบบข้อมูลเชิงพื้นที่โครงการชลประทานในระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว. ใน เมธี เอกะสิงห์ และคณะ. รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 2 งวดที่สอง (1 ตุลาคม 2540 – 31 มีนาคม 2541) โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. น.1-37.

เมธี เอกะสิงห์, ถาวร อ่อนประไพ, พนมศักดิ์ พรหมบุรณย์, จุไรพร แก้วทิพย์, สุรีย์พร สุดชาติ, เฉลิมพล สำราญพงษ์, สิทธิเดช ณ เชียงใหม่ และ ทนงเกียรติ อุปันโน. 2543. ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ส่วนที่ 2 โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วันเพ็ญ สุรฤกษ์. 2528. พัฒนาการทางประวัติความเป็นมาและการจัดการเกี่ยวกับระบบการชลประทานในภาคเหนือของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2548. ฐานข้อมูลแหล่งน้ำ [Online]. Available: <http://www.sri.cmu.ac.th/databaselink.php>. [27 มิถุนายน 2548].

สาโรจน์ แวมณี. 2541. กระบวนการปรับตัวขององค์กรชลประทานราษฎร์ต่อการเปลี่ยนแปลงการเกษตร: กรณีศึกษาเหมืองฝายใหม่ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท (วิชาการพัฒนาสังคม), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ภูมิภาคที่ 3. 2545. รายละเอียดโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าในความรับผิดชอบของศูนย์บริการโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าจังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

สำนักพัฒนาแหล่งน้ำ 1. 2545. รายงานเสร็จงาน ประจำปีงบประมาณ 2542-2544. เชียงใหม่: สำนักชลประทานที่ 1 กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรศักดิ์ วงศ์ชัย. 2545. ศึกษาการก่อสร้างโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า. โครงการศึกษาพิเศษโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมก่อสร้าง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเชียงใหม่.

สุวรรณ หาญวิริยะพันธุ์. 2545. การวิจัยและพัฒนาระบบเกษตรกรรมเขตชลประทานภาคเหนือตอนบน. เชียงใหม่: สำนักวิจัยและพัฒนากาเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- 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 geographic information system. *Agricultural Water Management* 67: 185-199.
- Booch G., J. Rumbaugh, and I. Jacobson. 2001. The Unified Modeling Language User Guide. 8<sup>th</sup>. Boston: Addison-Wesley.
- Contor, B.A. 2003. Determining Source of Irrigation Water for Recharge Calculation. Idaho: Idaho Research Institute, University of Idaho.
- ESRI. 2002. ArcGIS Desktop. California: Environmental Systems Research Institute.
- Ines, A.V.M, A.D. Gupta, and R. Loof. 2002. Application of GIS and crop growth models in estimating water productivity. *Agricultural Water Management* 54: 205-225.
- Maidment, D. (ed.). 2002. Arc Hydro: GIS for Water Resources. California: ESRI Press.
- Papajorgji, P. and T. Shatar. 2004. Using the Unified Modeling Language to develop soil water balance and irrigation-scheduling models. *Environmental Modeling & Software* 19: 451-459.
- Perencsik, A., S. Woo, B. Booth, S. Crosier, J. Clark, and A. MacDonald. 2004. Building a Geodatabase. California: Environmental Systems Research Institute.
- Todorovic, M. and P. Steduto. 2003. A GIS for irrigation management. *Physics and Chemistry of the Earth* 28: 163-174.
- Tsihrintzis, V.A., R. Hamid and H.R. Fuentes. 1996. Use of Geographic Information Systems (GIS) in water resources: A review. *Water Resources Management* 10: 251-277.
- Zeiler, M. 1999. Modeling Our World: The ESRI Guide to Geodatabase Design. California: ESRI Press.



# ระบบประเมินผลผลิตภาพของน้ำชลประทานเชิงพื้นที่

วัฒนา พัฒนถาวร<sup>1</sup> และ เมธี เอกะสิงห์<sup>2</sup>

## บทนำ

เป้าหมายหลักของการก่อสร้างระบบชลประทานเพื่อการเกษตร คือ การยกระดับรายได้ของเกษตรกร โดยลดข้อจำกัดด้านการขาดแคลนน้ำสำหรับการเพาะปลูก ทำให้ภารกิจหลักของเจ้าหน้าที่ประจำโครงการชลประทานขนาดใหญ่และขนาดกลาง คือ การจัดสรรน้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูกในปริมาณและช่วงเวลาที่สุดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรอย่างทั่วถึง นอกเหนือจากการทำนุบำรุงรักษาระบบโครงสร้างและอาคารต่างๆ ให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ งานด้านการวางแผนการจัดสรรน้ำมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ ทั้งปริมาณน้ำต้นทุน การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร สภาพภูมิอากาศและคุณสมบัติของดิน และมีการคำนวณที่ค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตาม รูปแบบและวิธีการดำเนินงานของแต่ละโครงการมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ทำให้มีการเริ่มนำระบบสารสนเทศมาใช้สำหรับจัดเก็บ วิเคราะห์ วางแผน ติดตามและประเมินผล อย่างหลากหลายและเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน (ภารดา, 2542; Mateos et al., 2002; อังกูร, 2546)

แม้ว่างานวิจัยส่วนใหญ่ได้มุ่งเน้นการวางแผนการจัดสรรน้ำเป็นหลัก โดยอาศัยเทคนิควิธีการต่างๆ ได้แก่ แบบจำลองความต้องการน้ำของพืช (Smith, 1992) แบบจำลองเชิงเส้นตรง (न्हินดา, 2535; Donkwa, 1997) แบบจำลองพันธุกรรม (Kuo et al., 2000; Bhaktikul, 2001) แบบจำลองโดยเกณฑ์แบบฟัชซี (ภาณุวัฒน์และเอกสิทธิ์, 2546) หรือเครื่องมืออื่นๆ มาใช้สำหรับวางแผนการจัดสรรน้ำอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด แต่งานวิจัยส่วนใหญ่ยังขาดการเชื่อมโยงข้อมูลชลประทานกับข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นในระบบภูมิสารสนเทศ ให้สามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้การประเมินผลการดำเนินงานจัดสรรน้ำยังมีน้อย ไม่สมบูรณ์ และขาดการพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกต่อการปฏิบัติงาน

ดังนั้น งานวิจัยในส่วนนี้จึงมุ่งที่จะพัฒนาระบบสำหรับประเมินผลด้านประสิทธิภาพการดำเนินงานของโครงการชลประทานที่ผ่านมา ในรูปของผลผลิตภาพของการใช้น้ำ (Molden, 1997) จากการเปรียบเทียบทั้งในระดับโครงการและโซนส่งน้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่และขนาดกลางบางโครงการ ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และเชียงราย เพื่อชี้ให้เห็นถึงสถานการณ์ของการจัดสรรน้ำที่สะท้อนจากมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตร อันจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงการวางแผนการจัดสรรน้ำ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป ทั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในปีพ.ศ.2543 และปีพ.ศ.2531 รวมทั้งได้พัฒนาระบบจำลองสถานการณ์

---

<sup>1</sup> ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

<sup>2</sup> ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สำหรับการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ต้นทุนการผลิต ราคาสินค้า และปริมาณน้ำต้นทุนต่อความต้องการและผลิตภาพของการใช้น้ำ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับประกอบการตัดสินใจและวางแผนเตรียมการรับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

## หลักการและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### การประเมินความต้องการน้ำ

การดำเนินงานจัดสรรน้ำของโครงการชลประทานแต่ละแห่ง จำเป็นต้องทราบถึงช่วงเวลาปริมาณในการส่งน้ำ และพื้นที่รับน้ำ ซึ่งโดยปกติฝ่ายจัดสรรน้ำจะทำการประเมินจากความต้องการใช้น้ำภายในโครงการก่อน โดยเฉพาะการประเมินความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรจากการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ส่งน้ำชลประทานและข้อมูลการส่งน้ำในปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม โครงการชลประทานขนาดใหญ่ในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ โครงการฯ แม่แตง และแม่กวง 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.),  $ET_o$  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

น้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่จำเป็นต่อพัฒนาการและการเจริญเติบโตของพืช หากพืชขาดน้ำย่อมส่งผลกระทบต่อกระบวนการต่างๆ โดยเฉพาะกระบวนการสร้างผลผลิต ในรายงานของ Doorenbos and Kassam (1979) ได้เสนอความสัมพันธ์ระหว่างการใช้น้ำของพืชกับผลผลิตในรูปของสมการเส้นตรง (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) ในรูปของแผนภูมิแสดงที่ให้เห็นผังการไหลของน้ำตั้งแต่เข้ามาในระบบ 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 โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัด ภูมิอากาศและแผนที่การใช้ที่ดิน ผลลัพธ์ที่ได้ถูกนำมาแสดงในรูปแบบกราฟ ในขณะทำงานวิจัยของ 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 แม่กวง แม่แฝก-แม่จัต แม่ลาว และฝายชลชั้นค้อพินิจ

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 แล้วจัดพื้นที่ที่มีขนาดเล็กออก ซึ่งหน่วยแผนที่ดินที่ได้นี้จะเป็นหน่วยแผนที่ดินเดียวกันกับที่ใช้ในระบบประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจของที่ดิน 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 จะทำให้ทราบว่าการเพาะปลูกพืชและปริมาณน้ำต้นทุน โดยเฉพาะผลผลิตภาพของน้ำในช่วงสิบปีที่ผ่านมา มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร เพื่อค้นหาพื้นที่ที่มีการใช้น้ำเพิ่มขึ้นหรือพื้นที่ที่กำลังมีปัญหาเรื่องการใช้น้ำ อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการจัดสรรน้ำ สำหรับหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขต่อไป นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ยังแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความต้องการใช้น้ำในอนาคต

### **การสร้างสถานการณ์จำลอง**

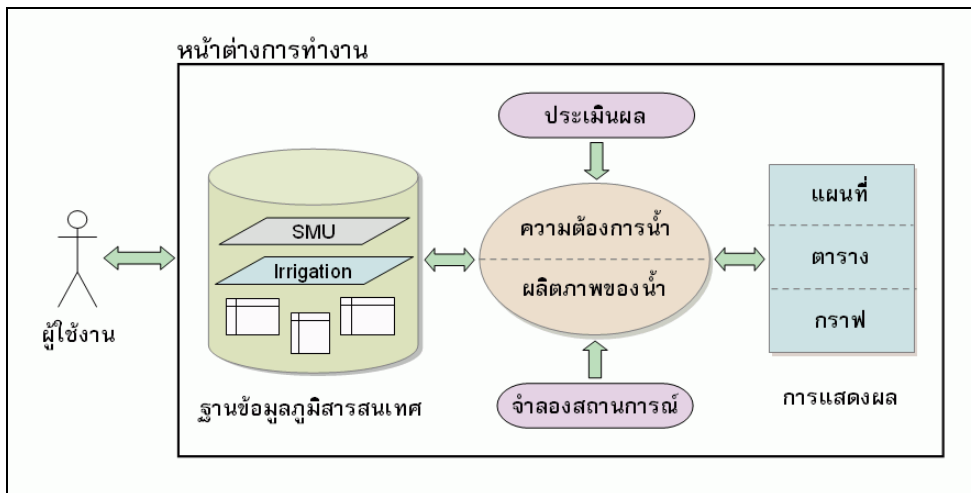
เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรล้วนมีอิทธิพลต่อการผลิตพืชของเกษตรกร ไม่ว่าจะเป็นนโยบายของรัฐบาล การส่งเสริมจากภาครัฐและเอกชน การเปลี่ยนแปลงของราคาปัจจัยการผลิตและราคาผลผลิต รวมถึงการบริหารจัดการปริมาณน้ำต้นทุนที่เจ้าหน้าที่จัดสรรน้ำต้องวางแผนและติดตามอยู่ตลอดเวลา ส่วนของการจำลองสถานการณ์ในระบบประเมินผลผลิตภาพของน้ำจึงได้ออกแบบให้ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ 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





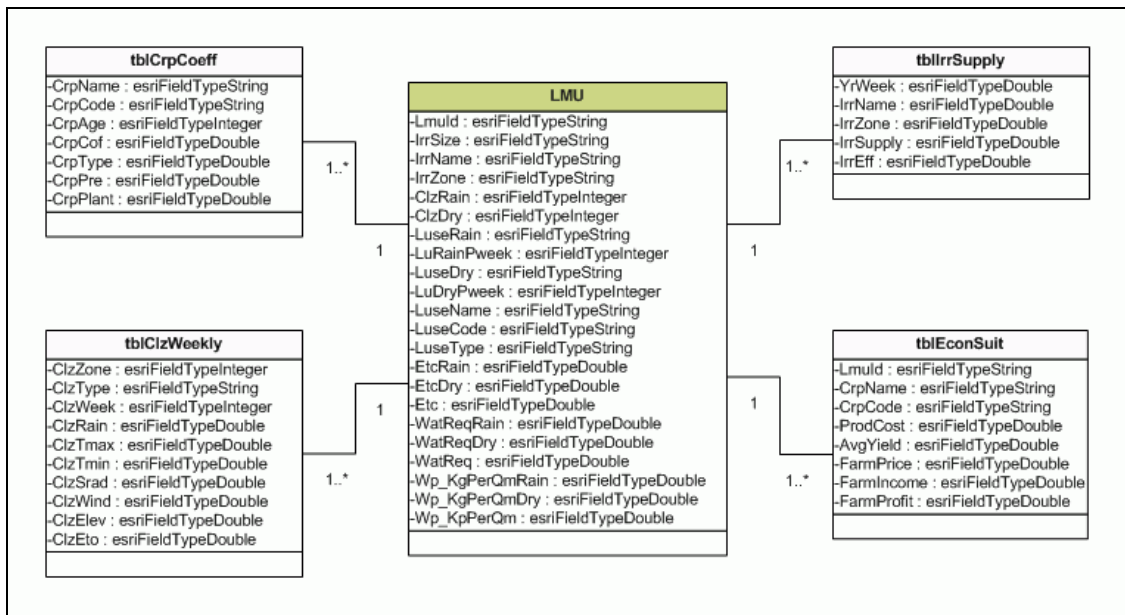
รูปที่ 9-1 องค์ประกอบของระบบประเมินผลผลิตภาพของน้ำชลประทานเชิงพื้นที่ (WaterPro)

### ความสามารถของระบบ

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

### การออกแบบฐานข้อมูล

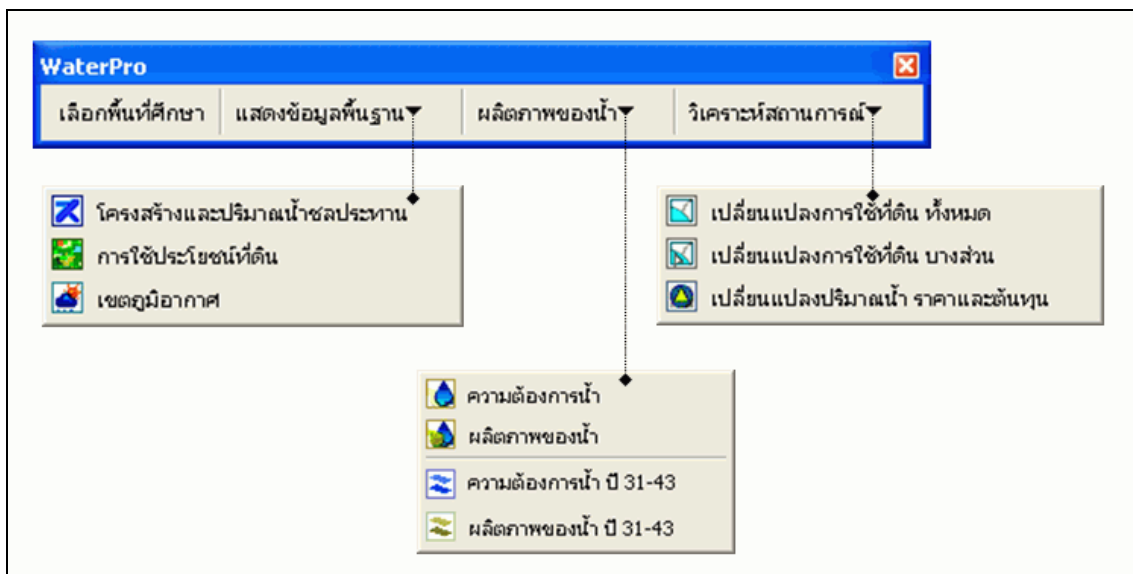
ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศใน WaterPro อยู่ในรูปของ Personal Geodatabase โดยออกแบบโครงสร้างและความสัมพันธ์ของข้อมูลดังแผนภาพ Unified Modeling Language (UML) ในรูปที่ 9-2 ซึ่งสามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลตาราง ความสัมพันธ์ ข้อมูลเชิงพื้นที่พื้นฐานคือชั้นข้อมูลหน่วยแผนที่ดิน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



รูปที่ 9-2 โครงสร้างความสัมพันธ์ในฐานข้อมูลผลิตภาพของน้ำ

## การใช้งาน WaterPro

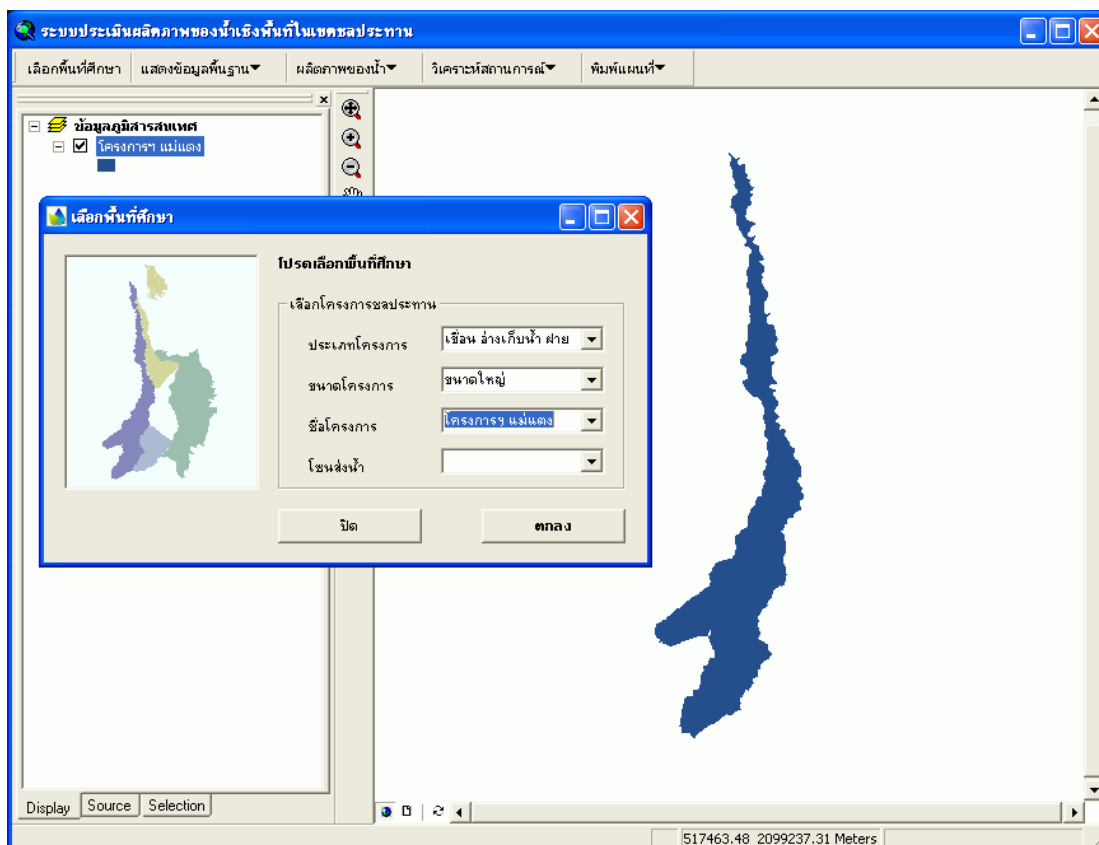
ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้งานระบบ WaterPro ผ่านแถบเครื่องมือ (WaterPro toolbar) ประกอบด้วย 4 เมนู คือ เมนูเลือกพื้นที่ศึกษา แสดงข้อมูลพื้นฐาน ผลิตภาพของน้ำ และวิเคราะห์สถานการณ์ ตามโครงสร้างของระบบเมนูหลักและเมนูย่อยในรูปที่ 9-3



รูปที่ 9-3 แถบเครื่องมือระบบประเมินผลิตภาพของน้ำชลประทานเชิงพื้นที่ (WaterPro)

### การเลือกพื้นที่ศึกษา

ผู้ใช้งานสามารถเลือกพื้นที่โครงการชลประทาน ผ่านเมนู “เลือกพื้นที่ศึกษา” จาก 5 โครงการ คือ โครงการฯ แม่แตง แม่แฝก-แม่จิด แม่กวด แม่ลาว และฝายชลชั้นธิพิณิจ ตามขนาดของโครงการ ทั้งในระดับโครงการและโซนส่งน้ำ เมื่อผู้ใช้ “ตกลง” เลือกพื้นที่โครงการ ที่ต้องการแล้ว ระบบจะทำการสืบค้นชั้นข้อมูลทีเลือก แล้วแสดงผลในรูปของชั้นข้อมูลหน่วยแผนที่ดิน ดังตัวอย่างในรูปที่ 9-4 ซึ่งแสดงผลการเลือกพื้นที่โครงการชลประทานแม่แตง



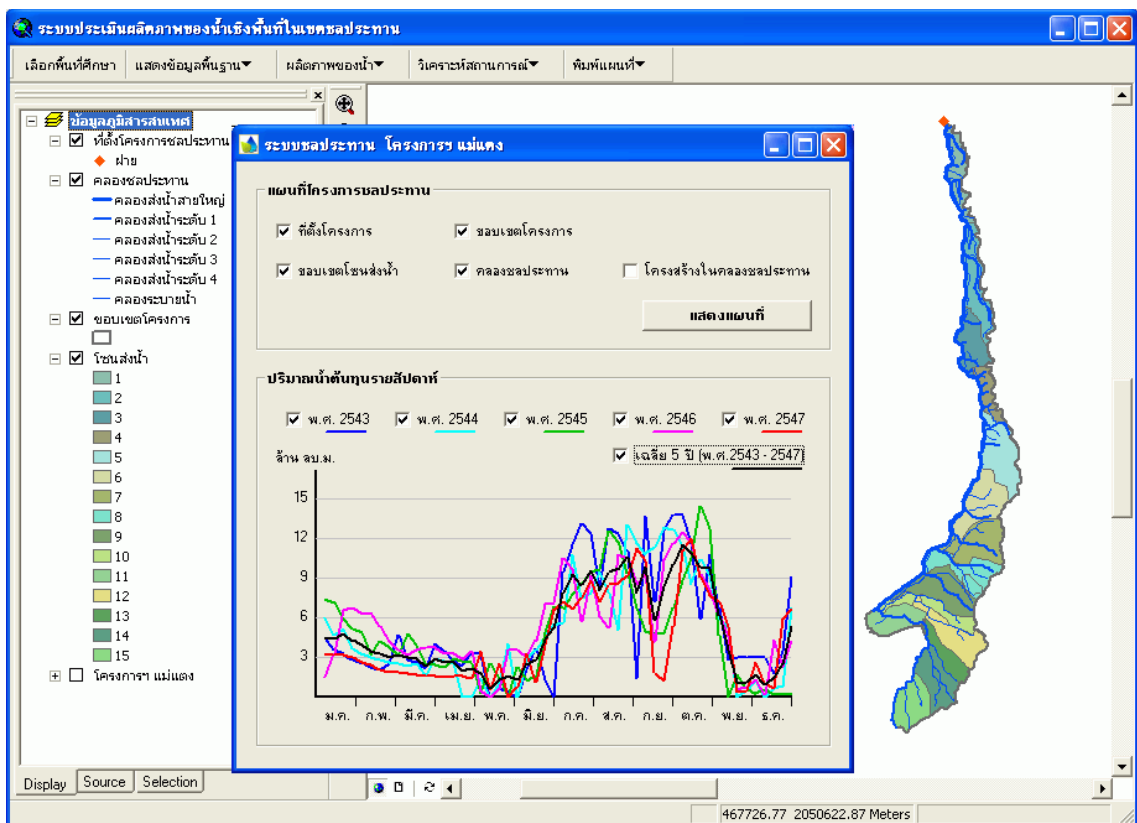
รูปที่ 9-4 การเลือกพื้นที่ศึกษา โครงการชลประทานแม่แตง

### 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

การใช้ประโยชน์ที่ดิน โครงการ แม่แตง

แผนที่การใช้ที่ดิน ปี 2543

☒ แผนที่การใช้ที่ดิน ทั้งปี ☐ แผนที่การใช้ที่ดิน ฤดูฝน

☐ แผนที่การใช้ที่ดิน ฤดูแล้ง

แสดงแผนที่

สืบค้นการใช้ที่ดิน

การใช้ที่ดินฤดูฝน การใช้ที่ดินฤดูแล้ง เว้นไข

การใช้ที่ดินฤดูฝน เป็น ข้าราชการ และ

การใช้ที่ดินฤดูแล้ง เป็น ข้าราชการ และ

ตกลง ยกเลิก

แสดงผลการสืบค้น

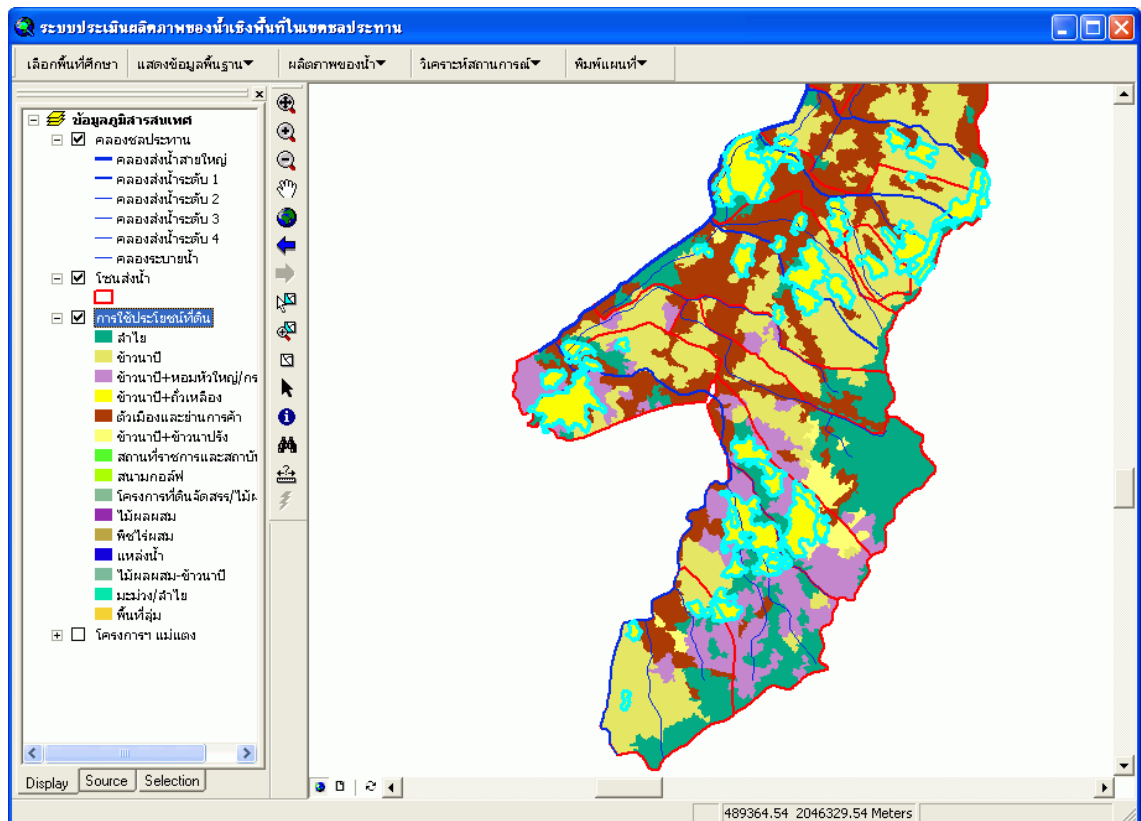
รูปแบบการใช้ที่ดิน

ประเภทการใช้ที่ดิน ข้าราชการ+ข้าราชการ

|      |      |       |       |      |       |      |      |      |      |      |      |
|------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. |
|      |      |       |       |      |       |      |      |      |      |      |      |

คำอธิบายสัญลักษณ์ความต้องการ ปิด

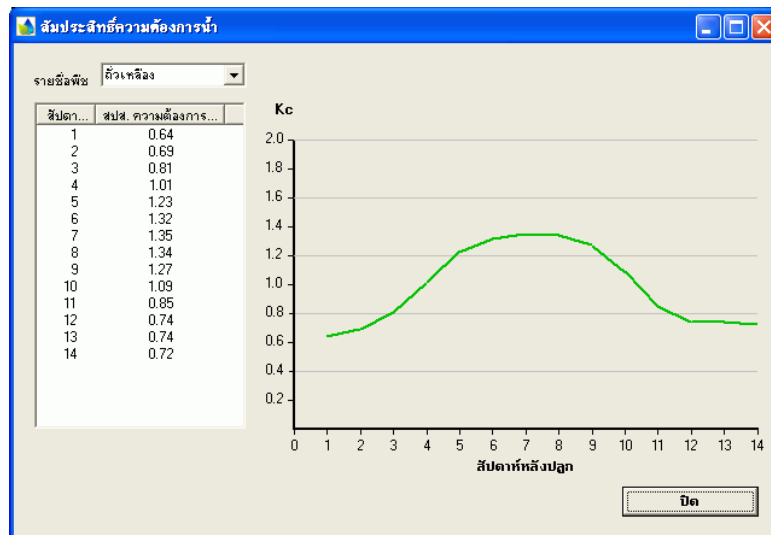
รูปที่ 9-6 หน้าต่างการแสดงผลและสืบค้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน



รูปที่ 9-7 ผลการสืบค้นข้อมูลการใช้ที่ดินภายในพื้นที่โครงการ แม่แตง

กรอบ “สืบค้นการใช้ที่ดิน” ใช้สำหรับค้นหาพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่สนใจตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานกำหนด โดยแบ่งเป็นการสืบค้นการใช้ที่ดินในฤดูฝนและการใช้ที่ดินในฤดูแล้ง โดยตัวอย่างในรูปที่ 9-6 แสดงวิธีการค้นหาพื้นที่ของระบบปลูกพืชข้าวนาปีตามด้วยถั่วเหลืองในพื้นที่โครงการฯ แม่แตง หลังจากที่ใช้เลือกปุ่ม “แสดงผลการสืบค้น” ระบบจะแสดงผลลัพธ์จากการค้นหาตามเงื่อนไขโดยสร้างเส้นกรอบสีฟ้ารอบบริเวณพื้นที่ที่ค้นพบ (รูปที่ 9-7)

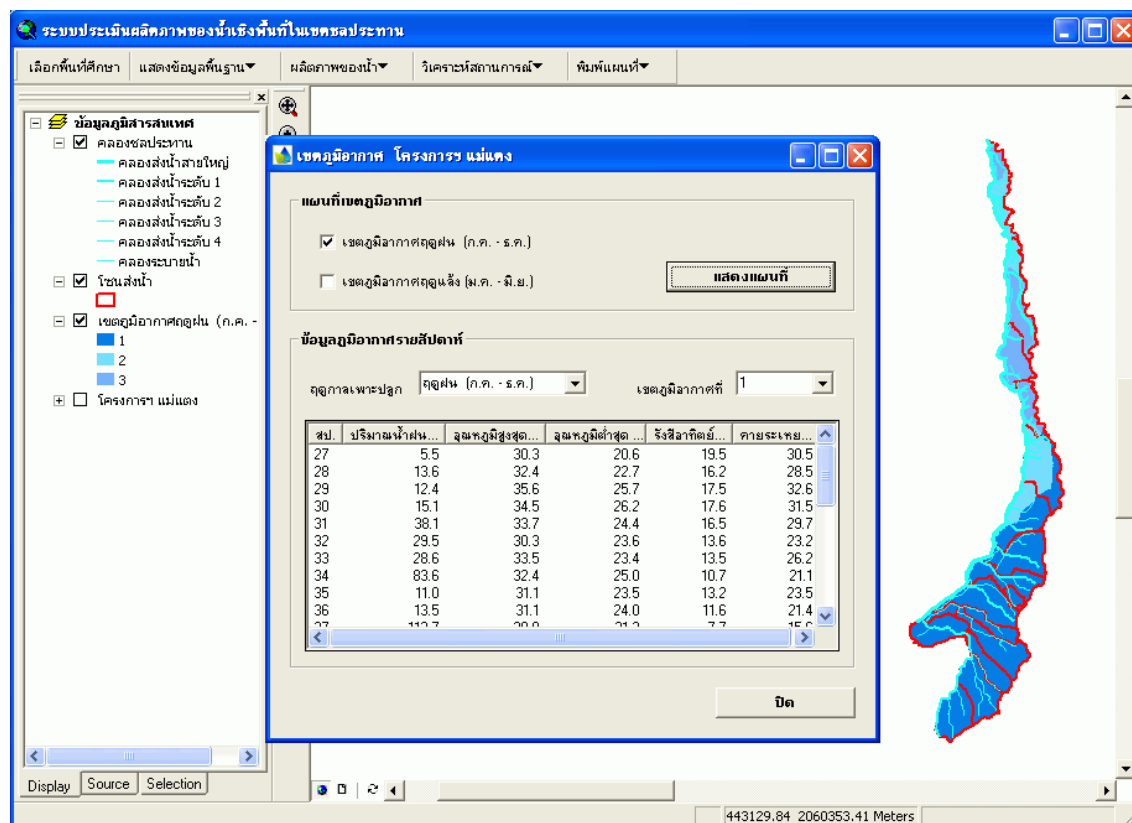
รายละเอียดเกี่ยวกับการใช้ที่ดินในพื้นที่โครงการฯ แสดงอยู่ในรูปของปฏิทินการเพาะปลูกพืช ภายในกรอบ “รูปแบบการใช้ที่ดิน” เพื่อให้ผู้ใช้ทราบถึงวันที่เกษตรกรเริ่มเพาะปลูกระยะเวลาในการเพาะปลูก และวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตของแต่ละระบบการใช้ที่ดิน ในรูปที่ 9-6 แสดงปฏิทินการเพาะปลูกของระบบข้าวนาปี+ถั่วเหลือง นอกจากนี้ในส่วนล่างสุดของหน้าต่าง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



รูปที่ 9-8 สัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำของถั่วเหลือง

ข้อมูลภูมิอากาศภายในพื้นที่โครงการสามารถสืบค้นได้จากเมนูย่อย  “**เขตภูมิอากาศ**” โดยหน้าต่างในรูปที่ 9-9 แบ่งการแสดงผลออกเป็น 2 ส่วน คือ กรอบการแสดงผลในรูปแบบของแผนที่ (“แผนที่เขตภูมิอากาศ”) และกรอบการแสดงผลในรูปแบบของตาราง (“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 หน้าต่างและการแสดงผลข้อมูลเขตภูมิอากาศภายในพื้นที่โครงการ 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)



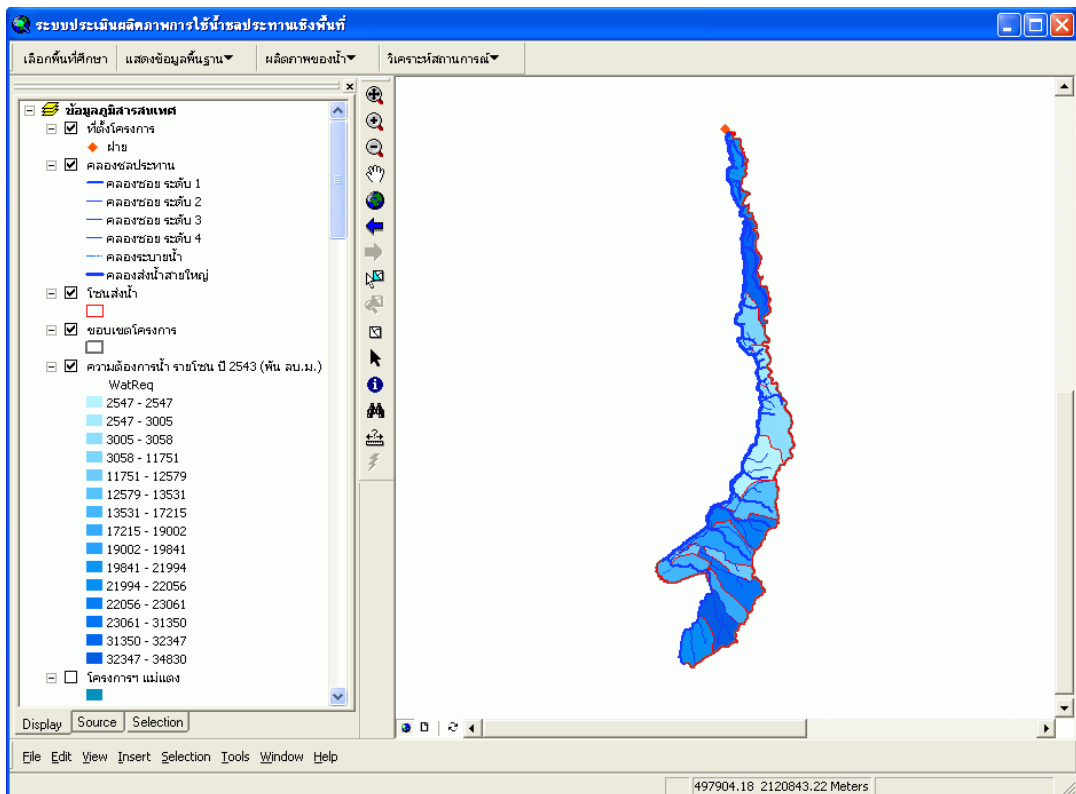
ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ความต้องการน้ำใหม่จากกรอบการ “คำนวณความต้องการน้ำ” โดยเปลี่ยนแปลงค่าคงที่เริ่มต้นที่โปรแกรมได้กำหนดไว้ก่อนแล้ว เช่น ประสิทธิภาพการส่งน้ำของโครงการ ปริมาณน้ำสำหรับการเตรียมแปลง และความต้องการน้ำอุปโภคบริโภค เป็นต้น เมื่อผู้ใช้กำหนดค่าต่างๆ แล้วเลือกปุ่ม “ตกลง” โปรแกรมจะคำนวณความต้องการน้ำของแต่ละหน่วยแผนที่ดินใหม่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

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



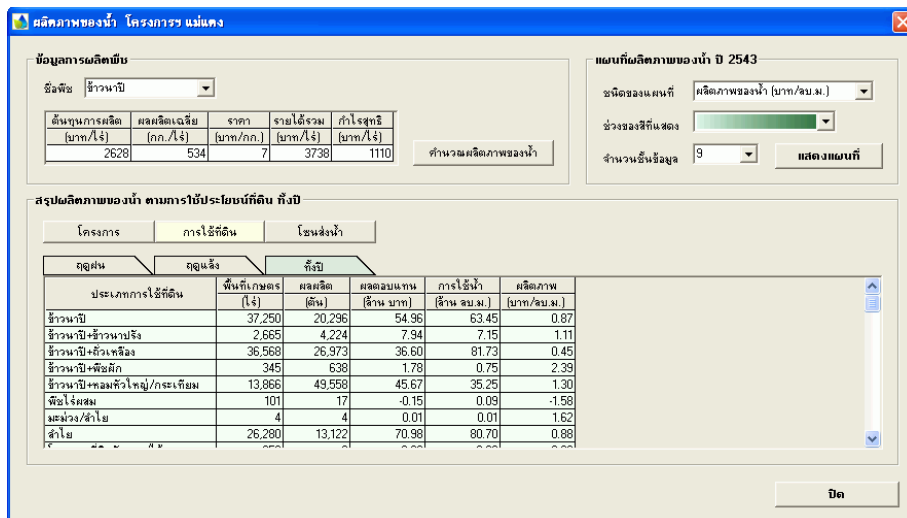


รูปที่ 9-11 แผนที่ความต้องการน้ำทั้งปีในแต่ละโซนส่งน้ำภายในพื้นที่โครงการฯ แม่แตง

เมนูย่อย  “**ผลิิตภาพของน้ำ**” ใช้สำหรับประเมินผลิิตภาพของน้ำในปี พ.ศ. 2543 โดยหน้าต่างในรูปที่ 9-12 ประกอบด้วย 3 ส่วน คล้ายกับหน้าต่างวิเคราะห์ความต้องการน้ำ กล่าวคือประกอบด้วยกรอบรายละเอียดของ “ข้อมูลการผลิตพืช” กรอบ “สรุปลิิตภาพของน้ำ” และกรอบ “แผนที่ผลิิตภาพของน้ำ ปี 2543”

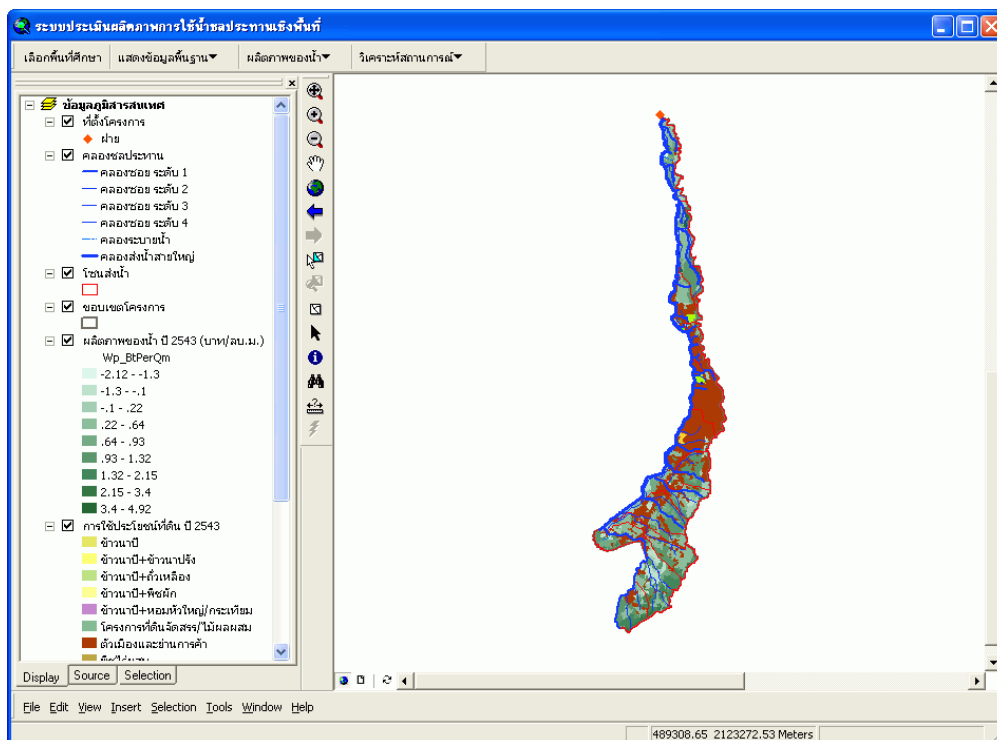
ในกรอบ “ข้อมูลการผลิตพืช” ระบบจะสรุปลิิตภาพด้านเศรษฐกิจศาสตร์ อันได้แก่ ต้นทุนการผลิต ผลผลิตเฉลี่ย ราคาผลผลิต รายได้รวม และกำไรสุทธิของพืชแต่ละชนิด โดยเฉลี่ยภายในพื้นที่ศึกษาที่ได้จากระบบประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจของที่ดิน ส่วนปุ่ม “คำนวณผลิิตภาพน้ำ” ใช้สำหรับประเมินผลิิตภาพน้ำของปี พ.ศ. 2543 เพื่อทำการปรับปรุงข้อมูลใหม่ในกรณีที่ผู้ใช้มีการเปลี่ยนแปลงการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการน้ำ

กรอบ “สรุปลิิตภาพของน้ำ” ใช้สำหรับสรุปลิิตภาพของน้ำตามประเภทของ “โครงการ” “การใช้ที่ดิน” หรือ “โซนส่งน้ำ” ตัวอย่างในรูปที่ 9-12 แสดงการสรุปลิิตภาพผลิิตภาพของน้ำทั้งปีตามรูปแบบการใช้ที่ดิน พบว่าโครงการฯ แม่แตงมีผลิิตภาพของน้ำประมาณ 0.82 บาท/ลบ.ม. โดยพื้นที่พืชผักและปลูกไม้ผลมีผลิิตภาพการใช้น้ำสูงกว่าระบบการปลูกพืชชนิดอื่น เนื่องจากใช้น้ำไม่มากนักแต่ให้ผลตอบแทนที่ค่อนข้างสูง รองลงมา ได้แก่ ระบบข้าว+หอมหัวใหญ่/กระเทียม แต่เกษตรกรมีความเสี่ยงด้านราคาและมีการลงทุนสูง และระบบข้าวนาปี+ข้าวนาปรังที่มีการใช้น้ำต่อไร่ค่อนข้างมาก



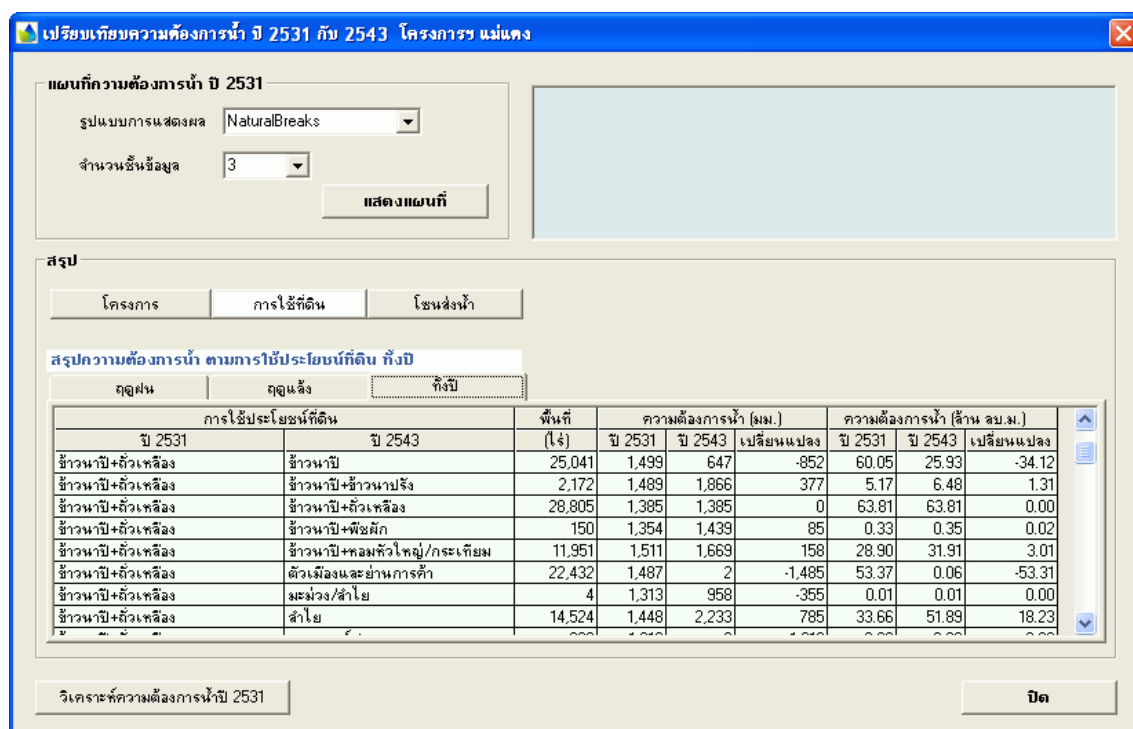
รูปที่ 9-12 หน้าต่างประเมินและแสดงผลภาพของน้ำภายในพื้นที่โครงการ แม่แตง

ผู้ใช้งานสามารถเลือกแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ได้จากกรอบ “แผนที่ผลิตภาพของน้ำ ปี 2543” ซึ่งสามารถเลือกช่วงของสีและจำนวนของชั้นข้อมูลที่ต้องการแสดงได้ ตัวอย่างในรูปที่ 9-13 แสดงผลการจำแนกผลิตภาพของน้ำออกเป็น 9 ชั้น โดยที่พื้นที่สีเขียวเข้มทางตอนล่างของโครงการ เป็นบริเวณที่ปลูกลำไยมีผลิตภาพในการใช้น้ำสูงกว่าพื้นที่ที่มีสีเขียวอ่อนกว่า ดังนั้นในกรณีที่แม่น้ำจำกัด พื้นที่สีเขียวอ่อนจึงเป็นพื้นที่ที่จำเป็นต้องดำเนินการปรับปรุงการใช้น้ำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ส่วนพื้นที่สีแดงเป็นพื้นที่ที่ไม่ได้มีการประเมินผลิตภาพน้ำ เนื่องจากไม่ใช่พื้นที่เกษตรกรรมโดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชน



รูปที่ 9-13 ผลิตภาพของน้ำเชิงพื้นที่ในแต่ละหน่วยที่ดินภายในพื้นที่โครงการ แม่แตง

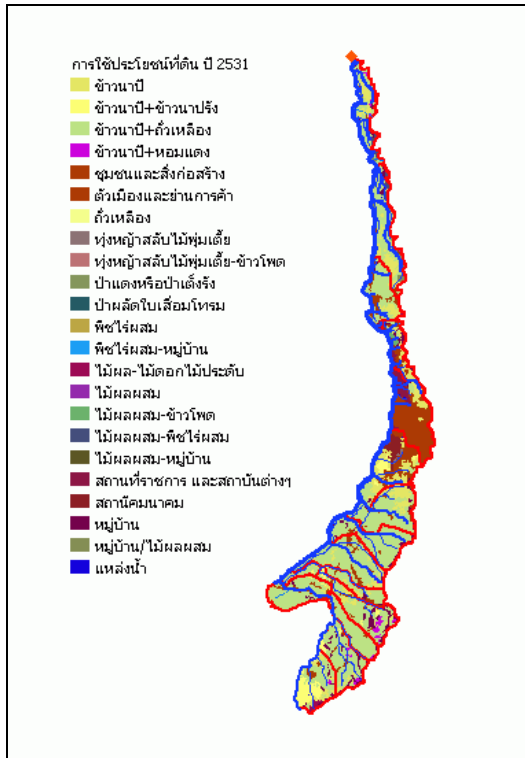
หน้าต่างการเปรียบเทียบความต้องการน้ำ อยู่ภายใต้เมนูย่อย  “ความต้องการน้ำ ปี 31-43” (รูปที่ 9-14) โดยที่กรอบ “สรุป” มีทางเลือกให้ผู้ใช้เปรียบเทียบความต้องการน้ำในแต่ละช่วงฤดูกาลผลิต หรือตามการใช้ที่ดินทั้งปี รูปที่ 9-15 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่างปีพ.ศ. 2531 กับ พ.ศ. 2543 แสดงให้เห็นถึงการลดลงของเนื้อที่เพาะปลูกในระบบข้าว+ถั่วเหลืองทางตอนล่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



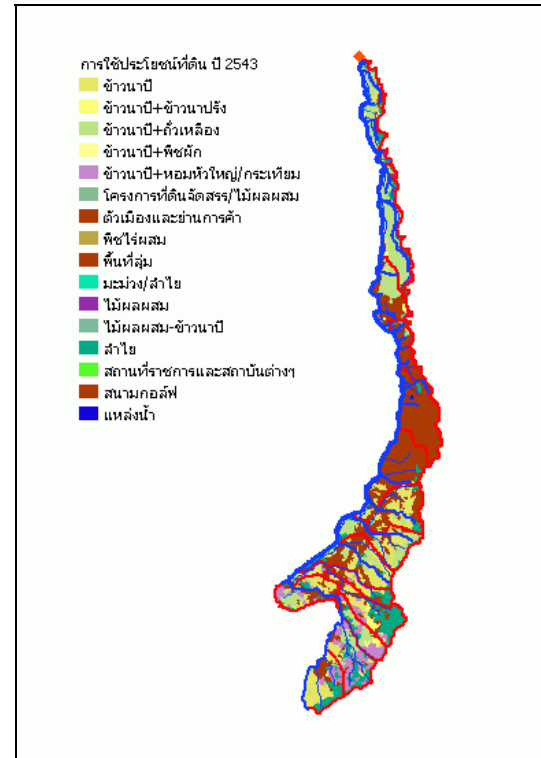
| การใช้ประโยชน์ที่ดิน |                              | พื้นที่ (ไร่) | ความต้องการน้ำ (มม.) |         | ความต้องการน้ำ (ด้าน ลบ.ม.) | ความต้องการน้ำ (ด้าน ลบ.ม.) |         | เปลี่ยนแปลง |
|----------------------|------------------------------|---------------|----------------------|---------|-----------------------------|-----------------------------|---------|-------------|
| ปี 2531              | ปี 2543                      |               | ปี 2531              | ปี 2543 | ปี 2531                     | ปี 2543                     | ปี 2531 | ปี 2543     |
| ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง  | ข้าวนาปี                     | 25,041        | 1,499                | 647     | -852                        | 60.05                       | 25.93   | -34.12      |
| ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง  | ข้าวนาปี+ข้าวนาปรัง          | 2,172         | 1,489                | 1,866   | 377                         | 5.17                        | 6.48    | 1.31        |
| ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง  | ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง          | 28,805        | 1,385                | 1,385   | 0                           | 63.81                       | 63.81   | 0.00        |
| ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง  | ข้าวนาปี+พืชผัก              | 150           | 1,354                | 1,439   | 85                          | 0.33                        | 0.35    | 0.02        |
| ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง  | ข้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม | 11,951        | 1,511                | 1,663   | 158                         | 28.90                       | 31.91   | 3.01        |
| ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง  | ถั่วเหลืองและย่านการค้ำ      | 22,432        | 1,487                | 2       | -1,485                      | 53.37                       | 0.06    | -53.31      |
| ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง  | มะม่วง/ลำไย                  | 4             | 1,313                | 958     | -355                        | 0.01                        | 0.01    | 0.00        |
| ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง  | ลำไย                         | 14,524        | 1,448                | 2,233   | 785                         | 33.66                       | 51.89   | 18.23       |

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

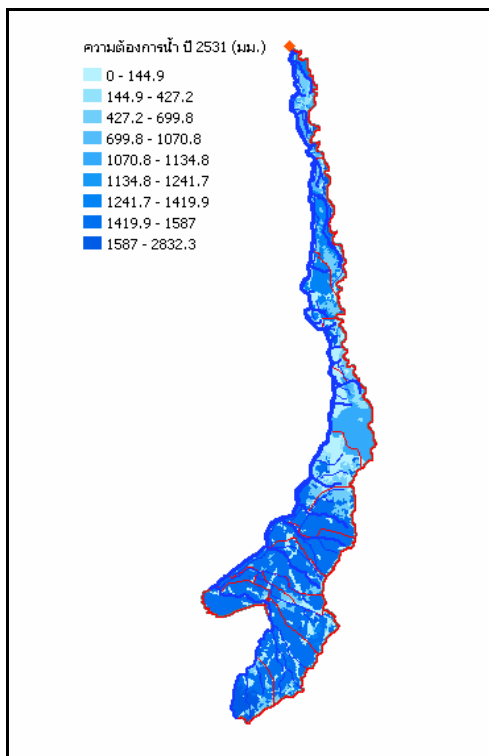


(ก) แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2531

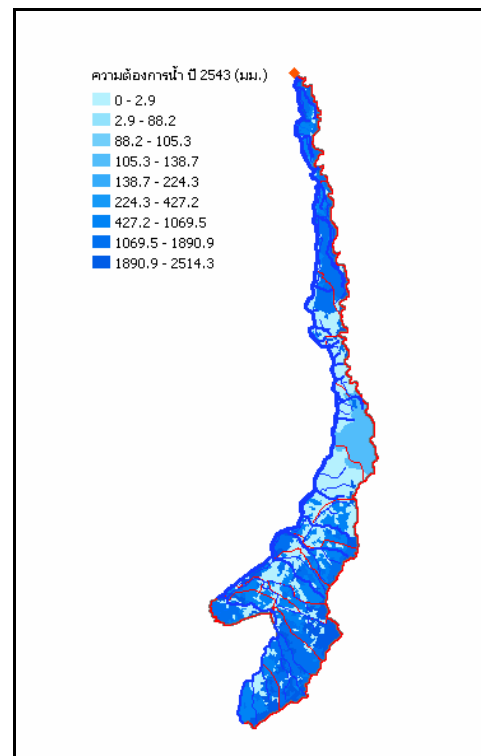


(ข) แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2543

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

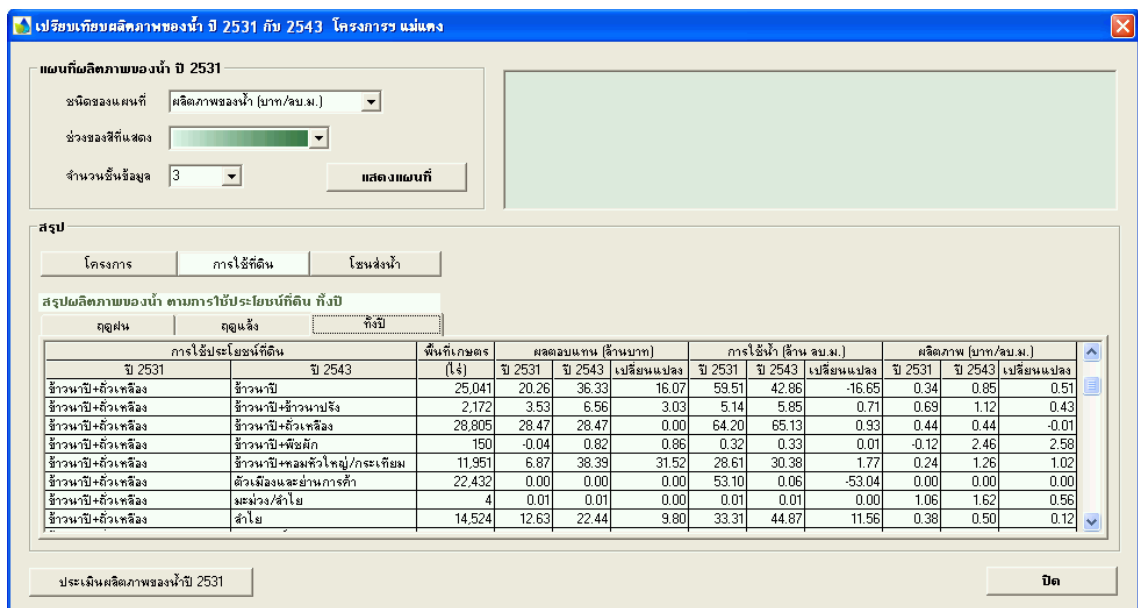


(ก) แผนที่ความต้องการน้ำ ปี 2531

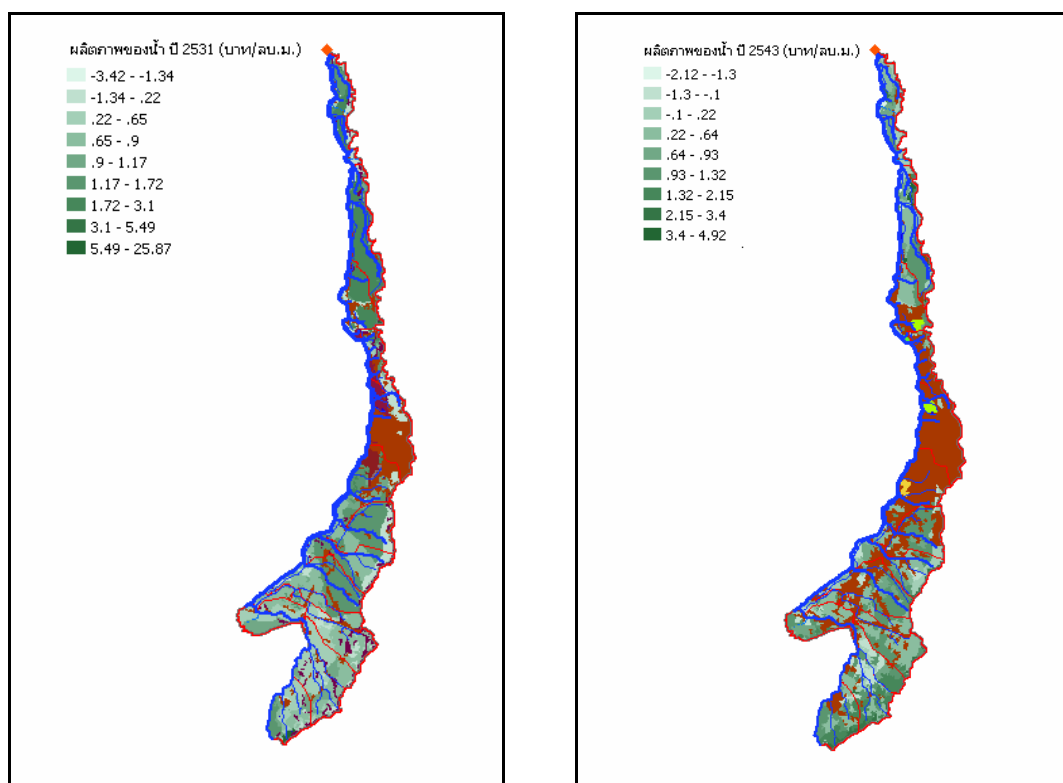


(ข) แผนที่ความต้องการน้ำ ปี 2543

### 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 ภายในพื้นที่โครงการ 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 แสดงการเปลี่ยนพื้นที่บางส่วนจากระบบข้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม เป็นระบบข้าวนาปี+ถั่วเหลือง และลำไย

เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บางส่วน โครงการฯ แม่แตง

สืบค้นข้อมูลตามเงื่อนไข

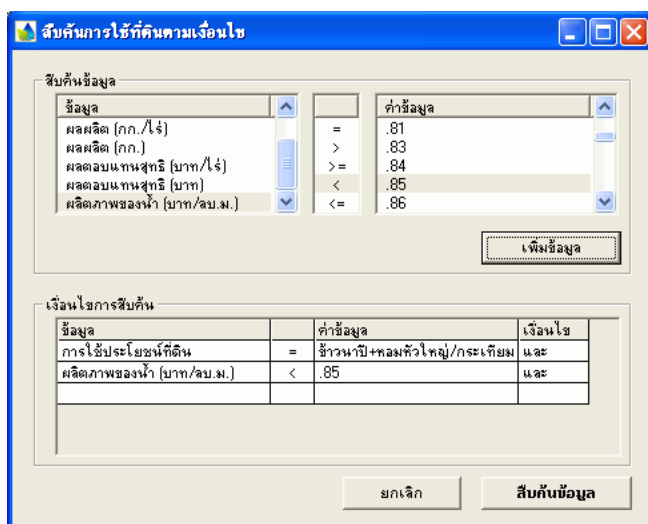
| #    | การใช้ประโยชน์ที่ดิน (เดิม)  | การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ใหม่) |                 |                     |                 |
|------|------------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
|      |                              | การใช้ที่ดินฤดูฝน           | วันที่เริ่มปลูก | การใช้ที่ดินฤดูแล้ง | 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

เก็บข้อมูล ยกเลิก

วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง

รูปที่ 9-19 หน้าต่างเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบางส่วน



| เงื่อนไข                    | ค่าข้อมูล | เงื่อนไข                     |
|-----------------------------|-----------|------------------------------|
| การใช้ประโยชน์ที่ดิน        | =         | ช้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม |
| ผลผลิต (กก./ไร่)            | <         | .85                          |
| ผลผลิตภาพของน้ำ (บาท/ลบ.ม.) | <         | .85                          |

รูปที่ 9-20 หน้าต่างสืบค้นข้อมูลตามเงื่อนไข

ผลการจำลองพบว่าพื้นที่ที่เปลี่ยนจากช้าวนาปี+หอมหัวใหญ่/กระเทียม เป็นช้าวนาปี+ถั่วเหลือง มีความต้องการน้ำลดลง 0.08 ล้าน ลบ.ม. และมีผลผลิตภาพของน้ำลดลงเล็กน้อยประมาณ 0.01 บาท/ลบ.ม. ส่วนพื้นที่ที่เปลี่ยนไปเป็นลำไยต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้น ประมาณ 0.21 ล้าน ลบ.ม. แต่มีผลผลิตภาพการใช้น้ำสูงขึ้น 0.61 บาท/ลบ.ม. ทำให้ในภาพรวมของโครงการฯ พบว่ามีความต้องการน้ำเพิ่มขึ้น 0.12 ล้าน ลบ.ม. แต่ผลผลิตภาพของน้ำไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูย่อย  “เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ทั้งหมด” ระบบจะแสดงหน้าต่าง (รูปที่ 9-21) สำหรับจำลองการเปลี่ยนระบบการเพาะปลูกพืชเดิมในปี พ.ศ. 2543 เป็นระบบการปลูกพืชใหม่จากรายชื่อพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพร้อมทั้งกำหนดวันเพาะปลูก เพื่อจำลองการใช้น้ำของพืช การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินนี้จะเป็นการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเดิมทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา เพื่อประเมินศักยภาพการใช้น้ำของพื้นที่โดยสังเขป ตัวอย่างในรูปที่ 9-21 แสดงการประเมินผลผลิตภาพการใช้น้ำโดยการลดพื้นที่ปลูกหอมหัวใหญ่/กระเทียมในพื้นที่โครงการฯ แม่แตงที่มีความเสี่ยงด้านราคาค่อนข้างสูง แล้วหันไปเพิ่มพื้นที่ปลูกถั่วเหลือง สำหรับตอบสนองความต้องการใช้ภายในประเทศ หลังจากที่ใช้ทดลอง “วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง” ระบบฯ จะปรับปรุงข้อมูลและแสดงแผนที่การใช้ที่ดินของชั้นข้อมูลหน่วยแผนที่ดินใหม่ (LMU) พร้อมทั้งวิเคราะห์ความต้องการและประเมินผลผลิตภาพของน้ำใหม่ จากนั้นจะแสดงหน้าต่างสรุปและแสดงผลการวิเคราะห์ต่อไป

เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ทั้งหมด โครงการ แม่แตง

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. และผลผลิตการใช้น้ำเพิ่มขึ้น 1.57 บาท/ลบ.ม. ที่ราคากระเทียมเท่ากับ 4.0 บาท/กก. ราคาหอมหัวใหญ่เท่ากับ 3.0 บาท/กก. และราคาของถั่วเหลืองเท่ากับ 15 บาท/กก.

เปรียบเทียบความต้องการน้ำ โครงการ แม่แตง

แผนที่ความต้องการน้ำ ใหม่

รูปแบบการแสดงผล NaturalBreaks

จำนวนชั้นข้อมูล 9

แสดงแผนที่

สรุป

โครงการ    การใช้ที่ดิน    โชนสงน้ำ

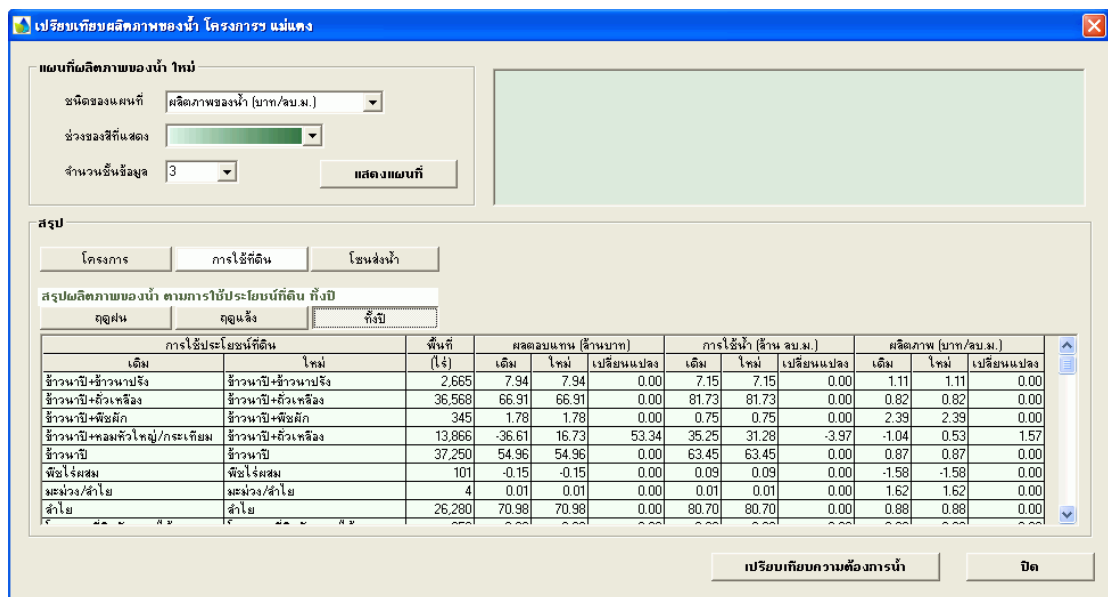
สรุปความต้องการน้ำ ตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทั้งปี

| การใช้ประโยชน์ที่ดิน         |                         | พื้นที่ (ไร่) | ความต้องการน้ำ (มม.) |       |             | 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        |
| ถั่วเหลืองและถั่วเหลือง      | ถั่วเหลืองและถั่วเหลือง | 76,899        | 23                   | 23    | 0           | 2.79                        | 2.79  | 0.00        |
| พืชไร่ผสม                    | พืชไร่ผสม               | 101           | 351                  | 351   | 0           | 0.06                        | 0.06  | 0.00        |
| พื้นที่ลุ่ม                  | พื้นที่ลุ่ม             | 687           | 0                    | 0     | 0           | 0.00                        | 0.00  | 0.00        |

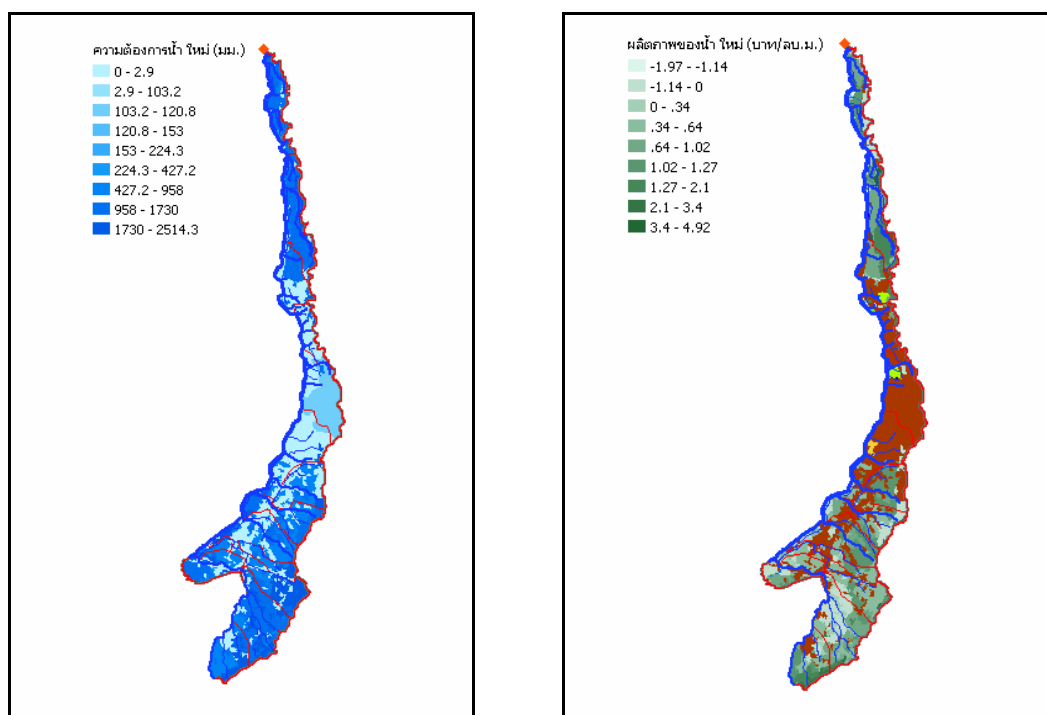
เปรียบเทียบผลผลิตของน้ำ      ปิด

รูปที่ 9-22 หน้าต่างเปรียบเทียบความต้องการน้ำจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน





รูปที่ 9-23 หน้าต่างเปรียบเทียบผลผลิตภาพของน้ำจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน



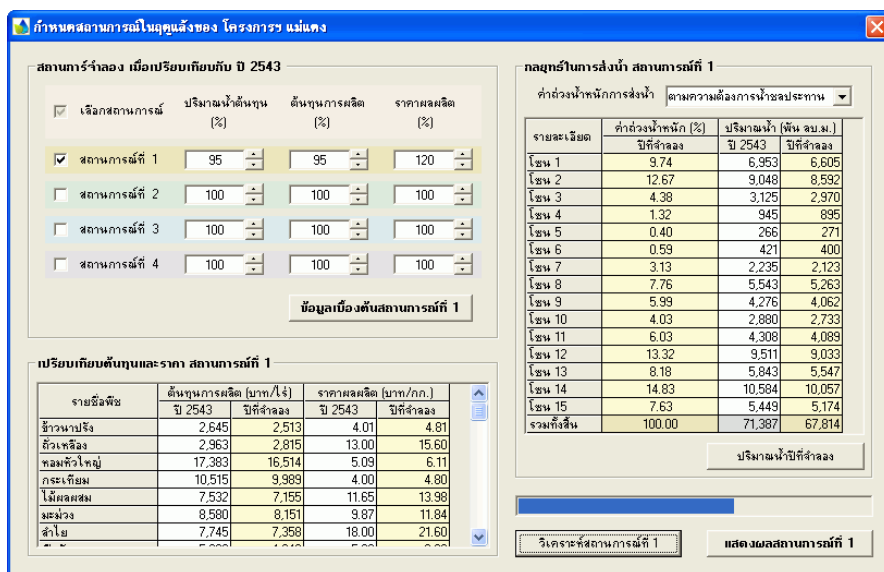
(ก) แผนที่ความต้องการน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

(ข) แผนที่ผลผลิตภาพของน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

รูปที่ 9-24 แผนที่ความต้องการน้ำและผลผลิตภาพของน้ำหลังจากเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

ปริมาณน้ำต้นทุนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการบริหารจัดการน้ำ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและมีความแปรปรวนสูง ซึ่งหากปีใดมีปริมาณน้ำต้นทุนมาก การจัดสรรน้ำทำได้โดยง่าย แต่หากปีใดมีน้ำน้อยไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูกพืช 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



| เลือกสถานการณ์                                     | ปริมาณน้ำต้นทุน (%) | ต้นทุนการผลิต (%) | ราคาผลผลิต (%) |
|----------------------------------------------------|---------------------|-------------------|----------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> สถานการณ์ที่ 1 | 95                  | 95                | 120            |
| <input type="checkbox"/> สถานการณ์ที่ 2            | 100                 | 100               | 100            |
| <input type="checkbox"/> สถานการณ์ที่ 3            | 100                 | 100               | 100            |
| <input type="checkbox"/> สถานการณ์ที่ 4            | 100                 | 100               | 100            |

| รายละเอียด  | ค่าถ่วงน้ำหนัก (%) |         | ปริมาณน้ำ (พัน ลบ.ม.) |         |
|-------------|--------------------|---------|-----------------------|---------|
|             | ปี 2543            | ปี 2543 | ปี 2543               | ปี 2543 |
| โซน 1       | 9.74               | 6.953   | 6.005                 | 6.005   |
| โซน 2       | 12.67              | 9.048   | 8.592                 | 8.592   |
| โซน 3       | 4.38               | 3.125   | 2.970                 | 2.970   |
| โซน 4       | 1.32               | 945     | 895                   | 895     |
| โซน 5       | 0.40               | 266     | 271                   | 271     |
| โซน 6       | 0.59               | 421     | 400                   | 400     |
| โซน 7       | 3.13               | 2.235   | 2.123                 | 2.123   |
| โซน 8       | 7.76               | 5.543   | 5.263                 | 5.263   |
| โซน 9       | 5.99               | 4.276   | 4.062                 | 4.062   |
| โซน 10      | 4.03               | 2.880   | 2.733                 | 2.733   |
| โซน 11      | 6.03               | 4.308   | 4.089                 | 4.089   |
| โซน 12      | 13.32              | 9.511   | 9.033                 | 9.033   |
| โซน 13      | 8.18               | 5.843   | 5.547                 | 5.547   |
| โซน 14      | 14.83              | 10.584  | 10.057                | 10.057  |
| โซน 15      | 7.63               | 5.449   | 5.174                 | 5.174   |
| รวมทั้งสิ้น | 100.00             | 71.387  | 67.814                | 67.814  |

| รายละเอียด  | ต้นทุนการผลิต (บาท/ไร่) | ราคาผลผลิต (บาท/กก.) |
|-------------|-------------------------|----------------------|
| ข้าวปทุม    | 2,645                   | 2,513                |
| ข้าวหอม     | 2,963                   | 2,815                |
| พริกหัวใหญ่ | 17,383                  | 16,514               |
| กระเทียม    | 10,515                  | 9,989                |
| ไม้คอกส้ม   | 7,532                   | 7,155                |
| มะม่วง      | 8,580                   | 8,151                |
| สับปะรด     | 7,745                   | 7,358                |

รูปที่ 9-25 หน้าต่างเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำต้นทุน ต้นทุน และราคาผลผลิต

## สรุปผลการจำลองสถานการณ์ ในฤดูแล้งที่ 1 โครงการ แม่แตง

แผนที่ปริมาณน้ำต้นทุนและผลผลิตของน้ำ ระดับโซน

☐ ปริมาณน้ำต้นทุน ปี 2543
 ☐ ปริมาณน้ำต้นทุน สถานการณ์ที่ 1  
☐ ผลผลิตของน้ำ ปี 2543
 ☒ ผลผลิตของน้ำ สถานการณ์ที่ 1

แสดงแผนที่

## สรุปผลการจำลองสถานการณ์

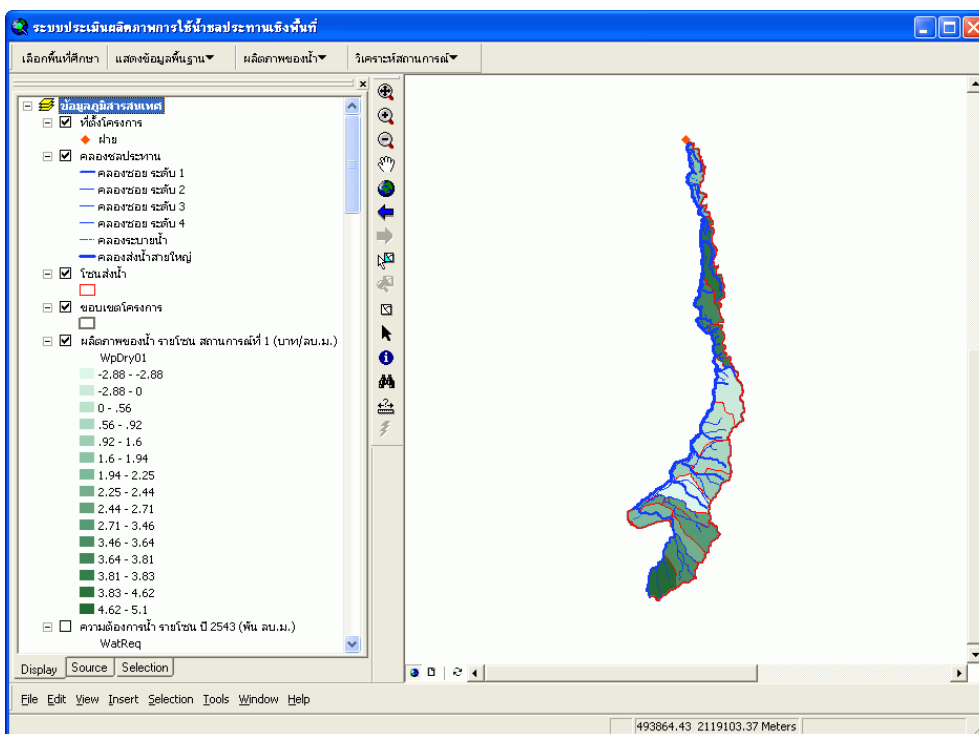
เปรียบเทียบผลผลิตการจำลองสถานการณ์

| โซนส่งน้ำ  | พื้นที่เกษตร (ไร่) | ปริมาณน้ำต้นทุน (พัน ลบ.ม.) |       |            |             | ผลตอบแทน (พัน บาท) |            |             | ผลผลิตของน้ำ (บาท/ลบ.ม.) |            |             |
|------------|--------------------|-----------------------------|-------|------------|-------------|--------------------|------------|-------------|--------------------------|------------|-------------|
|            |                    | ปี 2543                     | น้ำฝน | ปีที่จำลอง | เปลี่ยนแปลง | ปี 2543            | ปีที่จำลอง | เปลี่ยนแปลง | ปี 2543                  | ปีที่จำลอง | เปลี่ยนแปลง |
| โซนที่ 1   | 9,051              | 6,953                       | 9.74  | 6,605      | -348        | 7,517              | 12,842     | 5,325       | 1.08                     | 1.94       | 0.86        |
| โซนที่ 2   | 13,806             | 9,048                       | 12.67 | 8,592      | -456        | 26,306             | 39,673     | 13,367      | 2.91                     | 4.62       | 1.71        |
| โซนที่ 3   | 5,258              | 3,125                       | 4.38  | 2,970      | -155        | 6,523              | 11,306     | 4,783       | 2.09                     | 3.81       | 1.72        |
| โซนที่ 4   | 882                | 945                         | 1.32  | 895        | -50         | 2,264              | 3,428      | 1,164       | 2.40                     | 3.83       | 1.43        |
| โซนที่ 5   | 245                | 266                         | 0.40  | 271        | 5           | 0                  | 0          | 0           | 0.00                     | 0.00       | 0.00        |
| โซนที่ 6   | 333                | 421                         | 0.59  | 400        | -21         | -182               | 225        | 407         | -0.43                    | 0.56       | 0.99        |
| โซนที่ 7   | 2,111              | 2,235                       | 3.13  | 2,123      | -112        | 764                | 1,957      | 1,193       | 0.34                     | 0.92       | 0.58        |
| โซนที่ 8   | 7,031              | 5,543                       | 7.76  | 5,263      | -280        | 3,699              | 8,404      | 4,705       | 0.67                     | 1.60       | 0.93        |
| โซนที่ 9   | 4,307              | 4,276                       | 5.99  | 4,062      | -214        | -13,352            | -11,699    | 1,653       | -3.12                    | -2.88      | 0.24        |
| โซนที่ 10  | 2,595              | 2,880                       | 4.03  | 2,733      | -147        | 2,619              | 7,400      | 4,781       | 0.91                     | 2.71       | 1.80        |
| โซนที่ 11  | 5,065              | 4,308                       | 6.03  | 4,089      | -219        | 948                | 9,195      | 8,247       | 0.22                     | 2.25       | 2.03        |
| โซนที่ 12  | 8,356              | 9,511                       | 13.32 | 9,033      | -478        | 15,991             | 31,216     | 15,225      | 1.68                     | 3.46       | 1.78        |
| โซนที่ 13  | 6,681              | 5,843                       | 8.18  | 5,547      | -296        | 2,729              | 13,518     | 10,789      | 0.47                     | 2.44       | 1.97        |
| โซนที่ 14  | 11,306             | 10,584                      | 14.83 | 10,057     | -527        | 12,745             | 36,636     | 23,891      | 1.20                     | 3.64       | 2.44        |
| โซนที่ 15  | 5,077              | 5,449                       | 7.63  | 5,174      | -275        | 14,972             | 26,403     | 11,431      | 2.75                     | 5.10       | 2.35        |
| รวมทั้งหมด | 82,104             | 71,387                      | 100   | 67,814     | -3,573      | 83,543             | 190,504    | 106,961     | 1.17                     | 2.81       | 1.64        |

กำหนดสถานการณ์

ปิด

รูปที่ 9-26 หน้าต่างสรุปผลการจำลองสถานการณ์ที่ 1 โครงการ แม่แตง



รูปที่ 9-27 ผลิตภาพของน้ำในแต่ละโซน หลังเปลี่ยนกลยุทธ์ในการจัดสรรน้ำ

## สรุป

การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรภายในพื้นที่โครงการชลประทานมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ทุกฤดูกาลเพาะปลูก ซึ่งจะส่งผลต่อความต้องการน้ำและผลผลิตโดยรวมของโครงการชลประทาน จึงจำเป็นต้องมีระบบและฐานข้อมูลอันทันสมัย ที่สามารถตอบสนองความต้องการต่างๆ และมีเครื่องมือสำหรับช่วยติดตามการใช้ทรัพยากรน้ำและบริหารจัดการปัญหาดังกล่าวได้

อย่างเป็นรูปธรรม ระบบ WaterPro ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินผลผลิตภาพของการใช้น้ำเชิงพื้นที่ สำหรับโครงการชลประทานขนาดกลางและขนาดใหญ่ ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน โดยอาศัยข้อมูลการใช้น้ำที่ดิน ปริมาณน้ำต้นทุน และการประเมินคุณภาพที่ดินที่ได้จากระบบประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจของที่ดิน นอกจากนี้ผู้ใช้ระบบสามารถวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนพืชหรือระบบพืชเหมือนนโยบายหรือแผนการใช้น้ำที่ดินที่เปลี่ยนไป ทำให้ผู้ใช้ทราบถึงปริมาณความต้องการน้ำและผลผลิตของน้ำที่อาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ทำให้เกิดความพร้อมในการวางแผนจัดสรรน้ำและเตรียมการรับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต รวมทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและที่ดินในโครงการชลประทานให้สูงขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

- เฉลิมพล ลำราญพงษ์, เมธี เอกะสิงห์ และ เบญจพรณ เอกะสิงห์. 2548. ระบบประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจของที่ดิน. ใน เมธี เอกะสิงห์ และคณะ. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: การใช้ทรัพยากรและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ระบบกลาง). เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. น. 73-94.
- นันทา ตริยาภิ. 2535. การจัดสรรน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุดของโครงการชลประทานแม่จัน. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภาณุวัฒน์ ปิ่นทอง และเอกสิทธิ์ โสสิตสกุลชัย. 2546. แบบจำลองโดยเกณฑ์แบบฟuzzyสำหรับการจัดการอ่างเก็บน้ำ: 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.
- สุกลักษณ์ จันทรมบัติ, จริญญา บุญญาภาพ และ ชฎา ณรงค์ฤทธิ์. 2546. การพยากรณ์ความต้องการน้ำประปาในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. ใน รายงานการประชุมวิชาการ การแผนที่และภูมิสาร

สทนศแห่งชาติ 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. Turrall. 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. 23<sup>rd</sup> 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 8<sup>th</sup> 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 เอกะสิงห์<sup>1</sup> ชาฤทธิ์ สุ่มเหม<sup>2</sup> และ เฉลิมพล สำราญพงษ์<sup>2</sup>

## คำนำ

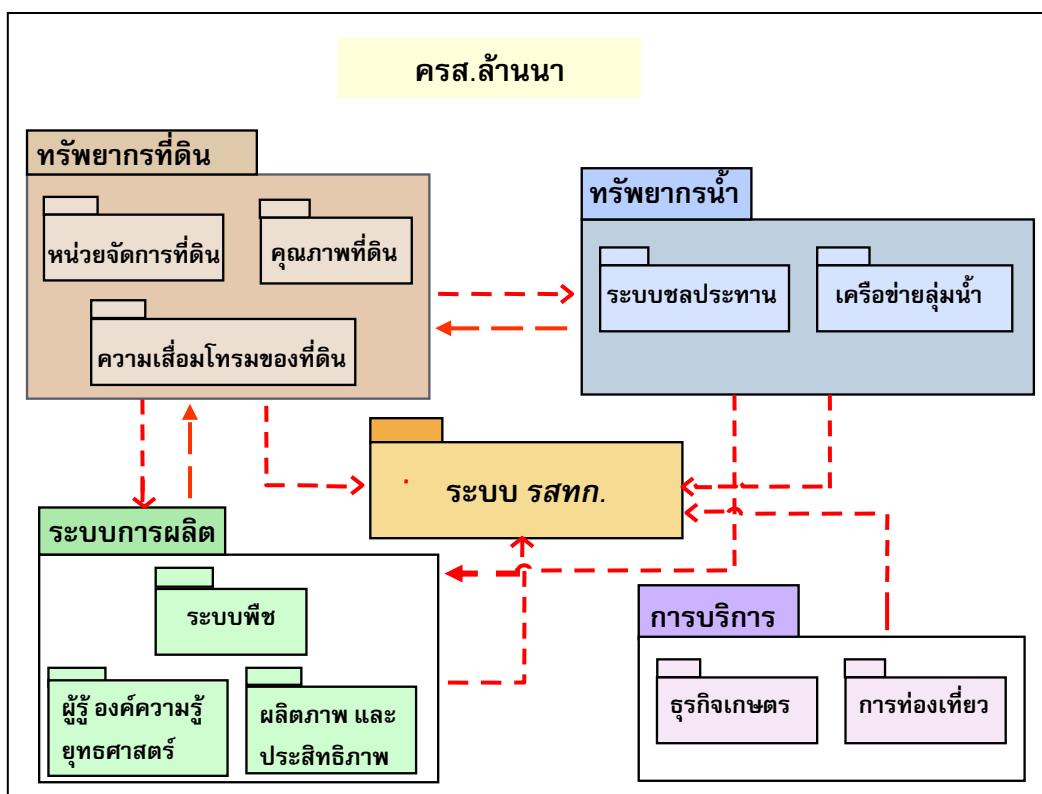
ระบบเรียกใช้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพราะเป็นส่วนเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้กับข้อมูลเชิงพื้นที่และผลลัพธ์จากการวิเคราะห์สถานการณ์ แท้ที่จริงแล้วระบบภูมิสารสนเทศที่นิยมใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายต่างมีส่วนการนำเข้าข้อมูล การแสดงผล การสืบค้น การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ และการพิมพ์ผลลัพธ์ในรูปแบบที่ ตาราง หรือข้อความครบถ้วน อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดที่สำคัญของระบบดังกล่าวคือเมนูโต้ตอบกับผู้ใช้เป็นภาษาอังกฤษ มีองค์ประกอบของการใช้งานซับซ้อน ต้องการเวลาในการเรียนรู้มาก อีกทั้งในการเลือกพื้นที่และชั้นข้อมูลที่พัฒนาขึ้นจากหน่วยงานต่างๆ เพื่อวิเคราะห์ร่วมกันในงานบูรณาการทำได้ไม่สะดวก ทำให้เป็นอุปสรรคในการระดมความคิด การวางแผน ตลอดจนการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ในการกระบวนการตัดสินใจ การพัฒนาระบบเรียกใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่อาจเป็นไปได้ในลักษณะเจาะจงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ ข้อดีของการพัฒนาในลักษณะนี้คือผู้ใช้ไม่ต้องใช้เวลาเรียนรู้มากนัก เนื่องจากองค์ประกอบของระบบไม่ซับซ้อน และผู้พัฒนาระบบมักจัดทำเมนูการเรียกใช้จำนวนจำกัดเฉพาะเท่าที่ผู้ใช้เป้าหมายต้องการ ข้อจำกัดของการพัฒนาระบบเรียกใช้ที่เฉพาะเจาะจงเกินไปคือไม่สามารถตอบสนองกับกลุ่มผู้ใช้ที่กว้างขวางขึ้นและความต้องการของงานที่ต้องการบูรณาการข้อมูลหลากหลายประเภทดังเช่นการจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบเรียกใช้ที่สามารถทำงานร่วมกับระบบภูมิสารสนเทศ โดยมีวัตถุประสงค์ให้เป็นระบบที่เปิดกว้างที่สามารถนำเข้าข้อมูลได้หลายรูปแบบ มีหน้าต่างอำนวยความสะดวกในการใช้เป็นภาษาไทย มีเครื่องมือการใช้งาน แสดงข้อมูลที่จัดเก็บไว้ สืบค้นข้อมูลอธิบายและข้อมูลเชิงพื้นที่ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ตลอดจนการแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบที่และตาราง พร้อมทั้งพิมพ์แผนที่ได้ตามต้องการ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการบูรณาการข้อมูลทรัพยากรเพื่อการผลิตทางการเกษตรและการบริการในระดับจังหวัด กลุ่มจังหวัด หรืองานจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ลุ่มน้ำสาขาและลุ่มน้ำย่อยระดับต่างๆ เป็นกรอบในการบูรณาการ ซึ่ง รศทก. เป็นระบบพัฒนาขึ้นเพื่อสนองความต้องการดังกล่าว

<sup>1</sup> ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

<sup>2</sup> ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## แนวคิดในการพัฒนาระบบ รสทก.

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



รูปที่ 10-1 ความเชื่อมโยงระหว่าง รสทก. และองค์ประกอบอื่นของโครงการ ครส.ลำานนา

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

### การทำงานบนระบบภูมิสารสนเทศ

การเชื่อมโยงองค์ประกอบส่วนต่างๆ ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเข้าด้วยกันเพื่อให้ผู้ที่มีความสะดวกในการใช้งานเป็นส่วนสำคัญของการพัฒนาระบบ รสทก. ความต้องการพื้นฐาน



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

การตัดสินใจเลือกระบบ GIS ที่จะใช้ในการพัฒนาระบบ รสทก. จะส่งผลกระทบต่อทั้งการพัฒนาและการใช้งานระบบ ทั้งนี้เนื่องจากแต่ละระบบมีความต้องการใช้ทรัพยากร ซีดความสามารถในการใช้งาน และความยากง่ายในการใช้งานแตกต่างกัน ระบบ GIS ที่อาจใช้พัฒนาระบบ รสทก. ได้แก่

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

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

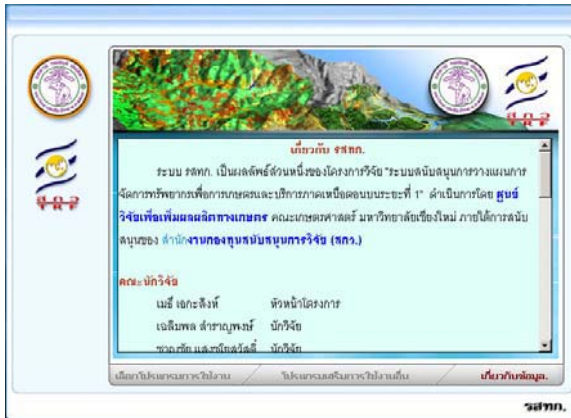
รูปที่ 10-2 เป็นหน้าต่างแรกเมื่อผู้ใช้เรียกใช้งาน *รศทก.* และเมื่อเข้าสู่โปรแกรมจะมีหน้าต่างแสดงเมนูหลักให้เลือก ได้แก่ (1) เข้าสู่โปรแกรม (2) นำเข้าข้อมูล (3) เข้าสู่ ArcMap (4) กำหนด Alias Field เพื่อตั้งชื่อฟิลด์ในตารางข้อมูลให้เป็นภาษาไทย (5) ออกจากโปรแกรม และ (6) กำหนดค่าโปรแกรม เพื่อเปลี่ยนรูปลักษณะของรูปหน้าต่างตอนบนเมนูหลัก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



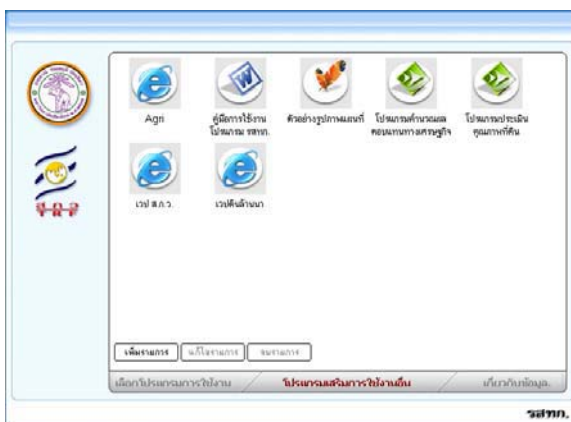
รูปที่ 10-2 หน้าต่างแรกของระบบ *รศทก.* ก่อนเข้าสู่ส่วนทำงาน



รูปที่ 10-3 องค์ประกอบของหน้าต่างเมนูหลัก



รูปที่ 10-4 หน้าต่างแจ้งรายละเอียดข้อมูล



รูปที่ 10-5 หน้าต่างโปรแกรมเสริม

### การจัดข้อมูลเป็นลำดับชั้น

ระบบเกษตรและทรัพยากรมีองค์ประกอบที่ซับซ้อน การเรียกใช้และการสืบค้นข้อมูลจะง่ายต่อการใช้และความเข้าใจโดยการจัดลำดับชั้นของระบบตาม *ขอบเขตการปกครองและขอบเขตลุ่มน้ำ* การจัดลำดับชั้นแบบแรกเหมาะกับงานบูรณาการระดับกลุ่มจังหวัด จังหวัด อำเภอ และตำบล ส่วนการจัดลำดับชั้นแบบที่สองเหมาะกับงานบูรณาการที่อาศัยทรัพยากรเป็นฐาน เช่น การจัดการลุ่มน้ำในเชิงบูรณาการที่เป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์การจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประเทศ

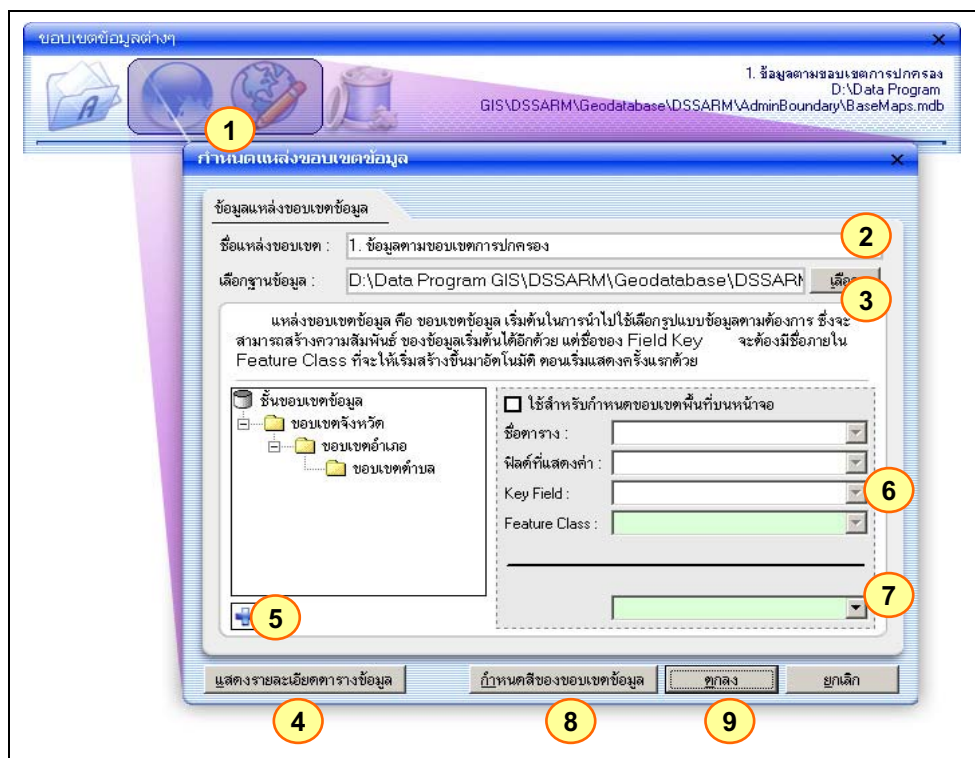
การเลือกพื้นที่ตามขอบเขตการปกครองและลุ่มน้ำจะสามารถทำได้ต่อเมื่อมีการเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยการวิเคราะห์เชิงซ้อนทับ (Overlay) แบบระบุตัวตนได้ (Identity) ระหว่างชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง (จังหวัด อำเภอ และตำบล) เข้ากับชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ทุกชั้นข้อมูลที่เป็นประเภท Feature แบบ Polygon และจะนำเข้ามาใช้งานใน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

ตามลำดับชั้นลุ่มน้ำได้ใช้ขอบเขตลุ่มน้ำจากการกำหนดเขตและให้รหัสกำกับลุ่มน้ำในลำดับชั้นต่างๆ จากงานวิจัยการพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำ (ปิ่นเพชร และคณะ, 2548)

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

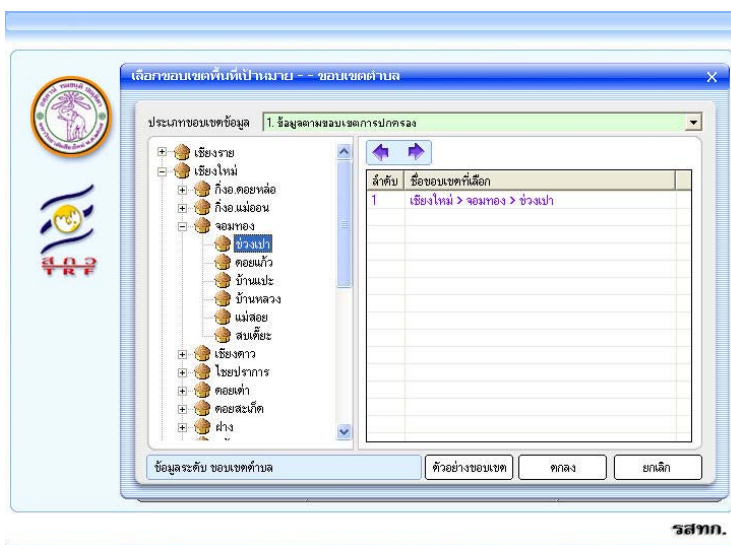


รูปที่ 10-6 แสดงปุ่มสำหรับคลิกเพื่อเปิดหน้าต่างนำเข้าข้อมูล

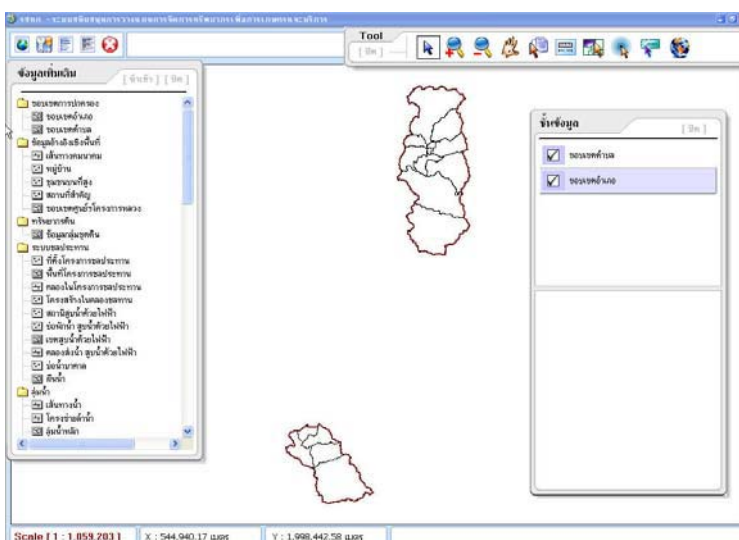


รูปที่ 10-7 หน้าต่างแสดงขั้นตอนการสร้างลำดับชั้นของขอบเขตที่ใช้เป็นกรอบในการแสดงชั้นข้อมูลเป็นแผนที่ใน รสทก.

เมื่อสร้างขอบเขตดังกล่าวแล้วผู้ใช้สามารถเลือกพื้นที่ในลำดับชั้นใดเพื่อแสดงข้อมูลได้ เช่น หากสร้างขอบเขตอ้างอิงตามขอบเขตการปกครองเป็นจังหวัด อำเภอ และตำบล ผู้ใช้สามารถเรียกแสดงข้อมูลได้ภายในระดับจังหวัด หรืออำเภอ หรือตำบล ตัวอย่างในรูปที่ 10-8 เป็นการแสดงหน้าต่าง รสทก. ในส่วนที่ให้ผู้ใช้เลือกพื้นที่เป้าหมายถึงระดับตำบล 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



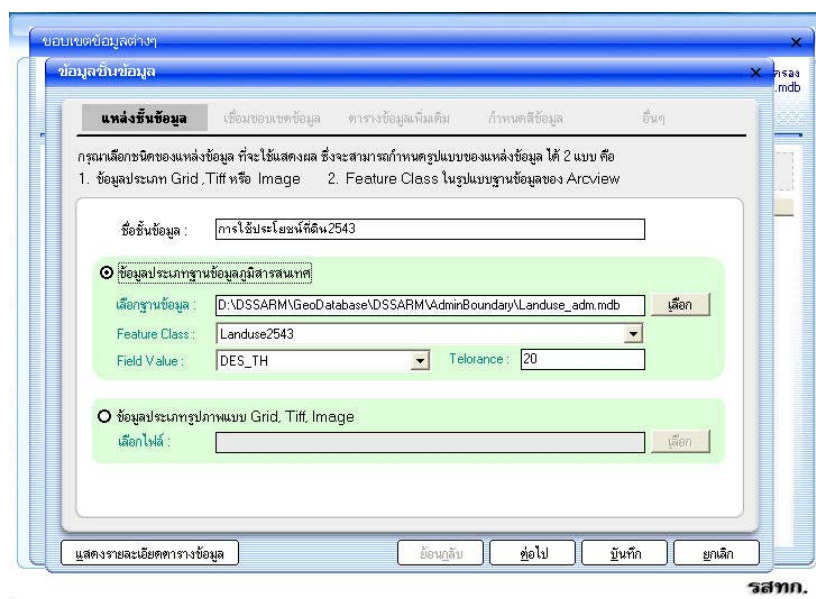
## การออกแบบให้เป็นระบบเปิด

เนื่องจากข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความหลากหลายทั้งในด้านรูปแบบโครงสร้างชั้นข้อมูล การตั้งชื่อฐานข้อมูล ชื่อตาราง ชื่อฟิลด์ และการให้ประเภทและสีของสัญลักษณ์บนแผนที่ ดังนั้นระบบ *รศทก.* ได้รับการออกแบบให้เป็นระบบเปิด กล่าวคือมีความยืดหยุ่นในการจัดชั้นข้อมูลเป็นกลุ่มตามหัวข้อเรื่อง และในการนำเข้าชั้นข้อมูลที่มีความหลากหลายดังกล่าว

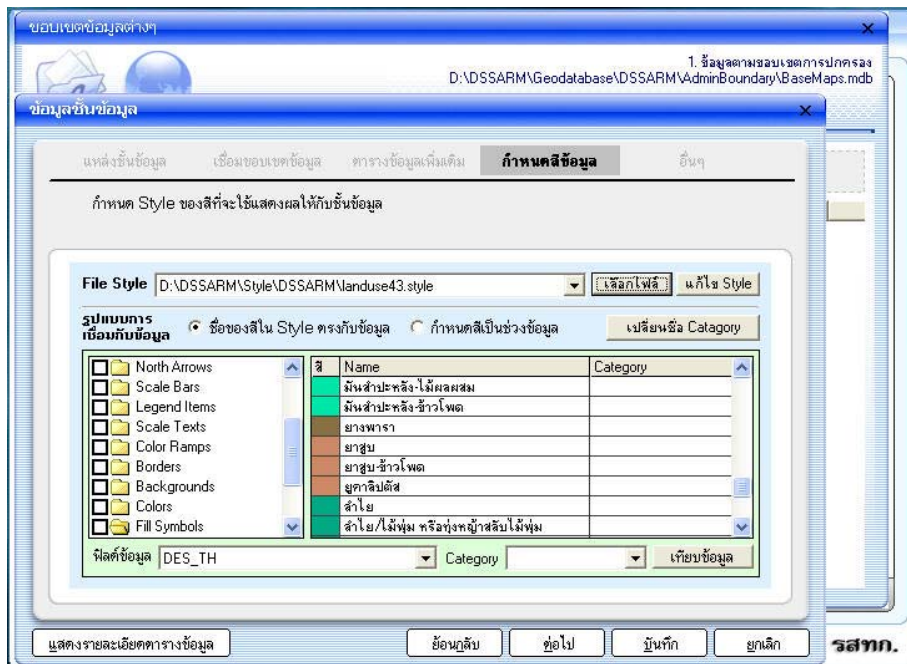
วัตถุประสงค์ของการสร้างกลุ่มข้อมูลตามหัวข้อเรื่อง เพื่อต้องการแยกกลุ่มข้อมูลที่จะนำมาแสดงผลในระบบ *รศทก.* ออกเป็นส่วนๆ เพื่อให้ง่ายต่อการเรียกใช้ข้อมูล ตัวอย่างในรูปที่ 10-10 แสดงให้เห็นถึงการแบ่งกลุ่มข้อมูลย่อยออกเป็นหลายกลุ่มตามประเภทข้อมูลอ้างอิงและข้อมูลทรัพยากรทางเกษตร จากนั้นจึงนำเข้าชั้นข้อมูลที่ต้องการในแต่ละหัวข้อโดยอาศัยหน้าต่างนำเข้าชั้นข้อมูล (รูปที่ 10-11) แล้วจึงเลือกสัญลักษณ์ของข้อมูลประเภท Feature (รูปที่ 10-12) รายละเอียดเพิ่มเติมการนำเข้าข้อมูลดูได้จากคู่มือการใช้งาน *รศทก.*



รูปที่ 10-10 หน้าต่างจัดกลุ่มชั้นข้อมูลตามหัวข้อเรื่อง

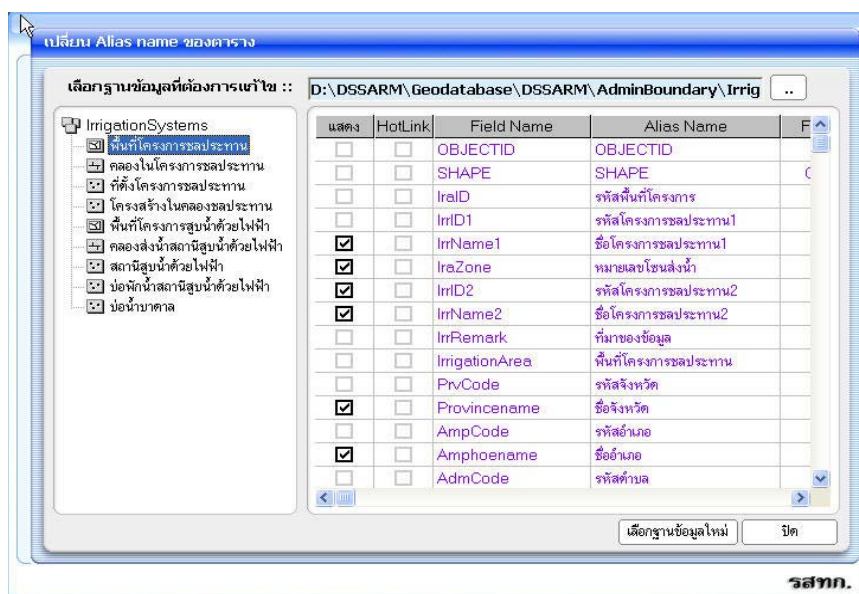


รูปที่ 10-11 หน้าต่างการนำเข้าชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศประเภทที่มีรูปร่างแนชต์ (Feature)

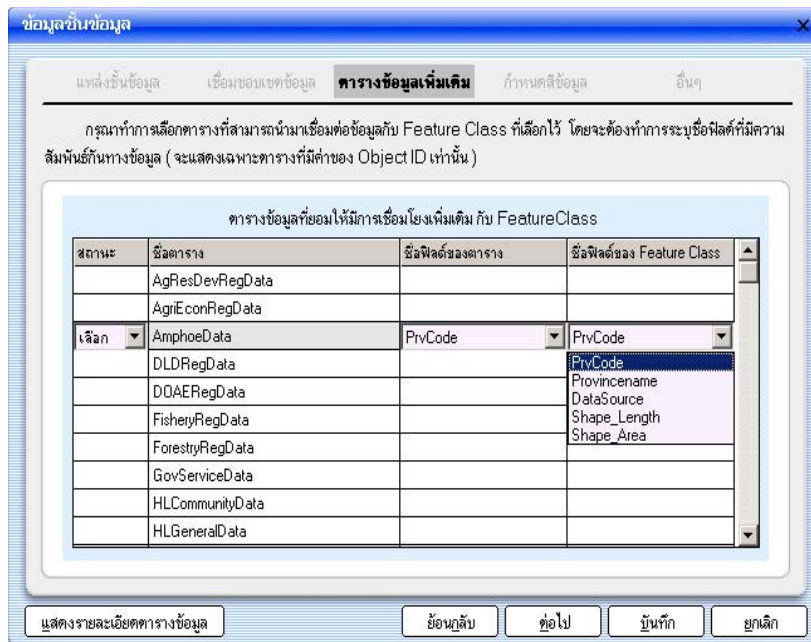


รูปที่ 10-12 หน้าต่างการเลือกสัญลักษณ์ของชั้นข้อมูล

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

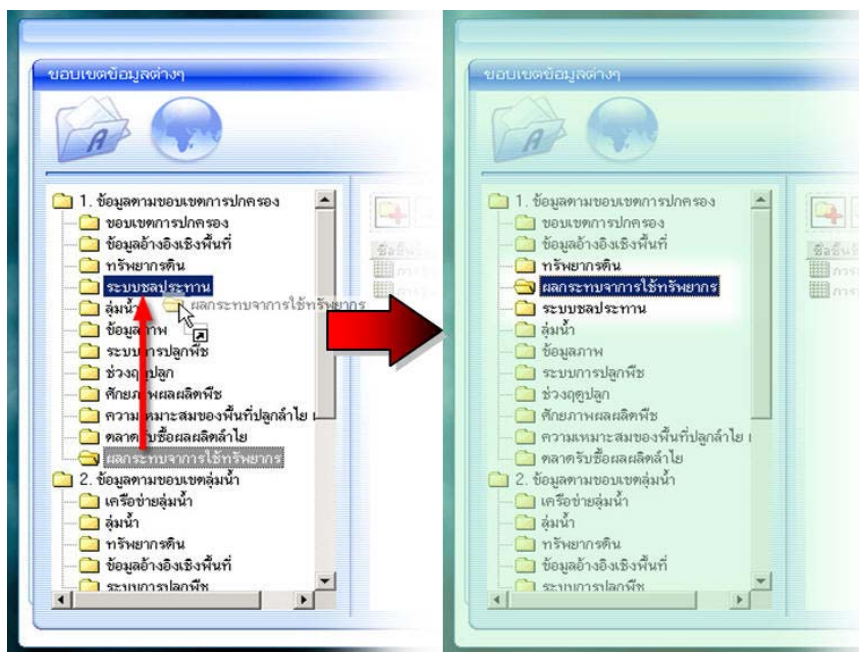


รูปที่ 10-13 หน้าต่างการเปลี่ยนชื่อฟิลด์เป็นภาษาไทย



รูปที่ 10-14 หน้าต่างการนำเข้าตารางอรรถาธิบายเพิ่มเติม

ความยืดหยุ่นอีกประการที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้คือการจัดเรียงลำดับชั้นข้อมูลใหม่ หลังจากที่เรานำเข้าชั้นข้อมูลแล้ว ในบางครั้งการนำเข้าชั้นข้อมูลอาจจะดำเนินการแบบไม่มีการจัดลำดับก่อนหลังตามกลุ่มข้อมูลที่สัมพันธ์กัน ซึ่งอาจจะเกิดปัญหาทำให้ลำดับเนื้อหาที่ไม่ต่อเนื่องกันหรือเรื่องราวไม่สัมพันธ์กัน ดังนั้นโปรแกรมจึงเพิ่มส่วนของการจัดเรียงลำดับของกลุ่มข้อมูลหรือชั้นข้อมูลภายในกลุ่ม วิธีการจัดเรียงชั้นข้อมูลทำได้ง่ายโดยใช้เมาส์ลาก (Drag) กลุ่มข้อมูลหรือชั้นข้อมูลไปวางในลำดับที่ต้องการ ดังตัวอย่างรูปที่ 10-15



รูปที่ 10-15 การเรียงลำดับชั้นข้อมูลใหม่ในหน้าต่างรายการชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่

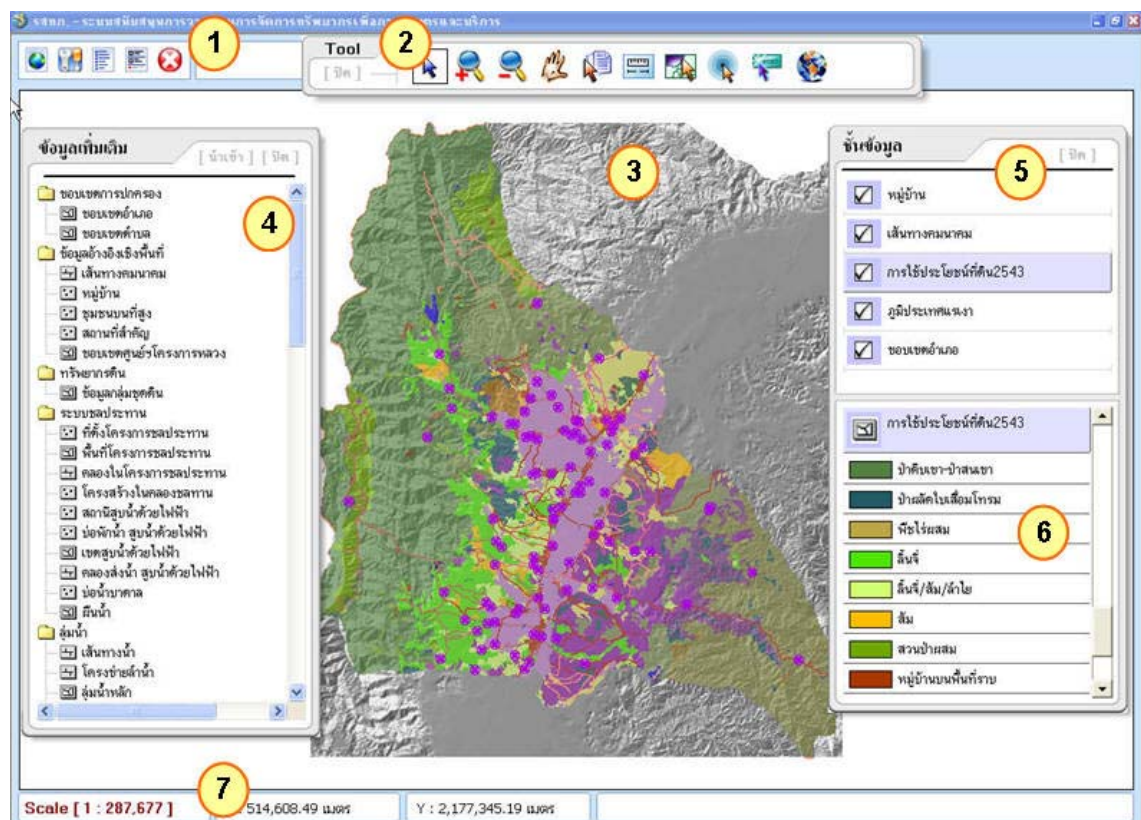


## การบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่

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

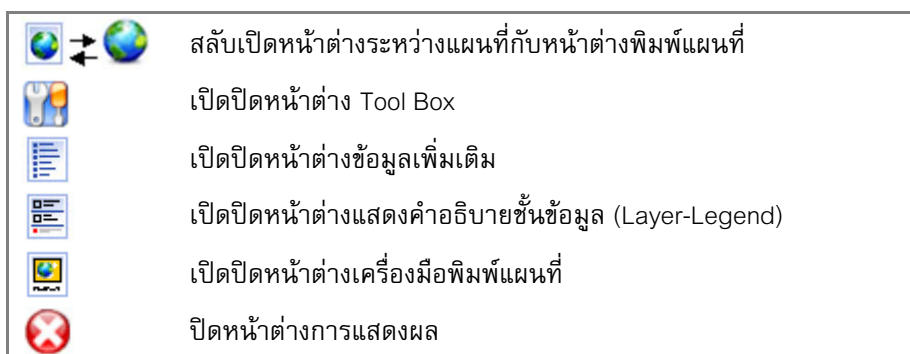
### ส่วนการแสดงผล

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 ตำแหน่งที่ปลายลูกศรของเมาส์ซึ่งอยู่บนแผนที่



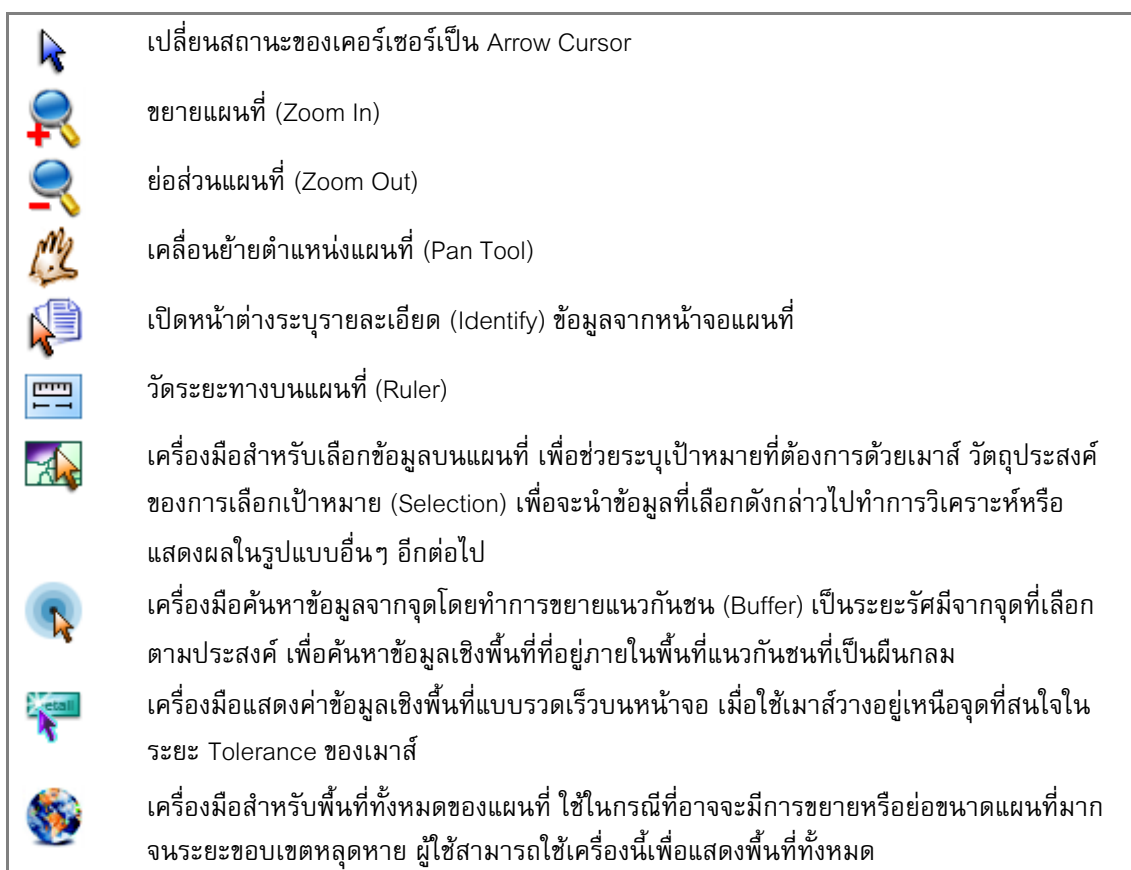
รูปที่ 10-16 หน้าต่างการแสดงผลของ รสทก. พร้อมองค์ประกอบส่วนต่างๆ

หน้าต่างส่วนการแสดงผลจะเปิดเมื่อผู้ใช้กดปุ่มตกลงเลือกพื้นที่เป้าหมายแล้ว หน้าต่างส่วนที่ (1) มีไว้เปิดปิดเครื่องมือและหน้าต่างในส่วนอื่นดังอธิบายการทำงานโดยย่อในรูปที่ 10-17

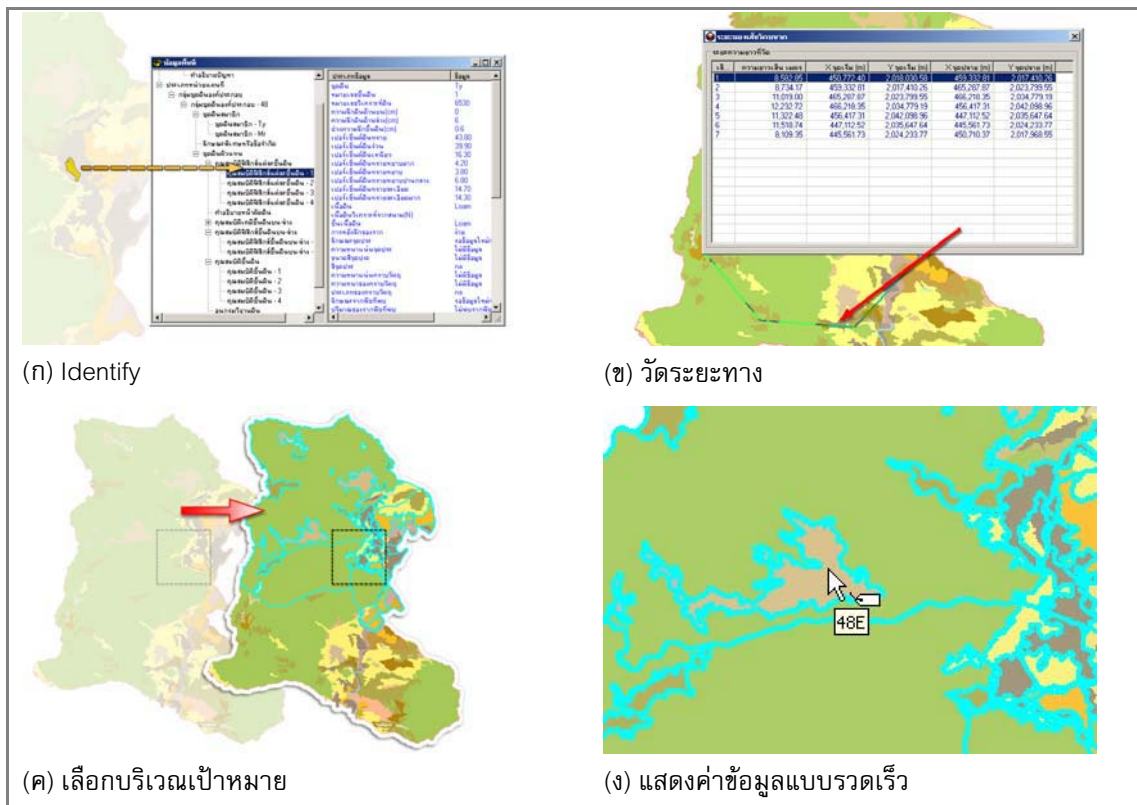


รูปที่ 10-17 การใช้งานของหน้าต่างหลักในส่วนการแสดงผล

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

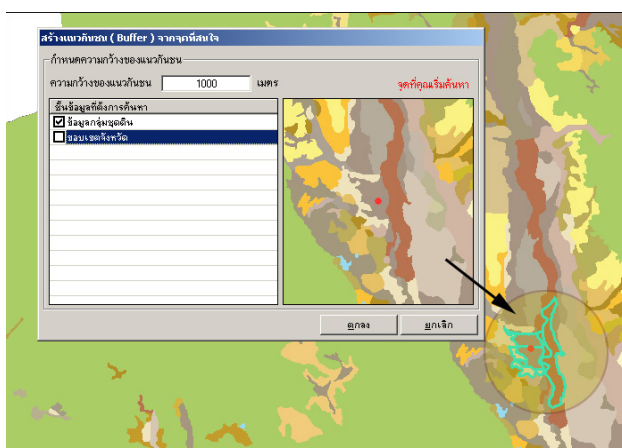


รูปที่ 10-18 เครื่องมือช่วยงานแสดงแผนที่



รูปที่ 10-19 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้งานเครื่องมือบนหน้าต่างแสดงผล

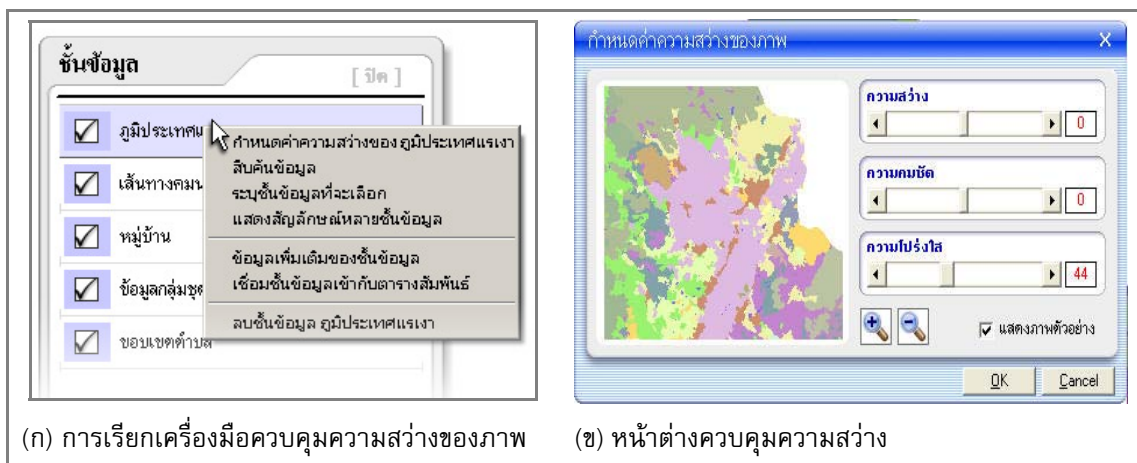
ผู้ใช้สามารถสร้างแนวกันชนจากเครื่องมือในรูปที่ 10-18 เมื่อกำหนดจุดโดยการคลิกเมาส์ที่หน้าจอภาพแล้ว โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างสร้างแนวกันชน โดยให้ผู้ใช้กำหนดความกว้างของแนวกันชนและชั้นข้อมูลที่ต้องการค้นหาว่าวัตถุใดอยู่ภายในแนวกันชนที่ได้รับแล้ว จากนั้นโปรแกรมจะทำการค้นหาและวาดขอบเขตของวัตถุที่พบตามเงื่อนไขดังกล่าว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



รูปที่ 10-20 การกำหนดจุดเป้าหมายและผลการค้นหากลุ่มชุดดินที่อยู่ในรัศมี 1,000 เมตร

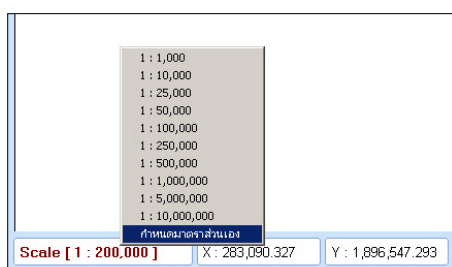
จากรูปที่ 10-16 ส่วนการแสดงผล (ส่วนที่ (3)) เป็นส่วนที่ใช้แสดงชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ผู้ใช้เลือกจากรายการชั้นข้อมูลที่มีอยู่ในส่วนที่ (4) รสทก. สามารถแสดงชั้นข้อมูลประเภทต่างๆ ร่วมกันได้โดยอาศัยการจัดลำดับชั้นข้อมูลที่น่าเข้าแสดงผลโดยการใช้เมาส์เลื่อนแถบชื่อชั้นข้อมูล ขึ้นลงในหน้าต่างแสดงชั้นข้อมูล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

ตัวอย่างในรูปที่ 10-16 เป็นการแสดงชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินบนภูมิประเทศแรงา โดยอาศัยเครื่องมือกำหนดความโปร่งใสของภาพช่วยให้สามารถเห็นการใช้ประโยชน์ที่ดินบนภูมิประเทศโดยไม่มีการบดบังกัน เมื่อนำเอาชั้นข้อมูลหมู่บ้านและถนนวางซ้อนทับ จะให้ข้อสนเทศบริเวณพื้นที่เป้าหมายเพิ่มเติมขึ้น



รูปที่ 10-21 เครื่องมือควบคุมความโปร่งใสและความสว่างของสี

หน้าต่างการแสดงผลส่วนที่ (6) เป็นการอธิบายสัญลักษณ์ของสิ่งที่ปรากฏในชั้นข้อมูลแต่ละชั้น ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกแสดงสัญลักษณ์ที่ละชั้นข้อมูลหรือหลายชั้นข้อมูลรวมกันได้ นอกจากนี้ยังมีหน้าต่างที่เป็นเครื่องมือที่ให้ผู้เลือกใช้แสดงแผนที่ตามมาตราส่วนที่ต้องการ (รูปที่ 10-22) หน้าต่างนี้จะปรากฏทางด้านล่างของจอภาพดังปรากฏในส่วนที่ (7) ของรูปที่ 10-16



รูปที่ 10-22 เครื่องมือกำหนดมาตราส่วนที่ต้องการแสดงและค่าพิกัดของจุดที่สนใจ