

ทางโครงการได้มีการอธิบายโครงการวิจัย วัตถุประสงค์ของงานวิจัย และแสดงฐานข้อมูลและโปรแกรมที่ทางศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตรได้พัฒนามาในรอบ 5 ปีจากนั้นมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านความจำเป็นของการวิจัย และสภาพพื้นที่ศึกษา ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีความเห็นว่า งานวิจัยเชิงพัฒนาเช่นนี้ จะเป็นประโยชน์แก่หน่วยงานต่างๆในจังหวัดเป็นอันมาก แม้ว่าจะยังไม่ค่อยเข้าใจในรายละเอียดของโครงการก็ตาม ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่างเห็นพ้องว่า ต้องทำให้ผลผลิตของโครงการวิจัยนี้ให้นำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนในระดับจังหวัดให้ได้ และถ้าทำได้ดี ก็ควรนำไปใช้ในจังหวัดอื่นๆด้วย และได้ให้ข้อมูลที่เจาะจงของพื้นที่ศึกษาจังหวัดลำพูน ในด้านการผลิตทางการเกษตร และได้เสนอแนะให้เพิ่มทางเลือกใหม่ๆทางการเกษตรเข้าไปด้วย

หลังจากนั้น มีการให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ระบุวัตถุประสงค์ของการวางแผนจัดที่ดินเพื่อการเกษตรในจังหวัดลำพูน โดยยอมรับว่ามีวัตถุประสงค์ของการจัดที่ดินที่หลากหลาย และขอให้แยกวัตถุประสงค์ออกเป็น 3 ด้าน คือ 1. ด้านนิเวศน์ 2. ด้านเศรษฐกิจ 3. ด้านสังคม โดยแต่ละด้านก็มีการระบุวัตถุประสงค์ย่อย ในการพิจารณาการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรในจังหวัดลำพูน จากนั้น เป็นการให้น้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ต่างๆ โดยการพูดคุยได้นำเอาโปรแกรม ร่วมตัดสินใจ (รตส) ซึ่งใช้หลัก Analytical Hierachy Process (AHP) (เมธี และคณะ, 2548, เบญจพรพรรณ และคณะ, 2548) มาเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 คำนำนน้ำหนักที่ได้ในแต่ละหมวดของวัตถุประสงค์มีคะแนนเต็มเท่ากับ 1



รูปที่ 4.1 การระบุวัตถุประสงค์ และ หลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ของโครงการ

ผลของการปรึกษาหารือ ระหว่างคณะนักวิจัย และ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในระดับจังหวัดลำพูน ได้ผลดังนี้

วัตถุประสงค์หลัก : การใช้ที่ดินเพื่อการผลิตพืชอย่างเหมาะสม

วัตถุประสงค์ย่อย : 1. การใช้ที่ดินอย่างเหมาะสมด้านเศรษฐกิจ

2. การใช้ที่ดินอย่างเหมาะสมด้านสังคม

3. การใช้ที่ดินอย่างเหมาะสมด้านสิ่งแวดล้อม

1. วัตถุประสงค์ย่อยการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสมด้านเศรษฐกิจ

1.1 ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด

1.2 ต้นทุนรวมต่ำสุด

1.3 ความเสี่ยงด้านราคาต่ำสุด

2. วัตถุประสงค์ย่อยการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสมด้านสังคม

2.1 การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรสูงสุด

2.2 การใช้แรงงานเพื่อการเกษตรสูงสุด

2.3 การใช้ทรัพยากรท้องถิ่นสูงสุด

3. วัตถุประสงค์ย่อยการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสมด้านสิ่งแวดล้อม

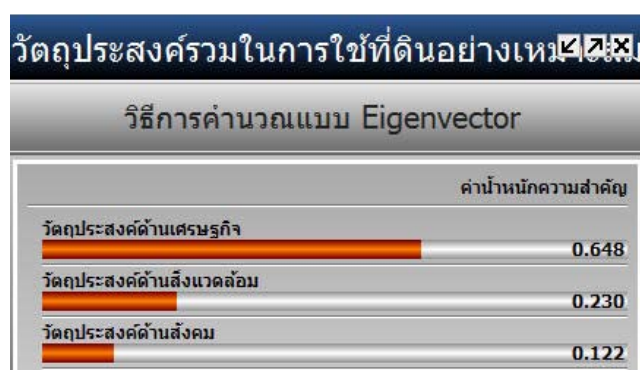
3.1 ความเสื่อมโทรมของดินต่ำสุด

3.2 การใช้สารเคมีต่ำสุด

3.3 การใช้ปุ๋ยเคมีต่ำสุด

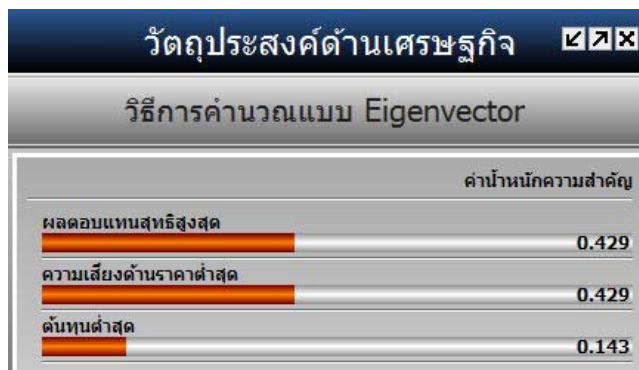
3.4 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

สำหรับการให้น้ำหนักวัตถุประสงค์ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ผ่านโปรแกรม รตส พบว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในระดับจังหวัด ให้น้ำหนักวัตถุประสงค์ทางเศรษฐกิจสูงสุด (0.648) รองลงมาคือวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม (0.23) และท้ายสุดคือวัตถุประสงค์ด้านสังคม (0.122) ดังแสดงในรูปที่ 4.2



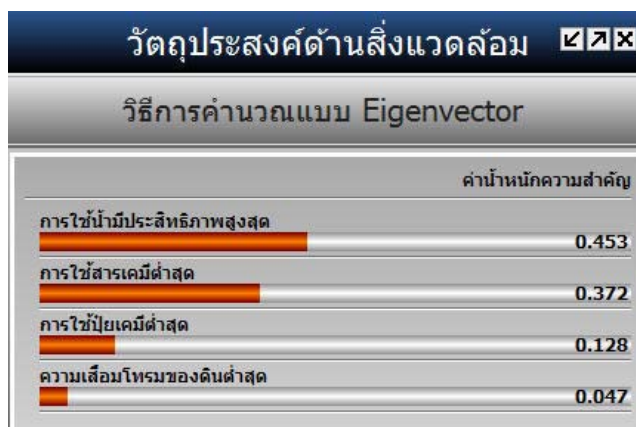
รูปที่ 4.2 น้ำหนักระหว่างวัตถุประสงค์ด้านต่างๆ

สำหรับวัตถุประสงค์ย่อยในด้านเศรษฐกิจ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ให้น้ำหนักผลตอบแทนสูงสุดเท่ากับ ความเสี่ยงด้านราคาต่ำสุด 0.429 รองลงมาคือ ต้นทุนต่ำสุด 0.143 (รูปที่ 4.3)



รูปที่ 4.3 น้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ย่อยทางเศรษฐกิจ

ในด้านวัตถุประสงค์ย่อยด้านสิ่งแวดล้อมนั้น ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้ระบุเรื่องการใช้น้ำให้มีประสิทธิภาพสูงสุดเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอันดับ 1 (ค่าความสำคัญ 0.453) รองลงมาเป็นเรื่องการใช้สารเคมีต่ำสุด (ค่าความสำคัญ 0.372) และการใช้ปุ๋ยเคมีต่ำสุด (ค่าความสำคัญ 0.128) และ เรื่องความเสื่อมโทรมของดินเป็นอันดับท้ายสุดมี ค่าน้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.047 ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 น้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ย่อยด้านสิ่งแวดล้อม

ในด้านวัตถุประสงค์ย่อยด้านสังคม ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียระบุว่า การใช้แรงงานในการเกษตรสูงสุด และ การใช้ทรัพยากรท้องถิ่นสูงสุด เป็นวัตถุประสงค์ที่มีความสำคัญเท่ากัน มีค่าความสำคัญ เท่ากับ 0.455 สุดท้ายเป็นวัตถุประสงค์ด้านการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรสูงสุด มีค่าความสำคัญ 0.091 ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 น้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ย่อยด้านสังคม

โดยสรุป จากการประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการจัดที่ดินเพื่อการเกษตรสำหรับจังหวัดลำพูน โดยการให้น้ำหนักวัตถุประสงค์ ผ่านโปรแกรม รตส พบว่า น้ำหนักวัตถุประสงค์ทางเศรษฐกิจสูงสุด (0.648) รองลงมาคือวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม (0.23) และ ท้ายสุดคือวัตถุประสงค์ด้านสังคม (0.122) และมีการให้น้ำหนักของวัตถุประสงค์ย่อยด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อคณะผู้วิจัยได้นำวัตถุประสงค์ และน้ำหนักเหล่านี้ มาทำแบบจำลอง ได้ตัดบางวัตถุประสงค์ย่อยออก เพราะไม่สามารถหาข้อมูลเชิงปริมาณที่มีความหมายได้ คือ เรื่องความเสี่ยงด้านราคา และ การใช้ทรัพยากรท้องถิ่น ดังนั้น จึงมีวัตถุประสงค์สุดท้าย อยู่ 8 ข้อในแบบจำลองที่สร้างขึ้น สุดท้าย การให้น้ำหนักวัตถุประสงค์ทั้ง 8 ด้าน แสดงได้ตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าถ่วงน้ำหนักวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์	ค่าถ่วงน้ำหนัก
ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด	0.486
ต้นทุนที่เป็นเงินสดรวมต่ำสุด	0.162
ผลิตภาพการใช้น้ำสูงสุด	0.104
การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่ำสุด	0.086
การใช้ปุ๋ยเคมีต่ำสุด	0.029
การชะล้างพังทลายของดินต่ำสุด	0.011
การจ้างแรงงานรวมสูงสุด	0.102
การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรสูงสุด	0.020

4.2 การหาข้อจำกัดการใช้ที่ดินของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และ ผู้วางแผน

นอกจากการหาและให้น้ำหนักวัตถุประสงค์ในการจัดการที่ดินทางการเกษตรที่เหมาะสมแล้ว คณะผู้วิจัยได้ขอให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และผู้วางแผนการใช้ที่ดินในการเกษตรระดมสมองในประเด็นเรื่อง ข้อจำกัดของการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรในพื้นที่ด้วยในการประชุม ในครั้งนี้ด้วย ซึ่งข้อจำกัดเหล่านี้ จะได้นำเป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองในขั้นตอนต่อไป ซึ่งผลของการระดมสมองในเรื่องนี้ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเหล่านั้น ได้ระบุข้อจำกัดต่างๆ ซึ่งอาจประมวลได้ดังนี้

- เนื้อที่ของแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land utilization types, LUT) หนึ่งๆจะต้องไม่เกินเนื้อที่ที่เหมาะสมกับการผลิต LUT นั้นๆ ซึ่งได้จากผลการวิเคราะห์ในกิจกรรมหนึ่งๆ
- เนื้อที่รวมของทุก LUT จะต้องไม่เกินเนื้อที่รวมของพื้นที่เหมาะสมสำหรับทุก LUT ซึ่งได้จากผลการวิเคราะห์ในกิจกรรมหนึ่งๆ
- การผลิตข้าวเพื่อการบริโภคต้องไม่น้อยกว่าระดับที่ยอมรับได้
- ผลผลิตจากพืชพลังงานจากการใช้ประโยชน์ที่ดินต้องอยู่ในระดับที่เหมาะสมตามนโยบาย

ซึ่งข้อจำกัดเหล่านี้ จะเป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองในขั้นตอนต่อไป

4.3 การเก็บข้อมูลภาคสนามและจัดทำข้อมูลสัมประสิทธิ์การผลิต

4.3.1 การใช้ข้อมูลที่มีอยู่เดิม

ในการศึกษาครั้งนี้ โครงการฯ สามารถนำข้อมูลเบื้องต้นบางส่วนที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกพืชสำคัญบางชนิดในจังหวัดลำพูน จากโครงการวิจัยอื่นๆ ที่นักวิจัยในสังกัดศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ดำเนินการไปก่อนหน้านี้ เช่น ข้อมูลจากโครงการวิจัย “ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน:ประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรดินและน้ำชลประทาน” (เบญจพรณ และกุศล, 2548) และโครงการวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์ทางเลือกสำหรับการประกอบอาชีพเกษตรกรรมตามฐานทรัพยากรลุ่มน้ำ” (ถาวร และคณะ, 2551) ซึ่งเป็นโครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และได้ทำการศึกษาโดยการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกพืชสำคัญในพื้นที่อำเภอต่างๆ ในจังหวัดลำพูน โดยรายละเอียดชนิดพืช พื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูล และจำนวนตัวอย่างที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์ปัจจัยการผลิต เพื่อนำไปใช้ในโมเดลเพื่อการวางแผนการใช้ที่ดิน แสดงในตารางที่ 4.3

อย่างไรก็ตาม ในการนำข้อมูลจากโครงการวิจัยข้างต้นนี้มาใช้ในการวิเคราะห์ ต้องมีการปรับปรุงการบันทึกข้อมูลบางชนิดใหม่เพื่อให้สามารถใช้วิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์ปัจจัยการผลิตพืชได้สอดคล้องกับที่ต้องการ รวมทั้งบางชนิดพืชต้องมีการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากเกษตรกรผู้ให้ข้อมูลรายเดิม ซึ่งทำให้ประหยัดเวลาและต้นทุนในการลดจำนวนการออกไปเก็บรวบรวมข้อมูลพืชบางชนิดบางพื้นที่ได้ด้วย

ตารางที่ 4.3 ชนิดพืช แหล่งเก็บข้อมูล และจำนวนตัวอย่าง ที่ได้จากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่แล้ว

ชนิดพืช	ภูมิโนเวศน์	พื้นที่เก็บข้อมูล		จำนวนตัวอย่าง (ราย)
		อำเภอ	ตำบล	
ข้าวเหนียวนาปี	ชลประทาน	เมือง	ต้งอ ป่าสัก มะเขือแจ้	28 ¹
		บ้านธิ	ห้วยยาบ	15 ¹
		แม่ทา	ทาปลาดุก ทาสบเส้า	10 ¹
ข้าวเหนียวนาปรัง	ชลประทาน		ต้งอ ป่าสัก	14 ¹
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	อาศัยน้ำฝน	ลี้	ลี้	14 ¹
กระเทียม	ชลประทาน+บาดาล	บ้านโฮ้ง	บ้านโฮ้ง	14 ¹
	อาศัยน้ำฝน	ลี้	แม่ต๋น	9 ¹
ข้าวโพดฝักอ่อน	ชลประทาน	แม่ทา	ทาปลาดุก	18 ¹
	อาศัยน้ำฝน	แม่ทา	ทาปลาดุก	17 ¹
ยาสูบ	ชลประทาน	บ้านธิ	ห้วยยาบ	16 ¹
หอมแดง	ชลประทาน+บาดาล	บ้านโฮ้ง	บ้านโฮ้ง	14 ¹
	ฝน	ลี้	แม่ต๋น	14 ¹
ข้าวโพดฝักอ่อน	ชลประทาน	แม่ทา	ทาเหนือ แม่ทา	34 ²
หอมแดง	ชลประทาน+บาดาล	ป่าซาง	มะกอก	5 ²
พืชผัก	ชลประทาน	ป่าซาง	ม่วงน้อย	3 ²
ลำไย	ชลประทาน	ป่าซาง	มะกอก	5 ²

ที่มา: ¹ จากโครงการวิจัย เรื่อง “ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: ประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรดินและน้ำชลประทาน” โดย เบญจพรณ เอกะสิงห์ และคณะ สนับสนุนทุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (ปี พ. ศ.2545 – 2548)

² จากโครงการวิจัยเรื่อง “ระบบวิเคราะห์ทางเลือกสำหรับการประกอบอาชีพเกษตรกรรมตามฐานทรัพยากรลุ่มน้ำ” โดย ถาวร อ่อนประไพ และคณะ สนับสนุนทุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (ปี พ.ศ. 2550 – 2552)

4.3.2 การเก็บข้อมูลในพื้นที่และครัวเรือนเกษตรกร

จากข้อมูลเชิงแผนที่ที่ได้จำแนกพื้นที่การผลิตของระบบพืชหลักต่างๆ โดยใช้สภาพพื้นที่ (พื้นที่ราบ พื้นที่ลาดชันระหว่าง 5-20% และพื้นที่ลาดชันมากกว่า 20%) และแหล่งน้ำที่ใช้ในการผลิต (ชลประทาน ภูเขาได้ดิน ภูเขาพลังไฟฟ้า และอาศัยน้ำฝน) ประกอบกับระบบพืชที่ปลูก (การใช้ที่ดิน 12 หน่วยแผนที่ x แหล่งน้ำ 7 หน่วยแผนที่ x ความลาดชัน 3 หน่วยแผนที่) ดังที่ได้อธิบายแล้วในหัวข้อ 3.4.4 รวม 119 หน่วยแผนที่ ได้นำมาใช้ในการวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูลให้ครอบคลุมทุกระบบพืชหลักที่ปลูกบนพื้นที่ที่กำหนดทั้งที่เป็นพืชอายุสั้นและไม้ผล โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างกระจาย

ตาม LRU ดังแสดงในตารางที่ 4.4 โดยกำหนดสัดส่วนจำนวนตัวอย่างที่ต้องเก็บรวบรวมข้อมูลผันแปรตามขนาดของพื้นที่ปลูกจริง โดยถ้าเป็นระบบพืชใน LRU ที่มีพื้นที่ปลูกรวมขนาดใหญ่ ก็ให้สัดส่วน 600 ไร่ต่อ 1 ตัวอย่าง ถ้าเป็นระบบพืชใน LRU ที่มีพื้นที่ปลูกรวมขนาดกลางก็ให้สัดส่วน 300 ไร่ต่อ 1 ตัวอย่าง ถ้าเป็นระบบพืชใน LRU ที่มีพื้นที่ปลูกรวมไม่มาก ก็ให้สัดส่วน 150 ไร่ต่อ 1 ตัวอย่าง ทั้งนี้ เพื่อให้มีการเก็บตัวอย่างกระจายในทุกพื้นที่การผลิต โดยให้มีการเก็บตัวอย่างอย่างน้อย 4 ตัวอย่าง ในแต่ละ LRU ย่อย การเก็บข้อมูลจะให้ความสำคัญกับ polygon ขนาดใหญ่ก่อน แต่ในกรณีที่พื้นที่ศึกษามีขนาดเล็กก็ใช้วิธีวางแผนเก็บสำรวจข้อมูลแบบเฉพาะเจาะจง รวมจำนวนตัวอย่างที่วางแผนเก็บข้อมูล 1,290 ตัวอย่าง กระจายไปทุกระบบพืช ภาคผนวก ข ตารางที่ 1 แสดงแผนการเก็บข้อมูลที่กระจายในแต่ละระบบพืช ซึ่งเป็นผลรวมของการกระจายตัวอย่างตาม LRU อย่างไรก็ตาม การเก็บตัวอย่างจริงก็มีการปรับเปลี่ยนบ้างไปตามสถานการณ์ เช่น มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ไปจากแผนที่ในปี พ.ศ. 2549 รวมถึงปัญหาการติดตามเกษตรกรที่ทำประโยชน์ในพื้นที่นั้นๆ ด้วย

ตารางที่ 4.4 ชนิดพืช พื้นที่เพาะปลูกตามแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของโครงการฯ และจำนวนตัวอย่าง

เกษตรกร ตามแผนเก็บข้อมูลเพื่อหาสัมประสิทธิ์การผลิต

ชนิดพืช	LRU	จำนวน LRU	พื้นที่เพาะปลูก รวมตามแผนที่ ปี 2549 (ไร่)	แผนการเก็บ ข้อมูลสนาม (จำนวนตัวอย่าง)
ลำไย	LG	19	97,893.15	375
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	MZ	10	47,597.40	162
ข้าว	RZ	18	121,238.59	331
ข้าว-ข้าวโพดฝักอ่อน	RB	8	924.66	32
ข้าว-กระเทียม	RG	8	1,089.99	34
ข้าว-มันฝรั่ง	RP	4	225.74	16
ข้าว-หอมแดง	RO	15	20,364.55	113
ข้าว-ข้าว	RR	8	10,304.71	59
ข้าว-ถั่วเหลือง	RS	10	3,208.05	56
ข้าว-ผัก	RV	11	1,797.35	64
ข้าว-ยาสูบ	RT	6	2,544.61	36
ถั่วลิสงฤดูฝน	SZ	2	1,369.37	12
รวม		119	308,558.18	1,290

การเก็บข้อมูลภาคสนาม ส่วนใหญ่ดำเนินการในช่วง 6 เดือนแรกของการดำเนินการวิจัย มีเพียงพืชบางชนิดและบางพื้นที่ ที่ดำเนินการเก็บข้อมูลต่อเนื่องถึงระยะแรกของ 6 เดือนที่ 2 โดยการสัมภาษณ์ข้อมูลการผลิตพืชตัวอย่างจากเกษตรกรในพื้นที่ตามระบบพืชที่กำหนดไว้ และต่อมาเนื่องจากได้มีการจำแนก LRU ใหม่ จากเดิมที่ได้รวมการใช้น้ำจากแหล่งน้ำชลประทานทุกขนาดเป็น LRU กลุ่มเดียวกัน จำแนกใหม่เป็นการใช้น้ำจากโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ชลประทานขนาดกลาง และชลประทานขนาดเล็กประเภท อ่างเก็บน้ำ และฝาย เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำที่มีอยู่จริง และแตกต่างกันในแต่ละแหล่งน้ำ คณะผู้วิจัยจึงได้สำรวจข้อมูลพืชอายุสั้นบางชนิดที่มีการปลูกจริงในบางพื้นที่ที่ยังไม่มีข้อมูลครอบคลุม โดยการสัมภาษณ์ข้อมูลเกษตรกรเพิ่มอีกในระยะ 6 เดือนที่ 3 จึงทำให้ได้จำนวนตัวอย่างจากการสัมภาษณ์เกษตรกรในจังหวัดลำพูน ทั้งหมด 1,412 ตัวอย่าง ซึ่งพืชตัวอย่างที่สัมภาษณ์ประกอบด้วย ข้าวเหนียวนาปี 473 ตัวอย่าง ข้าวเจ้านาปี 30 ตัวอย่าง ข้าวเหนียวนาปรัง 54 ตัวอย่าง ข้าวเจ้านาปรัง 32 ตัวอย่าง หอมแดงฤดูแล้ง 104 ตัวอย่าง ถั่วเหลือง 32 ตัวอย่าง มันฝรั่ง 11 ตัวอย่าง หอมแดงฤดูฝน 21 ตัวอย่าง กระเทียม 30 ตัวอย่าง ยาสูบ 27 ตัวอย่าง พืชผักอายุสั้นอื่นๆ 25 ตัวอย่าง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 160 ตัวอย่าง ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ 15 ตัวอย่าง ถั่วลิสง 7 ตัวอย่าง และไม้ผล ประกอบด้วย ลำไย จำนวน 343 ตัวอย่าง และมะม่วงซึ่งเดิมไม่มีในแผนการเก็บข้อมูลแต่พบว่าพื้นที่ปลูกมากพอสมควร จึงได้สัมภาษณ์เก็บข้อมูล จำนวน 48 ตัวอย่าง พื้นที่เก็บข้อมูลครอบคลุมทั้งหมด 8 อำเภอ 46 ตำบล (ตารางที่ 4.5)

นอกจากนี้ ยังได้รวบรวมข้อมูลพืชทางเลือกที่สำคัญได้แก่ ยางพารา อ้อย ปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ จากพื้นที่การผลิตอื่นๆ ในภาคเหนือที่ไม่ใช่ในจังหวัดลำพูนมาใช้ในการวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์การผลิตด้วย โดยสำหรับยางพารา ได้สัมภาษณ์เก็บข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา ในพื้นที่ตำบลทุ่งกล้วยและตำบลภูเขา อำเภอกู่ช้าง จังหวัดพะเยา จำนวน 32 ครัวเรือน เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกยางพารามากในภาคเหนือ ยางพารามีอายุมากกว่า 10 ปี (สูงสุด 20 ปี) และมีสภาพพื้นที่ใกล้เคียงกับจังหวัดลำพูนมากที่สุด ซึ่งเมื่อรวมจำนวนตัวอย่างพืชทางเลือกจากการเก็บข้อมูลภาคสนามที่นำมาวิเคราะห์รวมกับจำนวนพืชตัวอย่างที่เก็บข้อมูลในจังหวัดลำพูน จะได้จำนวนตัวอย่างเกษตรกรที่เก็บข้อมูลภาคสนามใหม่รวมทั้งสิ้น 1,444 ตัวอย่าง ซึ่งมากกว่าที่ได้วางแผนไว้ ตารางที่ 4.5 แสดง ชนิดพืช ตำบล อำเภอ และจำนวนตัวอย่างที่คณะผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลภาคสนามทั้งหมดในงานวิจัยนี้ ส่วนข้อมูลพืชทางเลือกอื่นๆ เช่น อ้อย ได้ใช้ข้อมูลจากโครงการวิจัย เรื่อง “ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือ ตอนบน:ประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรดินและน้ำชลประทาน” (เบญจพรณ และคณะ, 2548) ที่ได้สัมภาษณ์เก็บข้อมูลภาคสนามจากเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในอำเภอเมืองและอำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง จำนวน 30 ตัวอย่าง มาใช้วิเคราะห์ข้อมูลสัมประสิทธิ์การผลิต ส่วนปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ ได้รวบรวมข้อมูลจากผลงานวิจัยที่ได้ทำไว้แล้ว และการสัมภาษณ์ข้อมูลผู้รู้ในพื้นที่ นำข้อมูลใช้ในการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.5 ชนิดพืช พื้นที่เก็บข้อมูลตามตำบล อำเภอ และจำนวนตัวอย่างที่เก็บข้อมูลภาคสนามทั้งหมด

ชนิดพืช	แหล่งน้ำ	พื้นที่เก็บข้อมูล		จำนวน ตัวอย่าง
		อำเภอ	ตำบล	
ข้าวเหนียวนาปี	- ชลประทาน - ชลประทาน+น้ำใต้ดิน - น้ำใต้ดิน - สูบน้ำพลังไฟฟ้า - น้ำฝน	เมือง ป่าซาง บ้านธิ บ้านโฮ้ง ลี้ เวียงหนองล่อง	หนองหนาม ประตูป่า ศรีบัวบาน บ้านแป้น ดันธง ริมปิง ป่าสัก มะเขือแจ้ บ้านกลาง เหมืองง่า เหมืองจี้ น้ำดิบ แม่แรง ท่าตุ้ม ม่วงน้อย บ้านเรื่อน มะกอก บ้านธิ ห้วยยาบ บ้านโฮ้ง ป่าพลู หนองปลาทราย แม่ลาน ศรีวิชัย นาทราย แม่ตื่น ลี้ หนองยวง วังผาง เวียงหนองล่อง	473
ข้าวเจ้านาปี	- ชลประทาน - ชลประทาน+น้ำใต้ดิน - น้ำฝน	เมือง บ้านธิ ลี้	ดันธง เหมืองง่า เวียงยอง ริมปิง บ้านแป้น มะเขือแจ้ หนองหนาม บ้านธิ ห้วยยาบ นาทราย ศรีวิชัย	30
ข้าวเหนียวนา ปรัง	- ชลประทาน - ชลประทาน+น้ำใต้ดิน - น้ำใต้ดิน - สูบน้ำพลังไฟฟ้า	เมือง เวียงหนองล่อง ป่าซาง บ้านธิ	บ้านแป้น ป่าสัก หนองหนาม ดันธง เหมืองง่า ประตูป่า วังผาง ท่าตุ้ม บ้านเรื่อน ห้วยยาบ	54
ข้าวเจ้านาปรัง	- ชลประทาน - ชลประทาน+น้ำใต้ดิน - น้ำใต้ดิน - สูบน้ำพลังไฟฟ้า	เมือง เวียงหนองล่อง บ้านธิ	ริมปิง ดันธง เวียงยอง เหมืองง่า บ้านแป้น หนองหนาม ประตูป่า วังผาง ห้วยยาบ	32

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ชนิดพืช พื้นที่เก็บข้อมูลตามตำบล อำเภอ และจำนวนตัวอย่างที่เก็บข้อมูลภาคสนามทั้งหมด

ชนิดพืช	แหล่งน้ำ	พื้นที่เก็บข้อมูล		จำนวน ตัวอย่าง
		อำเภอ	ตำบล	
หอมแดงฤดูแล้ง	ชลประทาน ชลประทาน+น้ำใต้ดิน น้ำใต้ดิน สูบน้ำพลังไฟฟ้า	เวียงหนองล่อง บ้านโฮ้ง ป่าซาง ลี้	หนองยวง เหล่ายาว บ้านโฮ้ง ป่าพลู นครเจดีย์ มะกอก ม่วงน้อย น้ำดิบ แม่แรง ศรีวิชัย	104
หอมแดงฤดูฝน (ทำพันธุ์)	ชลประทาน ชลประทาน+น้ำใต้ดิน น้ำใต้ดิน สูบน้ำพลังไฟฟ้า	บ้านโฮ้ง ป่าซาง ลี้	บ้านโฮ้ง ป่าพลู เหล่ายาว มะกอก ศรีวิชัย	21
กระเทียม	ชลประทาน ชลประทาน+น้ำใต้ดิน น้ำใต้ดิน สูบน้ำพลังไฟฟ้า	บ้านโฮ้ง ลี้ เมือง	บ้านโฮ้ง ป่าพลู เหล่ายาว ศรีวิชัย แม่ลาน ประดู่ป่า	30
ยาสูบ	ชลประทาน ชลประทาน+น้ำใต้ดิน	บ้านธิ	ห้วยยาบ	27
ถั่วเหลืองฤดูแล้ง	ชลประทาน ชลประทาน+น้ำใต้ดิน สูบน้ำพลังไฟฟ้า	ลี้ บ้านโฮ้ง เวียงหนองล่อง	แม่ตืน ศรีวิชัย หนองปลาทราย หนองล่อง	32
มันฝรั่ง	ชลประทาน ชลประทาน+น้ำใต้ดิน	ทุ่งหัวช้าง	ตะเคียนปม ทุ่งหัวช้าง	11
พืชผักหมุนเวียน	ชลประทาน ชลประทาน+น้ำใต้ดิน	เมือง ป่าซาง บ้านธิ เวียงหนองล่อง	ริมปิง ประดู่ป่า ม่วงน้อย แม่แรง ห้วยยาบ หนองยวง วังผาง	25

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ชนิดพืช พื้นที่เก็บข้อมูลตามตำบล อำเภอ และจำนวนตัวอย่างที่เก็บข้อมูลภาคสนามทั้งหมด

ชนิดพืช	แหล่งน้ำ	พื้นที่เก็บข้อมูล		จำนวน ตัวอย่าง
		อำเภอ	ตำบล	
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	ฝน ชลประทาน	ลี้ ทุ่งหัวช้าง	นาทราย ลี้ ก้อ วังดิน แม่ลาน ทุ่งหัวช้าง	160
ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	ชลประทาน ฝน	ลี้ บ้านโฮ้ง	นาทราย ป่าพลู	15
ถั่วลิสง/ถั่วเขียว	ฝน	ลี้	ศรีวิชัย สันวิไล	7
ลำไย	ชลประทาน ชลประทาน+น้ำใต้ดิน น้ำใต้ดิน สูบน้ำพลังไฟฟ้า ฝน	เมือง บ้านธิ บ้านโฮ้ง ป่าซาง ลี้ ทุ่งหัวช้าง เวียงหนองล่อง แม่ทา	มะเขือแจ้ อู่มงค์ เหมืองง่า ริมปิง ต้นธง หนองช้างคื่น บ้านธิ ป่าพลู เหล่ายาว ศรีเตี้ย น้ำดิบ ท่าตุ้ม นครเจดีย์ ศรีวิชัย ลี้ ทุ่งหัวช้าง ตะเคียนปม หนองยวง วังผาง หนองล่อง ทาชุมเงิน	343
มะม่วง	ชลประทาน น้ำใต้ดิน สูบน้ำพลังไฟฟ้า ฝน	บ้านโฮ้ง	เหล่ายาว บ้านโฮ้ง	48
ยางพารา	ฝน	ภูซาง จ.พะเยา	ภูซาง ทุ่งกล้วย	32
รวมตัวอย่าง				1,444

ที่มา: จากการสำรวจภาคสนาม (2552)

4.3.3 การจัดทำข้อมูลสัมประสิทธิ์การผลิต

จากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรโดยใช้แบบสอบถาม ได้นำมาตรวจสอบความถูกต้อง บันทึกข้อมูลลงบนโปรแกรมสำเร็จ SPSS และ Microsoft Excel แยกเป็นข้อมูลพื้นฐานรายครัวเรือน ข้อมูลการผลิตพืชตั้งแต่พื้นที่การผลิต ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด เช่น เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมีทุกชนิด สารเคมีชนิดต่างๆ การใช้แรงงานครัวเรือนและแรงงานจ้างในการผลิต ราคาปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด ค่าจ้าง ปริมาณผลผลิตที่ได้ ราคาจำหน่ายผลผลิต จำแนกตามชนิดพืชที่สัมภาษณ์ เพื่อนำมาวิเคราะห์จัดทำเป็นสัมประสิทธิ์การผลิตพืชที่ต้องการใช้ในแบบจำลอง

ตามระบบการผลิตพืชและหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดินที่ได้จำแนกไว้ ทั้งนี้ในการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การผลิต ได้ให้ชื่อตัวแปรพืชตามระบบการผลิตพืชและหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 รหัสพืชอายุสั้นตามหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) ในจังหวัดลำพูน

รหัสพืช	รหัสพืช	รหัสพืช	คำอธิบาย
RZ_I1LS1	RO_I1WS2	RV_I1LS1	ข้าวนาปี (RZ)
RZ_I1LS2	RO_I2S1	RV_I1MS1	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (MZ)
RZ_I1MS1	RO_I2S2	RV_I1RS1	ถั่วลิสง (SZ)
RZ_I1MS2	RO_I3S1	RV_I1WS1	ข้าวนาปี-ข้าวนาปรัง (RR)
RZ_I1RS1	RO_I4S1	RV_I4S1	ข้าวนาปี-หอมแดง (RO)
RZ_I1RS2	RO_I4S2	RV_I5S1	ข้าวนาปี-กระเทียม (RG)
RZ_I1WS1	RO_I5S1	CZ_I1LS1	ข้าวนาปี-ถั่วเหลือง (RS)
RZ_I1WS2	RO_I5S2	CZ_I4S1	ข้าวนาปี-มันฝรั่ง (RP)
RZ_I2S1	RO_I6S1	CZ_I6S1	ข้าวนาปี-ยาสูบ (RT)
RZ_I2S2	RG_I1LS1	OZ_I1MS1	ข้าวนาปี-พืชผัก (RV)
RZ_I3S1	RG_I1MS1	OZ_I1WS1	ข้าวโพดข้าวเหนียว (CZ)
RZ_I3S2	RG_I1RS1	OZ_I2S1	หอมแดงฤดูฝน (OZ)
RZ_I4S1	RG_I1WS1	OZ_I4S1	ข้าวนาปี-ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (RC)
RZ_I4S2	RG_I1WS2	OZ_I4S2	ข้าวนาปี- ข้าวโพดฝักอ่อน (RB)
RZ_I5S1	RG_I2S1	OZ_I6S1	ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูฝน (BZ)
RZ_I5S2	RG_I2S2	RC_I1WS1	
RZ_I6S1	RG_I4S1	RC_I4S1	
RZ_I6S2	RG_I6S1	RC_I4S2	
RZ_I7S1	RS_I1LS1	RC_I5S1	
RZ_I7S2	RS_I1MS1	RC_I5S2	
MZ_I7S1	RS_I1MS2	RB_I1WS1	I1 โครงการชลประทาน (L M W R =
MZ_I7S2	RS_I1RS1	RB_I1WS2	ขนาดใหญ่ กลาง แบบฝาย และแบบ
MZ_I7S3	RS_I1WS1	RB_I2S1	อ่างเก็บน้ำ ตามลำดับ)
SZ_I1MS1	RS_I1WS2	BZ_I7S1	I2 โครงการชลประทาน และสูบน้ำได้ดิน
SZ_I7S1	RS_I2S1	BZ_I7S2	ลึกน้อยกว่า 50 เมตร
SZ_I7S2	RS_I6S1		I3 โครงการชลประทาน และสูบน้ำได้ดิน
RR_I1LS1	RP_I1LS1		ลึกมากกว่าหรือเท่ากับ 50 เมตร
RR_I1MS1	RP_I1MS1		I4 สูบน้ำได้ดินลึกน้อยกว่า 50 เมตร
RR_I1RS1	RP_I1RS1		I5 สูบน้ำได้ดินลึกมากกว่าหรือเท่ากับ
RR_I1WS1	RP_I1WS1		50 เมตร
RR_I2S1	RT_I1LS1		I6 สูบน้ำด้วยไฟฟ้า
RR_I4S1	RT_I1LS2		I7 น้ำฝน
RR_I5S1	RT_I1MS1		S1 ความลาดชัน <5%
RR_I6S1	RT_I1MS2		S2 ความลาดชัน 5-20%
RR_I6S2	RT_I1RS1		S3 ความลาดชัน > 20%
RO_I1LS1	RT_I1RS2		
RO_I1LS2	RT_I1WS1		
RO_I1MS1	RT_I1WS2		
RO_I1MS2	RT_I2S1		
RO_I1RS1	RT_I2S2		
RO_I1RS2	RT_I4S1		
RO_I1WS1	RT_I4S2		

ตารางที่ 4.7 รหัสพืชไม้ผล และพืชทางเลือกตามหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (LRU)

รหัสพืช	รหัสพืช	รหัสพืช	คำอธิบาย
LG_I1LS1	MG_I2S1	JP_I1LS1	ลำไย (LG)
LG_I1LS2	MG_I3S1	JP_I1LS2	
LG_I1LS3	MG_I4S1	JP_I1LS3	
LG_I1MS1	MG_I5S1	JP_I1MS1	มะม่วง (MG)
LG_I1MS2	MG_I5S3	JP_I1MS2	
LG_I1MS3	MG_I7S1	JP_I1MS3	
LG_I1RS1	MG_I7S2	JP_I1RS1	ยางพารา (PR)
LG_I1RS2	MG_I7S3	JP_I1RS2	
LG_I1RS3	PR_I1LS1	JP_I1RS3	
LG_I1WS1	PR_I7S1	JP_I1WS1	ปาล์มน้ำมัน (PO)
LG_I1WS2	PR_I7S2	JP_I1WS2	
LG_I1WS3	PR_I7S3	JP_I1WS3	
LG_I2S1	PO_I1LS1	JP_I2S1	สบู่ดำ (JP)
LG_I2S2	PO_I1LS2	JP_I2S2	
LG_I2S3	PO_I1LS3	JP_I2S3	
LG_I3S1	PO_I1MS1	JP_I3S1	อ้อย (SC)
LG_I3S2	PO_I1MS2	JP_I3S2	
LG_I4S1	PO_I1MS3	JP_I4S1	
LG_I4S2	PO_I1RS1	JP_I4S2	I1 โครงการชลประทาน (L M W R =
LG_I5S1	PO_I1RS2	JP_I5S1	
LG_I5S2	PO_I1RS3	JP_I5S2	
LG_I5S3	PO_I1WS1	JP_I5S3	ขนาดใหญ่ กลาง แบบฝาย และแบบ
LG_I6S1	PO_I1WS2	JP_I6S1	
LG_I6S2	PO_I1WS3	JP_I6S2	
LG_I7S1	PO_I2S1	JP_I7S1	อ่างเก็บน้ำ ตามลำดับ)
LG_I7S2	PO_I2S2	JP_I7S2	
LG_I7S3	PO_I2S3	JP_I7S3	
MG_I1LS1	PO_I3S1	SC_I7S1	I2 โครงการชลประทาน และสูบน้ำได้ดิน
MG_I1LS3	PO_I3S2	SC_I7S2	
MG_I1MS1	PO_I4S1		
MG_I1MS3	PO_I4S2		ลึกน้อยกว่า 50 เมตร
MG_I1RS1	PO_I5S1		
MG_I1RS3	PO_I5S2		
MG_I1WS1	PO_I5S3		I3 โครงการชลประทาน และสูบน้ำได้ดิน
MG_I1WS2	PO_I6S1		
MG_I1WS3	PO_I6S2		
			ลึกมากกว่าหรือเท่ากับ 50 เมตร
			I4 สูบน้ำได้ดินลึกน้อยกว่า 50 เมตร
			I5 สูบน้ำได้ดินลึกมากกว่าหรือเท่ากับ
			50 เมตร
			I6 สูบน้ำด้วยไฟฟ้า
			I7 น้ำฝน
			S1 ความลาดชัน <5%
			S2 ความลาดชัน 5-20%
			S3 ความลาดชัน > 20%

สำหรับตัวแปรสัมประสิทธิ์การผลิตตามระบบพืชเพื่อนำไปใช้ในแบบจำลอง ประกอบด้วย ปริมาณการใช้
ไนโตรเจน:N (กิโลกรัม/ไร่) ปริมาณสารเคมีออกฤทธิ์ที่เกษตรกรใช้ในการกำจัดศัตรูพืชทั้งหมด (กิโลกรัม/ไร่) แรงงาน
ครอบครัวและแรงงานจ้างในการผลิตพืชราย 10 วัน (คน-วัน/ไร่) ผลผลิตข้าว (กิโลกรัม/ไร่) ต้นทุนค่าวัสดุปัจจัยในการ

ผลิต (บาท/ไร่) ผลตอบแทนจากการผลิตในแต่ละระบบพืช (บาท/ไร่) ซึ่งในที่นี้ได้ใช้ผลตอบแทนเนื้อต้นทุนเงินสด เนื่องจากถ้าใช้ผลตอบแทนเนื้อต้นทุนทั้งหมดที่ได้หักค่าเสียโอกาสที่คิดให้กับแรงงานครอบครัวด้วยนั้น บางระบบพืชจะได้ค่าเป็นลบหรือขาดทุนจากการผลิต ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ในแบบจำลองได้ รวมทั้งโดยทั่วไปในการเลือกการผลิตพืชเกษตรกรมักคำนึงถึงผลตอบแทนเนื้อต้นทุนเงินสดมากกว่าที่จะนำค่าเสียโอกาสของการใช้แรงงานครอบครัวไปรวมด้วย ซึ่งในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้สัมประสิทธิ์แต่ละชนิดนั้น ต้องสัมภาษณ์ข้อมูลจากเกษตรกรในรายละเอียดมาแจกแจงและประมวลผลโดยวิธีต่างๆ โดยสรุปดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน และปริมาณสารเคมีออกฤทธิ์ที่เกษตรกรใช้ในการผลิตพืช

ในการวิเคราะห์หาปริมาณการใช้ไนโตรเจนทั้งในระบบพืชอายุสั้น และไม่ผลไม่ยืนต้น ใช้ข้อมูลปริมาณปุ๋ยเคมีทุกชนิดที่เกษตรกรใช้ในการผลิตพืชนั้นๆ ทั้งหมดมาคำนวณหาปริมาณ N P K (กิโลกรัม/ไร่) ตามสูตรปุ๋ยเคมีแต่ละชนิดออกมาในแต่ละระบบพืชและหน่วยทรัพยากรที่ดิน ซึ่งในการวิเคราะห์ระยะแรก ได้นำปริมาณของ N P K รวมกัน ต่อมาผลจากการทบทวนเอกสารโดยคำนึงถึงความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมพบว่าการให้น้ำหนักกับสารไนโตรเจนมาก จึงใช้เพียงปริมาณไนโตรเจน: N ในแบบจำลอง

ส่วนการคำนวณหาปริมาณสารเคมีออกฤทธิ์ที่เกษตรกรใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ต้องมีการสัมภาษณ์เกษตรกรเพื่อให้ได้ชื่อสารเคมีทุกชนิดทั้งสารป้องกันกำจัดวัชพืช โรคแมลงศัตรูพืช ขนาดหรือปริมาณสารเคมีแต่ละชนิดที่เกษตรกรใช้ รวมทั้งต้องรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมจากเอกสารและร้านค้าที่จำหน่ายสารเคมีในพื้นที่การผลิตเพื่อทราบปริมาณสารออกฤทธิ์ (Active ingredient of pesticide) ของสารเคมีแต่ละชนิด นำมาคำนวณหาเป็นผลรวมของปริมาณสารเคมีออกฤทธิ์ที่เกษตรกรใช้ในการผลิตทั้งหมดในแต่ละระบบพืชจะจงตามหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน หน่วยวัดเป็น กิโลกรัม/ไร่

การวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์การใช้แรงงาน

สำหรับสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตพืช ทั้งพืชอายุสั้นทุกชนิด ไม่ผล ลำไย มะม่วง และยางพารา ได้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ได้ลงรายละเอียดช่วงเวลาการทำงานในแต่ละกิจกรรมตลอดฤดูกาลผลิตไว้ ทำให้สามารถคิดแรงงานเป็นราย 10 วันได้ คือ 1 เดือนจะแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ 10 วันแรก 10 วันที่ 2 และ 10 วันสุดท้ายของเดือน เนื่องจากการใช้แรงงานในแต่ละช่วงเวลาจะไม่เท่ากัน ซึ่งแรงงานในที่นี้เป็นแรงงานทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตทั้งแรงงานครอบครัวและแรงงานจ้าง ประเมินตามระบบพืชและจะจงตามหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดินเพื่อความเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ หน่วยวัดเป็น คน-วัน/ไร่

ผลผลิตข้าว ต้นทุน และผลตอบแทนจากการผลิตพืชอายุสั้น

ในการวิเคราะห์หาผลผลิตข้าว ต้นทุน และผลตอบแทนจากการผลิตพืชอายุสั้นในแต่ละหน่วยจัดการทรัพยากรดิน ได้ใช้วิธีการแบบถ่วงน้ำหนัก (ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์, 2528) โดยสำหรับผลผลิตข้าว ใช้ผลผลิตข้าวรวมที่

เกษตรกรตัวอย่างได้รับทั้งหมดหารด้วยจำนวนพื้นที่การผลิตในแต่ละหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน (กิโลกรัม/ไร่) ส่วนต้นทุนการผลิต คำนวณโดยใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดที่เกษตรกรใช้คูณด้วยราคา ได้เป็นค่าใช้จ่ายของปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดของเกษตรกรแต่ละราย นำมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนที่ดินที่ใช้ในการผลิต ได้เป็นค่าใช้จ่ายปัจจัยการผลิตที่เกษตรกรลงทุนในแต่ละพืช (บาท/ไร่) ถ้าเป็นพืชที่ปลูกชนิดเดียว เช่น ข้าวนาปี หรือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จะใช้ต้นทุนการผลิตพืชชนิดเดียว แต่ถ้าเป็นระบบพืช เช่น ข้าวตามด้วยหอมแดง ต้นทุนการผลิตจะเป็นต้นทุนการผลิตรวมของข้าวและหอมแดงในหน่วยพื้นที่การผลิตนั้นๆ เป็นต้น เช่นเดียวกับการคำนวณหาผลตอบแทนจากการผลิตพืชแต่ละชนิดที่ใช้วิธีนำข้อมูลผลผลิตพืชแต่ละชนิดที่ได้คูณด้วยราคาผลผลิตจำหน่าย ได้เป็นรายได้ทั้งหมด จากนั้นนำต้นทุนค่าวัสดุปัจจัยการผลิตทุกชนิดที่ได้คำนวณตามปริมาณและราคาที่เกษตรกรซื้อมาใช้ รวมต้นทุนค่าแรงงานในการผลิตที่คำนวณตามปริมาณวันทำงานและค่าจ้างที่จ่ายมาหักออก ได้เป็นผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด แล้วหารด้วยจำนวนที่ดินทำการผลิตทั้งหมด ได้เป็นผลตอบแทนจากการผลิตต่อหน่วยพื้นที่ (บาท/ไร่) แตกต่างกันในแต่ละหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน ซึ่งเหล่านี้ต้องใช้เวลาและความละเอียดในการวิเคราะห์ตามสมควร สำหรับผลสรุปค่าสัมประสิทธิ์การผลิตพืชที่สำคัญที่ใช้ในแบบจำลองแสดงตามระบบพืชและหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดินที่ได้ ดังแสดงในตารางผนวก จ

สัมประสิทธิ์ต้นทุน และ ผลตอบแทนสุทธิในการผลิตไม้ผล ไม้ยืนต้น

ด้านสัมประสิทธิ์ต้นทุน และผลตอบแทนสุทธิในการผลิตไม้ผล/ไม้ยืนต้น ได้แก่ ลำไย มะม่วง และยางพารา นั้น การคำนวณใช้วิธีคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนตลอดอายุ 30 ปีของพืช จากนั้น คำนวณเป็นมูลค่าปัจจุบันออกมา แล้วจึงใช้สูตรหามูลค่า annual equivalent value (AEV) ซึ่งเป็นมูลค่าเทียบเท่ากับมูลค่ารายปีที่จะได้ในทุกๆ ปีของการผลิตไม้ผล ไม้ยืนต้น ซึ่งเมื่อคำนวณแล้วจะได้เป็นมูลค่าปัจจุบันเทียบเท่ากัน โดยใช้สูตร

$$NPV = AEV \left(\frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} \right) \quad (\text{Klemperer, 1996})$$

โดยที่ NPV = มูลค่าปัจจุบันตลอดอายุของไม้ผล ไม้ยืนต้น
 AEV = รายได้สุทธิรายปีที่ได้เป็นจำนวนเท่าๆ กันทุกปี (เทียบเท่า)
 r = อัตราดอกเบี้ยตลอดอายุไม้ผล
 n = จำนวนปีของอายุไม้ผล

ในการนำข้อมูลสัมประสิทธิ์การผลิตพืชไปใช้ในแบบจำลอง เนื่องจากต้องมีข้อมูลสัมประสิทธิ์พืชให้ครบตามหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดินที่ได้จำแนกไว้ตามความเหมาะสม (ในแบบจำลองเกษตรกรสามารถเลือกระบบพืชบางชนิดได้ตามความเหมาะสมของทรัพยากรและข้อจำกัดที่กำหนดไว้) แต่เนื่องจากข้อมูลที่สำรวจภาคสนามของจังหวัดลำพูน พบว่าพืชบางชนิดไม่มีการเพาะปลูกในบางหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน ดังนั้นจึงต้องนำตัวอย่างพืชที่ปลูกบนพื้นที่ที่มีสภาพพื้นที่และระบบการใช้น้ำที่ใกล้เคียงกันสามารถทดแทนกันได้ มาวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์การผลิตแล้วนำไปใช้ทดแทนในพื้นที่ไม่มีการผลิตจริง ตัวอย่างเช่น การนำตัวอย่างข้อมูลการผลิตหอมแดงที่ใช้ระบบน้ำชลประทานจากอ่างเก็บน้ำ มาใช้

แทนข้อมูลการผลิตในระบบน้ำชลประทานขนาดใหญ่และขนาดกลาง หรือการนำตัวอย่างข้อมูลการผลิตยาสูบในระบบน้ำชลประทานขนาดใหญ่ไปใช้ในระบบน้ำชลประทานขนาดกลางหรือจากอ่างเก็บน้ำและฝาย เป็นต้น ทำให้ได้ข้อมูลสัมประสิทธิ์การผลิตพืชครอบคลุมตามหน่วยการใช้ประโยชน์ที่ดินในแบบจำลอง

4.4 การพัฒนาแบบจำลองแบบหลายเป้าหมายอย่างมีส่วนร่วม (Interactive Multiple Goal Programming, IMGP)

การวิเคราะห์หาผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากแบบจำลอง Multiple Goal Programming (MGP) สามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับวิธีการหาชุดของทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดกับสถานการณ์ (Pareto-optimal set) และการออกแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมและผู้ตัดสินใจ วิธีการดังกล่าวอาจจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม (Santé and Crecente, 2007)

กลุ่มแรก เป็นการหาตัวอย่างชุดทางเลือกที่เหมาะสมโดยการวิธี Weighting (Cohon, 1978, Romeo and Rehman, 2003) และ วิธี Constraints (Goicoechea, 1982) ในวิธีการแรกผู้ใช้จะต้องระบุค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ก่อนที่คำนวณหาคำตอบที่เหมาะสม ส่วนวิธีการหลังดำเนินการโดยแปลงวัตถุประสงค์ทุกตัวด้วยเงื่อนไขตัวให้เป็นข้อจำกัด (constraints) และหาคำตอบที่เหมาะสมโดยใช้ขั้นตอนการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน (Azapagic and Clift, 1999) ระหว่างสองวิธีนี้ ผู้ใช้จะสามารถทำความเข้าใจและควบคุมการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ได้ดีกว่าเมื่อใช้วิธีการ Weighting

กลุ่มที่สอง เป็นวิธีการที่กำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ล่วงหน้า (a priori objective priorities) การหาค่าเป้าหมาย (Targets) สำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ดำเนินการโดยการคำนวณผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ (Optimizing objectives) โดยไม่พิจารณาวัตถุประสงค์ที่เหลือ จากนั้นหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดโดยการกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ให้แตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับนโยบายหรือปรัชญาที่ใช้ในการวางแผน ตัวอย่างของนโยบายหรือปรัชญาดังกล่าวอาจมีหลายประเภทจำแนกตามภาพเหตุการณ์ในอนาคต (scenarios) ที่อยากเห็น เช่น นโยบายประเภทแรกอาจให้น้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจมากกว่าด้านสังคม และด้านสังคมมากกว่าด้านสิ่งแวดล้อม (เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม) ทางเลือกประเภทที่สองให้น้ำหนักความสำคัญด้านสังคมมากกว่าด้านเศรษฐกิจในขณะที่ด้านเศรษฐกิจมากกว่าสิ่งแวดล้อม (สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม) ทางเลือกประเภทที่สาม ให้น้ำหนักความสำคัญด้านสิ่งแวดล้อมมากกว่าด้านสังคมและด้านสังคมมากกว่าเศรษฐกิจ (สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ) เป็นต้น

นอกจากนี้ยังคำนวณหาอัตราสัมฤทธิ์ผล (Achievement rate, Ach) สำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ และแสดงเป็นกราฟเพื่อความสะดวกในการพิจารณาผลลัพธ์จากการจำลองหาทางเลือกที่เหมาะสม หากผู้ใช้อย่างไม่พอใจ ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ แล้วทำการคำนวณผลลัพธ์จนอัตราของผลสัมฤทธิ์เป็นที่พอใจ (Santé-Riveira et al., 2008)

กลุ่มที่สาม เป็นวิธีการที่ให้ผู้ใช้งานสามารถพิจารณาชุดทางเลือกที่เหมาะสมจากการคำนวณ 2 วิธีการคือ วิธีการของ Lu (Lu et al., 2004) และ วิธีการ STEP (Cohon, 1978; Santé and Crecente, 2007) ซึ่งจะอธิบายอย่างละเอียดข้างล่าง

คณะผู้วิจัยได้คัดเลือกใช้วิธีการ IMGP 3 วิธีการ ในการพัฒนาระบบการตัดสินใจวางแผนการใช้ที่ดิน เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมโดยผู้มีส่วนเลือกผลลัพธ์ที่เหมาะสม ได้แก่ 1) วิธีการ a priori weighted goal programming 2) วิธีการที่พัฒนาโดย Lu และ 3) วิธีการ STEP เนื่องจากแต่ละวิธีมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้แตกต่างกัน ในแง่พื้นฐานความเข้าใจและความสามารถของผู้ใช้ในการปรับเปลี่ยนความเบี่ยงเบนจากเป้าหมาย และความยืดหยุ่นในการใช้เพื่อวางแผนจัดเขตการใช้ที่ดิน แต่ละวิธีการมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

4.4.1 วิธีการ a priori weighted goal programming

แบบจำลองที่ใช้ในวิธีการนี้ประกอบด้วยฟังก์ชันวัตถุประสงค์ดังนี้

$$\text{Minimize } Z = \sum_{g=1}^m (w_g d_g^- - w_g d_g^+) \quad (4.1)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$AX + Id^- - Id^+ = G \quad (4.2)$$

$$BX \leq C \quad (4.3)$$

$$X_j, d_g^-, d_g^+ \geq 0_j, \quad j = 1, \dots, n \text{ และ } g = 1, \dots, m \quad (4.4)$$

กำหนดให้

Z = ค่าของส่วนเบี่ยงเบนรวมที่เบี่ยงเบนไปจากเป้าหมายที่ตั้งไว้

d_g^- = ตัวแปรค่าเบี่ยงเบนที่เป็นลบ (negative deviational variables) แสดงให้เห็นถึงค่าที่ทำให้ต่ำกว่าค่าเป้าหมายที่แบบจำลองตั้งไว้

d_g^+ = ตัวแปรค่าเบี่ยงเบนที่เป็นบวก (positive deviational variables) แสดงให้เห็นถึงค่าที่ทำให้สูงกว่าค่าเป้าหมายที่แบบจำลองตั้งไว้

w_g = ค่าถ่วงน้ำหนัก (weights) หรือลำดับความสำคัญ (priorities) ของวัตถุประสงค์ที่ g สำหรับ

X = กิจกรรมต่างๆ ในการวางแผนการใช้ที่ดิน

A = ค่าสัมประสิทธิ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตัดสินใจ (decision variables) และเป้าหมาย (goals)

I = Identity matrix

G = ค่าเป้าหมายของวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

B = ค่าสัมประสิทธิ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิต

C = จำนวนจำกัดของข้อจำกัดปัจจัยหรือเงื่อนไขต่างๆ

n, m = จำนวนกิจกรรมและวัตถุประสงค์ต่างๆ ในแบบจำลอง ตามลำดับ

การวิเคราะห์แบบ a priori weighted goal programming เริ่มจากการคำนวณตาราง Pay-off (รูปที่ 4.7) ซึ่งเป็นตารางที่เก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการ Maximize หรือ Minimize วัตถุประสงค์หนึ่งๆ โดยไม่คำนึงถึงวัตถุประสงค์อื่นๆ เมื่อได้ตาราง Pay-off แล้วจึงทำการกำหนดเป้าหมายของแต่ละวัตถุประสงค์จากค่าที่เหมาะสมที่สุด (Maximum หรือ Minimum) แล้วแต่วัตถุประสงค์ของแบบจำลองแบบหลายวัตถุประสงค์ จากนั้นจึงกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ โดยผู้ตัดสินใจกำหนดผ่านโปรแกรมที่ได้ตอบกับผู้ใช้ หรือกำหนดให้สอดคล้องกับสถานการณ์จำลอง (Scenarios) แบบต่างๆ

	Objective 1	Objective 2	Objective 3	Objective 4	Objective 5	Objective 6
Objective 1	$O_{1,max}$					
Objective 2		$O_{2,min}$				
Objective 3			$O_{3,max}$			
Objective 4		$O_{3,max}$		$O_{4,max}$	$O_{5,max}$	$O_{6,min}$
Objective 5					$O_{5,min}$	
Objective 6	$O_{1,min}$		$O_{3,min}$	$O_{4,min}$		$O_{6,max}$

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างตาราง Pay-off สำหรับนำไปคำนวณค่าผลสัมฤทธิ์ของผลลัพธ์จากแบบจำลอง

ผลลัพธ์ที่เหมาะสมสำหรับสถานการณ์จำลองแบบต่างๆอาจแสดงเป็นอัตราผลสัมฤทธิ์ (Achievement rate, Ach) โดยใช้คำนวณจากค่าสูงสุดและต่ำสุดของผลลัพธ์ในตาราง Pay-off ตามสมการที่ (4.5) และ (4.6) ในกรณีที่ฟังก์ชันวัตถุประสงค์เป็น Maximize และ Minimize ตามลำดับ

$$Ach = 100(O_j - O_{j,min}) / (O_{j,max} - O_{j,min}) \quad (4.5)$$

$$Ach = 100(O_{j,max} - O_j) / (O_{j,max} - O_{j,min}) \quad (4.6)$$

เมื่อ $O_{j,max}$ เป็นค่าสูงสุดของวัตถุประสงค์ O_j ในตาราง Pay-off และ $O_{j,min}$ คือ ค่าต่ำสุดของ O_j ในตาราง Pay-off

4.4.2. วิธีการของ Lu และคณะ

การวิเคราะห์หาชุดผลลัพธ์ที่เหมาะสมแบบ Lu et al. (2004) เริ่มจากการเรียงลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ ซึ่งในโครงการนี้ได้จากการประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (เบญจพรพรณ และคณะ, 2552) พร้อมทั้งกำหนดค่าเบี่ยงเบนที่ยอมรับได้ (d_j) จากผลลัพธ์ที่เหมาะสมของแต่ละวัตถุประสงค์ $Z(O_j)$ จากนั้นคำนวณหาค่าผลลัพธ์จากการ maximize หรือ minimize ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่มีลำดับความสำคัญสูงสุด (O_k) เมื่อได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมหรือ $Z(O_k)$ แล้วจึง maximize หรือ minimize ฟังก์ชันของวัตถุประสงค์ที่มีลำดับความสำคัญรองลงมา (O_{k+1}) โดยให้ O_k เป็นข้อจำกัดเพิ่มเติมในรูปแบบสมการข้อจำกัดดังสมการที่ (4.7) และ (4.8)

$$Z(O_{k+1}) \geq ZO_k - d_j \quad \text{สำหรับกรณี Maximization} \quad (4.7)$$

$$Z(O_{k+1}) \geq ZO_k + d_j \quad \text{สำหรับกรณี Minimization} \quad (4.8)$$

แล้วจึงคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมของวัตถุประสงค์ O_{k+1} ดำเนินการในทำนองเดียวกันไปที่ละวัตถุประสงค์จนกว่าจะครบวัตถุประสงค์ทั้งหมด จากนั้นคำนวณอัตราผลสัมฤทธิ์ตามสมการ (4.5) และ (4.6) และอาจแสดงผลลัพธ์เป็นกราฟแท่งเพื่อให้ผู้ร่วมตัดสินใจพิจารณาว่าพอใจหรือไม่เมื่อเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ หากยังไม่พอใจผู้ใช้งานสามารถปรับแก้ค่า d_j ใหม่ได้ จนกระทั่งได้ผลลัพธ์เป็นที่พอใจของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

4.4.3. วิธีการ STEP

วิธีการการวิเคราะห์แบบจำลองแบบ STEP (Cohon, 1978; Santé and Crecente, 2007) เริ่มจากการคำนวณตาราง Pay-off และจัดลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับวิธีการของ Lu และคณะ แต่การปรับเป้าหมายให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการตัดสินใจแตกต่างกัน กล่าวคือ หลังจากที่ได้คำนวณผลลัพธ์รอบแรกและยังไม่เป็นที่น่าพอใจแล้ว วิธีการนี้ใช้ค่าผ่อนปรน (Tolerated percentage change, T) คิดเป็นอัตราร้อยละของผลสัมฤทธิ์ (Ach) เพื่อปรับเป้าหมายเพื่อคำนวณผลลัพธ์ใหม่จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องพอใจ

คณะผู้วิจัยได้ใช้สมการที่ใช้ในงานของ Santé and Crecente (2007) เพื่อคำนวณค่า Ach และ T ดังสมการ (4.9)

$$Ach^{[i \geq k]} \geq (1 - .01T)Ach^{[i < k]} \quad (4.9)$$

จากนั้นจึงคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมสำหรับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ maximize ในแบบจำลอง IMGP ดังสมการ (4.10)

$$(O_j^{[i \geq k]} \geq O_j^{[k-1]} - 0.01T(O_j^{[k-1]} - O_{j,min})) \quad (4.10)$$

สำหรับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ minimize การคำนวณ $O_j^{[i \geq k]}$ เป็นไปดังสมการที่ (4.11)

$$(O_j^{[i \geq k]} \geq O_j^{[k-1]} + 0.01T(O_{j,max} - O_j^{[k-1]})) \quad (4.11)$$

เมื่อ k เป็นขั้นตอนที่เริ่มมีการผ่อนปรนเป้าหมาย และ $O_{j,min}$ และ $O_{j,max}$ เป็นค่าผลลัพธ์ที่ต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับของสมการวัตถุประสงค์หนึ่งๆที่ได้จากตาราง Pay-off

4.4.4 แบบจำลองหลายเป้าหมายพื้นฐานสำหรับจังหวัดลำพูน

ในหัวข้อนี้ จะได้กล่าวถึงแบบจำลองหลายเป้าหมายพื้นฐานสำหรับจังหวัดลำพูนที่ได้ใช้ข้อมูลที่ได้ไปเก็บมาจากเกษตรกร ข้อมูลในการทำนํ้าหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ในการจัดที่ดินเพื่อการเกษตรในกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ข้อมูลพื้นฐานของทางจังหวัดลำพูน และ ข้อมูลที่ได้วิเคราะห์จากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในด้านการชะล้างพังทลายของดิน การใช้นํ้า และ ความเหมาะสมของการใช้ที่ดินตามศักยภาพของที่ดิน และความต้องการของพืช มาประมวลเป็นแบบจำลองหลายเป้าหมายพื้นฐานสำหรับจังหวัดลำพูนดังที่ได้แจกแจงวิธีการไปในหัวข้อ 4.4.1 บ้างแล้ว รายละเอียดของแบบจำลองมีดังนี้

สมการวัตถุประสงค์

$$\text{Minimize } Z = w_r * d_r^- + w_c * d_c^+ + w_l * d_l^- + w_{lb} * d_{lb}^- + w_s * d_s^+ + w_p * d_p^+ + w_f * d_f^+ + w_w * d_w^- \quad (1)$$

โดยที่ w_r w_c w_l w_{lb} w_s w_p w_f w_w เป็นน้ำหนักของวัตถุประสงค์ด้าน ผลตอบแทนสุทธิ (r) ต้นทุนการผลิตเงินสด (c) การใช้ที่ดินทางการเกษตร (l) การจ้างแรงงานเพื่อการเกษตร (lb) การชะล้างพังทลายของดิน (s) การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (p) การใช้ปุ๋ยเคมี (f) และผลผลิตภาพของการใช้นํ้าเพื่อการเกษตร (w) ตามลำดับ

ส่วน d_r^- d_c^+ d_l^- d_{lb}^- d_s^+ d_p^+ d_f^+ d_w^- คือส่วนเบี่ยงเบนที่ไม่พึงประสงค์จากเป้าหมาย ด้าน ผลตอบแทนสุทธิ ต้นทุนการผลิตเงินสด การใช้ที่ดินทางการเกษตร การจ้างแรงงานเพื่อการเกษตร การชะล้างพังทลายของดิน การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช การใช้ปุ๋ยเคมี และผลผลิตภาพของการใช้นํ้าเพื่อการเกษตร ตามลำดับ

สมการข้อจำกัด

ประกอบด้วย

1. สมการข้อจำกัดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (\text{Return}_{crop_{ij}} * \text{Area}_{crop_{ij}}) + w_r d_r^- \leq a \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (\text{CashCost}_{crop_{ij}} * \text{Area}_{crop_{ij}}) + \sum_{k=1}^{36} (\text{Wage}_k * \text{LaborHire}_k) + \sum_{s=1}^5 \text{Interest}_s * \text{Loan}_s + w_c d_c^+ \leq b \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \text{Land}_{crop_{ij}} + w_l d_l^- \leq c \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (\text{SoilErosion}_{crop_{ij}} * \text{Area}_{crop_{ij}}) + w_s d_s^+ \leq d \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (Pesticide_{crop_i} * Area_{crop_i}) + w_p d_p^+ \leq e \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (Fertilizer_{crop_i} * Area_{crop_i}) + w_f d_f^+ \leq f \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (WaterProductivity_{crop_i} * Area_{crop_i}) + w_w d_w^- \leq g \quad (9)$$

โดยที่

$Area_{crop_i}$ = พื้นที่ในการปลูกระบบพืช i ($i = 1..21$) ใน หน่วยทรัพยากรที่ดิน j ($j = 1..27$)

$Return_{crop_i}$ = ผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ของระบบพืช i ใน หน่วยทรัพยากรที่ดิน j (บาทต่อไร่)

$CashCost_{crop_{ij}}$ = ต้นทุนเงินสดต่อไร่ของระบบพืช i ใน หน่วยทรัพยากรที่ดิน j (บาทต่อไร่)

$Wage_k$ = อัตราค่าจ้างแรงงานต่อคนต่อวัน (บาทต่อวัน) ในแต่ละช่วงเวลา k ($k = 1..36$)

$LaborHire_k$ = แรงงานจ้าง (วัน) ในแต่ละช่วงเวลา k ($k = 1..36$)

$Interest_s$ = อัตราดอกเบี้ยของการกู้แต่ละแหล่งทุน s ($s = 1..5$)

$Loan_s$ = การกู้เงินในแต่ละแหล่งทุน s ($s = 1..5$)

$Land_{crop_{ij}}$ = ที่ดินที่ใช้ในการปลูกระบบพืช i ใน หน่วยทรัพยากรที่ดิน j

$SoilErosion_{crop_{ij}}$ = การชะล้างพังทลายของดินในการปลูกระบบพืช i ใน หน่วยทรัพยากรที่ดิน j (ตันต่อไร่)

$Pesticide_{crop_i}$ = การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการปลูกระบบพืช i ใน หน่วยทรัพยากรที่ดิน j (กก. สารออกฤทธิ์ ต่อไร่)

$Fertilizer_{crop_i}$ = การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในการปลูกระบบพืช i ใน หน่วยทรัพยากรที่ดิน j (กก. N ต่อไร่)

$WaterProductivity_{crop_i}$ = ผลผลิตจากการใช้น้ำในการปลูกระบบพืช i ใน หน่วยทรัพยากรที่ดิน j (บาท ต่อ ลบ. เมตร ของน้ำ)

a, b, c, d, e, f, g เป็นค่าเป้าหมายของวัตถุประสงค์ด้านผลตอบแทนสุทธิ ต้นทุนการผลิตเงินสด การใช้ที่ดินทางการเกษตร การจ้างแรงงานเพื่อการเกษตร การชะล้างพังทลายของดิน การใช้สารเคมี การใช้ปุ๋ยเคมีและผลผลิตของการใช้น้ำเพื่อการเกษตร ตามลำดับ ซึ่งในวิธีการ ค่าเป้าหมายเหล่านี้ ได้จากตาราง payoff matrix ตาราง Pay-off ซึ่งเป็นตารางที่เก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการ Maximize หรือ Minimize วัตถุประสงค์หนึ่งๆ โดยไม่คำนึงถึงวัตถุประสงค์อื่นๆ หมายความว่าค่าเป้าหมายที่ได้เป็นค่าเป้าหมายที่เหมาะสมที่สุดของวัตถุประสงค์หนึ่งๆ ถ้าไม่มีการคำนึงถึงวัตถุประสงค์อื่นร่วมด้วย

2. สมการข้อจำกัดด้านทรัพยากร

$$\sum_{i=1}^n Land_{crop_{ij}} \leq TotalLand_j \text{ สำหรับ ทุกหน่วยทรัพยากรที่ดิน } j \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n Labor_{crop_{ijk}} - LaborHire_k \leq AvailLabor_k \text{ สำหรับทุกช่วงเวลา } k \text{ (} k = 1..36 \text{)} \quad (11)$$

$$\sum_{k=1}^{36} LaborHire_k \geq 0 \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (CashCost_{crop_{ij}} * Area_{crop_{ij}}) + \sum_{k=1}^{36} (Wage_k * LaborHire_k) - \sum_{s=1}^5 Interest_s * Loan_s + w_c d_c^+ \leq AvailCapital \quad (13)$$

$$Loan_s \leq AvailLoan_s \text{ สำหรับทุกแหล่งการกู้ยืม } s (s=1..5) \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n Rice_{ij} = TotRiceRequire \quad (15)$$

$$Area_{crop_{ij}} \leq SuitArea_{crop_{ij}} \text{ สำหรับทุกระบบพืช } i \text{ และหน่วยทรัพยากรที่ดิน } j \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n Water_{ijk} * Area_{crop_{ij}} \leq AvailWater_{qk} \text{ สำหรับทุกแหล่งของน้ำ } (q=1..7) \text{ และทุกช่วงเวลา } k (k=1..36) \quad (17)$$

$$Area_{crop_{ij}} \geq 0.85 ExistArea_{crop_{ij}} \text{ สำหรับทุกระบบพืช } i \text{ ในหน่วยทรัพยากรที่ดิน } j \quad (18)$$

โดย

$TotalLand_j$ = เนื้อที่ทางเกษตรที่มีสำหรับที่ดินในหน่วยทรัพยากรที่ดิน j (ไร่)

$Labor_{crop_{ijk}}$ = แรงงานที่ใช้ในแต่ละระบบพืช i ในหน่วยทรัพยากรที่ดิน j ในทุกช่วงเวลา k (วันต่อไร่)

$LaborHire_k$ = แรงงานจ้าง (วัน) ในแต่ละช่วงเวลา $k (k=1..36)$

$AvailLabor_k$ = แรงงานเกษตรที่มีในจังหวัดในช่วงเวลา $k (k=1..36)$

$Area_{crop_{ij}}$ = พื้นที่เพาะปลูก ระบบพืช i ในหน่วยทรัพยากรที่ดิน j

$ExistArea_{crop_{ij}}$ = พื้นที่เพาะปลูกระบบพืช i ในหน่วยทรัพยากรที่ดิน j ในปี พ.ศ. 2551

$AvailCapital$ = ทุนที่มีใช้ในภาคเกษตรในจังหวัด

$Loan_s$ = จำนวนเงินกู้ยืมจากแหล่งกู้ $s (s=1..5)$

$AvailLoan_s$ = จำนวนทุนที่มีให้กู้จากแหล่งกู้ $s (s=1..5)$

$Rice_{ij}$ = ปริมาณข้าวต่อไร่ ที่ได้จากระบบพืช i ในหน่วยทรัพยากรที่ดิน j

$TotRiceRequire$ = ปริมาณข้าวที่จังหวัดต้องการสำหรับการบริโภค (กก.ข้าวเปลือก) เท่ากับจำนวนข้าวเปลือกที่ต้องการต่อคน*จำนวนประชากรในจังหวัด

$SuitArea_{crop_{ij}}$ = เนื้อที่ทางเกษตรที่เหมาะสมสำหรับการปลูกระบบพืช i ในหน่วยทรัพยากรที่ดิน j

$Water_{ijk}$ = น้ำที่ใช้ในระบบพืช i ตามหน่วยทรัพยากรที่ดิน j ตามแหล่งน้ำ q และตามช่วงเวลา k

$AvailWater_{qk}$ = น้ำที่มีใช้ตามแหล่งน้ำ q และตามช่วงเวลา k

แบบจำลองพื้นฐานของจังหวัดลำพูนที่คณะผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีขนาด 200 คอลัมน์ x 536 แถวคือ ตัวแปรตัดสินใจทั้งหมด 200 ตัวแปร เป็นตัวแปรด้านระบบพืชตามหน่วยทรัพยากรที่ดิน 159 ตัวแปร ตัวแปรด้านการจ้างแรงงานตามช่วงเวลา 36 ตัวแปร และ ตัวแปรการกักขัง 5 ตัวแปร ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลองพื้นฐานของจังหวัดลำพูน

ตัวแปรตัดสินใจ	จำนวน
ตัวแปรด้านระบบพืชตามหน่วยทรัพยากรที่ดิน	159
ตัวแปรด้านการจ้างแรงงานตามช่วงเวลา	36
ตัวแปรการกักขัง	5
รวม	200

ส่วนข้อจำกัดนั้น มีข้อจำกัดทั้งหมด 536 ข้อจำกัด เป็นข้อจำกัดด้านวัตถุประสงค์ 8 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านพื้นที่ปลูกในแต่ละระบบพืช แต่ละหน่วยทรัพยากรที่ดิน 82 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านการจ้างแรงงาน 1 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านเงินทุน 1 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านการบริโภคข้าว 1 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านแหล่งกักขังเงิน 5 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านหน่วยทรัพยากรที่ดิน 27 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านแรงงานตามช่วงเวลา 36 ข้อจำกัด (12 เดือนๆ ละ 3 ช่วง) ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำตามแหล่งน้ำ ตามช่วงเวลา (7 แหล่งน้ำ ๆ 36 ช่วงเวลา = 252 ข้อจำกัด หักด้วยช่วงเวลาที่ไม่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำ 32 ข้อจำกัด เหลือ 220 ข้อจำกัด) ข้อจำกัดด้านความเหมาะสมด้านที่ดินเพื่อการปลูกระบบพืช 155 ข้อจำกัด ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ประเภทและจำนวนข้อจำกัดในแบบจำลองพื้นฐานของจังหวัดลำพูน

ประเภทข้อจำกัด	จำนวนข้อจำกัด
ข้อจำกัดด้านวัตถุประสงค์	8
ข้อจำกัดด้านพื้นที่ปลูกในแต่ละระบบพืช แต่ละหน่วยทรัพยากรที่ดิน	82
ข้อจำกัดด้านเงินทุน	1
ข้อจำกัดด้านการบริโภคข้าว	1
ข้อจำกัดด้านการจ้างแรงงาน	1
ข้อจำกัดด้านแหล่งกักขังเงิน	5
ข้อจำกัดด้านหน่วยทรัพยากรที่ดิน	27
ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านแรงงานตามช่วงเวลา	36
ข้อจำกัดด้านน้ำตามแหล่งน้ำ ตามช่วงเวลา	220
ข้อจำกัดด้านความเหมาะสมด้านที่ดินเพื่อการปลูกระบบพืช	155
รวม	536

บทที่ 5

การพัฒนาโปรแกรมสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินแบบหลายวัตถุประสงค์อย่างมีส่วนร่วม (Interactive Multiple Goal Programming, *IMGP-LPlan*)

5.1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม *IMGP-LPlan*

คณะผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการประมวลผลหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Objectives) และให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนเป้าหมาย (Goal) ซึ่งเป็นค่าเชิงปริมาณสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ โปรแกรมที่มีลักษณะดังกล่าวโดยทั่วไปเรียกว่า Interactive Multiple Goal Programming (IMGP) กระบวนการตัดสินใจที่ใช้แบบจำลอง IMGP มีองค์ประกอบหลักอยู่ 4 ส่วนได้แก่ ผู้ตัดสินใจแบบจำลอง นักวิเคราะห์ และโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System, DSS) ซึ่งทำหน้าที่เป็นสื่อกลางให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับผู้ตัดสินใจ ในกระบวนการนี้นักวิเคราะห์เป็นผู้นำเสนอผลลัพธ์เบื้องต้นโดยใช้ DSS ต่อผู้ตัดสินใจซึ่งจะพิจารณาว่าผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์เป็นไปตามเป้าหมายที่พึงประสงค์หรือไม่ หากยังไม่เป็นที่น่าพอใจผู้ตัดสินใจอาจปรับเปลี่ยนเป้าหมายในบางวัตถุประสงค์ให้ยืดหยุ่นขึ้น เพื่อปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์บางวัตถุประสงค์ นักวิเคราะห์จะนำค่าเป้าหมายใหม่ที่ผู้ตัดสินใจประสงค์จะให้ยืดหยุ่นขึ้นไปคำนวณใหม่แบบจำลองจะให้ผลลัพธ์ใหม่นักวิเคราะห์จะนำไปเสนอให้ผู้ตัดสินใจพิจารณาว่าพึงพอใจหรือไม่ กระบวนการดังกล่าวจะดำเนินการซ้ำจนผลลัพธ์จากแบบจำลองในแต่ละวัตถุประสงค์เป็นที่พึงพอใจของผู้ตัดสินใจ

นับตั้งแต่ de Wit et al. (1988) ได้แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง IMGP สามารถนำไปใช้ในการวางแผนที่ดินเพื่อการเกษตรในเขตอาศัยน้ำผืนในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ได้มีนักวิจัยได้พัฒนาแบบจำลอง IMGP ให้สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จนแบบจำลอง IMGP ได้รับการพัฒนาหลายรูปแบบเพื่อใช้ในการวางแผนการใช้ที่ดินตั้งแต่ระดับตำบล ไปจนถึงจังหวัด (Laborte et al., 2007) และในระดับลุ่มน้ำ (Jianbo et al., 2002) การพัฒนาระบบที่เชื่อมโยงระหว่างแบบจำลอง การสื่อสารกับผู้ตัดสินใจ และการแสดงผลในรูปแบบที่มีความหลากหลายขึ้นอยู่กับการเลือกโปรแกรมแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical programming) ที่จะนำมาใช้งาน และการพัฒนาโปรแกรมส่วนที่โต้ตอบกับผู้ใช้ (Graphic user interface) การใช้แบบจำลอง IMGP ในระยะแรกๆ ให้ผลลัพธ์เป็นค่าตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables) เป็นค่าตัวเลขในรูปของตาราง หรือแผนภาพที่ผู้วิเคราะห์สร้างขึ้นเพื่อสื่อสารกับผู้ตัดสินใจ ต่อมาได้มีการเชื่อมโยงแบบจำลอง IMGP กับระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic information system, GIS) เพื่อนำผลลัพธ์จาก IMGP ไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ต่อไป โดยเฉพาะการจัดเขตการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์ ผลลัพธ์ที่ได้ทำให้การสื่อสารระหว่างนักวิเคราะห์และผู้ตัดสินใจง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น และเหมาะกับการวางแผนการใช้ที่ดินเชิงยุทธศาสตร์ ที่ไม่เพียงแต่ต้องการทราบว่าควรจะใช้ที่ดินเพื่อการใช้ประโยชน์อะไรและจำนวนเท่าใด แต่ที่สำคัญมากกว่านั้นคือทราบว่าควรอยู่ที่ไหนในพื้นที่เป้าหมาย ผู้ตัดสินใจจะไม่สามารถทราบคำตอบหลังได้เลยหากปราศจากการเชื่อมโยงแบบจำลอง IMGP และ GIS

ตัวอย่างการใช้แบบจำลอง IMGP เพื่อวางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่ขนาดใหญ่ได้แก่งานของ (Roetter et al., 2005) ซึ่งใช้ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับจังหวัดหรือรัฐในภูมิภาคอาเซียน เช่นในประเทศ อินเดีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และเวียดนาม โดยพัฒนาระบบการวางแผนและวิเคราะห์การใช้ที่ดิน (Land Use Planning and Analysis System, LUPAS) ระบบดังกล่าวประกอบด้วยระบบย่อยที่ทำหน้าที่ 1) ประเมินคุณภาพที่ดิน ซึ่งรวมถึง สถานภาพของทรัพยากร ความเหมาะสมของที่ดิน และระดับผลผลิตของพืช 2) ส่วนการสร้างภาพสถานการณ์ที่เป็นไปได้ได้ในอนาคต (Scenario construction) และ 3) ส่วนของการหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้แบบจำลอง IMGP สำหรับการประเมินคุณภาพที่ดิน ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองพืชเพื่อประมาณการณ์ผลผลิตพืช และใช้โปรแกรม EXPRESS-MP (Dash Associates Ltd., 1997) ในการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากแบบจำลอง IMGP

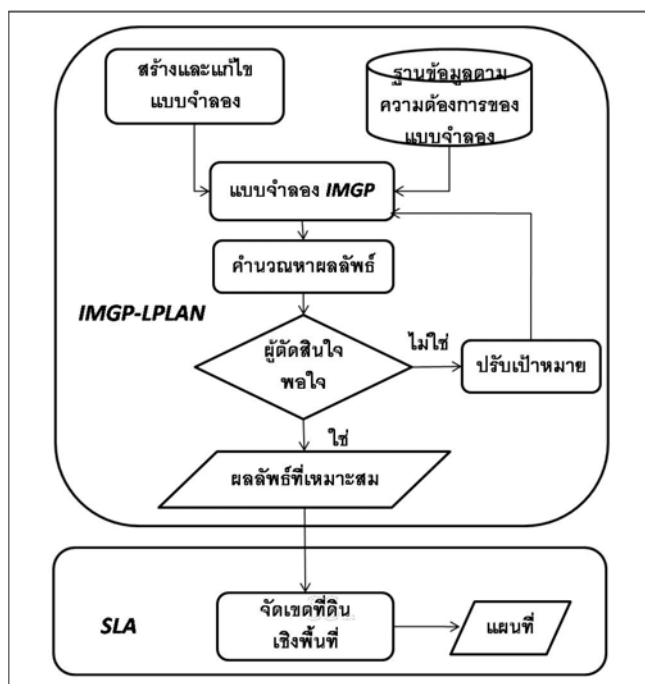
นอกจากนี้ (Lu et al., 2004) ได้บูรณาการแบบจำลองพืชเข้ากับแบบจำลอง IMGP เพื่อใช้ในการจัดการ ทรัพยากรที่ดินบนที่ราบสูงในประเทศจีน พร้อมกับดัดแปลงวิธีการหาผลลัพธ์จากแบบจำลองที่มีหลายเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยล่าสุดที่เป็นความพยายามที่จะบูรณาการ IMGP เข้ากับ GIS เพื่อสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ในการจัดเขตการใช้ที่ดินในระดับจังหวัดในประเทศสเปน (Santé and Crecente, 2007; Santé-Riveira et al., 2008b)

สำหรับการนำแบบจำลอง IMGP มาใช้ในการวางแผนการจัดเขตการใช้ที่ดินในประเทศไทยยังไม่ปรากฏ อย่างไรก็ตาม ได้มีการใช้แบบจำลองเชิงเส้นเพื่อวางแผนการปลูกพืชในระดับจังหวัดที่เลือกเป็นตัวแทนในภาคต่างๆของประเทศ โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2548) ต่อมามีการใช้แบบจำลองหลายเป้าหมายที่ ปรากฏจากส่วนที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ และไม่มีการบูรณาการผลลัพธ์เข้ากับ GIS เพื่อให้ผู้ตัดสินใจเห็นผลลัพธ์ของการจัด เขตที่ดินในรูปของแผนที่ (Praneetvatakul and Sirijinda, 2007)

ดังนั้น วัตถุประสงค์ที่สำคัญประการหนึ่งของโครงการวิจัยนี้คือ การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อ จัดสรรการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร ให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้ที่มีหลายวัตถุประสงค์และเป้าหมาย โดยบูรณา การแบบจำลอง IMGP การประเมินคุณภาพที่ดิน และการจัดเขตที่ดินที่ได้จากผลลัพธ์ของ IMGP เข้าด้วยกัน โดยอาศัยขีด ความสามารถของ GIS ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ และแสดงผลในรูปแบบที่

เนื่องจากโปรแกรม *IMGP-LPlan* จะเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักวิเคราะห์ใช้ในการสื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมในการ ตัดสินใจ ดังนั้นจึงได้คำนึงถึงความสะดวกของนักวิเคราะห์และผู้มีส่วนร่วมในการผู้ตัดสินใจ ในการกำหนดเป้าหมายและ เลือกผลลัพธ์ที่เห็นว่าเหมาะสมที่สุดกับสถานการณ์ที่ต้องการหาคำตอบ องค์ประกอบของโปรแกรม *IMGP-LPlan* จึงมี ส่วนที่สำคัญดังนี้ 1) ส่วนการสร้างโครงงานและแก้ไขข้อมูลในแบบจำลอง 2) ส่วนการจำลองหาผลสัมฤทธิ์ สำหรับแต่ละ วัตถุประสงค์ โดยใช้โปรแกรม *LINDO API* 3) ส่วนการแสดงผลลัพธ์เบื้องต้นจากแบบจำลองเพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการ ตัดสินใจพิจารณา 4) ส่วนที่อำนวยความสะดวกให้ผู้ตัดสินใจปรับเป้าหมายสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ใหม่ 5) ส่วน รายงานค่าตัวแปรตัดสินใจจากผลลัพธ์ที่ผู้ตัดสินใจเลือกแล้วว่าน่าพอใจที่สุด และ 6) ส่วนเชื่อมโยงผลลัพธ์ที่ได้จาก *IMGP* เข้ากับโปรแกรมจัดเขตการใช้ที่ดินเชิงพื้นที่ (Spatial Land Allocation, *SLA*) ซึ่งได้พัฒนาควบคู่กันไปในโครงการวิจัยอีก

โครงการหนึ่งซึ่งเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับโครงการวิจัยนี้ เพื่อแสดงผลการจัดเขตที่ดินในรูปแบบแผนที่ด้วยระบบ GIS (รูปที่ 5.1)



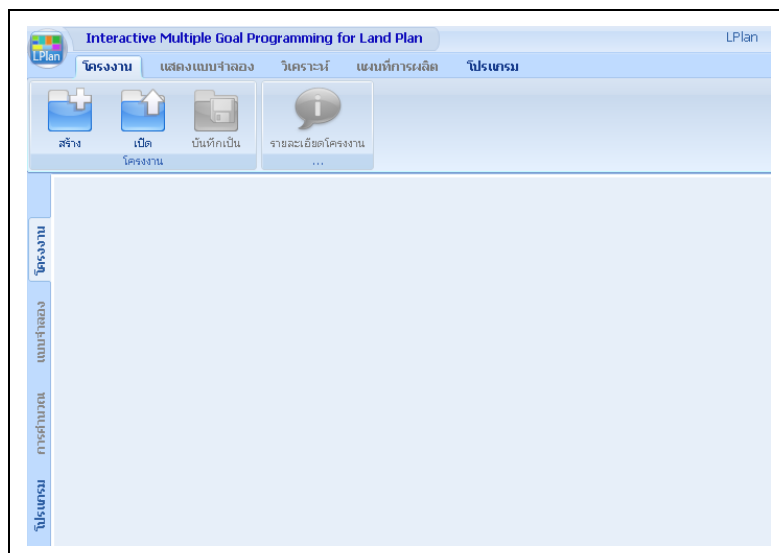
รูปที่ 5.1 กระบวนการสำคัญในการพัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการที่ดินแบบหลายวัตถุประสงค์

5.2 การจัดทำโปรแกรม IMGP-LPlan

ในการพัฒนาโปรแกรม *IMGP-LPlan* คณะนักวิจัยได้ใช้โปรแกรม Visual Basic.NET เป็นเครื่องมือที่สร้าง Graphic User Interface (GUI) เป็นภาษาไทย เพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ในการกำหนดโครงสร้างของแบบจำลอง IMGP นอกจากนี้ยังใช้ในการเรียกใช้ Objects ของโปรแกรม *LINDO API 6.0* (<http://www.lindo.com>) เพื่อคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามวิธีการต่างๆ ที่ใช้การจำลองแบบ IMGP รวมทั้งใช้ในการแสดงผลในรูปแบบของตารางและกราฟ เพื่อให้ผู้ร่วมตัดสินใจพิจารณาผลลัพธ์ในสถานการณ์ที่กำหนดได้ง่าย คณะนักวิจัยยังได้ใช้โปรแกรม VB.NET ในการเขียน GUI ที่ให้ผู้ตัดสินใจปรับเปลี่ยนเป้าหมายตามวิธีการต่างๆ จนได้ผลลัพธ์เป็นที่พอใจ ผลลัพธ์ที่ได้ถูกจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูล และส่งไปยังโปรแกรม *SLA* ในรูปแบบไฟล์ xml เพื่อนำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกับชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบ GIS เพื่อสร้างแผนที่ผลลัพธ์จากการจัดเขตที่ดินตามค่าผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม *IMGP-LPlan*

5.2.1 เมนูหลัก

โปรแกรม *IMGP-LPlan* ประกอบด้วยเมนูหลัก ๖ รายการ ได้แก่ โครงงาน แสดงแบบจำลอง วิเคราะห์ แผนที่การผลิต และโปรแกรม (รูปที่ 5.2) รายละเอียดเกี่ยวกับหน้าที่และการทำงานของแต่ละส่วนของเมนูหลักมีดังนี้



รูปที่ 5.2 เมนูหลักของโปรแกรม IMGP-LPlan

5.2.1.1 การสร้างโครงการงาน

โปรแกรมในส่วนนี้เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานกำหนดตัวแปรตัดสินใจ วัตถุประสงค์ และข้อจำกัด ที่จะใช้ในการสร้างแบบจำลอง ถ้าเป็นโครงการใหม่ ผู้ใช้มีทางเลือกในการสร้างแบบจำลองได้ 3 ทางเลือกคือ 1) นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ข้อมูลที่สร้างจากโปรแกรม Excel และ 2) เรียกจากฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่ได้จัดเตรียมรายละเอียดของข้อมูลในรูปแบบของตาราง (Table) ของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ MS Access

5.2.1.1.1 การนำเข้าจากไฟล์ .xml

วิธีการนี้อาจเป็นวิธีที่สะดวกที่สุดสำหรับผู้ใช้ในการสร้างโครงการใหม่ เนื่องจากสามารถจัดเตรียมองค์ประกอบของแบบจำลอง IMGP เป็นตารางในโปรแกรม Excel แล้วจัดเก็บเป็นไฟล์ .xml ก่อนนำเข้าข้อมูลของ วัตถุประสงค์ ตัวแปรตัดสินใจ ข้อจำกัด และค่าสัมประสิทธิ์ของวัตถุประสงค์และข้อจำกัด ที่ละส่วนในโปรแกรม *IMGP-LPlan* รูปที่ 5.3 และ 5.4 แสดงตัวอย่างของการจัดเก็บข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองเป็นตาราง Excel เพื่อความสะดวกในการนำเข้าข้อมูลในโปรแกรม *IMGP-LPlan* ผู้ใช้ควรเก็บข้อมูลเป็นส่วนวัตถุประสงค์ ข้อจำกัด ตัวแปรตัดสินใจ ค่าสัมประสิทธิ์ของวัตถุประสงค์และข้อจำกัด และ คำนวณน้ำหนักความสำคัญของสถานการณ์แบบต่างๆ เมื่อนำเข้าข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องแล้วจะต้องจัดเก็บเป็นไฟล์ .xml พร้อมทั้งจะนำไปสร้างแบบจำลองในโปรแกรม *IMGP-LPlan* ต่อไป

ชื่อวัตถุประสงค์ภาษาอังกฤษ (ไม่เกิน 10 ตัวอักษร)					
A	B	C	D	E	F
1	ชื่อวัตถุประสงค์ภาษาอังกฤษ (ไม่เกิน 10 ตัวอักษร)	คำอธิบายวัตถุประสงค์	เครื่องหมาย (1 = "MAX", 2 = "MIN")	หน่วย	ลำดับความสำคัญ
2	GM	รายได้เหนือต้นทุน		1 euro/ha	1
3	PC	ต้นทุนการผลิต		2 euro/ha	2
4	RE	การใช้แรงงาน		1 h/ha	3
5	AL	พื้นที่ทำการเกษตร		1 ha	4
6	AC	การใช้สารเคมี		2 uds./ha	5
7	NLU	ความเป็นธรรมชาติ		1 uds./ha	6
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

(ก.)

D	E	F	G	H	I	J	K
1	คำอธิบายข้อจำกัด	เครื่องหมาย	ปริมาณจำกัด	หน่วย	กลุ่มข้อจำกัด	ชื่อกลุ่มข้อจำกัด	คำอธิบายกลุ่มตัวแปร
2	พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด	<=	32227	เฮกตาร์		1 LSArea	พื้นที่เพาะปลูก
3	พื้นที่เพาะปลูกข้าวสาลี	<=	46246	เฮกตาร์		2 ReArea	พื้นที่ต้องการเพาะปลูก
4	พื้นที่เพาะปลูกพืชัญญาหาร	<=	63635	เฮกตาร์		3 TotalArea	พื้นที่รวมทั้งหมด
5	พื้นที่เพาะปลูกมันฝรั่ง	<=	46572	เฮกตาร์			
6	พื้นที่เพาะปลูกพืชอาหารสัตว์	<=	28172	เฮกตาร์			
7	พื้นที่เพาะปลูกพืชอาหารสัตว์อื่นๆ	<=	30786	เฮกตาร์			
8	พื้นที่เพาะปลูกพืชผัก	<=	26763	เฮกตาร์			
9	พื้นที่เพาะปลูกผลไม้	<=	51522	เฮกตาร์			
10	พื้นที่เพาะปลูกแปลงหญ้า	<=	40679	เฮกตาร์			
11	พื้นที่เพาะปลูกทุ่งหญ้า	<=	40286	เฮกตาร์			
12	พื้นที่เพาะปลูกดัลิปัส	<=	7747	เฮกตาร์			
13	พื้นที่เพาะปลูกไม้โตเร็ว	<=	41990	เฮกตาร์			
14	พื้นที่เพาะปลูกไม้เนื้อแข็ง	<=	38771	เฮกตาร์			
15	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกข้าวโพด	>=	16701	เฮกตาร์			
16	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกข้าวสาลี	>=	2009	เฮกตาร์			
17	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกพืชัญญาหาร	>=	142	เฮกตาร์			
18	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกมันฝรั่ง	>=	1908	เฮกตาร์			
19	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกพืชอาหารสัตว์	>=	27835	เฮกตาร์			
20	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกพืชอาหารสัตว์อื่นๆ	>=	444	เฮกตาร์			
21	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกพืชผัก	>=	206	เฮกตาร์			
22	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกผลไม้	>=	224	เฮกตาร์			
23	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกแปลงหญ้า	>=	31473	เฮกตาร์			
24	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกทุ่งหญ้า	>=	4629	เฮกตาร์			
25	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกดัลิปัส	>=	4269	เฮกตาร์			

(ข.)

A	B	C	D	G	H	I
1	กลุ่มตัวแปร	ชื่อตัวแปรภาษาอังกฤษ (ไม่เกิน 10 ตัวอักษร)	คำอธิบายตัวแปร	หน่วยตัวแปร	กลุ่มตัวแปร	ชื่อกลุ่มตัวแปร
2	1 X1	ข้าวโพด	เฮกตาร์		1 Crop	พืช
3	1 X2	ข้าวสาลี	เฮกตาร์			
4	1 X3	พืชัญญาหาร	เฮกตาร์			
5	1 X4	มันฝรั่ง	เฮกตาร์			
6	1 X5	พืชอาหารสัตว์	เฮกตาร์			
7	1 X6	พืชอาหารสัตว์อื่นๆ	เฮกตาร์			
8	1 X7	พืชผัก	เฮกตาร์			
9	1 X8	ผลไม้	เฮกตาร์			
10	1 X9	แปลงหญ้า	เฮกตาร์			
11	1 X10	ทุ่งหญ้า	เฮกตาร์			
12	1 X11	ดัลิปัส	เฮกตาร์			
13	1 X12	ไม้โตเร็ว	เฮกตาร์			
14	1 X13	ไม้เนื้อแข็ง	เฮกตาร์			
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

(ค.)

รูปที่ 5.3 การเตรียมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Excel โดยจัดเก็บเป็นส่วนวัตถุประสงค์ (ก.) ข้อจำกัด (ข.) และตัวแปรตัดสินใจ (ค.)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Name	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
2	GM	970	435	322	1611	490	623	4367	2549	140	140	303	293	121
3	PC	1150	589	572	2010	687	926	6024	3796	374	157	87	106	149
4	RE	13	16	16	43	12	151	606	452	7	2	5	13	11
5	AL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
6	AC	67	39	38	200	65	60	111	84	21	15	0.26	0.09	0.09
7	NLU	3	3	3	2	4	3	2	2	6	7	1	1	10
8														
9														
10														
11	Name	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
12	LAX1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	LAX2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	LAX3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	LAX4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	LAX5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
17	LAX6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
18	LAX7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
19	LAX8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
20	LAX9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
21	LAX10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
22	LAX11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
23	LAX12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
24	LAX13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
25	LAX1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(ก.)

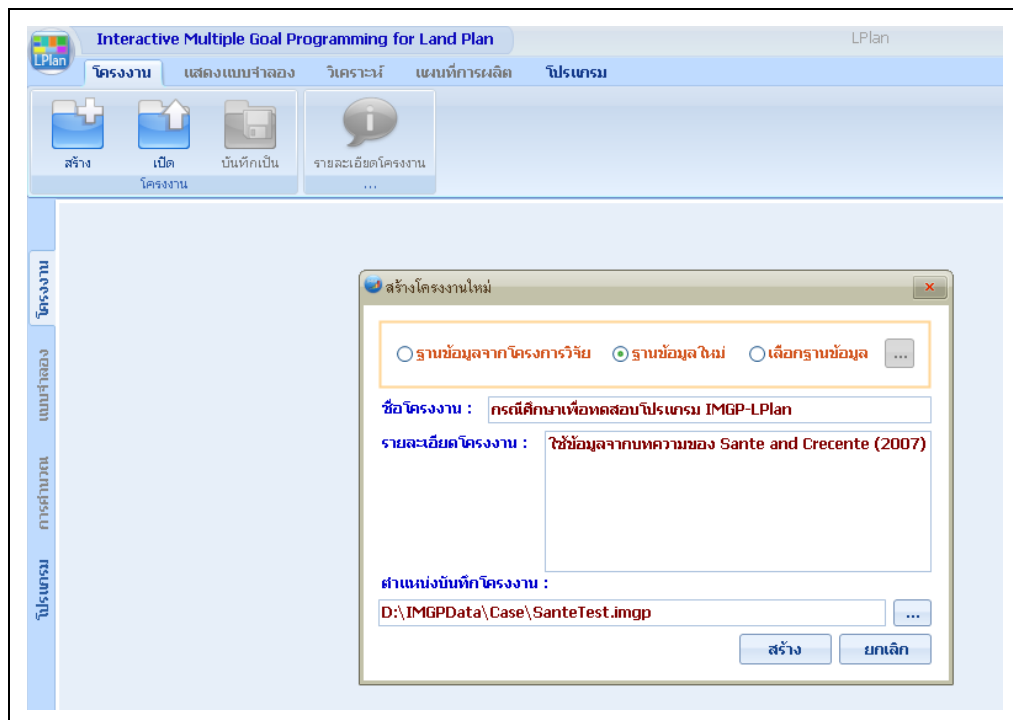
	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1											
2	ชื่อหน่วย	คำอธิบายนโยบาย			ชื่อวัตถุประสงค์	SceEco	SceSoc	SceEnv			
3	SceEco	เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม			GM	1	3	5			
4	SceSoc	สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม			PC	2	4	6			
5	SceEnv	สิ่งแวดล้อม > สังคม > เศรษฐกิจ			RE	3	1	3			
6					AL	4	2	4			
7					AC	5	5	1			
8					NLU	6	6	2			
9											
10											
11											
12	ชื่อสถานการณ์	คำอธิบายสถานการณ์			ค่าพอนปรนวิธิการ STEP นโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม						
13	Ranking1	สถานการณ์แบบที่ 1			ชื่อวัตถุประสงค์ Ranking1 Ranking2 Ranking3 Ranking4 Ranking5 Ranking6						
14	Ranking2	สถานการณ์แบบที่ 2			GM	0	0	0	0	5	
15	Ranking3	สถานการณ์แบบที่ 3			PC	5	5	5	5	0	
16	Ranking4	สถานการณ์แบบที่ 4			RE	10	10	15	15	10	
17	Ranking5	สถานการณ์แบบที่ 5			AL	15	15	10	10	15	
18	Ranking6	สถานการณ์แบบที่ 6			AC	20	25	20	25	20	
19	Ranking7	สถานการณ์แบบที่ 7			NLU	25	20	25	20	25	
20	Ranking8	สถานการณ์แบบที่ 8									
21	RankingC	กำหนดเอง			ค่าพอนปรนวิธิการ STEP นโยบาย สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม						
22					ชื่อวัตถุประสงค์ Ranking1 Ranking2 Ranking3 Ranking4 Ranking5 Ranking6						
23					GM	10	10	15	15	10	
24					PC	15	15	10	10	15	
25											

(ข.)

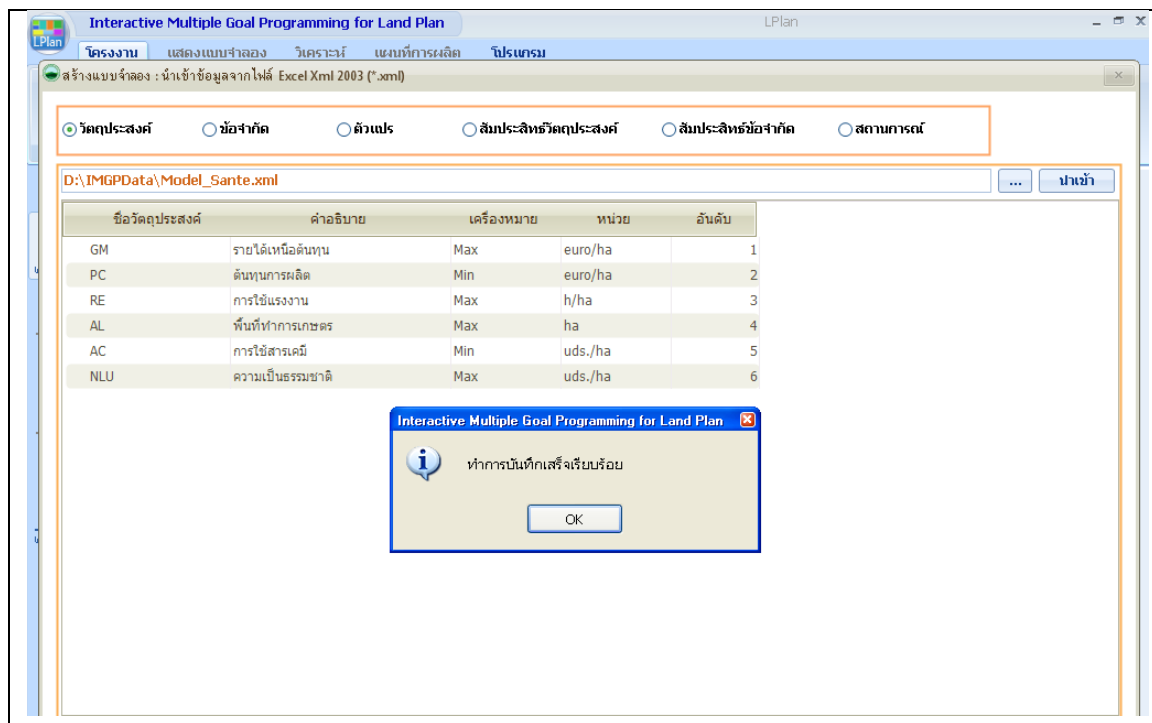
รูปที่ 5.4 การเตรียมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Excel โดยจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของวัตถุประสงค์และข้อจำกัด (ก.) และ คำนวณน้ำหนักความสำคัญของสถานการณ์แบบต่างๆ (ข.)

เมื่อผู้ใช้ต้องการจะสร้างโครงการใหม่ ให้กดไอคอน “สร้าง” โปรแกรมจะเปิดหน้าต่าง”สร้างโครงการใหม่” (รูปที่ 5.5) ในหน้าต่างนี้ถ้าผู้ใช้ต้องการสร้างโครงการใหม่โดยนำเข้าข้อมูลใหม่ให้เลือก “ฐานข้อมูลใหม่” จากนั้นจึงกรอก ชื่อโครงการ รายละเอียดโครงการ และตำแหน่งบันทึกโครงการ เมื่อกรอกข้อความที่ต้องการสมบูรณ์แล้วผู้ใช้จากกดปุ่มสร้างโครงการเพื่อจัดทำรายละเอียด หรือออกจากปุ่มยกเลิกถ้าไม่ต้องการจัดเก็บโครงการที่กรอกรายละเอียดไปแล้ว

หลังจากสร้างโครงการแล้วโปรแกรมจะเปิดหน้าต่างการนำเข้าข้อมูลที่เป็นองค์ประกอบของแบบจำลอง (รูปที่ 5.6) ผู้ใช้ต้องนำเข้าข้อมูลที่ละชุดโดยเริ่มจากชุดข้อมูลวัตถุประสงค์ โดยเลือกตำแหน่งที่จัดเก็บไฟล์ .xml ที่สร้างไว้แล้วในขั้นตอนที่ผ่านมา เมื่อกดปุ่มนำเข้า โปรแกรมจะเปิดไฟล์ .xml และนำเข้าชุดข้อมูลวัตถุประสงค์พร้อมแสดงรายละเอียดของข้อมูลดังกล่าว ถ้าตรวจสอบว่าถูกต้องแล้ว ผู้ใช้จะต้องกดปุ่มยืนยันเพื่อให้โปรแกรมจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลแบบจำลองในส่วนของวัตถุประสงค์

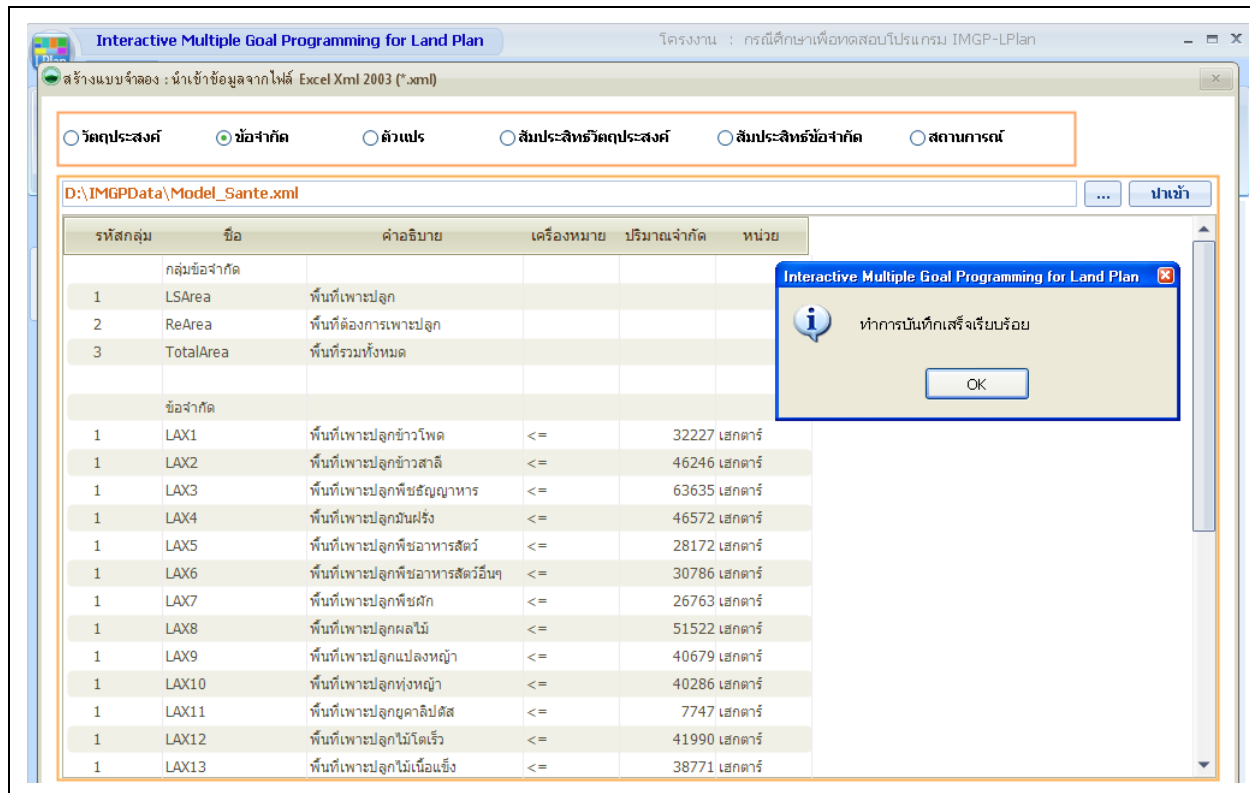


รูปที่ 5.5 หน้าต่านำเข้าโครงการใหม่จากฐานข้อมูลใหม่

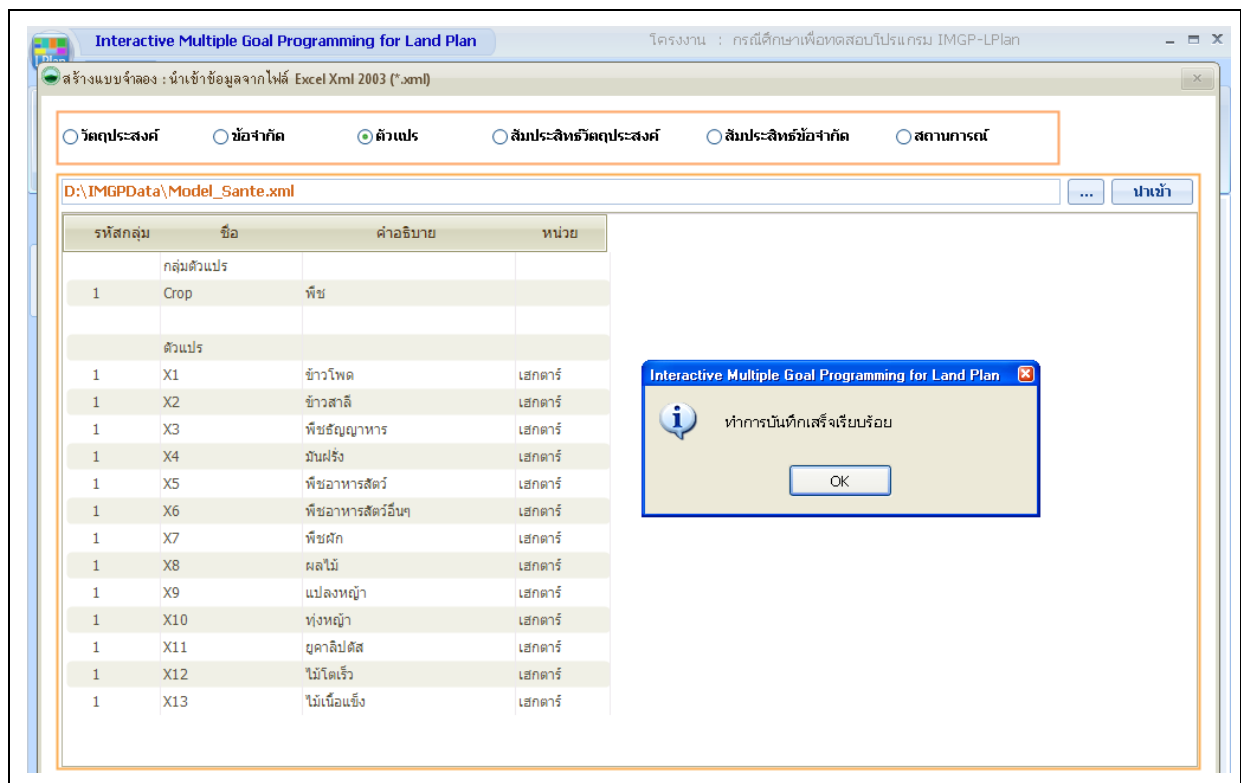


รูปที่ 5.6 หน้าต่านำเข้าชุดข้อมูลวัตถุประสงค์จากไฟล์ Excel (.xml)

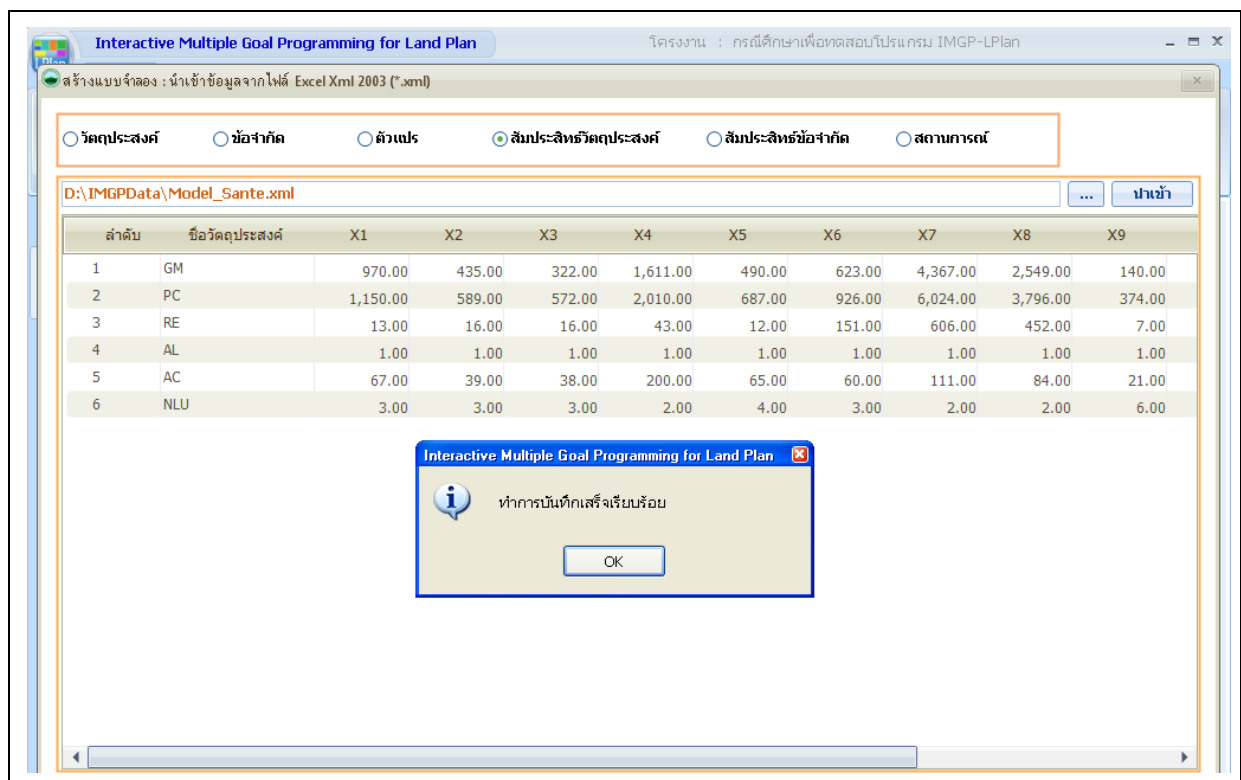
หลังจากนั้นผู้ใช้จึงนำเข้าชุดข้อมูลข้อจำกัด (รูปที่ 5.7) ตัวแปรตัดสินใจ (รูปที่ 5.8) ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการวัตถุประสงค์ (รูปที่ 5.9) ค่าประสิทธิ์ของสมการข้อจำกัด (รูปที่ 5.10) และค่าน้ำหนักความสำคัญที่จะใช้ในวิธีการ IWGP ค่าเบี่ยงเบนที่จะใช้ในวิธีการของ Lu และค่าผ่อนปรนที่จะใช้ในวิธีการจำลองแบบ STEP เพื่อหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมในสถานการณ์แบบต่างๆที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (รูปที่ 5.11)



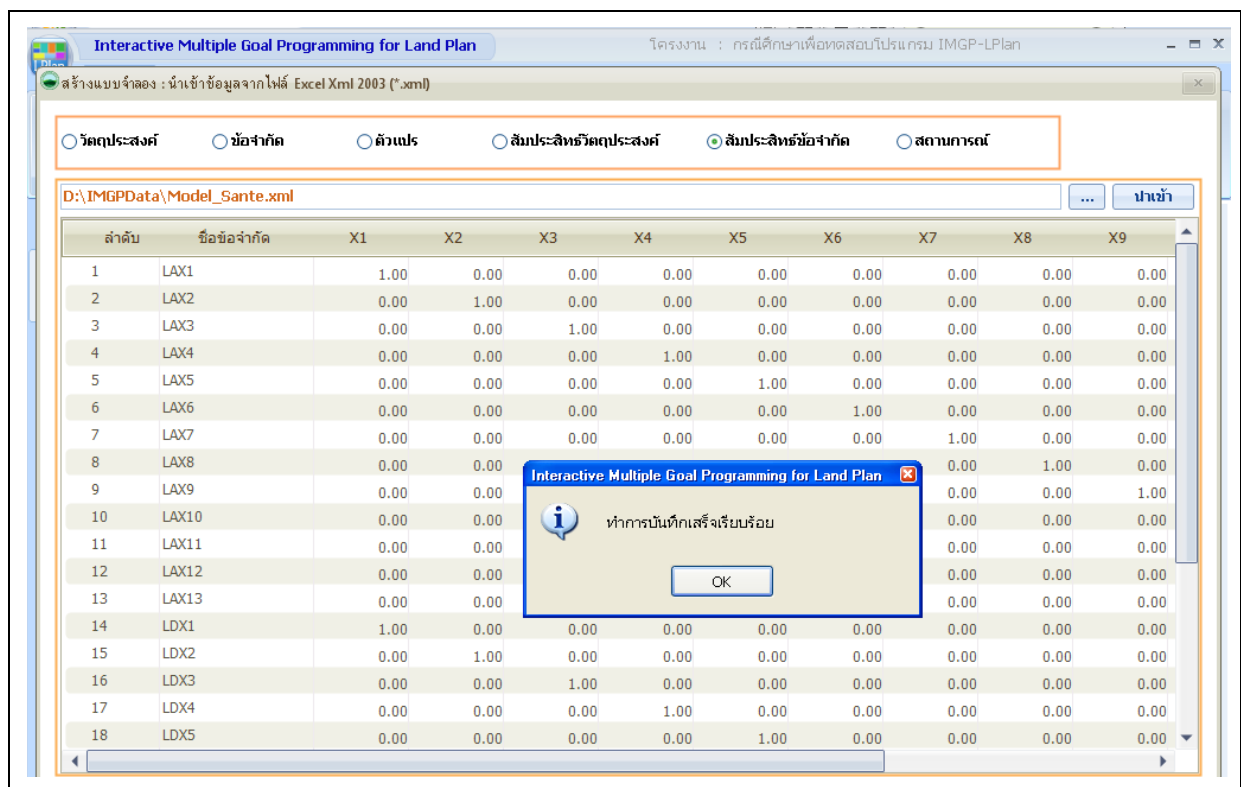
รูปที่ 5.7 หน้าต่างแสดงการนำเข้าชุดข้อมูลข้อจำกัดจากไฟล์ Excel (.xml)



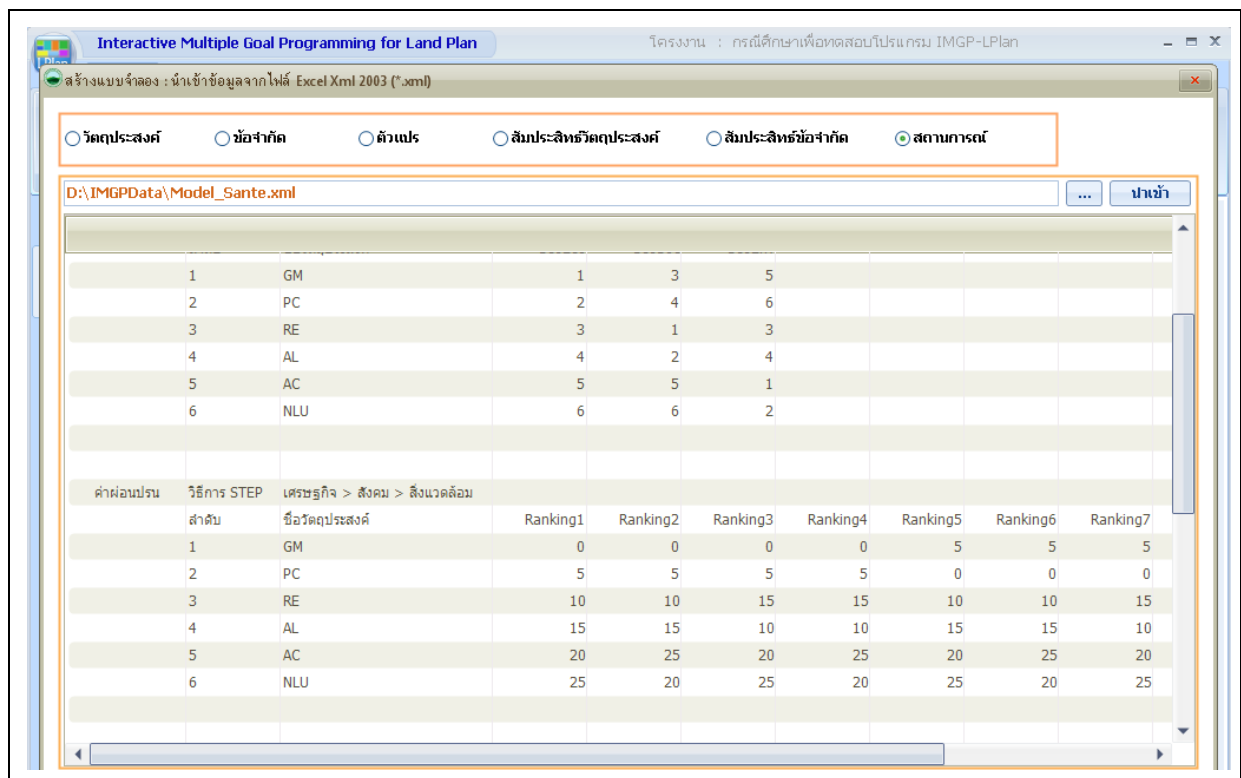
รูปที่ 5.8 หน้าต่างแสดงการนำเข้าชุดข้อมูลตัวแปรตัดสินใจจากไฟล์ Excel (.xml)



รูปที่ 5.9 หน้าต่างแสดงการนำเข้าชุดข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ของสมการวัตถุประสงค์จากไฟล์ Excel (.xml)



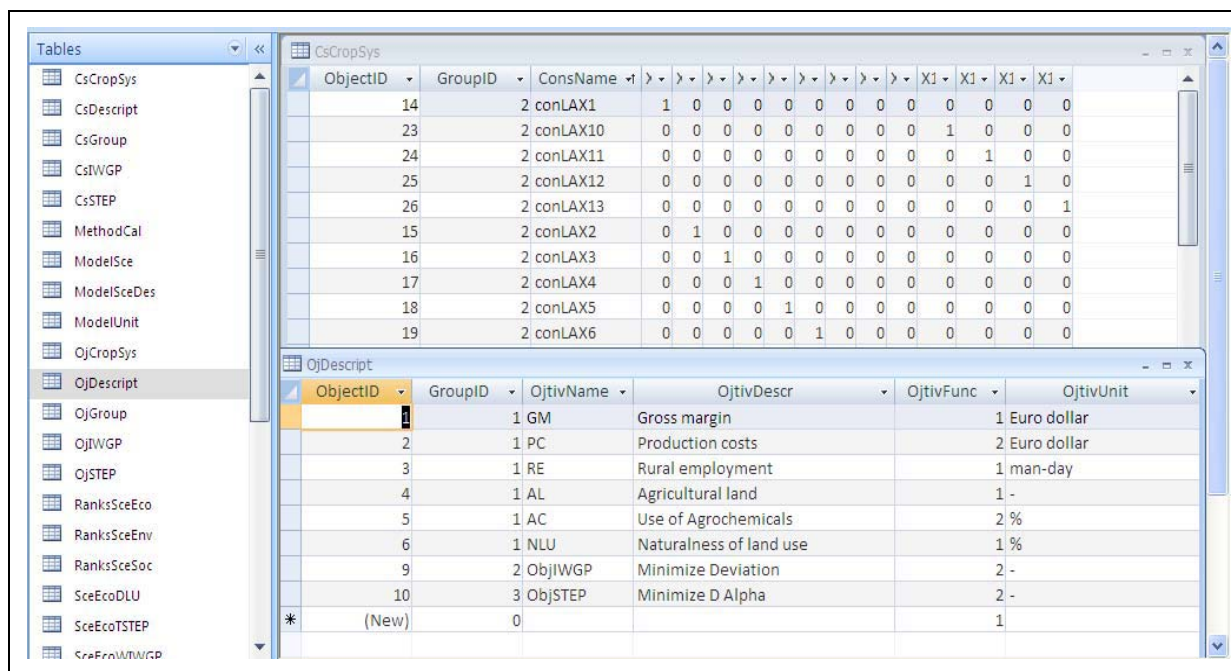
รูปที่ 5.10 หน้าต่างแสดงการนำเข้าชุดข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ของสมการข้อจำกัดจากไฟล์ Excel (.xml)



รูปที่ 5.11 หน้าต่างแสดงการนำเข้าชุดข้อมูลค่าน้ำหนักความสำคัญ ค่าเบี่ยงเบน และค่าผ่อนปรนที่จะใช้ในการจำลองหาผลลัพธ์ด้วยวิธีการจำลองที่จะเลือกใช้ตามสถานการณ์แบบต่างๆจากไฟล์ Excel (.xml)

5.2.1.1.2 นำเข้าจากฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

การนำข้อมูลเข้าในโปรแกรม *IMGP-LPlan* เพื่อสร้างแบบจำลอง IMGP อาจทำได้โดยเรียกจากตารางในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ที่ออกแบบตารางและชื่อฟิลด์ให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของแบบจำลอง ในกรณีนี้ผู้ใช้ควรมีประสบการณ์ในการสร้างแบบจำลอง IMGP และมีความชำนาญในการสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ด้วยโปรแกรม MS Access มาแล้ว เมื่อสร้างฐานข้อมูลในรูปแบบไฟล์ .mdb แล้วซึ่งมีตารางข้อมูลครบตามความต้องการของแบบจำลอง IMGP ดังตัวอย่างในรูปที่ 5.12

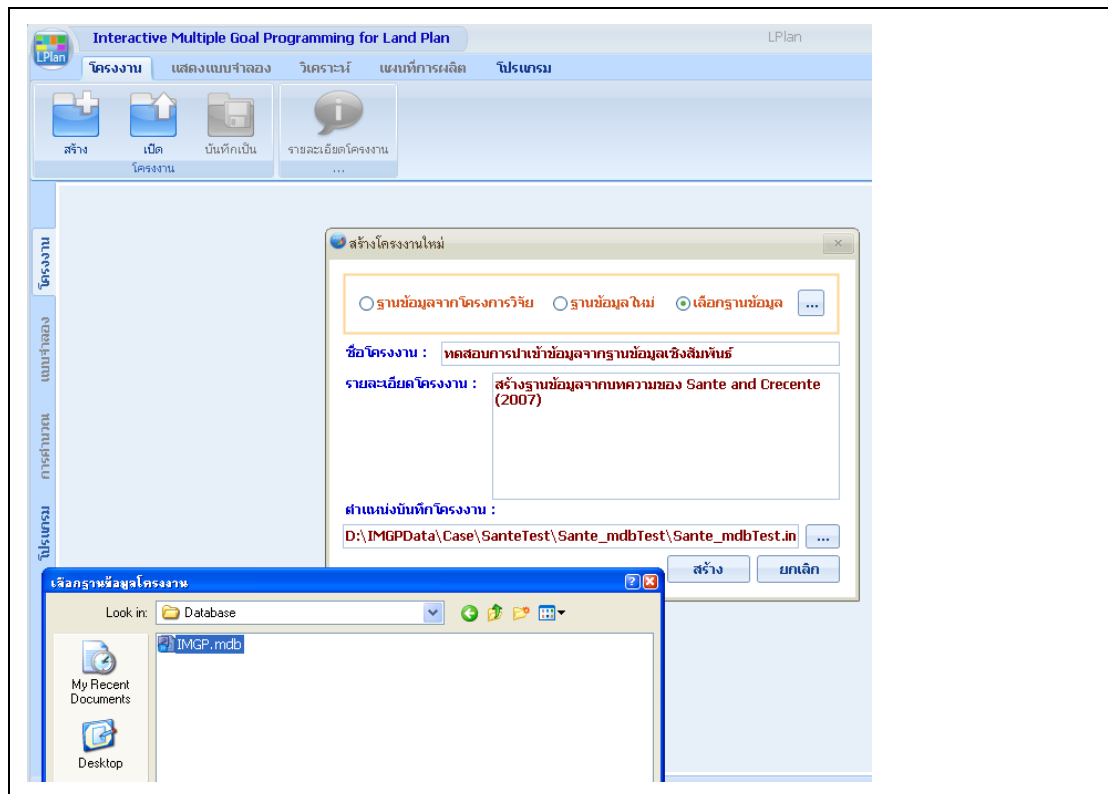


ObjectID	GroupID	ConsName										X1	X1	X1	X1
14	2	conLAX1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	2	conLAX10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
24	2	conLAX11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
25	2	conLAX12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
26	2	conLAX13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15	2	conLAX2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	2	conLAX3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	2	conLAX4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	2	conLAX5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
19	2	conLAX6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

ObjectID	GroupID	OjtivName	OjtivDescr	OjtivFunc	OjtivUnit
1	1	GM	Gross margin		1 Euro dollar
2	1	PC	Production costs		2 Euro dollar
3	1	RE	Rural employment		1 man-day
4	1	AL	Agricultural land		1 -
5	1	AC	Use of Agrochemicals		2 %
6	1	NLU	Naturalness of land use		1 %
9	2	ObjIWGP	Minimize Deviation		2 -
10	3	ObjSTEP	Minimize D Alpha		2 -
*	(New)	0			1

รูปที่ 5.12 ตารางข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่พร้อมนำเข้าในโปรแกรม *IMGP-LPlan* เพื่อสร้างแบบจำลอง IMGP

เมื่อผู้ใช้เปิดโปรแกรม *IMGP-LPlan* เลือกเมนูโครงการ → ไอคอน “สร้าง” หลังจากโปรแกรมแสดงหน้าต่างสร้างโครงการใหม่ ผู้ใช้กำหนดชื่อโครงการ รายละเอียดโครงการ ตำแหน่งบันทึกโครงการแล้วเลือกปุ่ม “เลือกฐานข้อมูล” เพื่อระบุฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (.mdb) ที่ต้องการนำเข้า (รูปที่ 5.13) เมื่อกดปุ่มสร้าง โปรแกรมจะนำเข้าฐานข้อมูลดังกล่าวเพื่อใช้สร้างแบบจำลองในโครงการที่สร้างขึ้นใหม่ เมื่อนำเข้าเสร็จเรียบร้อยแล้วจะเปิดหน้าต่างแสดงองค์ประกอบต่างๆของแบบจำลอง เช่น วัตถุประสงค์ ข้อจำกัด ตัวแปรตัดสินใจ เป็นต้น ตัวอย่างในรูปที่ 5.14 เป็นการแสดงชุดข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง IMGP หลังจากที้นำเข้าและสร้างเป็นแบบจำลองแล้ว



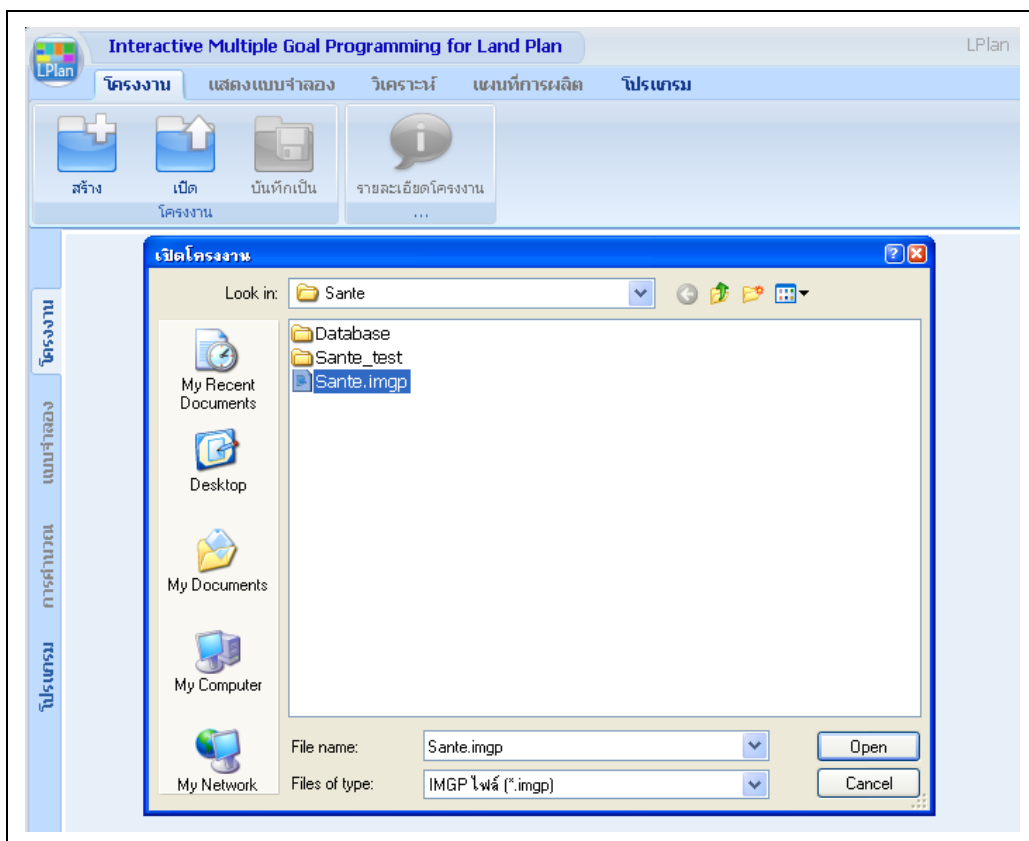
รูปที่ 5.13 หน้าต่างแสดงการสร้างโครงการโดยการนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ .mdb ของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

ลำดับ	ชื่อจำกัด	คำอธิบาย	หน่วย	เครื่องหมาย	ปริมาณ
1	LAX1	พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด	เฮกตาร์	<=	32,227
2	LAX2	พื้นที่เพาะปลูกข้าวสาลี	เฮกตาร์	<=	46,246
3	LAX3	พื้นที่เพาะปลูกพืชอาหาร	เฮกตาร์	<=	63,635
4	LAX4	พื้นที่เพาะปลูกมันฝรั่ง	เฮกตาร์	<=	46,572
5	LAX5	พื้นที่เพาะปลูกพืชอาหารสัตว์	เฮกตาร์	<=	28,172
6	LAX6	พื้นที่เพาะปลูกพืชอาหารสัตว์อื่นๆ	เฮกตาร์	<=	30,786
7	LAX7	พื้นที่เพาะปลูกพืชผัก	เฮกตาร์	<=	26,763
8	LAX8	พื้นที่เพาะปลูกผลไม้	เฮกตาร์	<=	51,522
9	LAX9	พื้นที่เพาะปลูกแปลงหญ้า	เฮกตาร์	<=	40,679
10	LAX10	พื้นที่เพาะปลูกทุ่งหญ้า	เฮกตาร์	<=	40,286
11	LAX11	พื้นที่เพาะปลูกคาลิปดัส	เฮกตาร์	<=	7,747
12	LAX12	พื้นที่เพาะปลูกไม้โตเร็ว	เฮกตาร์	<=	41,990
13	LAX13	พื้นที่เพาะปลูกไม้เนื้อแข็ง	เฮกตาร์	<=	38,771
14	LDX1	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกข้าวโพด	เฮกตาร์	>=	16,701
15	LDX2	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกข้าวสาลี	เฮกตาร์	>=	2,009
16	LDX3	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกพืชอาหาร	เฮกตาร์	>=	142
17	LDX4	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกมันฝรั่ง	เฮกตาร์	>=	1,908
18	LDX5	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกพืชอาหารสัตว์	เฮกตาร์	>=	27,835
19	LDX6	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกพืชอาหารสัตว์อื่นๆ	เฮกตาร์	>=	444
20	LDX7	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกพืชผัก	เฮกตาร์	>=	206
21	LDX8	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกผลไม้	เฮกตาร์	>=	224
22	LNV0	พื้นที่ต้องการเพาะปลูกแปลงหญ้า	เฮกตาร์	>=	31,473

รูปที่ 5.14 หน้าต่างแสดงตัวอย่างข้อมูลนำเข้าที่เป็นข้อจำกัดในแบบจำลอง IMGP

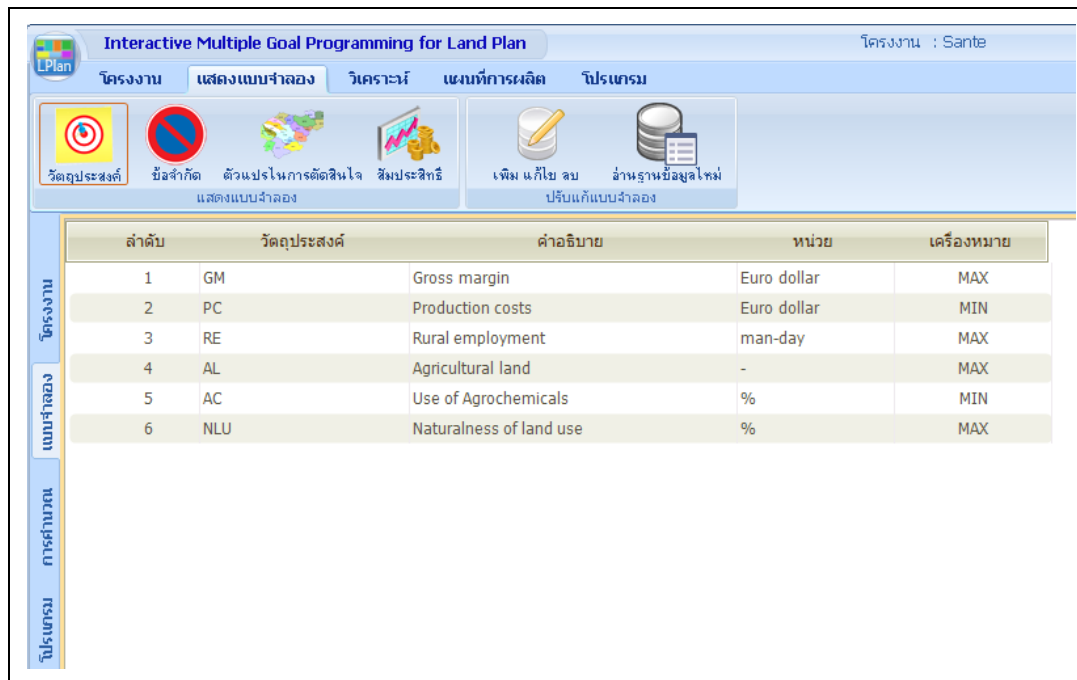
5.2.1.2 การเปิดโครงการเดิม

ในกรณีที่ได้อัปเดตโครงการไว้เรียบร้อยแล้ว ไม่ว่าจะผ่านหน้าการนำเข้าจากไฟล์ .xml หรือ ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ดังได้อธิบายข้างบน ผู้ใช้สามารถเปิดโครงการนั้นมาตรวจสอบ แก้ไข และจำลองสถานการณ์ได้โดยเลือกเมนูโครงการและกดไอคอน “เปิด” โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างให้ผู้เลือกไฟล์ที่จัดเก็บโครงการ (รูปที่ 5.15) ในตัวอย่างนี้จะเปิดโครงการที่จัดเก็บข้อมูลชุดทดสอบจากบทความของ Santé and Crecente (2007) การจัดเก็บโครงการที่สร้างเสร็จแล้วจะเก็บในรูปไฟล์เดียว ภายในไฟล์เดียวจะมีไฟล์ย่อยชื่อ “Database” ที่ภายในมีตารางของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่จัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นในการสร้างและคำนวณหาผลลัพธ์ของแบบจำลอง IMGP นอกจากนี้ยังมีไฟล์นามสกุล .imgp ที่จัดเก็บรายละเอียดที่ผู้ใช้ระบุในขั้นตอนการสร้างโครงการ



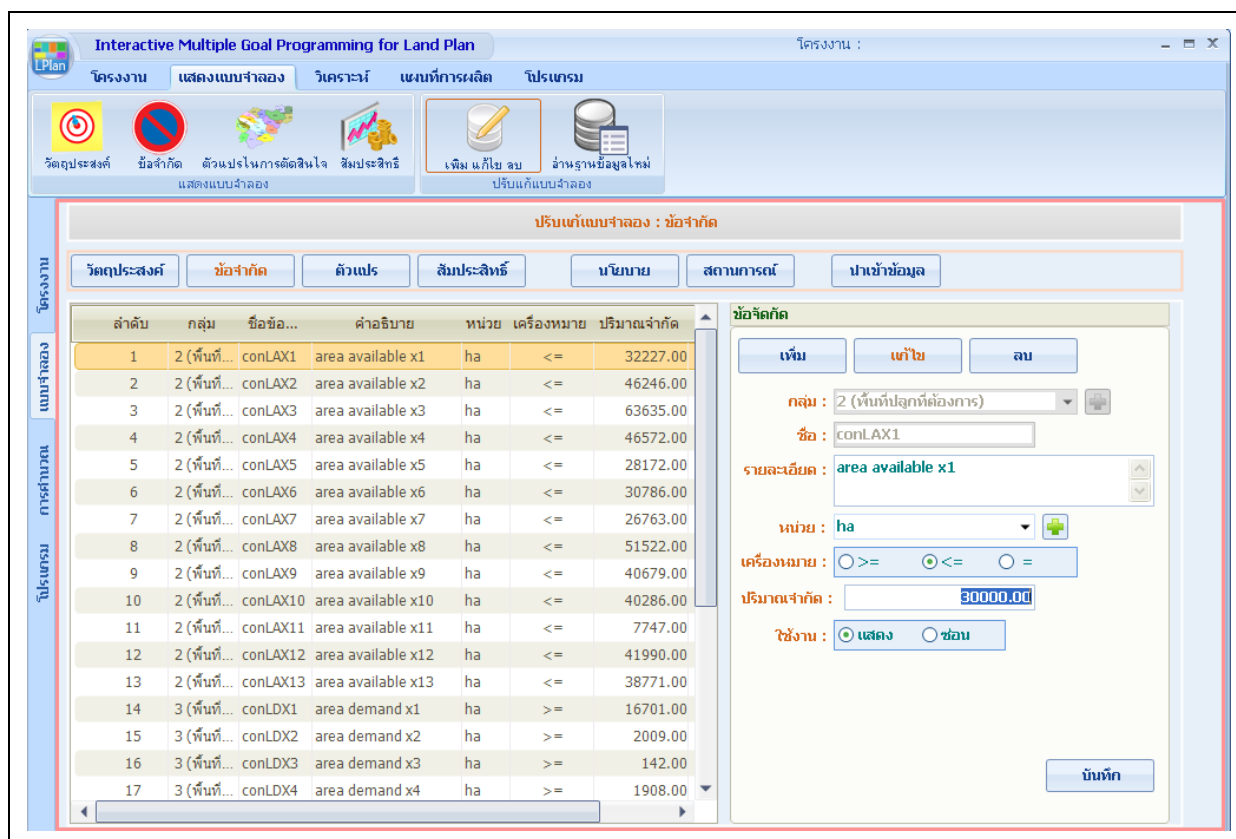
รูปที่ 5.15 หน้าต่างเลือกฐานข้อมูลในโครงการเดิมที่ใช้ทดสอบแบบจำลอง IMGP

เมื่อเปิดโครงการ โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างแสดงองค์ประกอบของแบบจำลองในโครงการนี้ ผู้ใช้สามารถเรียกแสดงชุดข้อมูล วัตถุประสงค์ ข้อจำกัด ตัวแปรตัดสินใจ ค่าสัมประสิทธิ์ของวัตถุประสงค์และข้อจำกัด โดยเลือกกดไอคอนที่ต้องการ รูปที่ 5.16 เป็นการเลือกแสดงข้อมูลวัตถุประสงค์ของแบบจำลองดังกล่าว หลังจากตรวจสอบดูความถูกต้องของข้อมูล หากพบข้อผิดพลาด ผู้ใช้อาจเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขได้ โดยกดไอคอน “เพิ่ม แก้ไข ลบ” เพื่อดำเนินการต่อไป



รูปที่ 5.16 หน้าต่างแสดงชุดข้อมูลวัตถุประสงค์ของแบบจำลอง IMGP ที่ใช้ทดสอบ

5.2.1.3 การแก้ไขข้อมูล

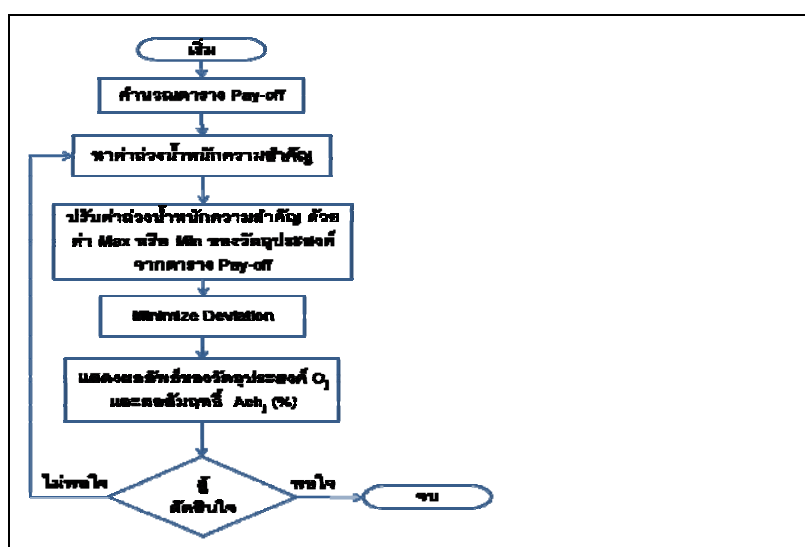


รูปที่ 5.17 หน้าต่างแก้ไขข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง IMGP

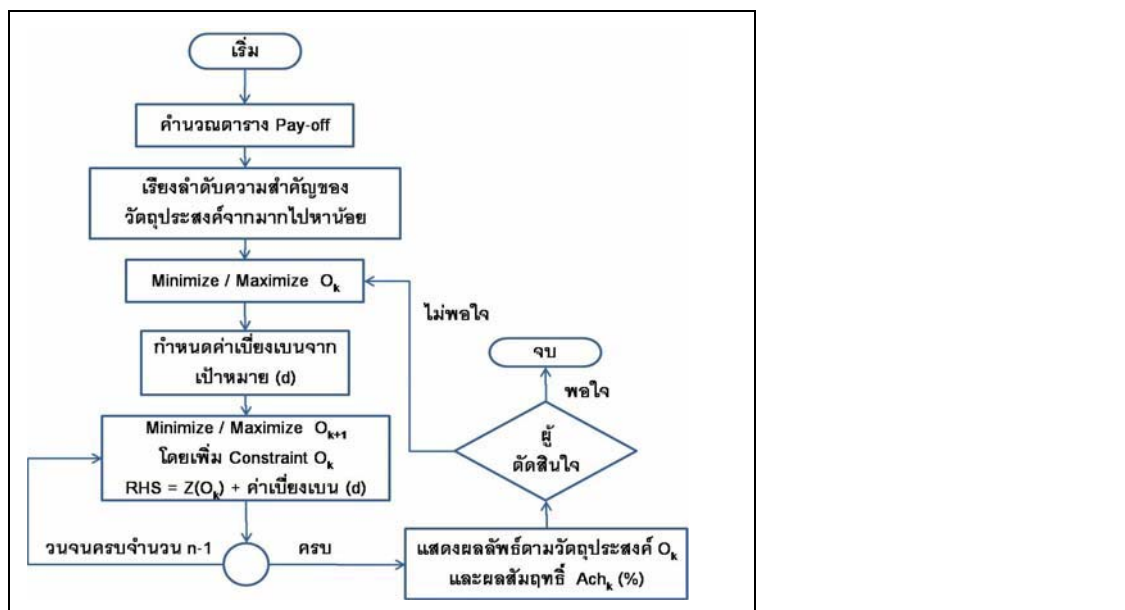
โปรแกรม *IMGP-LPlan* อำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลที่นำเข้าแล้วในแบบจำลอง เมื่อผู้ใช้เลือกเมนู “แสดงแบบจำลอง” แล้วกดไอคอน “เพิ่ม แก้ไข ลด” โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างปรับแก้แบบจำลอง โดยผู้ใช้สามารถเลือกองค์ประกอบของแบบจำลองที่ต้องการแก้ไข ตัวอย่างในรูปที่ 5.17 เป็นการแก้ไขข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง โดยสมมติว่าผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกของข้าวโพด (x_1) จาก ≤ 32227.0 เฮกตาร์ ให้เป็น ≤ 30000 เฮกตาร์ ผู้ใช้ดำเนินการได้โดยใช้เมาส์เลือกข้อมูลแถวแรกที่ต้องการเปลี่ยน โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างด้านขวาจอภาพที่มีรายละเอียดของข้อจำกัดที่เลือก ผู้ใช้สามารถแก้ไขตัวเลขในช่อง “ปริมาณจำกัด” ให้เป็น 30000 เฮกตาร์ แล้วกดปุ่มบันทึก โปรแกรมบันทึกข้อมูลที่แก้ไขแล้วในแบบจำลองตามต้องการ ผู้ใช้อาจเลือกองค์ประกอบอื่นของแบบจำลองมาทำการเพิ่ม ลบ และแก้ไข หน้าจอภาพโดยไม่ต้องกลับไปแก้ไขในตาราง Excel หรือ ตารางในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูลใหม่ ทำให้การจัดการข้อมูลในแบบจำลองมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5.2.2 การวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เหมาะสม

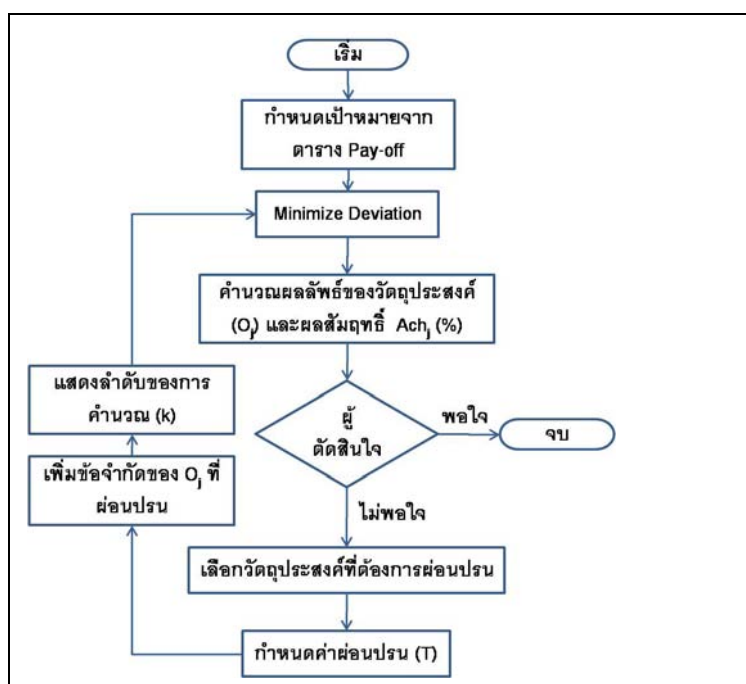
หลังจากที่สร้างแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์และข้อจำกัดของแบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ที่สร้างขึ้น คณะนักวิจัยได้พัฒนาส่วนการวิเคราะห์ในโปรแกรม *IMGP-LPlan* ให้ผู้ใช้สามารถเลือกวิธีการวิเคราะห์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ค่าเบี่ยงเบนจากเป้าหมาย ตลอดจนค่าผ่อนปรน ที่จำเป็นต้องใช้ในวิธีการวิเคราะห์แบบ *IWGP*, *Lu* , และ *STEP* ตามลำดับ สำหรับการคำนวณค่าเหมาะสมของแต่ละวิธีการนั้น ได้เขียนโปรแกรมเรียกใช้ *object* ของโปรแกรม *Lindo API* เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้สามารถดำเนินการหาคำตอบได้โดยไม่ต้องเรียนรู้การใช้งานของโปรแกรม *LINGO 11* ซึ่งผู้ใช้ต้องผ่านการเรียนรู้คำสั่งที่ซับซ้อนและต้องมีการเขียนโปรแกรม *LINGO 11* มาเป็นอย่างดี การประมวลผลเป็นไปตามรายละเอียดของขั้นตอนการคำนวณของแต่ละวิธีการดังกล่าวมาแล้วในทีกล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.4 และอาจแสดงเป็นผังการทำงานของการทำงานของการประมวลผลดังรูปที่ 5.18, 5.19 และ 5.20 สำหรับการวิเคราะห์แบบ *IWGP*, *Lu*, และ *STEP* ตามลำดับ



รูปที่ 5.18 ขั้นตอนการการจำลองแผนการผลิตที่เหมาะสมโดยวิธีการ *IWGP*



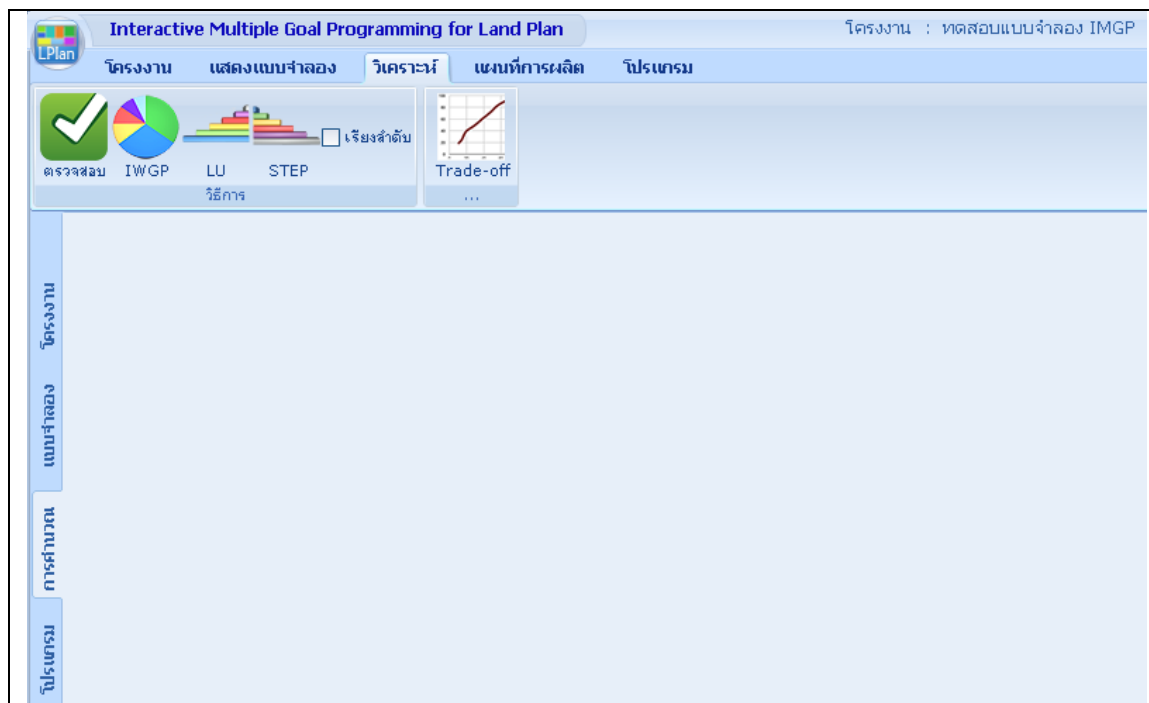
รูปที่ 5.19 ขั้นตอนการการจำลองหาแผนการผลิตที่เหมาะสมโดยวิธีการ Lu et al. (2004)



รูปที่ 5.20 ขั้นตอนการการจำลองหาแผนการผลิตที่เหมาะสมโดยวิธีการ STEP (Santé and Crecente, 2007)

ในโปรแกรม *IMGP-LPlan* เมื่อผู้ใช้งานต้องการวิเคราะห์หาคำตอบที่เหมาะสมจากแบบจำลองและสถานการณ์ที่สร้างขึ้นแล้ว ผู้ใช้จะต้องเลือกเมนูหลัก “วิเคราะห์” โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างดังรูปที่ 5.21 ซึ่งมีเมนู ☒ เพื่อตรวจสอบความครบถ้วนของชุดข้อมูลในแบบจำลองที่ต้องการวิเคราะห์ ผู้ใช้อาจเลือกวิธีการวิเคราะห์แบบ IMGP, Lu, และ STEP

ได้โดยเลือกกดปุ่มไอคอนที่ต้องการ นอกจากนี้ยังมีส่วนการวิเคราะห์มูลค่าการทดแทนระหว่างวัตถุประสงค์ (Trade-off analysis) อีกด้วย รายละเอียดการใช้งานโปรแกรม *IMGP-LPlan* เพื่อประมวลผลหาคำตอบที่เหมาะสมของแต่ละวิธีการจะอธิบายในส่วนถัดไป



รูปที่ 5.21 หน้าต่างแสดงเมนูการวิเคราะห์ เพื่อเลือกวิธีการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมของแบบจำลอง IMGP

5.3 การทดสอบต้นแบบของโปรแกรม IMGP-LPlan

ขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งในการพัฒนาโปรแกรม *IMGP-LPlan* คือการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ชุดข้อมูลที่มีการตีพิมพ์แล้ว เนื่องจากคณะผู้วิจัยไม่สามารถหาชุดข้อมูลที่ใช้แบบจำลอง IMGP และได้ตีพิมพ์ในประเทศไทยได้ ดังนั้นจึงเลือกใช้ชุดข้อมูลของ Santé and Crecente (2007) และ Santé-Riveira et al.(2008) เพื่อใช้ในการทดสอบ ข้อมูลดังกล่าวเป็นการวางแผนการใช้ที่ดินในระดับตำบลในประเทศสเปน ครอบคลุมพื้นที่ขนาด 1,832 ตร.กม. พื้นที่ประกอบด้วยฟาร์มประเภทต่างๆเพื่อการผลิตวันม พืชไร่ และระบบวนเกษตร และที่สำคัญได้ใช้วิธีการ IWGP (Cohon, 1978) , วิธีการของ Lu (Lu et al., 2004), และ วิธีการ STEP (Santé and Crecente, 2007) ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เหมาะสมเพื่อวางแผนการใช้ที่ดิน รายละเอียดของแบบจำลองที่ใช้ทดสอบโปรแกรม *IMGP-LPlan* มีดังนี้

5.3.1 ตัวแปรตัดสินใจ

ในงานวิจัยดังกล่าว ตัวแปรตัดสินใจคือพื้นที่ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (X_i) สำหรับการผลิตพืชต่างๆ 13 ชนิดได้แก่ ข้าวโพด ข้าวสาลี ธัญพืชอื่น (ข้าวไรย์ บาร์เลย์ และโอต), มันฝรั่ง พืชอาหารสัตว์ปลูกข้ามปี (perennial green fodder crops) พืชอาหารสัตว์อื่น (beet, turnip) ผัก ผลไม้ ทุ่งหญ้าทำฟาง (meadow) ทุ่งหญ้าผสม (pasture) ยูคาลิปตัส สวนป่าไม้เนื้ออ่อน และ สวนป่าไม้เนื้อแข็ง

5.3.2 วัตถุประสงค์

แบบจำลองที่ใช้ทดสอบมีสถานการณ์เชิงนโยบาย 3 ด้าน ได้แก่เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม แต่ละด้านมี 2 วัตถุประสงค์ รวมเป็น 6 วัตถุประสงค์ดังนี้

- มีผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด (ด้านเศรษฐกิจ)
- มีต้นทุนรวมต่ำสุด (ด้านเศรษฐกิจ)
- การใช้พื้นที่การเกษตรรวมสูงสุด (ด้านสังคม)
- การจ้างแรงงานรวมเพื่อการผลิตพืชสูงสุด (ด้านสังคม)
- การใช้สารเคมีรวมต่ำสุด (ด้านสิ่งแวดล้อม)
- ที่ดินมีความเป็นธรรมชาติโดยรวมสูงสุด (ด้านสิ่งแวดล้อม)

5.3.3 ข้อจำกัด

ในแบบจำลองเพื่อการทดสอบ ประกอบด้วยข้อจำกัดดังนี้

$$X_i \leq S_{i,0.7} \quad (i = 1, \dots, 13) \quad (5.1)$$

เมื่อ $S_{i,0.7}$ คือพื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสม 0.7 สำหรับพืช i ได้จากการประเมินคุณภาพที่ดิน (ภาคผนวก ก. ตารางที่ 1)

$$\sum_i X_i \leq ST \quad (5.2)$$

เมื่อ ST เป็นผลรวมของที่ดินที่มีระดับความเหมาะสม 0.7 เมื่อพิจารณาประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินทุกประเภท

$$X_i \geq X_{i,2001} \quad (5.3)$$

เมื่อ $X_{i,2001}$ เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทในพื้นที่เป้าหมายจากการสำรวจปี 2001 ซึ่งปรากฏในภาคผนวก ค. ตารางที่ 1

5.3.4 ค่าสัมประสิทธิ์การผลิต

ค่านี้จำเป็นสำหรับใช้ในสมการวัตถุประสงค์ ค่าสัมประสิทธิ์การผลิตสำหรับแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินแสดงไว้ใน ภาคผนวก ค. ตารางที่ 2

เพื่อให้แน่ใจว่าคำตอบที่ได้จากแบบจำลอง IWGP, Lu, และ STEP ถูกต้อง คณะนักวิจัยได้สร้างแบบจำลองโดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบ และคำนวณผลลัพธ์ที่เหมาะสมในรูปของค่าตัวแปรตัดสินใจและค่าผลสัมฤทธิ์ (Achievement rate) โดยใช้โปรแกรมคำนวณแบบจำลองเชิงเส้น 2 โปรแกรมได้แก่

LINGO 11 เป็นหนึ่งในโปรแกรมที่ใช้คำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสม (Solver) ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากสามารถนำมาใช้แก้ไขปัญหาได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่ใช้บริษัทผู้ผลิตให้ทดลองใช้งานโดยไม่ต้องเสีย

ค่าใช้จ่าย หากแบบจำลองมีตัวแปรตัดสินใจไม่เกิน 300 ตัวแปรและไม่เกิน 150 ข้อจำกัด ค่าซอฟต์แวร์จะสูงขึ้นตามจำนวนตัวแปรตัดสินใจ และข้อจำกัด จึงมีความยืดหยุ่นสูงในแง่งบประมาณจัดซื้อ ซึ่งผู้ใช้แต่ละคนมีวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้แก้ไขสถานการณ์ที่มีตัวแปรตัดสินใจและข้อจำกัดไม่เหมือนกัน ในแบบจำลองที่ใช้ทดสอบที่อธิบายข้างบน มีตัวแปรตัดสินใจ 195 ตัวแปร และข้อจำกัด 33 ตัว

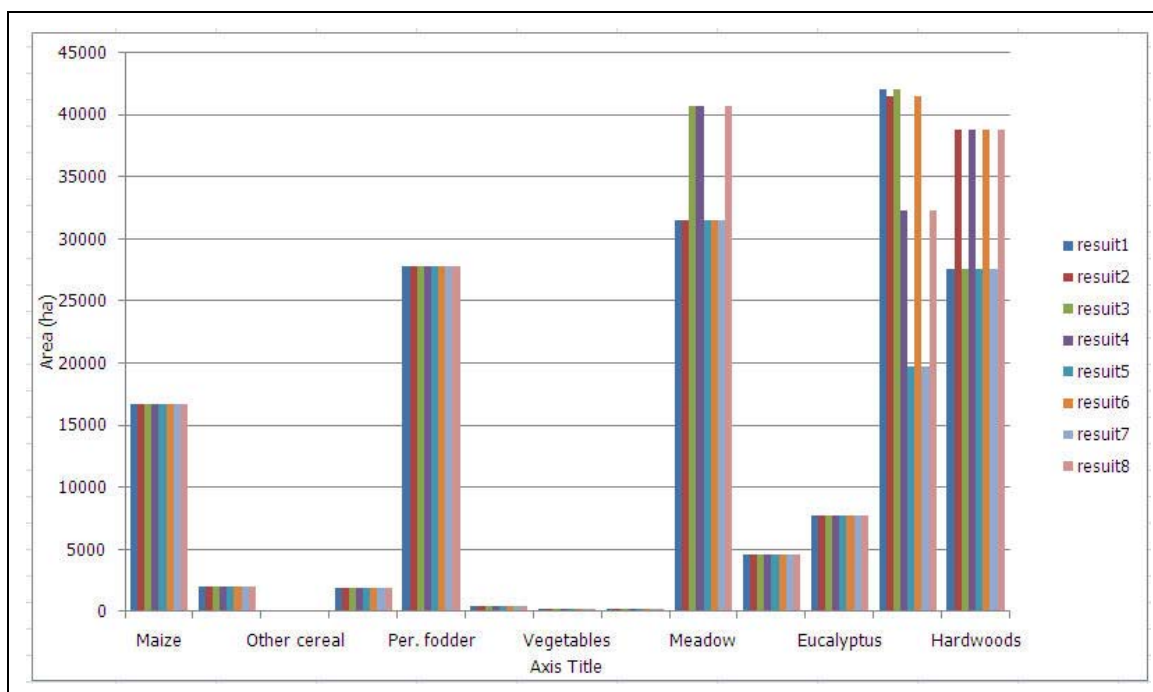
LINDO API เป็นโปรแกรม Solver ที่บริษัทผู้ผลิต *LINGO 11* พัฒนาขึ้นสำหรับผู้ที่ต้องการจะพัฒนา GUI ให้ผู้ใช้สามารถกำหนด วัตถุประสงค์ ค่าตัวแปรตัดสินใจ ข้อจำกัด และค่าพารามิเตอร์อื่นที่ต้องการในการคำนวณผลลัพธ์ของแบบจำลองโดยวิธีการต่างๆดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้พัฒนาสามารถใช้ภาษา Visual Basic.NET ในการพัฒนาหน้าต่างการใช้งานต่างๆที่จำเป็นสำหรับการนำเข้าข้อมูล วิเคราะห์ผล และแสดงผลลัพธ์เป็นตารางหรือกราฟประเภทต่างๆได้ตามต้องการ หัวใจของ *LINDO API* คือส่วนที่เป็น Solver ซึ่งใช้วิธีการคำนวณเหมือนกับ Solver ของ *LINGO 11* ทุกประการ แต่มีข้อได้เปรียบคือผู้พัฒนาสามารถสร้างระบบการวิเคราะห์ที่มี GUI เป็นภาษาไทย จึงให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักวิเคราะห์และผู้มีส่วนได้เสียได้ว่า *LINGO 11* ที่เหมาะกับผู้ใช้ที่มีความรู้และประสบการณ์ด้านการโปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์และการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเฉพาะของโปรแกรม *LINGO 11*

ในการทดสอบ คณะผู้วิจัยได้จัดการข้อมูลชุดที่ใช้ทดสอบเป็น Excel worksheet หรือ ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ แล้วเขียนโปรแกรมขึ้น 2 ชุดๆหนึ่งสำหรับวิเคราะห์แบบจำลองด้วยโปรแกรม *LINGO 11* อีกชุดหนึ่งสำหรับโปรแกรม *LINDO API* แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่รายงานไว้ใน Santé and Crecente (2007) ถ้าผลลัพธ์ที่ได้ระหว่างผลลัพธ์จาก *LINGO* และ จากบทความตรงกัน แสดงว่าการสร้างแบบจำลองและการเขียนโปรแกรมเพื่อหาคำตอบถูกต้อง หากผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม *IMGP-LPlan* ที่พัฒนาด้วย *LINDO API* ตรงกับผลลัพธ์ของ *LINGO 11* แสดงว่า การเขียนโปรแกรมในส่วนนี้ได้ตอบกับผู้ใช้เพื่อนำเข้าข้อมูลที่เป็นในวิธีการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธีการถูกต้อง ขึ้นต่อไปจึงสามารถนำโปรแกรม *IMGP* ที่พัฒนาขึ้นไปสร้างและวิเคราะห์แบบจำลอง *IMGP* เพื่อวางแผนการใช้ที่ดินในจังหวัดลำพูนได้

5.4 ผลการทดสอบวิธีการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมด้วยโปรแกรม LINGO11 กับชุดข้อมูลทดสอบ

การทดสอบโปรแกรมโดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบที่ได้จากบทความของ Santé and Crecente (2007) มี 2 ขั้นตอน ในขั้นตอนแรกเป็นการทดสอบขั้นตอนการหาคำตอบ (algorithm) โดยใช้โปรแกรม *LINGO11* โดยไม่ต้องกังวลกับการใช้เวลาเขียนรายละเอียดของ Interface ในขั้นตอนนี้ได้ทดสอบโปรแกรมที่ใช้วิธีการ *IWGP* และ วิธีการของ Lu และคณะ ในการหาทางเลือกในการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบ หลังจากได้ผลตรงกันแล้วจึงดำเนินการในขั้นตอนที่สองคือการทดสอบการใช้โปรแกรม *IMGP* ทำงานกับชุดข้อมูลทดสอบ และเปรียบเทียบกับผลลัพธ์กับผลงานที่ดีที่สุดที่พบในรายงานของ Santé and Crecente (2007) หากผลที่ได้สอดคล้องกัน แสดงว่าโปรแกรม *IMGP-LPlan* ที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องในแง่วิธีการคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมทั้ง 3 วิธีการ ดังนั้นจึงสามารถใช้กับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและวิเคราะห์ในจังหวัดลำพูนในขั้นต่อไปได้

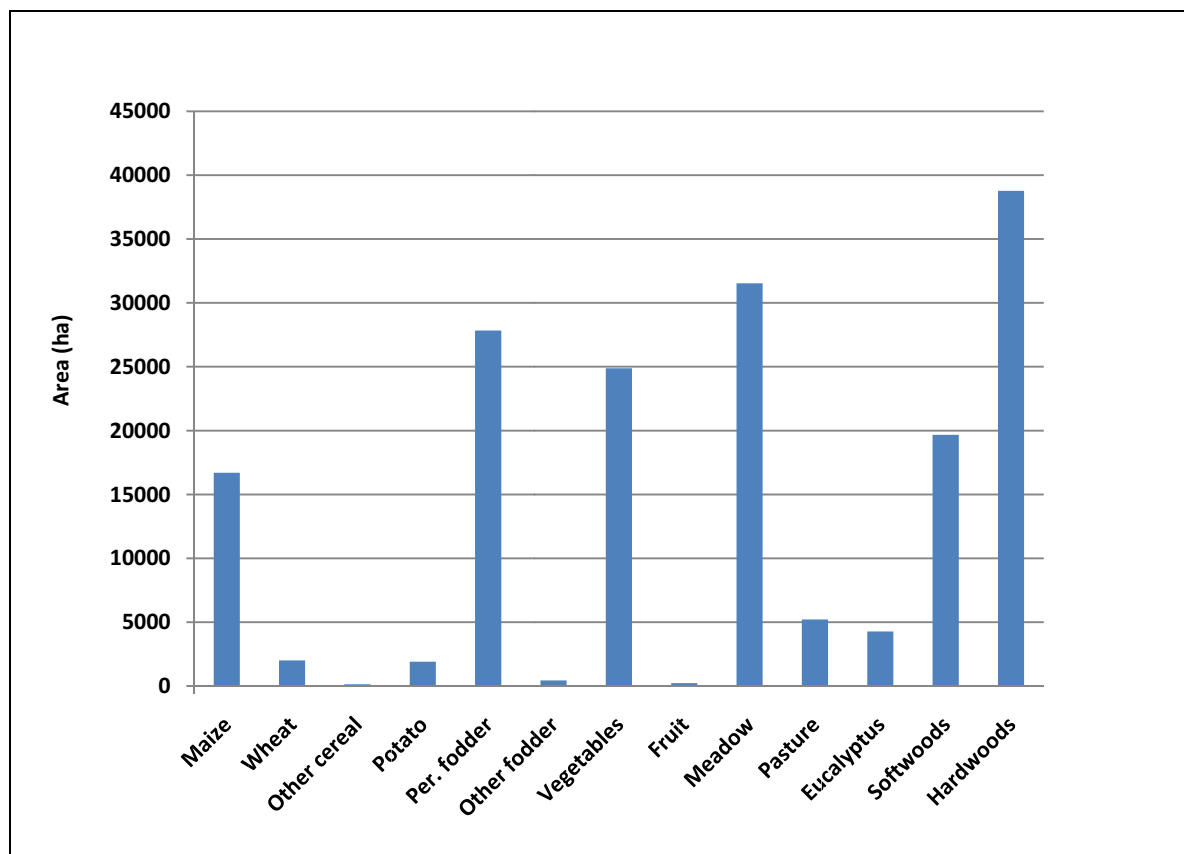
รูปที่ 5.22 เป็นผลลัพธ์จากการจำลองทางเลือกที่เหมาะสมในการใช้ที่ดินโดยใช้ข้อมูลทดสอบตามวิธีการ WGP ด้วยโปรแกรม *LINGO11* ในกรณีนี้สถานการณ์เป็นนโยบายที่เน้น เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม โดยมีการให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์และการเรียงลำดับความสำคัญของสถานการณ์ตาม ภาคผนวก ค ตารางที่ 1 ส่วนภาคผนวก ค รูปที่ 1 เป็นรายละเอียดของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อทดสอบวิธีการ WGP โดยใช้โปรแกรม *LINGO11* ฐานข้อมูลที่เป็นเก็บอยู่ในรูปของ Excel worksheet เนื่องจากมีข้อมูลไม่มากที่ใช้ในแบบจำลองนี้ จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ของการจำลองใน รูปที่ 5.22 ตรงกับกราฟใน ภาคผนวก ค รูปที่ 3 ในรายงานของ Santé and Crecente (2007) ทุกประการ แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนและรายละเอียดการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการหาคำตอบที่เหมาะสมโดยวิธี WGP ที่พัฒนาขึ้นถูกต้อง



รูปที่ 5.22 ผลการใช้ที่ดินที่เหมาะสมโดยใช้ข้อมูลทดสอบตามวิธีการ WGP ด้วยโปรแกรม *LINGO11*

สำหรับการทดสอบการเขียนโปรแกรมเพื่อหาผลลัพธ์ตามวิธีการ Lu นั้น ได้ดำเนินการเฉพาะสถานการณ์ที่ให้ เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม และมีการระบุค่าเบี่ยงเบนเท่ากับ 25%, 20%, 15%, 10%, และ 5% สำหรับวัตถุประสงค์ที่เป็น ความเป็นธรรมชาติของที่ดิน การใช้สารเคมี การใช้พื้นที่การเกษตร การจ้างแรงงานเพื่อการผลิตพืชวนเกษตร และ ต้นทุนการผลิต ตามลำดับ ค่าเบี่ยงเบนจากแต่ละเป้าหมายในลักษณะนี้ จัดว่ามีลำดับความสำคัญสูงสุดสำหรับสถานการณ์ เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ผลลัพธ์จากการใช้โปรแกรม *LINGO11* เพื่อคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามวิธีการ Lu (รูปที่ 5.23) มีค่าเท่ากับผลในรายงานของ Santé and Crecente (2007) ที่ปรากฏในกราฟแท่งแรกของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินดังแสดงใน ภาคผนวก ค รูปที่ 4 ดังนั้นโปรแกรมที่พัฒนาด้วย *LINGO11* มีความถูกต้องในแง่ algorithm ที่ใช้ในการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามวิธีการของ Lu et al.(2004)

เนื่องจากวิธีการ STEP มีลักษณะที่จะต้องคำนวณซ้ำหลายรอบเพื่อหาผลลัพธ์ที่เหมาะสม จึงเหมาะที่จะทดสอบด้วยการใช้โปรแกรม Visual Basic.NET ในการเขียน Interface เพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ แล้วจึงให้ Solver ในโปรแกรม LINDO API คำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสม ซึ่งจะแสดงรายละเอียดในรายงานส่วนถัดไป



รูปที่ 5.23 ผลการใช้ที่ดินที่เหมาะสมโดยใช้ข้อมูลทดสอบตามวิธีการ Lu ในสถานการณ์ เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม ที่จัดค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์สำคัญเป็นลำดับที่ 1 ด้วยโปรแกรม LINGO11

5.5 ผลการทดสอบโปรแกรม IMGP-LPlan

5.5.1 ทดสอบวิธีการ IWGP

การทดสอบเริ่มจากการเลือกเมนู “เลือกวิธีการ” แล้วกดปุ่มไอคอน IWGP โปรแกรม IMGP-LPlan จะเรียกชุดข้อมูลทดสอบออกมาคำนวณหาทางเลือกที่เหมาะสมตามสถานการณ์ที่ต้องการ ในการทดสอบชุดข้อมูลของ Santé and Crecente (2007) ได้ให้ค่าลำดับและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ในแต่ละสถานการณ์ (scenarios)

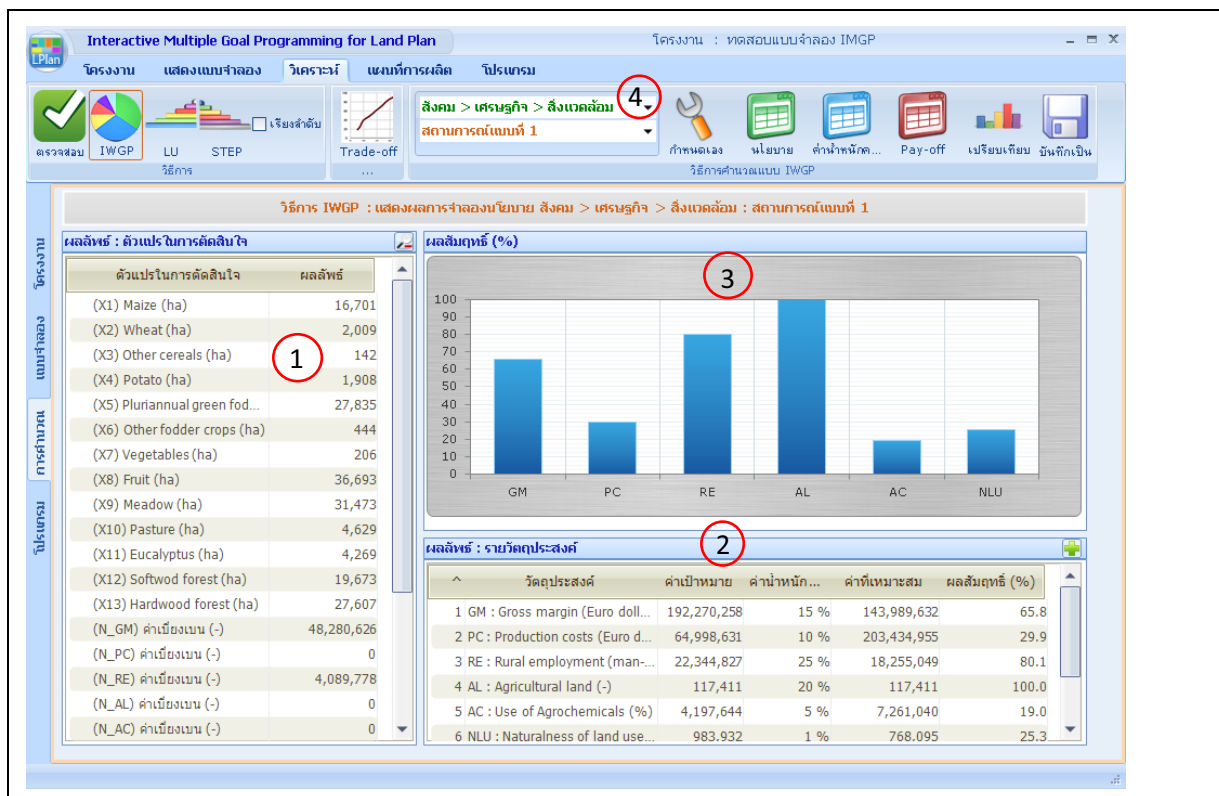
รูปที่ 5.24 แสดงตัวอย่างค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ในสถานการณ์แบบต่างๆ ที่ให้ความสำคัญของนโยบายด้าน เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ผู้ใช้อาจเลือกชุดทางเลือกใดมาแสดงก็ได้ตามสถานการณ์ที่ต้องการ รูปที่ 5.25 ในหน้าต่างส่วนที่ ④ เป็นชุดของสถานการณ์ที่ให้น้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม โดยในสถานการณ์ที่ 1 เป็นการวางนโยบายที่ให้ค่าน้ำหนักของ กำไรสุทธิ ต้นทุนการผลิต การจ้างแรงงานเพื่อ

การผลิตพืชวนเกษตร การใช้พื้นที่การเกษตร การใช้สารเคมี และความเป็นธรรมชาติของที่ดิน เท่ากับร้อยละ 25, 20, 15, 10, 5 และ 1 ตามลำดับ ดังแสดงในแถวแรกของตารางใน รูปที่ 5.24

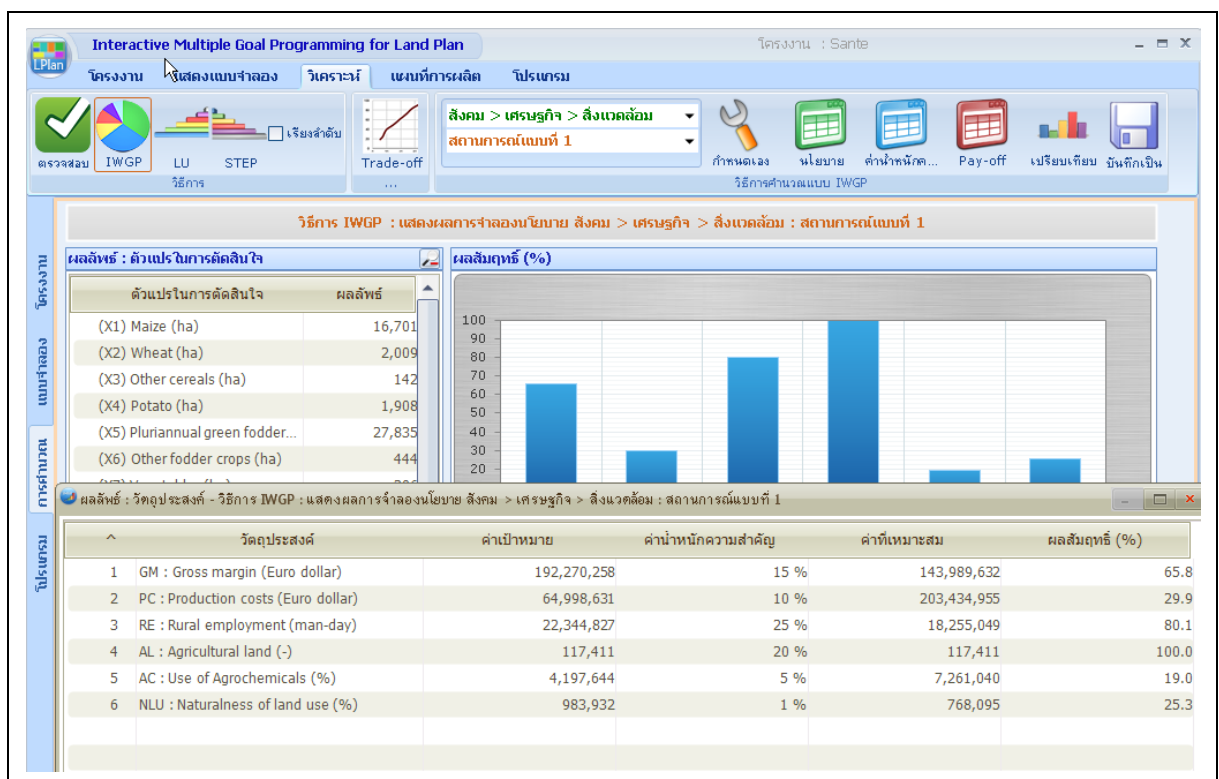
วัตถุประสงค์	Gross margin	Production costs	Rural employment	Agricultural land	Use of Agrochemicals	Naturalness of land...
สถานการณ์แบบที่ 1	25	20	15	10	5	1
สถานการณ์แบบที่ 2	25	20	15	10	1	5
สถานการณ์แบบที่ 3	25	20	10	15	5	1
สถานการณ์แบบที่ 4	25	20	10	15	1	5
สถานการณ์แบบที่ 5	20	25	15	10	5	1
สถานการณ์แบบที่ 6	20	25	15	10	1	5
สถานการณ์แบบที่ 7	20	25	10	15	5	1
สถานการณ์แบบที่ 8	20	25	10	15	1	5
กำหนดเอง	25	20	15	10	5	1

รูปที่ 5.24 ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ของชุดของ สถานการณ์ แบบต่างๆตามนโยบายที่ให้ ความสำคัญด้าน เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม ในวิธีการ IWGP

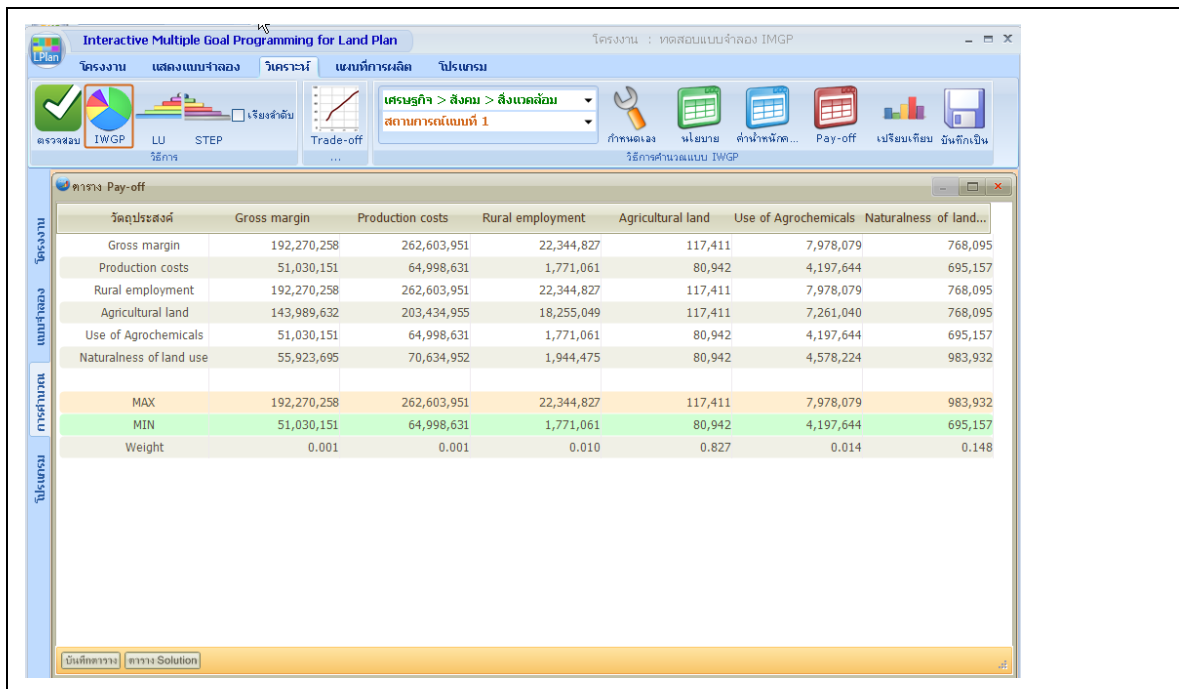
ผู้ใช้อาจเลือกดูผลลัพธ์ของการจัดที่ดินที่เหมาะสมที่สุดจากสถานการณ์ที่ 1 ได้จากช่องเลือกสถานการณ์ โปรแกรมจะคำนวณและแสดงผลลัพธ์ในหน้าต่างแสดงผลลัพธ์ที่มีอยู่ 3 ส่วน (รูปที่ 5.25) ส่วนที่หนึ่ง ① เป็นส่วนแสดง ค่าตัวแปรตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุด ในกรณีชุดข้อมูลทดสอบคือค่าพื้นที่เพาะปลูกของแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน ส่วนที่สอง ② เป็นส่วนแสดงค่าผลลัพธ์ของแต่ละวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมที่สุดตามสถานการณ์ที่ 1 หน้าต่างส่วนนี้สามารถขยายให้เห็นคำเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์เป็นตัวเลข (รูปที่ 5.26) สำหรับส่วนที่สาม ③ (รูปที่ 5.25) เป็นการแสดงผลสัมฤทธิ์จากการคำนวณของโปรแกรม IMGP ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่นำเสนอผลลัพธ์ให้แก่ผู้ร่วมตัดสินใจในรูปแบบที่ เข้าใจได้ง่าย ผลสัมฤทธิ์คำนวณได้จากสมการ (4) และ (5) โดยใช้ค่า $O_{j,max}$ และ $O_{j,min}$ จากตาราง Payoff (รูปที่ 5.27)



รูปที่ 5.25 ผลลัพธ์ของการจัดการที่ดินที่เหมาะสมโดยใช้วิธี IWGP ตามสถานการณ์แบบที่ 1 ของนโยบายที่ให้
ความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม

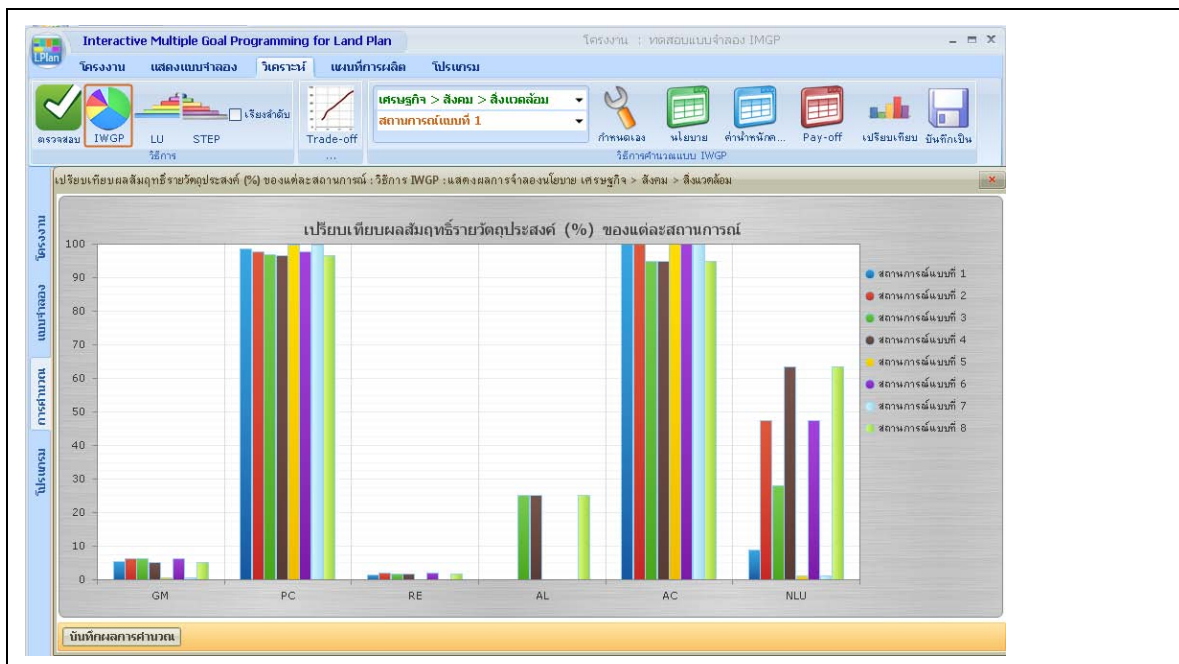


รูปที่ 5.26 หน้าต่างขยายส่วนแสดงผลของวัตถุประสงค์และผลสัมฤทธิ์ตามสถานการณ์แบบที่ 1 ของนโยบาย
เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการ IWGP



รูปที่ 5.27 ตาราง Pay-off เพื่อใช้ในการคำนวณผลสัมฤทธิ์

หากผู้ตัดสินใจยังไม่พอใจที่ผลสัมฤทธิ์ยังไม่บรรลุเป้าหมาย ผู้ตัดสินใจอาจเลือกสถานการณ์แบบที่ 2, 3, ...8 ขึ้นมาแสดง แล้วพิจารณาเลือกสถานการณ์ที่มีผลสัมฤทธิ์น่าพอใจที่สุด ซึ่งจะเป็นทางเลือกที่ควรใช้กับการวางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่เป้าหมาย การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของทุกสถานการณ์สามารถทำได้โดยเลือกไอคอน “เปรียบเทียบ” โปรแกรมจะแสดงผลสัมฤทธิ์ในรูปแบบกราฟแท่ง (รูปที่ 5.28) ซึ่งง่ายต่อการใช้ประกอบการตัดสินใจ



รูปที่ 5.28 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างวัตถุประสงค์ต่างๆตามวิธีการ IWGP สำหรับทุกสถานการณ์ ตามนโยบายให้ความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ถ้าผู้ใช้ต้องการค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์เองก็สามารถทำได้ โดยไอคอน “กำหนดเอง” โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างให้กำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ ก่อนที่จะคำนวณผลลัพธ์ให้ (รูปที่ 5.29)

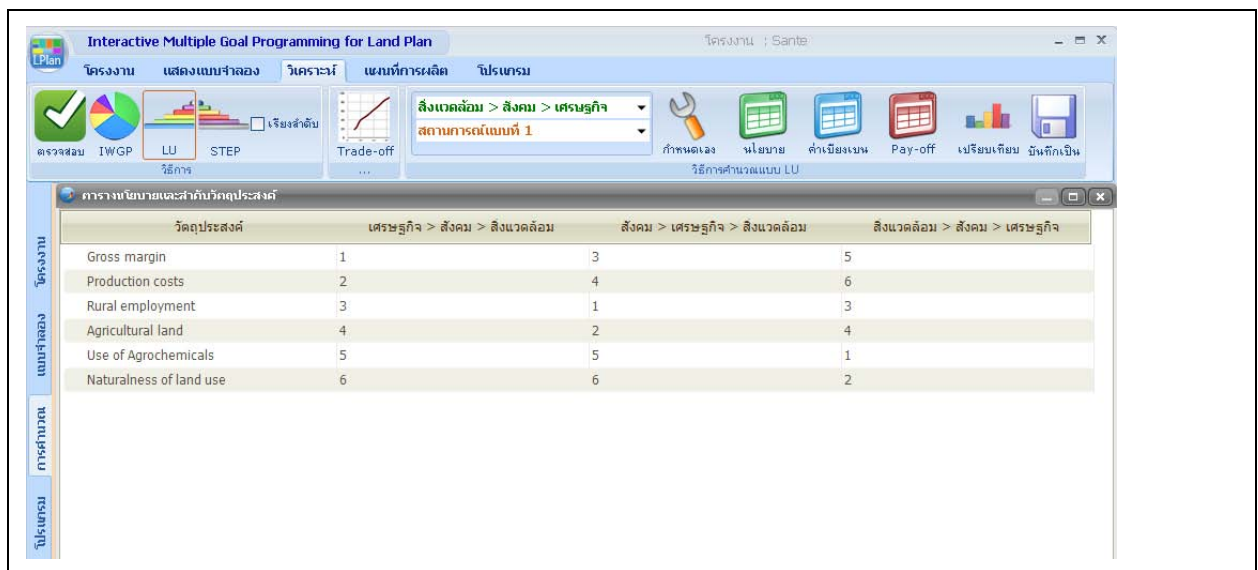
วัตถุประสงค์	คำอธิบาย	ค่าน้ำหนักความสำคัญ (%)
GM	Gross margin	22
PC	Production costs	18
RE	Rural employment	15
AL	Agricultural land	10
AC	Use of Agrochemicals	7
NLU	Naturalness of land use	3

รูปที่ 5.29 หน้าต่างแสดงการกำหนดค่าความสำคัญของวัตถุประสงค์ตามความต้องการของผู้ใช้เมื่อใช้วิธีการ IWGP

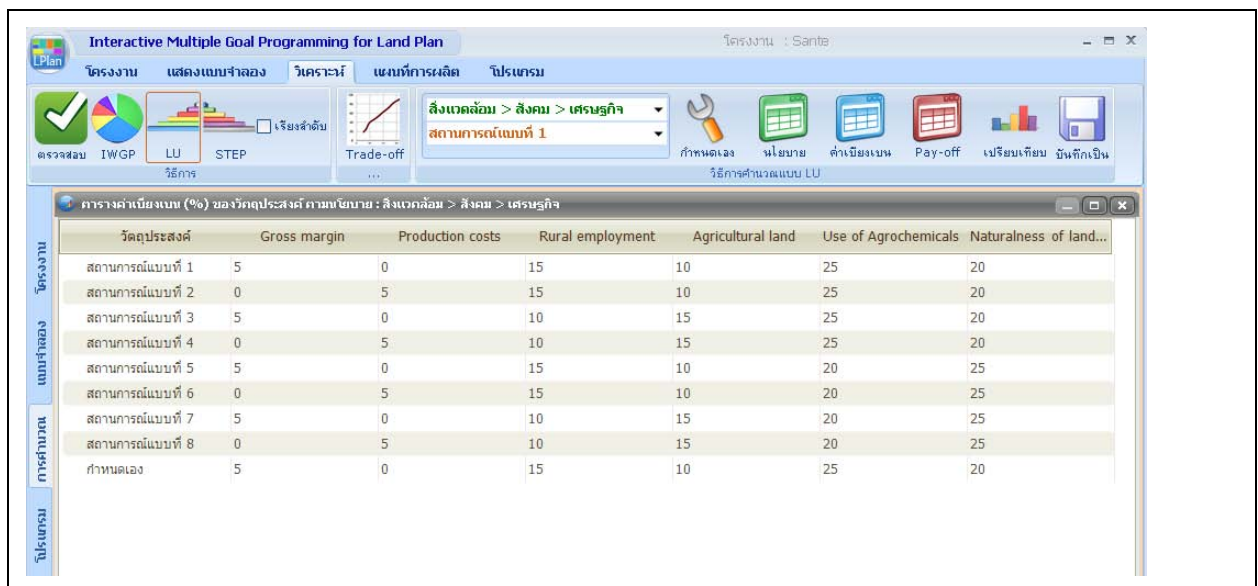
เมื่อเทียบผลที่ได้จากการใช้วิธีการ IWGP เพื่อหาค่าตัวแปรตัดสินใจ และผลสัมฤทธิ์โดยใช้ชุดข้อมูลในรายงานของ Santé and Crecente (2007) พบว่าได้ค่าตรงกัน เห็นได้จากการเปรียบเทียบกราฟแท่งแสดงการจัดสรรพื้นที่เพาะปลูกของการใช้ที่ดินประเภทต่างใน รูปที่ 5.23 กับ ภาคผนวก ค รูปที่ 3 และจากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์สำหรับสถานการณ์ทุกแบบดังแสดงในรูปที่ 5.28 เปรียบเทียบกับ ภาคผนวก ค รูปที่ 6 a

5.5.2 วิธีการของ Lu

ในวิธีการนี้ต้องการปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้มากกว่าวิธี IWGP เพราะต้องกำหนดลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์และค่าเบี่ยงเบนที่ยอมรับได้ เมื่อผู้ใช้เลือกวิธีการนี้ในโปรแกรม *IMG-Plan* ผู้ใช้ต้องกดปุ่มไอคอน “กำหนดนโยบาย” โปรแกรมจะแสดงลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ในแต่ละนโยบาย (รูปที่ 5.30) เมื่อกดปุ่มไอคอน “ค่าเบี่ยงเบน” โปรแกรมจะแสดงค่าเบี่ยงเบนสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ของโครงการที่มีอยู่ (รูปที่ 5.31) หากต้องการแก้ไข สามารถเปลี่ยนแปลงค่าเบี่ยงเบนของแต่ละวัตถุประสงค์และจัดเก็บเป็นไฟล์ใหม่เพื่อนำไปคำนวณหาผลลัพธ์ต่อไป

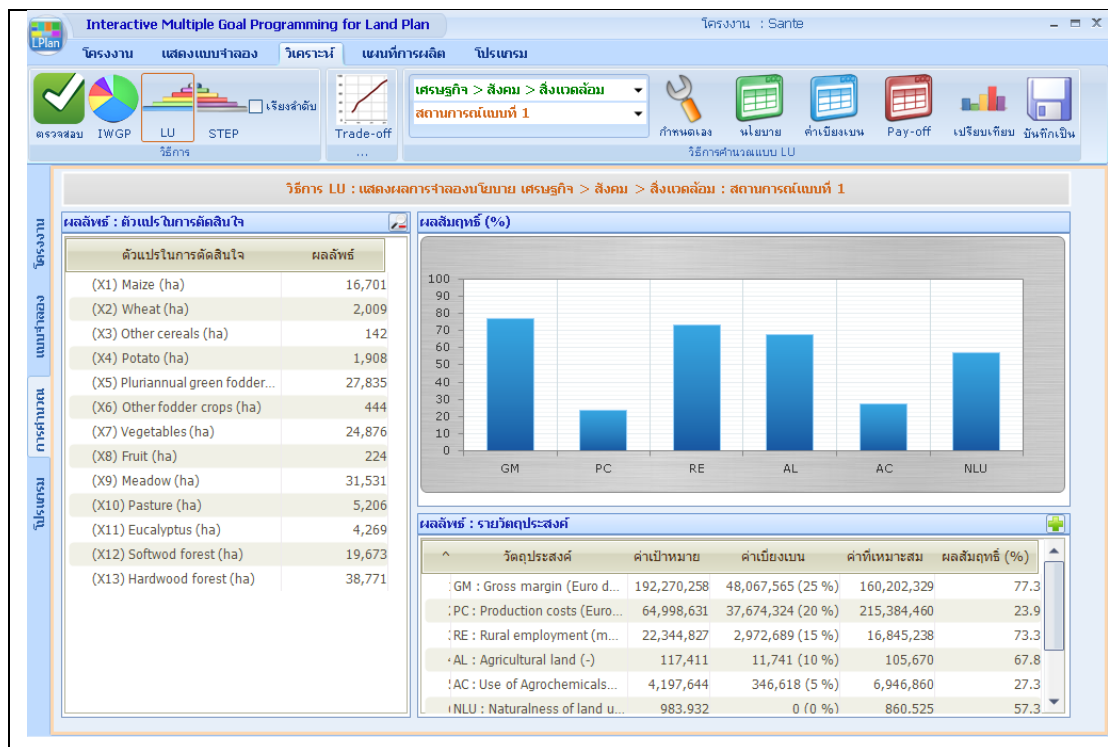


รูปที่ 5.30 หน้าต่างแสดงการกำหนดลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ในแต่ละสถานการณ์เชิงนโยบายในวิธีการของ Lu

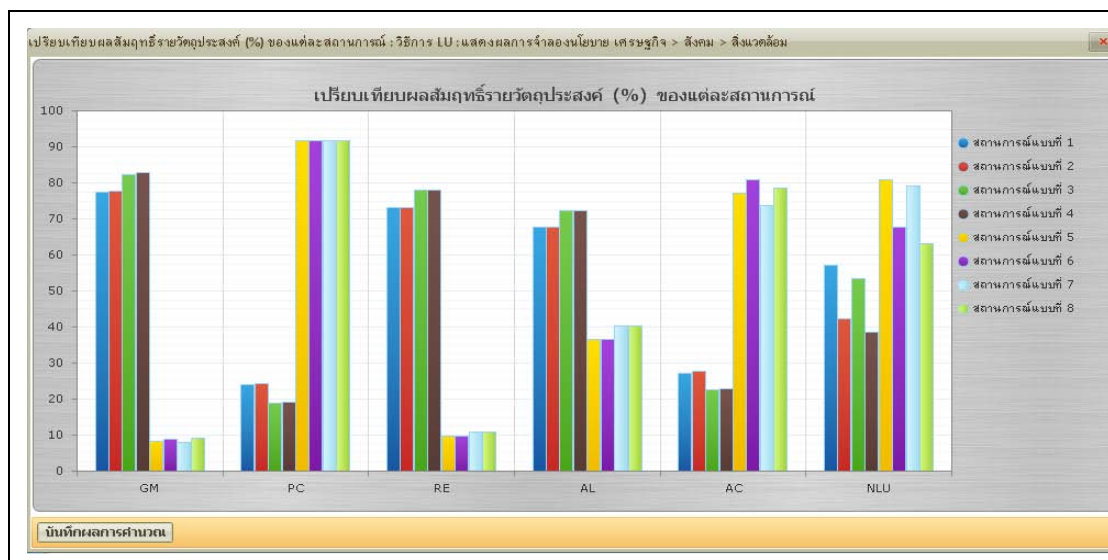


รูปที่ 5.31 หน้าต่างแสดงค่าเบี่ยงเบนที่ยอมรับได้จากเป้าหมายของแต่ละวัตถุประสงค์ในวิธีการของ Lu

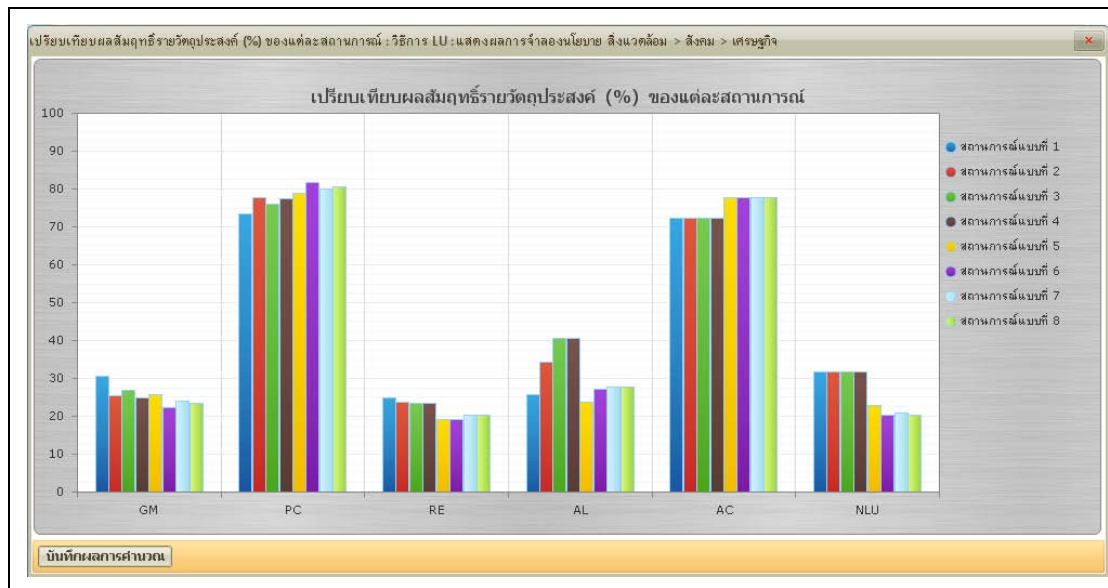
วิธีการของ Lu มีจุดเด่นที่ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์แต่ละตัว และนำค่านี้ไปใช้ในการกำหนดเป้าหมายของวัตถุประสงค์ที่ใช้เป็นข้อจำกัดตั้งรายละเอียดที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นวิธีการนี้จึงเป็นการขยายพื้นที่ของการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมให้แก่วัตถุประสงค์ที่มีความสำคัญรองลงมา โดยการผ่อนปรนเป้าหมายของวัตถุประสงค์ที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่า (Lu et al., 2004) ทั้งนี้เพื่อวัตถุประสงค์ที่มีลำดับความสำคัญรองลงมาจะได้โอกาสมีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นได้ ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการของ Lu สำหรับสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบายให้ความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม แสดงในรูปที่ 5.32 และผลสัมฤทธิ์ของทุกสถานการณ์สำหรับนโยบายเดียวกัน ปรากฏในรูปที่ 5.33 ส่วนรูปที่ 5.34 เป็นการเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์โดยวิธีการของ Lu สำหรับทุกสถานการณ์ ตามนโยบายให้ความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน สิ่งแวดล้อม > สังคม > เศรษฐกิจ



รูปที่ 5.32 ผลลัพธ์ที่เหมาะสมโดยวิธีการของ Lu สำหรับสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบายให้ความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม



รูปที่ 5.33 ผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์โดยวิธีการของ Lu สำหรับทุกสถานการณ์ ตามนโยบายให้ความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม



รูปที่ 5.34 ผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์โดยวิธีการของ Lu สำหรับทุกสถานการณ์ ตามนโยบายให้ความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน สิ่งแวดล้อม > สังคม > เศรษฐกิจ

เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรม IMGP และวิธีการของ Lu ไปเปรียบเทียบกับรายงานของ Santé and Crecente (2007) ในรูปของพื้นที่เพาะปลูกที่เหมาะสม (ตารางในรูปที่ 5.32 เทียบกับภาคผนวก ค. รูปที่ 4 และผลลัพธ์แสดงเป็นผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์ (รูปที่ 5.33 เทียบกับภาคผนวก ค. รูปที่ 6 c) จะเห็นว่าได้ผลตรงกัน ดังนั้นสรุปได้ว่าโปรแกรม IMGP ให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องตามวิธีการของ Lu

5.5.3 วิธีการของ STEP

วิธีการนี้คล้ายคลึงกับวิธีการของ Lu กล่าวคือมีการเรียงลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ในแต่ละ scenarios แต่แตกต่างกันในวิธีการที่ใช้ในการทำให้เป้าหมายมีความยืดหยุ่น วิธีการ STEP มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ผ่านค่าผ่อนปรนผลสัมฤทธิ์ (T) ของแต่ละวัตถุประสงค์ ซึ่งจะแสดงเป็นค่าร้อยละ หรือเป็นค่าจำนวนจริงที่ผู้ใช้คิดว่ายอมรับให้แตกต่างจากผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์ได้ ในการออกแบบโปรแกรม IMGP มีทางเลือก 2 ทางเพื่อกำหนดค่าผ่อนปรน กล่าวคือนักวิเคราะห์กำหนดค่าล่วงหน้าไว้ก่อนและให้ค่าผ่อนปรนเหล่านั้นเป็นช่วงในแต่ละวัตถุประสงค์ โดยให้ค่าผ่อนปรนสูงสุดสำหรับวัตถุประสงค์ที่ผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญน้อยสุด และไม่ให้มีค่าผ่อนปรนเลยสำหรับวัตถุประสงค์ที่ได้รับความสำคัญสูงสุดในแต่ละสถานการณ์ สำหรับชุดข้อมูลที่ใช้ทดสอบในแต่ละ scenarios จะมีสถานการณ์ที่มีค่าผ่อนปรนแตกต่างกัน 8 แบบ (รูปที่ 5.35) ทางเลือกที่สองคือให้ผู้ใช้กำหนดค่าผ่อนปรนเองสำหรับสถานการณ์แต่ละแบบ จนกว่าจะได้ผลสัมฤทธิ์เป็นที่พอใจของทุกฝ่ายที่ตัดสินใจร่วมกัน การคำนวณผลสัมฤทธิ์และผลลัพธ์ที่เหมาะสมโดยวิธีนี้เป็นไปตามสมการ (4.9), (4.10) และ (4.11) โดยมีขั้นตอนตามรูปที่ 5.20

ตารางค่าผ่อนปรน (%) ของวัตถุประสงค์ ตามนโยบาย : สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม						
วัตถุประสงค์	Gross margin	Production c...	Rural employ...	Agricultural I...	Use of Agro...	Naturalness...
สถานการณ์แบบ ...	10	15	0	5	20	25
สถานการณ์แบบ ...	10	15	0	5	25	20
สถานการณ์แบบ ...	15	10	0	5	20	25
สถานการณ์แบบ ...	15	10	0	5	25	20
สถานการณ์แบบ ...	10	15	5	0	20	25
สถานการณ์แบบ ...	10	15	5	0	25	20
สถานการณ์แบบ ...	15	10	5	0	20	25
สถานการณ์แบบ ...	15	10	5	0	25	20
กำหนดเอง	10	15	0	5	20	25

รูปที่ 5.35 ค่าผ่อนปรนจากผลสัมฤทธิ์ในแต่ละวัตถุประสงค์ ในวิธีการ STEP สำหรับนโยบาย สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม

คณะผู้วิจัยได้ทดสอบวิธีการ STEP โดยการใช้สถานการณ์เดียวกับที่ใช้ในรายงานของ (Santé-Riveira et al., 2008) ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ใช้นโยบายด้าน เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม โดยมีค่าผ่อนปรนของผลสัมฤทธิ์สำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ดังรูปที่ 5.35 ผลการจำลองผลลัพธ์ของสถานการณ์แบบที่ 1 โดยไม่มีการผ่อนปรนผลตอบแทนสุทธิรวม ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่มีน้ำหนักความเหมาะสมมากที่สุดของสถานการณ์นี้ ผลลัพธ์จากการจำลองด้วยโปรแกรม *IMGP-LPlan* เมื่อเทียบกับโปรแกรม *RULES* ที่ใช้ในการวางแผนจัดที่ดินตามวิธีการ *IMGP* ในรายงานของ Santé-Riveira et al., (2008) แสดงในตารางที่ 5.1 ในรูปแบบมูลค่าและผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์ที่ได้รับ และในตารางที่ 5.2 ซึ่งแสดงเป็นค่าตัวแปรการตัดสินใจในรูปของพื้นที่ของแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดิน จะเห็นว่าผลลัพธ์ของทั้งสองวิธีการสอดคล้องกัน จึงอาจสรุปได้ว่าขั้นตอนคำนวณและการจัดการฐานข้อมูลของวิธีการ STEP ในโปรแกรม *IMGP-LPlan* ถูกต้อง สามารถนำไปใช้งานกับแบบจำลองและฐานข้อมูลในจังหวัดลำพูนได้

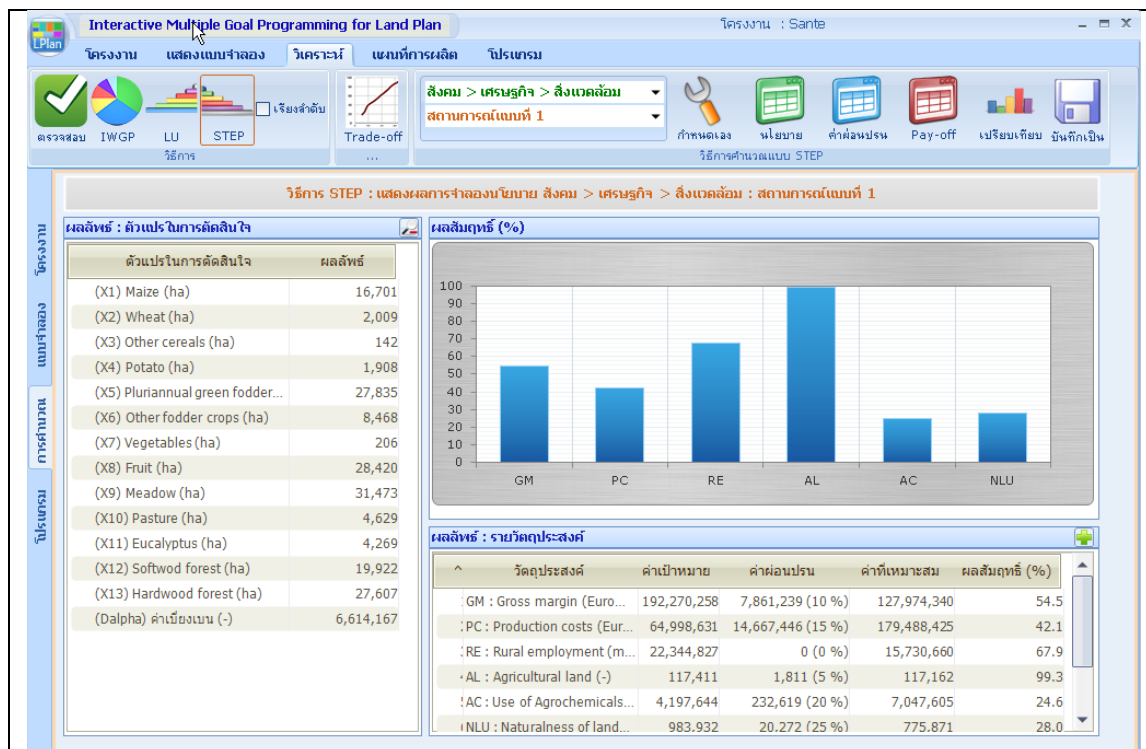
ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์ที่ได้จากการใช้วิธีการ STEP ในโปรแกรม *IMGP-LPlan* กับโปรแกรม *RULES* ตามนโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์	ผลลัพธ์จาก <i>IMGP-LPlan</i>		ผลลัพธ์จาก <i>RULES</i>	
	มูลค่า	ผลสัมฤทธิ์ (%)	มูลค่า	ผลสัมฤทธิ์ (%)
ผลตอบแทนสุทธิรวม (€)	118,588,693	48	118,588,684	48
ต้นทุนเงินสดรวมที่ใช้ในการผลิต (€)	164,820,150	49	164,820,144	49
การจ้างงานรวมในการผลิตทางเกษตร (ชั่วโมง)	14,084,654	60	14,084,654	60
การใช้ปุ๋ยเคมี (กก.)	115,093	94	115,092	94
การใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืช (จำนวนครั้งที่ใส่)	6,815,138	31	6,815,139	31
ความเป็นธรรมชาติ (ไม่มีหน่วย)	776,251	28	776,250	28

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ของพื้นที่เพาะปลูกที่ได้จากการใช้วิธีการ STEP ในโปรแกรม *IMGP-LPlan* กับโปรแกรม *RULES* ตามนโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ผลลัพธ์จาก <i>IMGP-LPlan</i> (เฮกตาร์)	ผลลัพธ์จาก <i>RULES</i> (เฮกตาร์)
Maize	16,701	16,701
Wheat	2,009	2,009
Other cereals	142	142
Potato	1,908	1,908
Perennial fodder	27,835	27,835
Other fodders	10,918	10,918
Vegetables	206	206
Fruit	23,901	23,901
Meadow	31,473	31,473
Pasture	4629	4629
Eucalyptus	4269	4,269
Softwoods	21,991	21,991
Hardwoods	27,607	27,607

นอกจากนี้ยังทดสอบเลือกนโยบายที่ใช้กำหนดแผนการใช้ที่ดิน และ เลือกสถานการณ์ที่ละแบบ ตัวอย่างเช่น รูปที่ 5.36 เป็นการเลือกสถานการณ์เชิงนโยบายในการวางแผนการใช้ที่ดิน ที่ให้ความสำคัญกับวัตถุประสงค์ด้าน สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม และคำนวณผลลัพธ์จากสถานการณ์แบบที่ 1 โปรแกรมจะเรียกดูลำดับความสำคัญและค่าผ่อนปรนของผลสัมฤทธิ์ในแต่ละวัตถุประสงค์ตามนโยบายและสถานการณ์ที่เลือกในฐานะข้อมูล จากนั้นจึงคำนวณผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสถานการณ์ดังกล่าวพร้อมแสดงผลสัมฤทธิ์บนจอภาพในรูปตารางและกราฟ หากผู้ใช้อย่างไรก็ตามยังไม่พอใจก็สามารถเลือกสถานการณ์แบบอื่นมาแสดงผลจนกว่าได้สถานการณ์แบบที่น่าพอใจทุกฝ่าย อีกทางเลือกหนึ่งคือ เรียกสถานการณ์แบบต่างๆขึ้นมาดูเพื่อเปรียบเทียบกัน แต่ต้องทำที่ละสถานการณ์เชิงนโยบาย (รูปที่ 5.37) เมื่อพอใจสถานการณ์แบบใดจึงกลับไปหน้าจอเลือกสถานการณ์นั้น แล้วเรียกแสดงรายละเอียดผลลัพธ์ทั้งในแง่พื้นที่เพาะปลูกของระบบพืชต่างๆ ค่าผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ รวมทั้งผลสัมฤทธิ์ของสถานการณ์ที่พอใจที่สุด รายละเอียดหน้าต่างแสดงผลจะเหมือนกับรูปที่ 5.36 แต่ตัวเลขแตกต่างกันเท่านั้น



รูปที่ 5.36 ผลลัพธ์ของการวางแผนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบายความสำคัญด้าน สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม



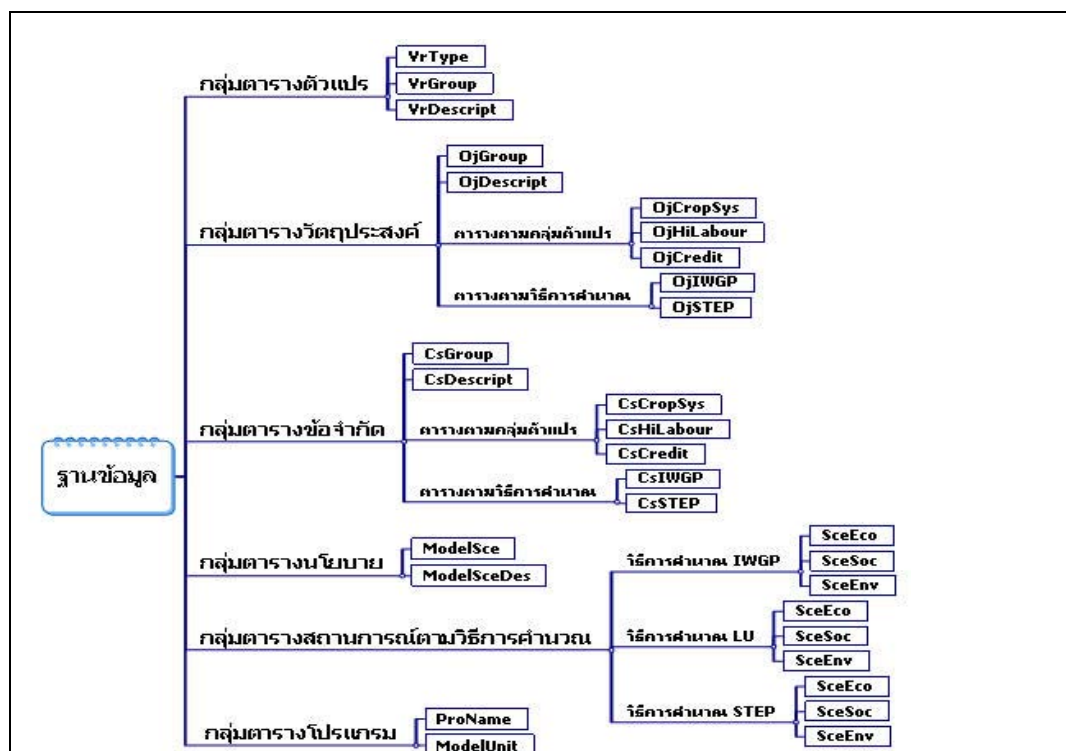
รูปที่ 5.37 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการวางแผนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทุกสถานการณ์ ตามนโยบายความสำคัญด้าน สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม

5.6 การจัดทำแบบจำลอง IMGP เพื่อการวางแผนการใช้ที่ดินในจังหวัดลำพูน

หลังจากที่ได้ทดสอบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม *IMGP-LPlan* แล้ว จึงได้นำโปรแกรมไปใช้วิเคราะห์การวางแผนการใช้ที่ดินโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม และแบบจำลองหลายเป้าหมายที่สร้างขึ้น

5.6.1 การจัดการฐานข้อมูล

เนื่องจากแบบจำลองต้องการชุดข้อมูลหลากหลาย เพื่อระบุตัวแปรตัดสินใจ วัตถุประสงค์ และข้อจำกัด ตลอดจนมีความจำเป็นต้องเก็บผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองที่มีชุดข้อมูลหลายประเภท ที่ต้องนำไปแสดงผลบนหน้าจอแสดงผล และนำไปวิเคราะห์มูลค่าการทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ (Trade-off analysis) ต่อไป



รูปที่ 5.38 โครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง IMGP สำหรับวางแผนการใช้ที่ดินจังหวัดลำพูน

ดังนั้นจึงได้จัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ในโปรแกรม *MS Access* ซึ่งเป็นรูปแบบของตารางข้อมูลที่สามารถต่อการนำเข้า แก้ไข เรียกใช้เพื่อการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น และจัดเก็บผลลัพธ์ที่ได้ ก่อนเรียกนำไปแสดงผลในรูปตารางและกราฟบนหน้าจอภาพ รูปที่ 5.38 แสดงโครงสร้างของฐานข้อมูลแต่ละประเภท ส่วนคำอธิบายฐานข้อมูลแสดงรายละเอียดใน ภาคผนวก ง ตารางที่ 1 ถึง ภาคผนวก ง ตารางที่ 36

5.6.2 การสร้างภาพสถานการณ์เชิงนโยบาย (Scenarios)

เพื่อให้ผู้ตัดสินใจเห็นผลลัพธ์ในการจัดการใช้ที่ดินในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ในโครงการ ได้กำหนดภาพสถานการณ์ที่เป็นไปได้ 3 รูปแบบคือ

เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม เป็นสถานการณ์ที่ผู้วางแผนการใช้ที่ดินให้ความสำคัญต่อวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจมากที่สุดรองลงมาเป็นด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมตามลำดับ ดังนั้นน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์จะเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อยดังนี้

- ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด
- ต้นทุนเงินสดรวมที่ใช้ในการผลิตต่ำสุด
- การใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตรกรรมรวมสูงสุด
- การจ้างงานรวมสูงสุดในการผลิตตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน
- ผลผลิตภาพน้ำชลประทานโดยรวมสูงสุด (Maximization of total irrigation water productivity (IWP) คณะนักวิจัยได้ปรับตัวประสงค์ข้อนี้จากเดิมคือการใช้น้ำชลประทานต่ำสุด เพราะประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชเป็นค่าที่ชี้วัดความเหมาะสมในการจัดแผนการใช้ที่ดินได้ดีกว่า ค่า IWP แสดงค่าเป็นผลตอบแทนสุทธิต่อลบ.เมตรของน้ำชลประทานที่ใช้ในการปลูกพืช
- การใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชต่ำสุด
- การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่ต่ำสุด
- การชะล้างพังทลายของดินต่ำสุด

สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม เป็นภาพเหตุการณ์เชิงนโยบายที่ให้ความสำคัญของผลลัพธ์ด้านสังคมมากที่สุด รองลงมาเป็นด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์จะเรียงกันดังนี้

การจ้างงานสูงสุด

- ใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตรกรรมรวมสูงสุด
- ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด
- ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด
- ผลผลิตภาพน้ำชลประทานโดยรวมสูงสุด
- ใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด
- ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณรวมที่ต่ำสุด
- การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด

สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ เป็นสถานการณ์ที่ให้ความสำคัญต่อบทบาทด้านสิ่งแวดล้อมสูงสุดและนโยบายด้านเศรษฐกิจต่ำสุด การเรียงลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์จึงเป็นดังต่อไปนี้

- ผลิตภาพน้ำชลประทานโดยรวมสูงสุด
- ใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด
- ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณรวมที่ต่ำสุด
- การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด
- การจ้างงานรวมสูงสุด
- ใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตรกรรมรวมสูงสุด
- ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด
- ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด

การเลือกสถานการณ์เชิงนโยบายสามารถทำได้หลังจากผู้ใช้เลือกวิธีการวิเคราะห์แบบจำลอง การเลือกสถานการณ์แต่ละแบบจะส่งผลต่อการนำค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ในวิธีการ IWGP ค่าเบี่ยงเบนจากเป้าหมายที่ยอมรับได้ในวิธีการ Lu และค่าผ่อนปรนของเป้าหมายในวิธีการ STEP สำหรับค่าที่ใช้ในการวางแผนการผลิตในจังหวัดลำพูนจะแสดงรายละเอียดในบทต่อไป

บทที่ 6

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองการจัดที่ดินทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์

6.1 การเตรียมข้อมูลสำหรับแบบจำลองแผนการผลิตจังหวัดลำพูน

เมื่อผลลัพธ์จากชุดข้อมูลทดสอบบ่งบอกว่าโปรแกรม *IMGP* มีการทำงานถูกต้อง จึงทดลองใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลที่จำเป็นสำหรับแบบจำลองหลายเป้าหมายในจังหวัดลำพูน เพื่อให้การจัดการข้อมูลมีประสิทธิภาพ คณะผู้วิจัยได้จัดทำแบบจำลองจังหวัดลำพูนในโปรแกรม Excel แล้วจัดเก็บเป็นไฟล์ .xml เพื่อแปลงเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เพื่อความสะดวกในการสร้างแบบจำลองสำหรับวิเคราะห์หาผลลัพธ์ในโปรแกรม *IMGP-LPlan* โครงสร้างของฐานข้อมูลนี้ประกอบด้วยตารางที่จัดตามหมวดหมู่เพื่อนำไปใช้ในแบบจำลอง (รูปที่ 6.1) เช่น ตารางจัดเก็บวัตถุประสงค์ ตัวแปรตัดสินใจ ข้อจำกัด ค่าสัมประสิทธิ์การผลิต ค่าน้ำหนักความสำคัญ ค่าเบี่ยงเบนจากเป้าหมาย และค่าผ่อนปรนที่ยอมรับได้ของแต่ละวัตถุประสงค์ ที่จะต้องใช้ในการคำนวณผลลัพธ์จากแบบจำลองตามวิธีการต่างๆ เป็นต้น รายละเอียดของตารางในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์แสดงไว้ในภาคผนวก ง ตารางที่ 1 ถึง ภาคผนวก ง ตารางที่ 36

เนื่องจากวิธีการ IWGP วิธีการของ Lu และวิธีการ STEP ต้องการค่าถ่วงน้ำหนัก (w) ค่าเบี่ยงเบน (d_j) และค่าผ่อนปรน (T) ตามลำดับ เพื่อคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมก่อนให้ผู้ตัดสินใจเลือก ดังนั้นจึงได้เตรียมชุดค่าดังกล่าวสำหรับแต่ละวิธีการ การกำหนดค่าเหล่านี้ได้จากการดัดแปลงค่าที่ใช้ในงานของ Santé and Crecente (2007) และ Lu et al. (2004) เพื่อให้เหมาะสมกับจำนวนและรายละเอียดของวัตถุประสงค์ในโครงการวิจัยนี้ ซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากงานของนักวิจัยดังกล่าว รายละเอียดของค่า w , d_j และ T แสดงในตารางที่ 6.1, 6.2, และ 6.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.1 คำนวณน้ำหนักความสำคัญ w (%) ของวัตถุประสงค์ ตามนโยบายวางแผนการผลิตและสถานการณ์แบบต่างๆ

ก.) นโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์	สถานการณ์แบบที่								ผู้กำหนด
	1	2	3	4	5	6	7	8	
ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด	25	25	25	25	20	20	20	20	48.6
ต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุด	20	20	20	20	25	25	25	25	16.2
การจ้างแรงงานรวมสูงสุด	14	14	11	11	14	14	11	11	3
การใช้พื้นที่เกษตรรวมสูงสุด	11	11	14	14	11	11	14	14	10.2
ผลิตภาพน้ำชลประทานรวมสูงสุด	8	5	8	5	8	5	8	5	2
การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด	5	8	5	8	5	8	5	8	10.4
การปล่อยไนโตรเจนรวมต่ำสุด	3	1	3	1	1	3	1	3	8.6
การสูญเสียดินรวมต่ำสุด	1	3	1	3	3	1	3	1	1.1

ข.) นโยบาย สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์	สถานการณ์แบบที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด	14	14	14	14	11	11	11	11
ต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุด	11	11	11	11	14	14	14	14
การจ้างแรงงานรวมสูงสุด	20	20	20	20	17	17	17	17
การใช้พื้นที่เกษตรรวมสูงสุด	17	17	17	17	20	20	20	20
ผลิตภาพน้ำชลประทานรวมสูงสุด	8	8	8	8	5	5	5	5
การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด	5	5	5	5	8	8	8	8
การปล่อยไนโตรเจนรวมต่ำสุด	3	1	3	1	3	1	3	1
การสูญเสียดินรวมต่ำสุด	1	3	1	3	1	3	1	3

ค.) นโยบาย สิ่งแวดล้อม > สังคม > เศรษฐกิจ

วัตถุประสงค์	สถานการณ์แบบที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด	3	1	3	1	3	1	3	1
ต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุด	1	3	1	3	1	3	1	3
การจ้างแรงงานรวมสูงสุด	8	8	8	8	5	5	5	5
การใช้พื้นที่เกษตรรวมสูงสุด	5	5	5	5	8	8	8	8
ผลิตภาพน้ำชลประทานรวมสูงสุด	20	20	20	20	17	17	17	17
การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด	17	17	17	17	20	20	20	20
การปล่อยไนโตรเจนรวมต่ำสุด	14	14	14	14	11	11	11	11
การสูญเสียดินรวมต่ำสุด	11	11	11	11	14	14	14	14

ตารางที่ 6.2 ค่าเบี่ยงเบน, d_j (%) ของแต่ละวัตถุประสงค์ ตามนโยบายวางแผนการผลิตและสถานการณ์แบบต่างๆ

ก.) นโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์	สถานการณ์แบบที่								ผู้กำหนด
	1	2	3	4	5	6	7	8	
ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด	25	20	25	20	25	20	25	20	25
ต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุด	20	25	20	25	20	25	20	25	20
การจ้างแรงงานรวมสูงสุด	14	14	11	11	14	14	11	11	2
การใช้พื้นที่เกษตรรวมสูงสุด	11	11	14	14	11	11	14	14	11
ผลิตภาพน้ำชลประทานรวมสูงสุด	8	8	5	5	8	8	5	5	14
การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด	5	5	8	8	5	5	8	8	8
การปล่อยไนโตรเจนรวมต่ำสุด	2	2	2	2	0	0	0	0	5
การสูญเสียดิน	0	0	0	0	2	2	2	2	0

ข.) นโยบาย สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์	สถานการณ์แบบที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด	14	14	11	11	14	14	11	11
ต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุด	11	11	14	14	11	11	14	14
การจ้างแรงงานรวมสูงสุด	25	20	25	20	25	20	25	20
การใช้พื้นที่เกษตรรวมสูงสุด	20	25	20	25	20	25	20	25
ผลิตภาพน้ำชลประทานรวมสูงสุด	8	8	5	5	8	8	5	5
การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด	5	5	8	8	5	5	8	8
การปล่อยไนโตรเจนรวมต่ำสุด	2	2	2	2	0	0	0	0
การสูญเสียดิน	0	0	0	0	2	2	2	2

ค.) นโยบาย สิ่งแวดล้อม > สังคม > เศรษฐกิจ

วัตถุประสงค์	สถานการณ์แบบที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด	0	0	0	0	2	2	2	2
ต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุด	2	2	2	2	0	0	0	0
การจ้างแรงงานรวมสูงสุด	8	8	5	5	8	8	5	5
การใช้พื้นที่เกษตรรวมสูงสุด	5	5	8	8	5	5	8	8
ผลิตภาพน้ำชลประทานรวมสูงสุด	25	20	20	25	25	20	20	25
การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด	20	25	25	20	20	25	25	20
การปล่อยไนโตรเจนรวมต่ำสุด	14	14	11	11	14	14	11	11
การสูญเสียดิน	11	11	14	14	11	11	14	14

ตารางที่ 6.3 ค่าผ่อนปรน T (%) ของแต่ละวัตถุประสงค์ ตามนโยบายวางแผนการผลิตและสถานการณ์แบบต่างๆ

ก.) นโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์	สถานการณ์แบบที่								ผู้กำหนด
	1	2	3	4	5	6	7	8	
ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด	0	0	0	0	2	2	2	2	0
ต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุด	2	2	2	2	0	0	0	0	2
การจ้างแรงงานรวมสูงสุด	8	8	8	8	8	8	5	5	20
การใช้พื้นที่เกษตรรวมสูงสุด	5	5	5	5	5	5	8	8	8
ผลิตภาพน้ำชลประทานรวมสูงสุด	11	11	14	14	11	11	14	14	5
การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด	14	14	11	11	14	14	11	11	11
การใช้จ่ายในโตรเจนรวมต่ำสุด	20	25	20	20	20	25	20	25	14
การสูญเสียดิน	25	20	25	17	25	20	25	20	25

ข.) นโยบาย สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์	สถานการณ์แบบที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด	5	5	8	8	5	5	8	8
ต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุด	8	8	5	5	8	8	5	5
การจ้างแรงงานรวมสูงสุด	2	2	2	2	0	0	0	0
การใช้พื้นที่เกษตรรวมสูงสุด	0	0	0	0	2	2	2	2
ผลิตภาพน้ำชลประทานรวมสูงสุด	11	11	14	14	11	11	14	14
การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด	14	14	11	11	14	14	11	11
การใช้จ่ายในโตรเจนรวมต่ำสุด	20	25	20	25	20	25	20	25
การสูญเสียดิน	25	20	25	20	25	20	25	20

ค.) นโยบาย สิ่งแวดล้อม > สังคม > เศรษฐกิจ

วัตถุประสงค์	สถานการณ์แบบที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด	20	25	20	25	20	25	20	25
ต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุด	25	20	25	20	25	20	25	20
การจ้างแรงงานรวมสูงสุด	14	14	11	11	14	14	11	11
การใช้พื้นที่เกษตรรวมสูงสุด	11	11	14	14	11	11	14	14
ผลิตภาพน้ำชลประทานรวมสูงสุด	0	0	0	0	2	2	2	2
การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด	2	2	2	2	0	0	0	0
การใช้จ่ายในโตรเจนรวมต่ำสุด	5	5	8	8	5	5	8	8
การสูญเสียดิน	8	8	5	5	8	8	5	5

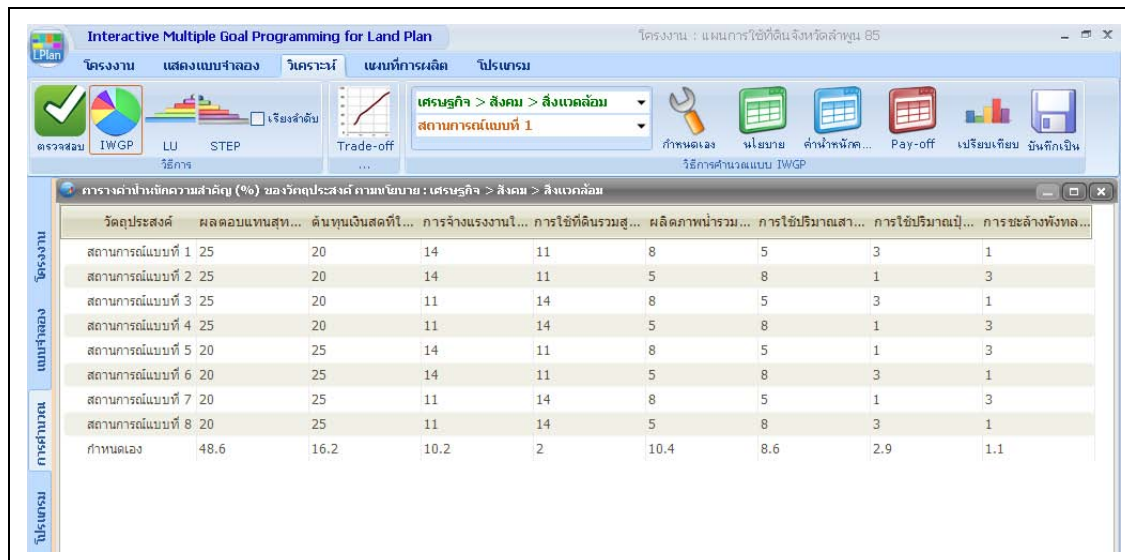
6.2 ผลลัพธ์จากวิธีการ IWGP

การหาแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสมโดยวิธีการ IWGP ดำเนินการที่ละนโยบายซึ่งแต่ละนโยบายมีสถานการณ์ 8 แบบสร้างไว้ล่วงหน้าโดยใช้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ดังแสดงในตาราง 6.1 การคำนวณใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์และข้อจำกัดดังที่อธิบายรายละเอียดแล้วในบทที่ 4 ในทางปฏิบัติผู้ใช้เปิดโครงการ "แผนการใช้ที่ดินจังหวัดลำพูน" ที่สร้างไว้แล้วในโปรแกรม *IMGP-LPlan* เปิดเมนูเลือกวิธีการ IWGP โปรแกรมจะแสดงวัตถุประสงค์ของแบบจำลองที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล (รูปที่ 6.1) หลังจากตรวจสอบค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละสถานการณ์และนโยบาย (รูปที่ 6.2) แล้ว ผู้ใช้อาจเลือกนโยบายและสถานการณ์ใดๆ เพื่อคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดของสถานการณ์นั้น ค่าน้ำหนักความสำคัญของสถานการณ์ "ผู้กำหนดเอง" ได้จากการประชุมผู้มีส่วนร่วมในกาวางแผนการใช้ที่ดินระดับจังหวัดในระยะแรกของการดำเนินงานในโครงการวิจัยนี้

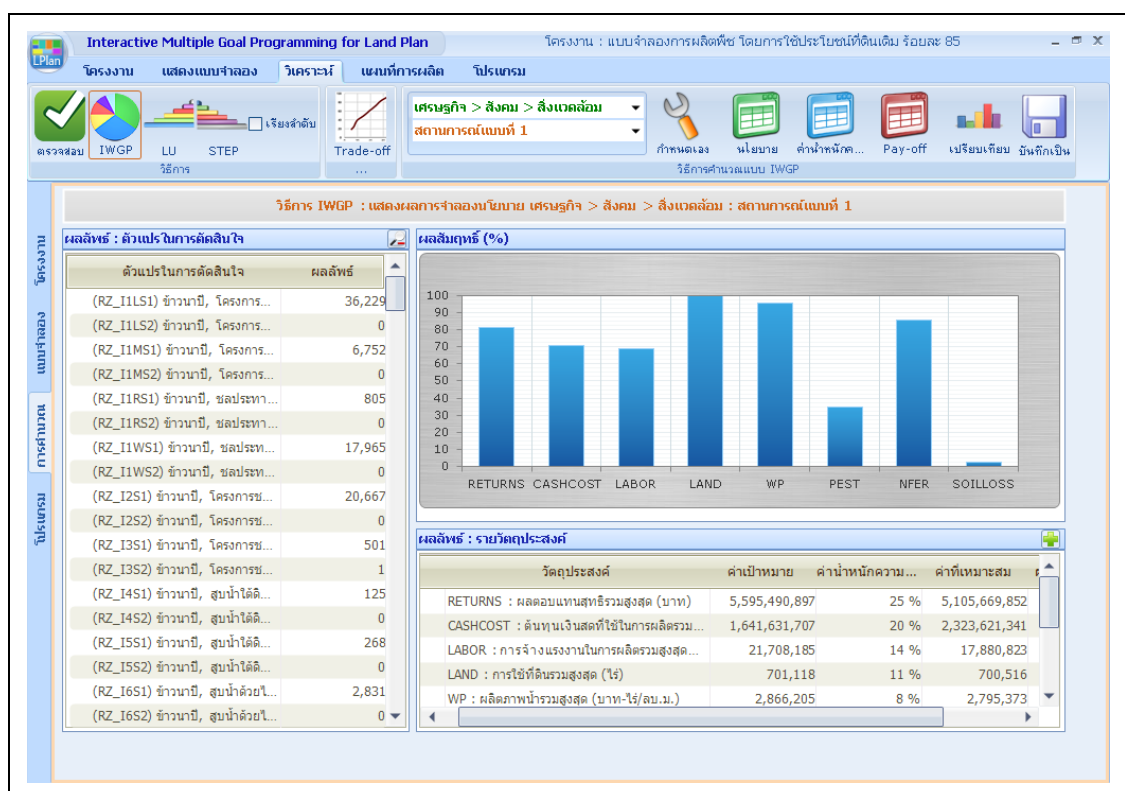
รูปที่ 6.3 แสดงผลลัพธ์จากการเลือกสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ของค่าตัวแปรตัดสินใจ (เนื้อที่เพาะปลูกของแต่ละระบบพืช) ได้ 2 รูปแบบคือแยกตามหน่วยทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) ดังในรูป 6.3 หรือ สรุปตามระบบพืช (รูปที่ 6.4) สำหรับค่าที่เหมาะสมของแต่ละวัตถุประสงค์แสดงเป็นตารางด้านล่างของรูป และผลสัมฤทธิ์แสดงทั้งในตารางซึ่งสามารถขยายให้กว้างเต็มหน้าจอและแสดงเป็นกราฟด้านบนของหน้าต่างแสดงผล

Interactive Multiple Goal Programming for Land Plan				
โครงการ : แผนการใช้ที่ดินจังหวัดลำพูน 85				
โครงการ แสดงแบบจำลอง วิเคราะห์ แผนการผลิต โปรแกรม				
วัตถุประสงค์ ข้อจำกัด ตัวแปรในการตัดสินใจ สัมประสิทธิ์ เพิ่ม แก้ไข ลบ อ่านฐานข้อมูลใหม่ ปรับแก้แบบจำลอง				
แสดงแบบจำลอง				
ลำดับ	วัตถุประสงค์	คำอธิบาย	หน่วย	เครื่องหมาย
1	RETURNS	ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด	บาท	MAX
2	CASHCOST	ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด	บาท	MIN
3	LAND	การใช้ที่ดินรวมสูงสุด	ไร่	MAX
4	LABOUR	การจ้างแรงงานในการผลิตรวมสูงสุด	คน-วัน	MAX
5	SOILLOSS	การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด	ตัน/ปี	MIN
6	PEST	การใช้ปริมาณสารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด	กิโลกรัม	MIN
7	NFER	การใช้ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนรวมต่ำสุด	กิโลกรัม	MIN
8	WP	ผลผลิตภาพน้ำรวมสูงสุด	บาท-ไร่/ลบ.ม.	MAX

รูปที่ 6.1 วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง IWGP เพื่อวางแผนการจัดที่ดินเพื่อการเกษตรจังหวัดลำพูน

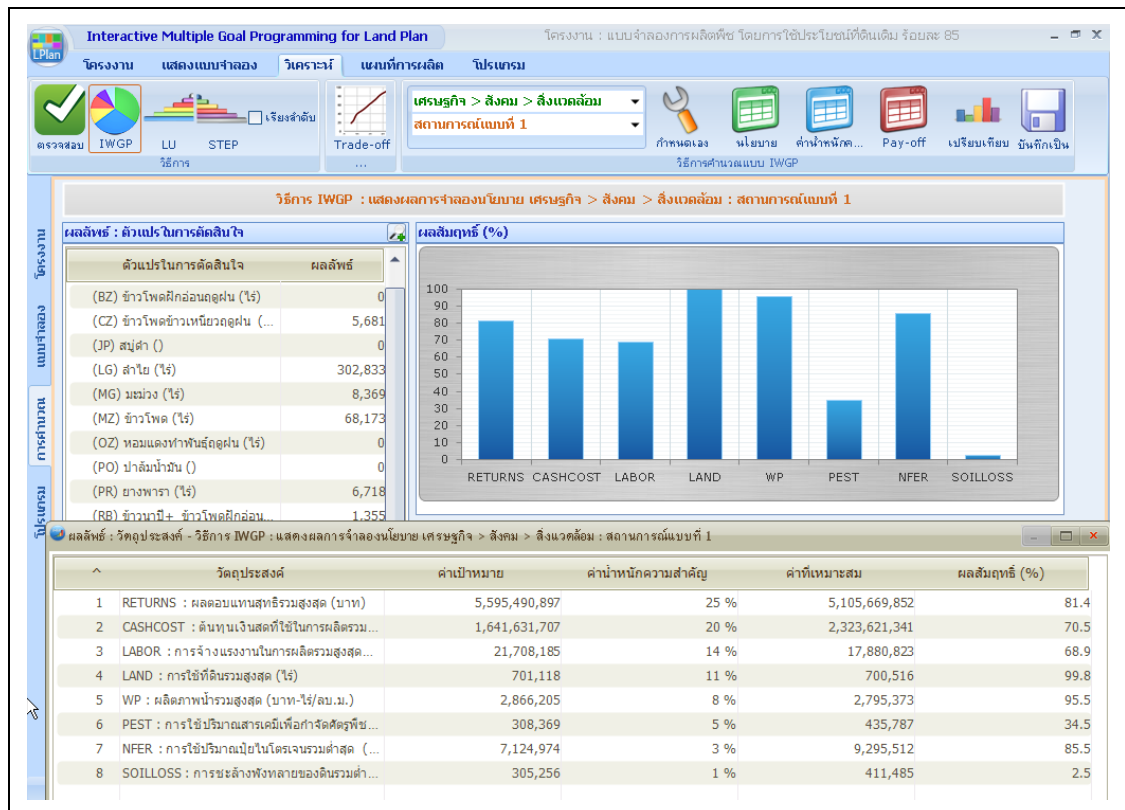


รูปที่ 6.2 ค่าน้ำหนักของสถานการณ์แบบต่างๆตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ในวิธีการ IWGP



รูปที่ 6.3 ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดตามวิธีการ IWGP จากการเลือกสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย

เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม



รูปที่ 6.4 ผลลัพธ์แสดงเนื้อหาที่เพาะปลูกรายระบบพืชและตารางขยายค่าที่เหมาะสมและผลสัมฤทธิ์ราย

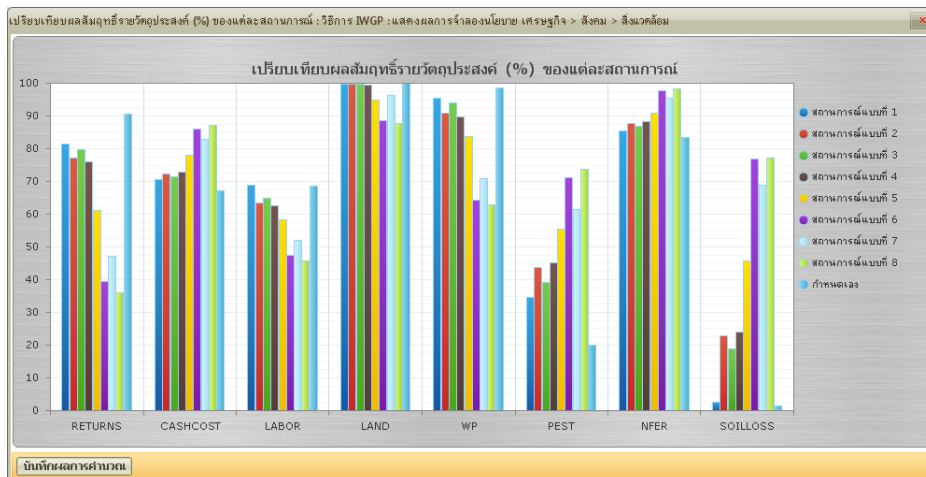
วัตถุประสงค์

ผลสัมฤทธิ์จากวิธีการ IWGP ตามนโยบายการผลิตที่แตกต่างกันได้แก่ เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม นโยบายสังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ แต่ละนโยบายประกอบด้วยสถานการณ์จำลอง 8 แบบ ที่แตกต่างกันตามค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ (รูป 6.2) หน่วยของผลสัมฤทธิ์เป็นร้อยละโดยคำนวณจากตาราง Payoff สำหรับระบบการผลิตในจังหวัดลำพูน (รูปที่ 6.5)

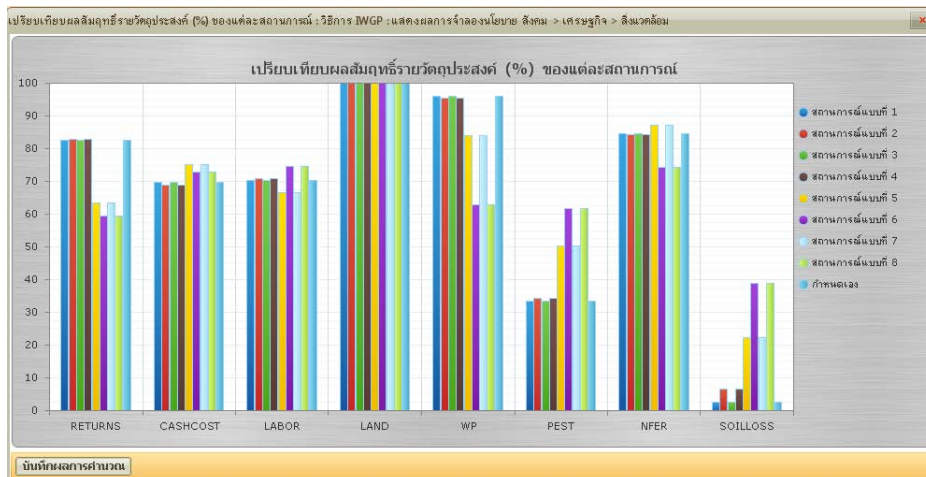
วัตถุประสงค์	ผลตอบแทน...	ต้นทุนเงินสด...	การใช้ที่ดินร...	การจ้างแรง...	การชะล้าง...	การใช้ปริมาณ...	การใช้ปริมาณ...	ผลผลิตภาพน้ำ...
ผลตอบแทน...	5,595,490,897	3,248,823,767	701,118	19,524,481	414,198	479,242	14,244,289	2,559,266
ต้นทุนเงินสด...	2,957,613,096	1,641,631,707	429,723	9,421,134	305,256	308,369	7,124,974	1,296,986
การใช้ที่ดินร...	4,243,484,051	3,249,020,149	701,118	15,951,631	387,132	502,907	8,107,994	2,451,625
การจ้างแรง...	5,141,372,640	3,953,430,699	701,106	21,708,185	402,644	501,358	22,133,018	2,271,958
การชะล้าง...	3,580,731,511	3,251,861,331	485,967	11,165,090	305,256	387,094	9,206,171	1,469,532
การใช้ปริมาณ...	2,957,613,096	3,251,861,331	429,723	9,421,134	305,256	308,369	7,124,974	1,296,986
การใช้ปริมาณ...	2,957,613,096	3,251,861,331	429,723	9,421,134	305,256	308,369	7,124,974	1,296,986
ผลผลิตภาพน้ำ...	5,439,197,151	3,248,823,767	701,106	18,133,249	414,035	472,169	9,842,188	2,866,205
MAX	5,595,490,897	3,953,430,699	701,118	21,708,185	414,198	502,907	22,133,018	2,866,205
MIN	2,957,613,096	1,641,631,707	429,723	9,421,134	305,256	308,369	7,124,974	1,296,986
Weight	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

รูปที่ 6.5 ตาราง Pay-off ของแบบจำลอง IWGPในการวางแผนการเกษตรในจังหวัดลำพูน

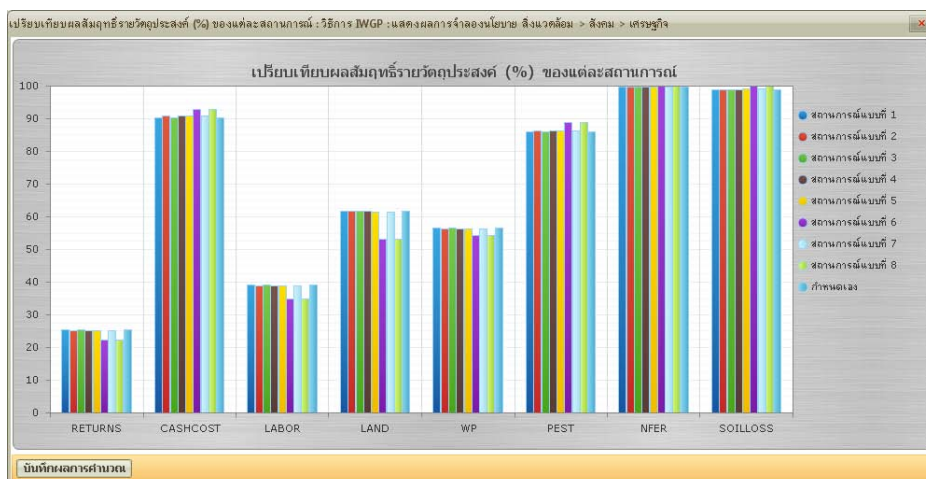
(ก)



(ข)



(ค)



รูปที่ 6.6 ผลสัมฤทธิ์จากการใช้วิธีการ IWGP ในจังหวัดลำพูน ตามนโยบาย (ก) เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (ข) สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ (ค) สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ

เมื่อนำผลสัมฤทธิ์ทั้งหมดมาเปรียบเทียบกัน โดยแสดงเป็นกราฟ (รูปที่ 6.6) พบว่าวิธีการ IWGP ให้ผลสัมฤทธิ์สำหรับสถานการณ์ที่ 5, 6, 7, และ 8 ที่แตกต่างจากสถานการณ์ 1-4 อย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาวัตถุประสงค์

ย่อยในนโยบายเศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (รูปที่ 6.6 ก) และ สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม (รูปที่ 6.6 ข) แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ของแบบจำลองที่วิเคราะห์โดยวิธี IWGP มีความอ่อนไหวมากต่อค่าถ่วงน้ำหนักของวัตถุประสงค์ย่อยด้านเศรษฐกิจสำหรับสร้างสถานการณ์จำลองแบบต่างๆ (ตารางที่ 6.1) ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นในทิศทางเดียวกันกับนโยบายที่เน้นด้าน สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม (รูปที่ 6.6 ข) แต่อัตราผลสัมฤทธิ์ของสถานการณ์ทั้ง 8 แบบในนโยบายด้าน สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ (รูปที่ 6.6 ค) มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักของวัตถุประสงค์น้อยกว่าในสถานการณ์ของสองนโยบายข้างต้น สำหรับสถานการณ์ที่ผู้ใช้กำหนดเองซึ่งให้ความสำคัญต่อผลตอบแทนสุทธิสูงผลสัมฤทธิ์ในด้านนี้และด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าสถานการณ์อื่น

เมื่อพิจารณาการตอบสนองของแบบจำลอง IWGP ต่อการให้น้ำหนักความสำคัญของกลุ่มวัตถุประสงค์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์เปลี่ยนแปลงไปตามค่าน้ำหนักความสำคัญที่โปรแกรมกำหนดไว้ให้กับผู้ใช้ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนได้แก่นโยบายด้าน สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ เนื่องจากกำหนดให้น้ำหนักความสำคัญด้านสิ่งแวดล้อมมาก แผนการผลิตจึงเน้นการใช้น้ำมีประสิทธิภาพสูง ใช้สารเคมีต่ำสุด ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่ำสุด และมีการชะล้างพังทลายต่ำสุด ผลลัพธ์ที่ตามมาคือมีการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรร้อยละ 40 หรือต่ำกว่าที่กำหนดเป็นเป้าหมาย (รูปที่ 6.6 ค) ทำให้มีการใช้แรงงานต่ำกว่าร้อยละ 30 ของเป้าหมาย และผลตอบแทนสุทธิต่ำกว่าร้อยละ 20 ของเป้าหมาย

6.3 ผลลัพธ์จากวิธีการ Lu

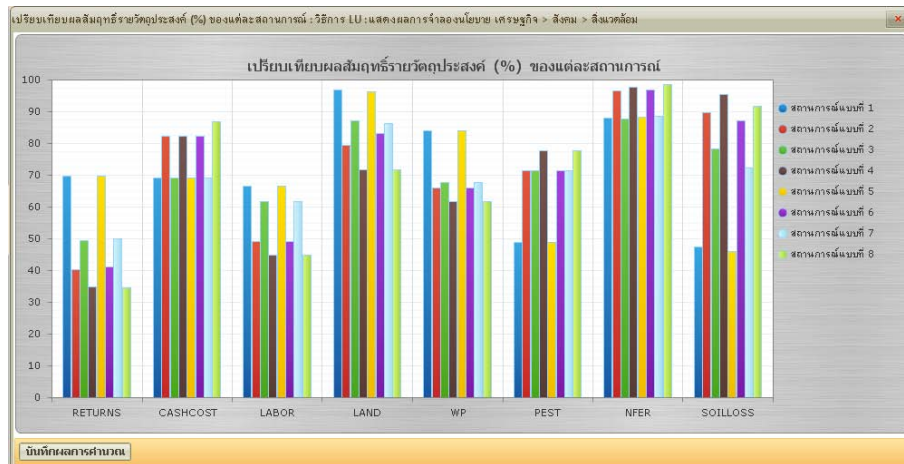
วิธีการของ Lu คำนวณข้ออ่อนไหวต่อค่าเบี่ยงเบน (Deviation) จากเป้าหมายที่ใช้เป็นตัวกำหนดสถานการณ์แบบต่างๆ โดยเฉพาะสถานการณ์ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (รูปที่ 6.7 ก) ในขณะที่ผลลัพธ์จากแบบจำลองที่วิเคราะห์โดยวิธีการ Lu แสดงให้เห็นว่าสถานการณ์แบบต่างๆตามนโยบายที่เน้นด้าน สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม ให้ผลสัมฤทธิ์ที่ค่อนข้างมีความสมดุลกันเมื่อเทียบกับผลลัพธ์จากอีก 2 นโยบาย (รูปที่ 6.7 ข และ 6.7 ค) สถานการณ์ที่เน้นวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมมากกว่าด้านอื่นให้ผลสัมฤทธิ์สูงสำหรับวัตถุประสงค์การใช้สารเคมี ปุ๋ยไนโตรเจน การชะล้างพังทลายของดิน และต้นทุนการผลิต ในขณะที่ผลสัมฤทธิ์ด้านผลตอบแทนสุทธิ และการใช้แรงงานมีค่าค่อนข้างต่ำ ทำให้ผลิตภาพการใช้น้ำชลประทานต่ำไปด้วย

6.4 ผลลัพธ์จากวิธีการ STEP

วิธีการ STEP ตอบสนองต่อการให้ค่าผ่อนปรนแก่วัตถุประสงค์ได้ดี นอกจากนี้ยังให้ผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์สอดคล้องกับค่าผ่อนปรนที่ให้แก่วัตถุประสงค์ในแต่ละนโยบาย กล่าวคือ ในนโยบายที่เน้นความสำคัญด้านเศรษฐกิจมากกว่าด้านอื่น ผลสัมฤทธิ์ด้านผลตอบแทนสุทธิรวมอยู่ระหว่างร้อยละ 64-74 และต้นทุนการผลิตที่เป็นเงินสดสูงกว่าร้อยละ 70 ในทุกสถานการณ์ (รูปที่ 6.8 ก) ส่วนผลลัพธ์จากสถานการณ์ตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม (รูปที่ 6.8 ข) ให้ผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ด้านการจ้างแรงงาน และการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรสูงกว่าสถานการณ์ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (รูปที่ 6.8 ก) และนโยบายด้าน สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ (รูปที่ 6.8 ค) ในทำนองเดียวกันถ้าเปรียบเทียบผลลัพธ์จากสถานการณ์ตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม> เศรษฐกิจ (รูปที่ 6.8 ค) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ด้านผลิตภาพของน้ำชลประทาน การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช การใช้ปุ๋ย N และ

การชะล้างพังทลาย มีค่าสูงกว่าวัตถุประสงค์เดียวกันในนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ลักษณะของกราฟผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการใช้วิธีการ STEP ในแต่ละสถานการณ์ไม่แตกต่างกันมาก ทำให้ง่าย

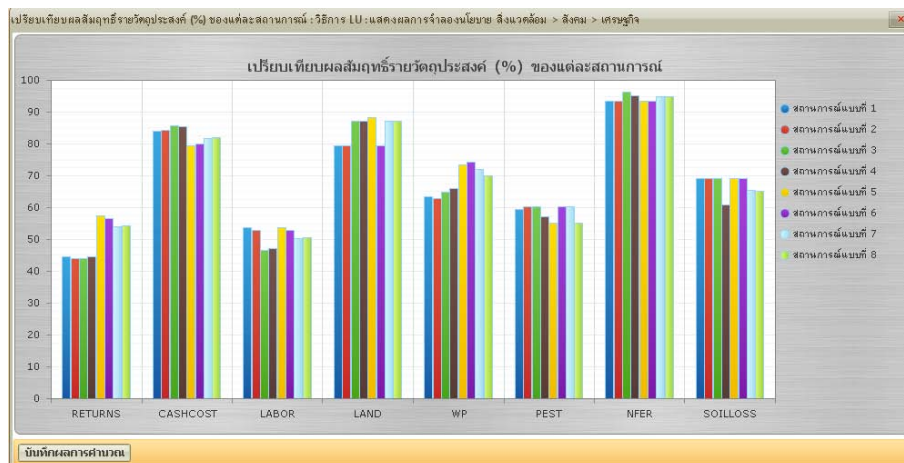
(ก)



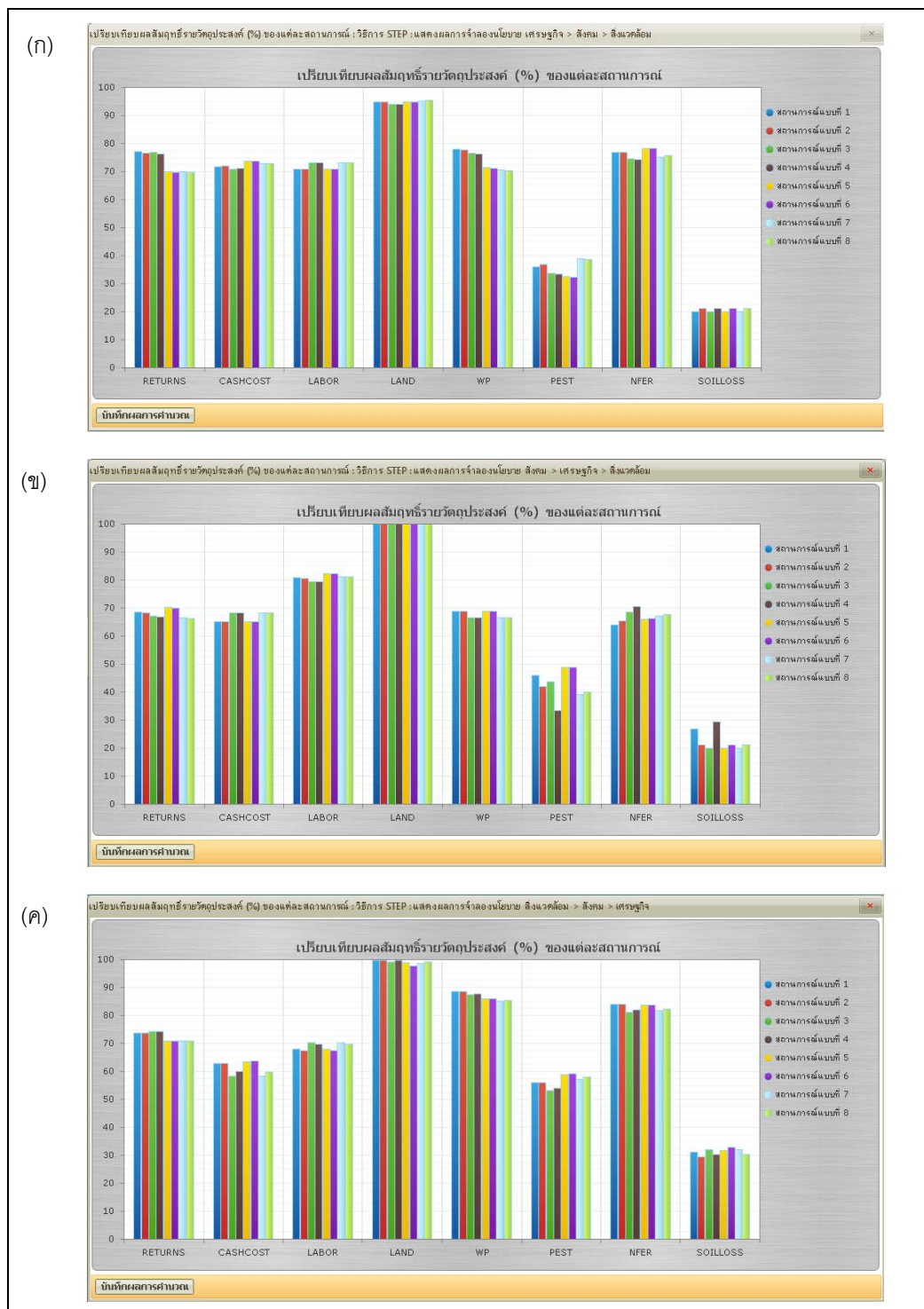
(ข)



(ค)



รูปที่ 6.7 ผลสัมฤทธิ์จากการใช้วิธีการ Lu ในจังหวัดลำพูน ตามนโยบาย (ก) เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (ข) สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ (ค) สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ



รูปที่ 6.8 ผลสัมฤทธิ์จากการใช้วิธีการ STEP ในจังหวัดลำพูน ตามนโยบาย (ก) เศรษฐกิจ>สังคม> สิ่งแวดล้อม (ข) สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ (ค) สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ

ต่อผู้ตัดสินใจในการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการจำลองแผนการใช้ที่ดิน และสามารถเลือกสถานการณ์ที่พึงพอใจมากที่สุด จากนั้นสามารถกลับไปเลือกนโยบายและสถานการณ์นั้นเพื่อคำนวณผลลัพธ์เฉพาะสถานการณ์นั้น โปรแกรม *IMGP-LPlan* จะแสดงผลลัพธ์ตัวแปรตัดสินใจ ผลลัพธ์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ และผลสัมฤทธิ์ ผู้ใช้สามารถจัดเก็บรายละเอียดของผลลัพธ์เป็นไฟล์ Excel หรือ XML เพื่อนำไปวิเคราะห์รายละเอียดการใช้ทรัพยากรของสถานการณ์ที่เลือก

ไว้ต่อไป ในกรณีแผนการผลิตสถานการณ์แบบที่ 1 (รูปที่ 6.3) ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ข้อมูลในไฟล์ xml จะมีรายละเอียดของผลลัพธ์ที่เป็นวัตถุประสงค์ (รูปที่ 6.9) และตัวแปรตัดสินใจ (รูปที่ 6.10)

1	เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม					
2	ชื่อวัตถุประสงค์	คำอธิบาย	ค่าเป้าหมาย	ค่าผ่อนปรน (%)	ค่าที่เหมาะสม	ผลสัมฤทธิ์ (%)
3	RETURNS	ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด (บาท)	5595490897	0	4989985462	7
4	CASHCOST	ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด (บาท)	1641631707	2	2294080063	7
5	LABOR	การจ้างแรงงานในการผลิตรวมสูงสุด (คน-วัน)	21708185	8	18113728	7
6	LAND	การใช้ที่ดินรวมสูงสุด (ไร่)	701118	5	687549	9
7	WP	ผลิตภาพน้ำรวมสูงสุด (บาท-ไร่/อบ.ม.)	2866205	11	2519686	7
8	PEST	การใช้ปริมาณสารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด (กิโลกรัม)	308369	14	432954	3
9	NFER	การใช้ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนรวมต่ำสุด (กิโลกรัม)	7124974	20	10596088	7
10	SOILLOSS	การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด (ตัน/ปี)	305256	25	392490	2

รูปที่ 6.9 ผลลัพธ์ค่าวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมจากการการวิเคราะห์แบบจำลองตามวิธีการ STEP ที่จัดเก็บในไฟล์ xml และเปิดแสดงผลใน Excel

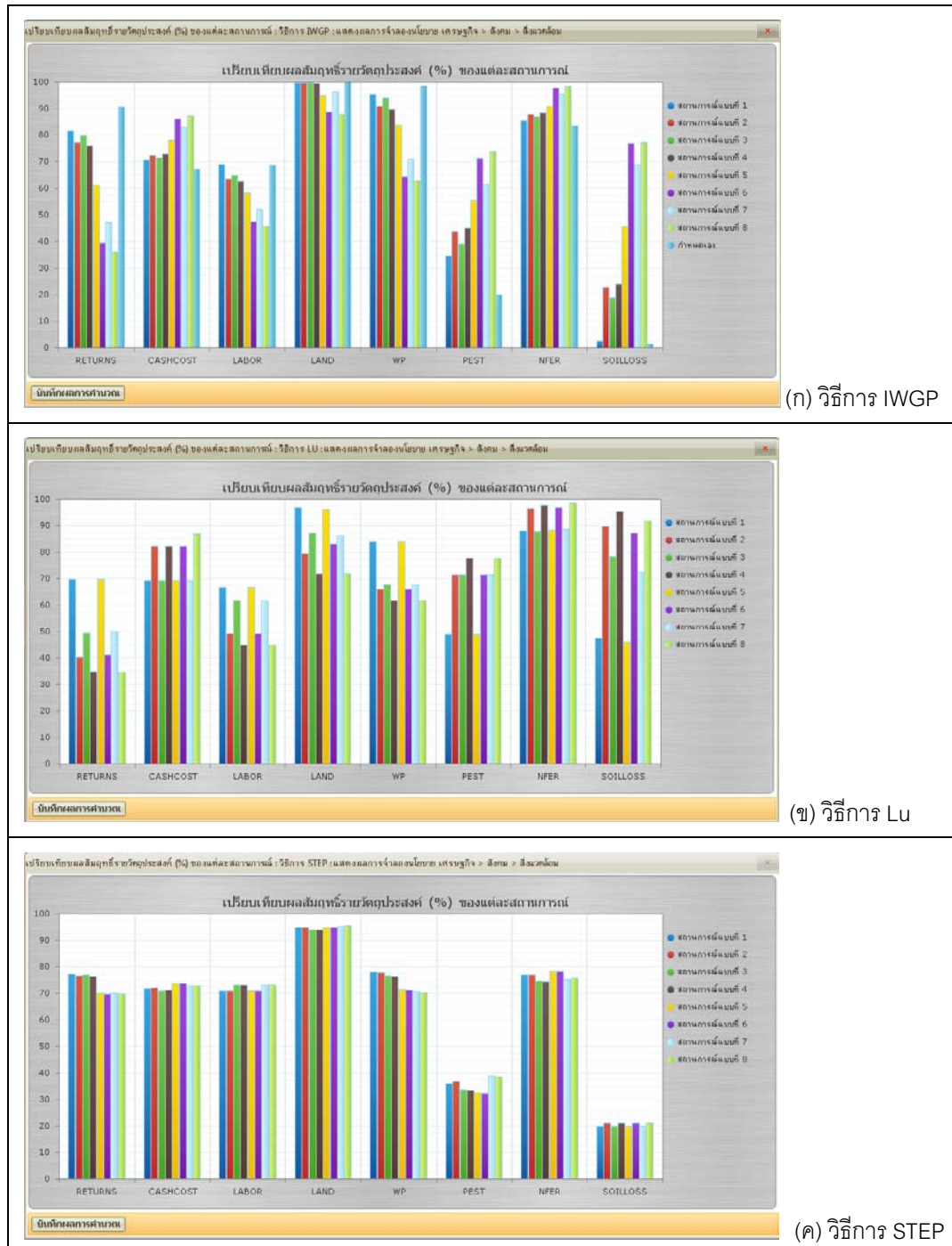
215	ชื่อระบบพืช	ผลลัพธ์
217	(BZ) ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูฝน (ไร่)	36928
218	(CZ) ข้าวโพดข้าวเหนียวฤดูฝน (ไร่)	5681
219	(JP) สบู่ดำ (ไร่)	0
220	(LG) ลำไย (ไร่)	273762
221	(MG) มะม่วง (ไร่)	8318
222	(MZ) ข้าวโพด (ไร่)	68173
223	(OZ) หอมแดงท่าพันธุ์ฤดูฝน (ไร่)	0
224	(PO) ปาล์มน้ำมัน (ไร่)	0
225	(PR) ยางพารา (ไร่)	18491
226	(RB) ข้าวนาปี+ ข้าวโพดฝักอ่อน (ไร่)	1355
227	(RC) ข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (ไร่)	9827
228	(RG) ข้าวนาปี+ กระเทียม (ไร่)	895
229	(RO) ข้าวนาปี+ หอมแดง (ไร่)	20393
230	(RP) ข้าวนาปี+ มันฝรั่ง (ไร่)	1524
231	(RR) ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง (ไร่)	8693
232	(RS) ข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง (ไร่)	3918
233	(RT) ข้าวนาปี+ ยาสูบ (ไร่)	5019
234	(RV) ข้าวนาปี+ พืชผัก (ไร่)	13682
235	(RZ) ข้าวนาปี (ไร่)	120839
236	(SC) อ้อย (ไร่)	99
237	(SZ) ถั่วลิสง (ไร่)	89950

รูปที่ 6.10 ผลลัพธ์ค่าตัวแปรตัดสินใจที่เหมาะสมจากการการวิเคราะห์แบบจำลองตามวิธีการ STEP ที่จัดเก็บในไฟล์ xml และเปิดแสดงผลใน Excel

6.5 ผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบต่างๆ

เมื่อนำผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองโดยวิธีการต่างๆมาเปรียบเทียบกัน โดยจัดเป็นกลุ่มตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (รูปที่ 6.11) จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า วิธีการ STEP ให้ผลสัมฤทธิ์สอดคล้องกับการกำหนดค่าผ่อนปรนจากค่าเป้าหมายล่วงหน้า (ตารางที่ 6.3) ซึ่งให้ความสำคัญต่อวัตถุประสงค์ย่อยทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ ผลตอบแทนสุทธิรวม และต้นทุนการผลิตรวมมากกว่าวัตถุประสงค์ย่อยด้านอื่น ทั้งนี้โดยกำหนดให้วัตถุประสงค์ย่อยทั้งสองมีค่าผ่อนปรนน้อยคือระหว่างร้อยละ 0-2 (ตารางที่ 6.3) สำหรับสถานการณ์ทั้ง 8 แบบ เมื่อเทียบกับวัตถุประสงค์

ย่อยด้านอื่น ในขณะที่เดียวกันนโยบายแบบนี้ให้ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ย่อยด้านสังคมในระดับปานกลาง แต่ให้วัตถุประสงค์ย่อยด้านสิ่งแวดล้อมสามารถผ่อนปรนได้มากที่สุด ดังนั้นจึงคาดหวังได้ว่าแผนการผลิตแบบนี้จะให้ผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจสูงและผลสัมฤทธิ์ด้านสิ่งแวดล้อมต่ำ



รูปที่ 6.11 ผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ที่ได้จากการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ด้วยวิธีการ IWGP (ก) วิธีการ Lu (ข) และวิธีการ STEP (ค) ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม

ถ้าพิจารณาผลลัพธ์ในรูปที่ 6.11 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าวิธีการ STEP ให้ผลสัมฤทธิ์สอดคล้องกับนโยบายด้านเศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม อย่างชัดเจน (รูปที่ 6.11 ค) เมื่อเทียบกับวิธีการ Lu (รูปที่ 6.11 ข) และ IWGP (รูปที่ 6.11 ก) นอกจากนี้ การแสดงผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากวิธีการ STEP ในนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ในแต่ละสถานการณ์ อาจแสดงเป็นมูลค่าได้ตามตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 ผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากวิธีการ STEP ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม สำหรับสถานการณ์ต่างๆ

วัตถุประสงค์	สถานการณ์แบบที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ผลตอบแทนสุทธิรวม (ล้านบาท)	4,990.0	4,977.0	4,981.6	4,967.6	4,806.9	4,794.6	4,806.9	4,794.6
ต้นทุนเงินสดรวม (ล้านบาท)	2,294.1	2,292.2	2,312.1	2,310.4	2,252.0	2,250.2	2,271.0	2,269.2
การจ้างแรงงานรวม (ล้านคน-วัน)	18.1	18.1	18.4	18.4	18.1	18.1	18.4	18.4
การใช้ที่ดินรวม (ไร่)	687,5490	687,5490	684,5550	684,7380	687,5490	687,5490	687,8790	688,347
ผลิตภาพน้ำรวม (ล้านบาท-ไร่/ลบ.ม.)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4
ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวม (ตัน)	433.0	431.2	437.5	437.7	439.8	439.9	427.4	427.7
ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวม (ตัน)	10,596.1	10,588.2	10,951.9	10,970.7	10,391.2	10,394.8	10,839.5	10,790.9
การสูญเสียดินรวม (ตัน/ปี)	392,4900	391,0430	392,4900	391,0430	392,4900	391,0430	392,4900	391,043

เมื่อนำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์แบบจำลองในสถานการณ์ต่างๆตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม มาเปรียบเทียบกัน พบว่าวิธีการ STEP สามารถให้ผลลัพธ์ในเชิงวัตถุประสงค์ทุกด้านสอดคล้องกับค่าผ่อนปรนที่กำหนดไว้ในแต่ละสถานการณ์ (รูปที่ 6.12 ค) เมื่อเปรียบเทียบกับผลลัพธ์จากวิธีการ IWGP (รูปที่ 6.12 ก) และ วิธีการ Lu (รูปที่ 6.12 ข) ผลลัพธ์เชิงวัตถุประสงค์จากวิธีการ STEP แสดงเป็นมูลค่าหรือปริมาณปัจจัยการผลิตที่ใช้รวมตลอดปีได้ดังตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 ผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากวิธีการ STEP ตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม สำหรับสถานการณ์ต่างๆ

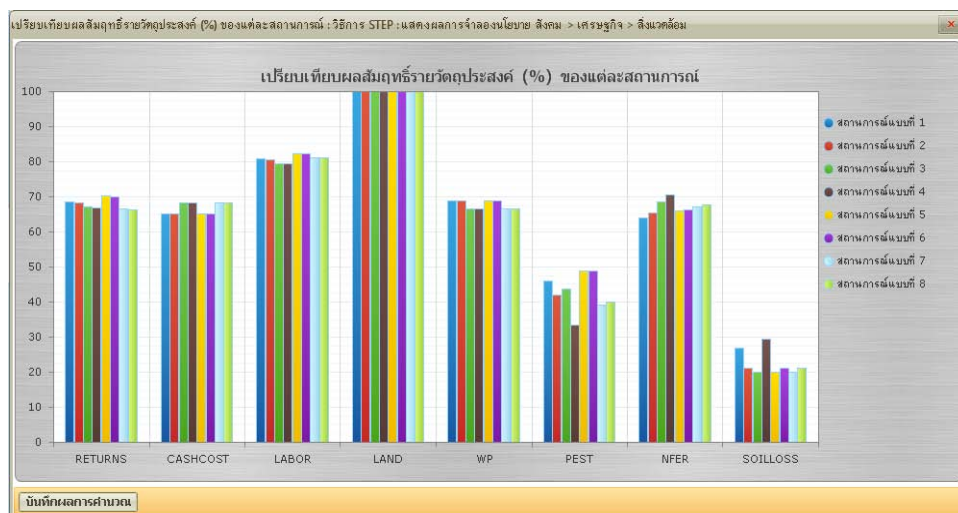
วัตถุประสงค์	สถานการณ์แบบที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ผลตอบแทนสุทธิรวม (ล้านบาท)	4,765.1	4,760.5	4,728.9	4,717.7	4,813.7	4,806.0	4,714.2	4,702.7
ต้นทุนเงินสดรวม (ล้านบาท)	2,450.1	2,449.2	2,378.0	2,377.1	2,450.1	2,449.2	2,378.0	2,377.0
การจ้างแรงงานรวม (ล้านคน-วัน)	19.3	19.3	19.2	19.2	19.5	19.5	19.4	19.4
การใช้ที่ดินรวม (ไร่)	701,1180	701,1180	701,1180	701,1180	700,922	700,922	701,099	701,099
ผลิตภาพน้ำรวม(ล.บาท-ไร่/ลบ.ม)	2.4	2.4	2.3	2.3	2.4	2.4	2.3	2.3
ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวม (ตัน)	413.3	421.2	417.7	437.7	407.9	408.1	426.6	424.9
ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวม (ตัน)	12,547.8	12,319.9	11,824.7	11,546.4	12,236.	12,176.5	12,035.4	11,965.4
การสูญเสียดินรวม (ตัน/ปี)	385,0650	391,0430	392,4900	382,1760	392,490	391,043	392,490	391,043



(ก) วิธีการ IWGP

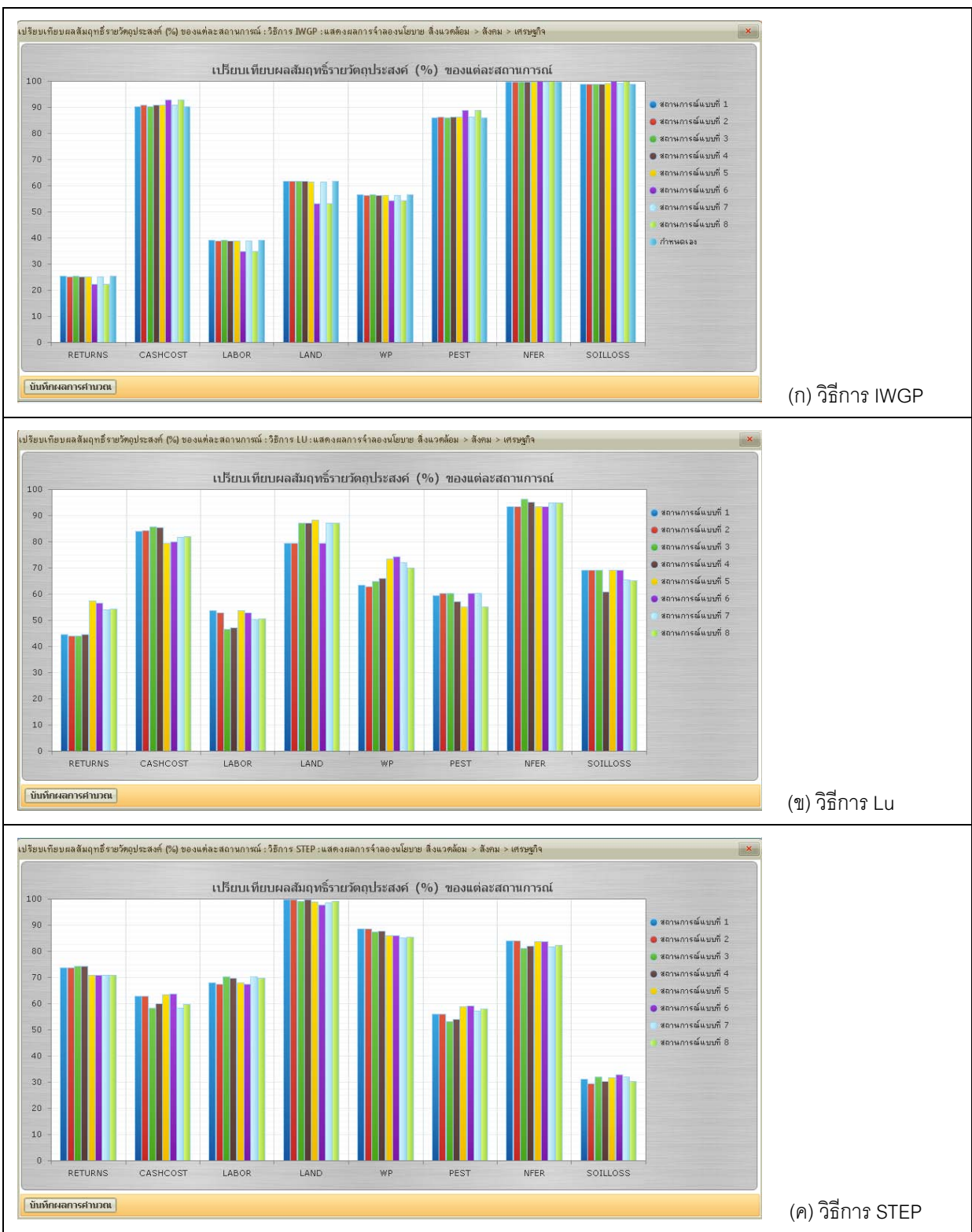


(ข) วิธีการ Lu



(ค) วิธีการ STEP

รูปที่ 6.12 ผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลลัพธ์ด้วยวิธีการ IWGP (ก) วิธีการ Lu (ข) และวิธีการ STEP (ค) ตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม



รูปที่ 6.13 ผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ที่ได้จากการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ด้วยวิธีการ IWGP (ก) วิธีการ Lu (ข) และวิธีการ STEP (ค) ตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ

เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ที่ได้ตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ จากการวิเคราะห์โดย

วิธีการต่างๆ พบว่าวิธีการ IWGP ให้ผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ย่อยในด้านสิ่งแวดล้อมสูงสุด (รูปที่ 6.13 ก) โดยเฉพาะวัตถุประสงค์ทางด้านการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช การใช้ปุ๋ย N และการชะล้างพังทลายของดินแต่ได้ผลสัมฤทธิ์ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำเพียง 60% ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ด้านการใช้ที่ดินต่ำ (ประมาณ 40%) จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านการจ้างงานต่ำกว่า 30% และผลสัมฤทธิ์ด้านผลตอบแทนสุทธิไม่เกิน 20% แผนการผลิตที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ IWGP จึงไม่น่าดึงดูดใจสำหรับผู้วางแผนการใช้ที่ดิน เมื่อเปรียบเทียบกับผลลัพธ์จากวิธีการ STEP (รูปที่ 6.12 ค) จะเห็นได้ว่า แม้ผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ด้านการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและการชะล้างพังทลายของดินจะไม่สูงเท่าวิธีการ IWGP แต่ประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่า การใช้ที่ดิน การจ้างงาน และผลตอบแทนสุทธิสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ประเภทเดียวกันที่วิเคราะห์ได้จากวิธีการ IWGP รายละเอียดมูลค่าของผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์จากวิธีการ STEP ตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ สำหรับสถานการณ์ต่างๆแสดงในตารางที่ 6.6

ตารางที่ 6.6 ผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากวิธีการ STEP ตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ สำหรับสถานการณ์ต่างๆ

วัตถุประสงค์	สถานการณ์แบบที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ผลตอบแทนสุทธিরวม (ล้านบาท)	4,905.7	4,904.3	4,915.4	4,914.2	4,829.1	4,826.9	4,828.5	4,826.5
ต้นทุนเงินสดรวม (ล้านบาท)	2500.1	2,498.8	2,603.9	2,568.6	2,485.3	2,479.1	2,606.0	2,569.7
การจ้างแรงงานรวม (ล้านคน-วัน)	17.8	17.7	18.1	18.0	17.8	17.7	18.1	18.0
การใช้ที่ดินรวม (ไร่)	700,501	700,46	699,172	700,206	697,859	695,007	697,527	698,511
ผลิตภาพน้ำรวม (ล้านบาท-ไร่/ลบ.ม.)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6
ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวม (ตัน)	394.1	393.8	399.3	397.7	388.3	387.9	391.6	389.9
ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวม (ตัน)	9,537.8	9,507.7	9,939.5	9,846.9	9,580.9	9,561.6	9,876.7	9,785.2
การสูญเสียดินรวม (ตัน/ปี)	380,327	382,22	379,1950	381,1790	379,6860	378,3750	379,1950	381,179

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองด้วยวิธีการต่างๆอาจสรุปได้ว่า วิธีการ STEP เป็นวิธีการที่ตอบสนองต่อค่าผ่อนปรนที่กำหนดไว้เพื่อการทดสอบเป็นอย่างดี ค่าเหล่านี้ถูกจัดเก็บเป็นตารางซึ่งผู้ใช้สามารถเรียกแสดงหน้าจอภาพในโปรแกรม *IMGP-LPlan* ได้ นอกจากนี้ยังสามารถแก้ไขหรือเพิ่มเติมสถานการณ์โดยกำหนดค่าผ่อนปรนใหม่ได้ดังได้กล่าวในบทที่ผ่านมา

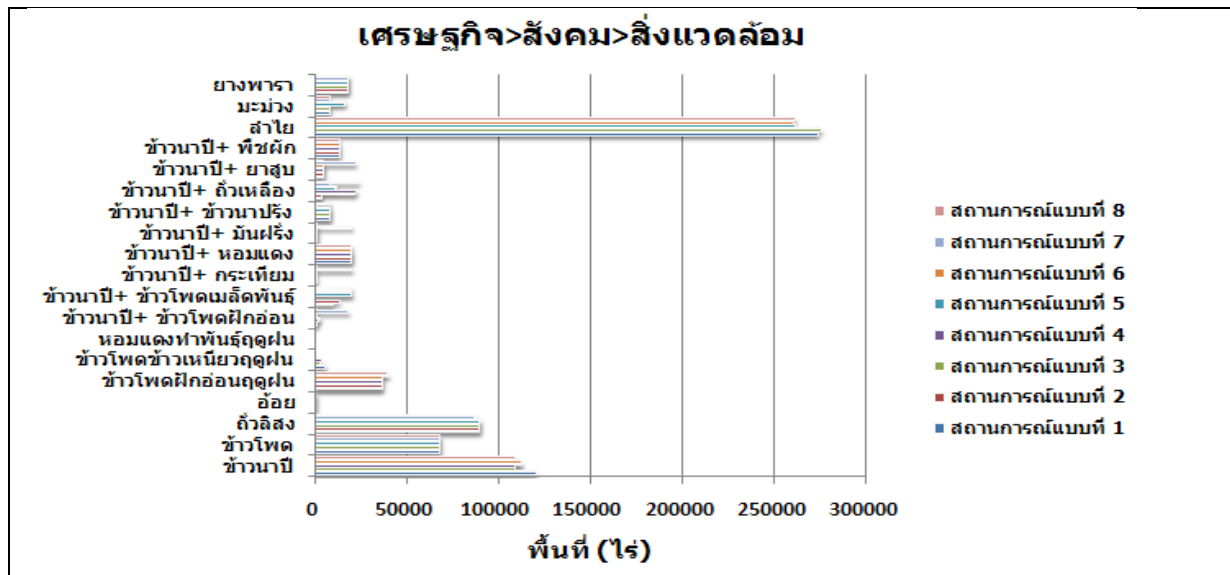
เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่เหมาะสมสำหรับวัตถุประสงค์ต่างๆเมื่อใช้นโยบายและสถานการณ์จำลองต่างๆโดยวิธีการ STEP (ตารางที่ 6.4-6.6) พบว่านโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ให้ผลตอบแทนสุทธิตั้งแต่ 4,999.0 ล้านบาท ในสถานการณ์ที่ 1 (รูป 6.4) และค่าต่ำสุดที่ 4,794.6 ในสถานการณ์ที่ 8 นโยบายที่ให้ผลตอบแทนสุทธิต่ำสุดลงมาได้แก่ สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ ซึ่งได้ค่าสูงสุดเท่ากับ 4,905.7 ล้านบาทในสถานการณ์ที่ 1 (ตารางที่ 6.6) และ ต่ำสุดเท่ากับ 4826.5 ล้านบาท ในสถานการณ์ที่ 8 ส่วนนโยบายที่ให้ผลตอบแทนสุทธิต่ำสุดได้แก่ สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม ซึ่งให้ผลตอบแทนสุทธิต่ำสุดเท่ากับ 4,765.1 ล้านบาท และ 4,702.7 ล้านบาทในสถานการณ์ที่ 1 และ 8 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.5)

สำหรับวัตถุประสงค์ด้านต้นทุนเงินสดรวม พบว่านโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ให้ค่าต่ำสุดในสถานการณ์ที่ 5 (ตารางที่ 6.4) ส่วนแผนการผลิตตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ ในสถานการณ์ที่ 7 ต้องใช้ต้นทุนที่เป็นเงินสดเท่ากับ 2,606.0 ล้านบาท (ตารางที่ 6.6) ซึ่งมีค่าสูงสุดในบรรดาสถานการณ์ทั้งหมดของทุกนโยบาย ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์แบบจำลอง IMGP โดยวิธีการ STEP ยังชี้ให้เห็นว่าแผนการผลิตตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม ในสถานการณ์ที่ 5 ให้ผลลัพธ์ด้านการจ้างแรงงานสูงสุดเท่ากับ 19.5 ล้านคน-วัน (ตารางที่ 6.4) และใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีศักยภาพในการใช้ประโยชน์เพื่อการปลูกพืชสูงสุดเท่ากับ 701,118 ไร่ เมื่อใช้แผนการผลิตตามสถานการณ์ที่ 1 เมื่อพิจารณาผลลัพธ์ในแง่วัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม พบว่าแผนการผลิตตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ ให้ผลิตภาพน้ำรวมสูงสุดเท่ากับ 2.7 ล้านบาท-ไร่/ลบ.ม. จากผลลัพธ์ของการจำลองสถานการณ์ที่ 1- 4 (ตารางที่ 6.6) ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุดเท่ากับ 388.3 ตันในสถานการณ์ที่ 5 ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่ำสุดเท่ากับ 9507.7 ตัน ในสถานการณ์ที่ 2 และก่อให้เกิดการสูญเสียดินเกินระดับที่ยอมรับได้ต่ำสุดเท่ากับ 378,375 ตันในสถานการณ์ที่ 6 ผลลัพธ์ในเชิงวัตถุประสงค์แสดงให้เห็นว่าวิธีการ STEP สามารถจำลองสถานการณ์ได้สอดคล้องกับนโยบายที่กำหนดขึ้นจากค่าผ่านปรนจากเป้าหมายของแต่ละวัตถุประสงค์ จึงสามารถนำไปใช้ในการเลือกแผนการผลิตที่เหมาะสมที่สุดโดยอาศัยผลลัพธ์ด้านตัวแปรการตัดสินใจ (เนื้อที่ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละระบบพืช) ซึ่งจะอภิปรายในส่วนถัดไป

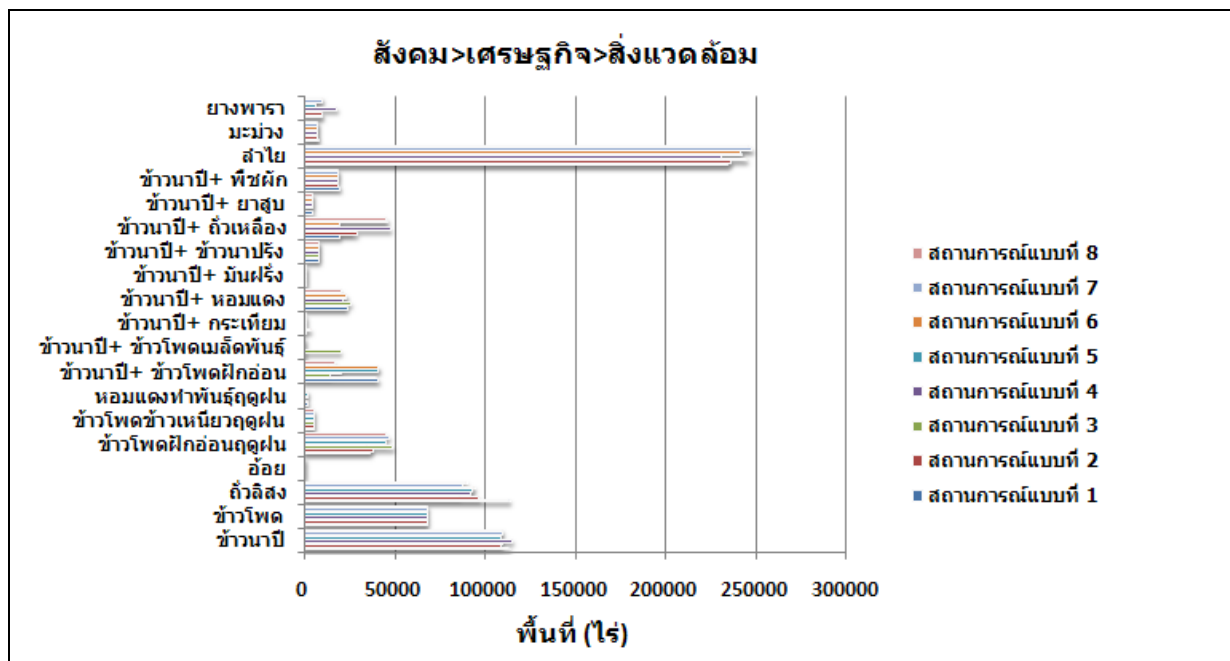
6.6 ผลลัพธ์ด้านตัวแปรการตัดสินใจ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองนอกจากค่าผลลัพธ์ของแต่ละวัตถุประสงค์แล้วยังได้ค่าตัวแปรตัดสินใจอีกด้วย ในกรณีการวางแผนการใช้ที่ดิน ตัวแปรตัดสินใจได้แก่จำนวนเนื้อที่เพาะปลูกที่เหมาะสมกับระบบพืชต่างๆ ในจังหวัดลำพูนเมื่อพิจารณาแต่ละวัตถุประสงค์และข้อจำกัดในการผลิตแล้ว ผลลัพธ์ดังกล่าวจะแสดงทางด้านซ้ายของจอภาพสำหรับแต่ละ LRU (รูปที่ 6.3) หรือสรุปเป็นรายระบบพืช (รูปที่ 6.4) และสามารถจัดเก็บเป็นไฟล์ Excel เพื่อนำไปวิเคราะห์และแสดงผลเป็นแผนภูมิต่อไป

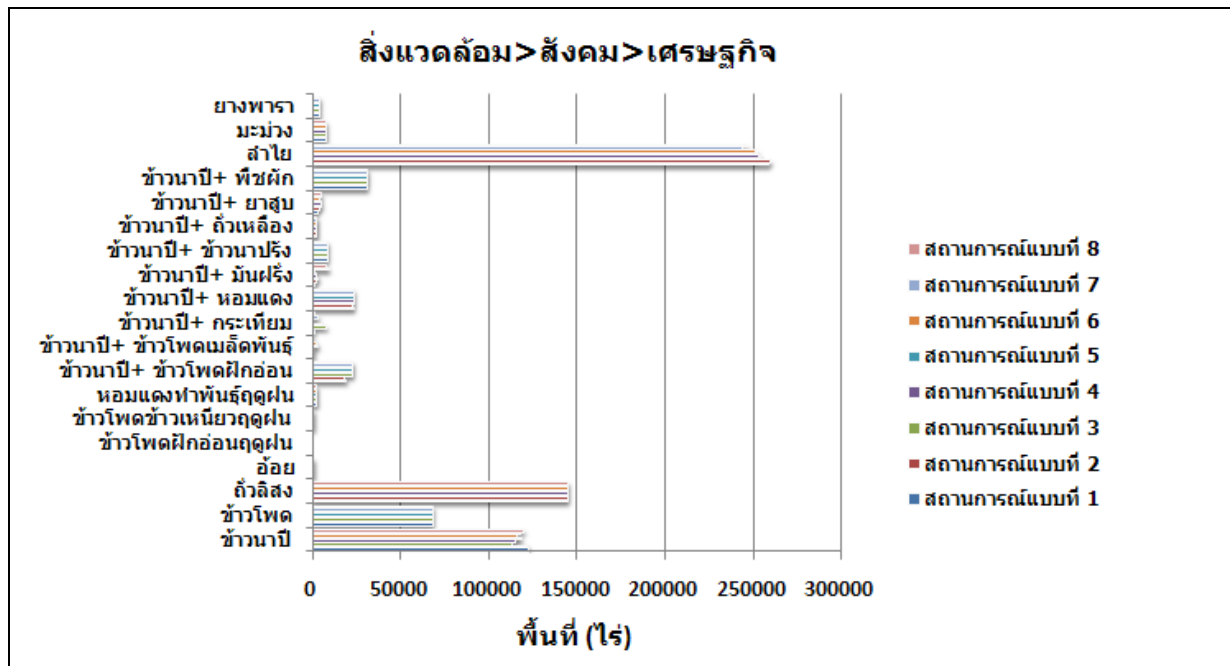
รูปที่ 6.14 รูปที่ 6.15 และรูปที่ 6.16 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่เป็นพื้นที่เพาะปลูกแต่ละระบบพืชในแต่ละสถานการณ์ตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม นโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ นโยบาย สิ่งแวดล้อม>เศรษฐกิจ>สังคม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าระบบพืชที่มีเนื้อที่เพาะปลูกมากที่สุดของทุกนโยบายได้แก่ลำไย รองลงมาได้แก่ข้าวนาปี ถั่วลิสง และข้าวโพด สาเหตุที่ถั่วลิสงมีเนื้อที่เพาะปลูกมากตามผลลัพธ์จากแบบจำลองโดยเฉพาะในแผนการผลิตตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>เศรษฐกิจ>สังคม เนื่องจากการผลิตถั่วลิสงมีลักษณะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลายข้อ เช่น ให้ผลตอบแทนสุทธิสูงเนื่องจากราคาผลผลิตสูงในปีที่ทำการศึกษ ต้องการทุนการผลิตที่เป็นเงินสดต่ำ ต้องการปุ๋ยไนโตรเจนต่ำ ความต้องการน้ำไม่สูงเมื่อเทียบกับพืชอื่น เช่น ข้าว และลำไย และใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชไม่มาก(ในภาคผนวก จ ตารางที่ 1 SZ_1MS1, SZ_1TS1, และ SZ_1TS2 เป็น LRU ที่มีการปลูกถั่วลิสง) ดังนั้นจึงเป็นพืชทางเลือกที่ดีพืชหนึ่ง อย่างไรก็ตามแบบจำลองในการศึกษานี้ไม่มีข้อจำกัดด้านการตลาดของถั่วลิสง หากในอนาคตมีข้อมูลด้านข้อจำกัดด้านการตลาดของพืชนี้อาจทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ในแง่เนื้อที่เพาะปลูกแตกต่างไป อย่างไรก็ตามผู้ใช้สามารถเพิ่มข้อจำกัดด้านการตลาด โดยปรับพื้นที่เป้าหมายของถั่วลิสงหรือพืชอื่นที่มีข้อมูลแน่ชัดในแบบจำลองโดยใช้เมนูแก้ไขข้อมูลข้อจำกัดในโปรแกรม IMGP-LPlan ได้ตามต้องการ



รูปที่ 6.14 แผนการผลิตพืชในจังหวัดลำพูนในสถานการณ์ต่างๆ ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการ STEP



รูปที่ 6.15 แผนการผลิตพืชในจังหวัดลำพูนในสถานการณ์ต่างๆ ตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการ STEP



รูปที่ 6.16 แผนการผลิตพืชในจังหวัดลำพูนในสถานการณ์ต่างๆ ตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ โดยใช้วิธีการ STEP

6.7 การเพิ่มพืชน้ำมันเป็นพืชทางเลือก

ในกรณีที่ผู้ตัดสินใจต้องการวิเคราะห์ผลกระทบของการขยายพืชที่ใช้ผลิตพลังงานทดแทนเช่น ปาล์มน้ำมัน และ สับปะรด โดยใช้โปรแกรม *IMGP-LPlan* ผู้ใช้ต้องสร้างโครงการใหม่โดยเพิ่มพืชทั้งสองเป็นตัวเลือกที่ผู้ตัดสินใจ พร้อมทั้งนำเข้าข้อมูลเนื้อที่ปลูกที่เป็นเป้าหมายในการผลิต เช่น 40,000 และ 20,000 ไร่ สำหรับปาล์มน้ำมัน และสับปะรดตามลำดับ นอกจากนี้ยังต้องจัดทำแผนที่ดัชนีความเหมาะสมของพืชดังกล่าวเพื่อได้ข้อมูลที่แบบจำลองต้องการใช้เป็นข้อจำกัดด้านคุณภาพของที่ดิน คณะผู้วิจัยได้จัดทำโครงการดังกล่าวเพื่อทดสอบแผนการผลิตดังกล่าว ผลสัมฤทธิ์ของแผนการผลิตตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม นโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีการ STEP ปรากฏดังรูปที่ 6.17ก, รูปที่ 6.17ข และรูปที่ 6.17ค ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลสัมฤทธิ์ของสถานการณ์ที่ไม่ได้พิจารณาพืชน้ำมันในแผนการผลิต (รูปที่ 6.8) จะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์บางตัวแตกต่างกันเล็กน้อย แต่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อที่ของระบบพืชซึ่งเป็นตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลองนี้ เนื่องจากการขยายปาล์มน้ำมันมีผลต่อการลดลงของระบบพืชในเขตชลประทาน ส่วนการปลูกสับปะรดทำให้พืชในเขตอาศัยน้ำฝนเปลี่ยนแปลงไป

รูปที่ 6.18 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ด้านวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์แบบจำลองตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม จะเห็นได้ว่าการขยายพื้นที่ปลูกพืชพลังงานจะได้ผลลัพธ์ในแง่ผลตอบแทนสุทธิน้อยกว่าต้นทุนการผลิตที่เป็นเงินสดมากกว่า การจ้างแรงงานน้อยกว่า และประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำกว่าแผนการผลิตที่ไม่มีพืชพลังงานเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์นี้ขึ้นอยู่กับราคาของปัจจัยการผลิตและราคาของผลผลิตพืชทั้งหมดที่อยู่ในแผนการผลิตซึ่งมีพลวัตค่อนข้างสูง ซึ่งจะต้องปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์การผลิตของแบบจำลองให้ทันสมัยตามการ

เปลี่ยนแปลงดังกล่าว เมื่อทำการเปรียบเทียบเนื้อที่การปลูกของแต่ละระบบพืชในสถานการณ์เดียวกัน (รูปที่ 6.19) กับรูปที่ 6.10 ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ไม่มีการปลูกพืชน้ำมันในจังหวัดลำพูน พบว่าการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทำให้พื้นที่ปลูกลำไย และระบบพืชบางระบบในเขตชลประทานลดลง เนื่องจากปาล์มน้ำมันมีความต้องการใช้น้ำในการผลิตในฤดูแล้ง ส่วนสนุ่ดำจะมีผลกระทบต้อพื้นที่เพาะปลูกพืชในเขตอาศัยน้ำฝน



รูปที่ 6.17 ผลสัมฤทธิ์ของแผนการผลิตที่มีพืชพลังงานตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (ก) นโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม (ข) และ สิ่งแวดล้อม>เศรษฐกิจ>สังคม (ค) ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีการ STEP ทั้ง 8 สถานการณ์

1				
2	วัตถุประสงค์	ค่าเป้าหมาย	ค่าที่เหมาะสม	ผลสัมฤทธิ์ (%)
3	ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด (บาท)	5156016560	4703192778	76
4	ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด (บาท)	1896631707	2339869581	67
5	การจ้างแรงงานในการผลิตรวมสูงสุด (คน-วัน)	19682768	17423617	76
6	การใช้ที่ดินรวมสูงสุด (ไร่)	701168	698938	99
7	ผลิตภาพน้ำรวมสูงสุด (บาท-ไร่/ลบ.ม.)	2670020	2356458	75
8	การใช้ปริมาณสารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด (กิโลกรัม)	369655	460984	34
9	การใช้ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนรวมต่ำสุด (กิโลกรัม)	7795180	10607702	54
10	การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด (ตัน/ปี)	347397	408082	33

รูปที่ 6.18 ผลลัพธ์ค่าวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์แบบจำลองขยายเนื้อที่ปลูกพืชพลังงานทดแทน ตามวิธีการ STEP ในสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม

ชื่อระบบพืช	ผลลัพธ์
(BZ) ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูฝน (ไร่)	34210
(CZ) ข้าวโพดข้าวเหนียวฤดูฝน (ไร่)	0
(JP) สบู่ดำ (ไร่)	20000
(LG) ลำไย (ไร่)	240262
(MG) มะม่วง (ไร่)	8025
(MZ) ข้าวโพด (ไร่)	68173
(OZ) หอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน (ไร่)	0
(PO) ปาล์มน้ำมัน (ไร่)	42191
(PR) ยางพารา (ไร่)	15951
(RB) ข้าวนาปี+ ข้าวโพดฝักอ่อน (ไร่)	1355
(RC) ข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (ไร่)	0
(RG) ข้าวนาปี+ กระเทียม (ไร่)	895
(RO) ข้าวนาปี+ หอมแดง (ไร่)	20393
(RP) ข้าวนาปี+ มันฝรั่ง (ไร่)	1524
(RR) ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง (ไร่)	8693
(RS) ข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง (ไร่)	12826
(RT) ข้าวนาปี+ ยาสูบ (ไร่)	5019
(RV) ข้าวนาปี+ พืชผัก (ไร่)	12185
(RZ) ข้าวนาปี (ไร่)	128152
(SC) อ้อย (ไร่)	99
(SZ) ถั่วลิสง (ไร่)	78984

รูปที่ 6.19 เนื้อที่เพาะปลูกพืชจากการวิเคราะห์แบบจำลองขยายเนื้อที่ปลูกพืชพลังงานทดแทน ตามวิธีการ STEP ในสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม

6.8 การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ (trade-off analysis)

6.8.1 วิธีการวิเคราะห์การทดแทนกัน

การวิเคราะห์การทดแทนกัน (tradeoff analysis) เป็นการคำนวณหาความสัมพันธ์ (interrelationships) ระหว่างวัตถุประสงค์สองวัตถุประสงค์ โดยใช้หลักต้นทุนค่าเสียโอกาส (opportunity cost) ทางเศรษฐศาสตร์ในการอธิบาย กล่าวคือ ถ้าต้องการให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการมากขึ้นต้องแลกด้วยการสูญเสียวัตถุประสงค์ที่ต้องการอีกอย่างหนึ่งไป หรือต้องแลกด้วยการได้รับในสิ่งที่ไม่ต้องการมากขึ้น เช่น เพื่อให้มีผลตอบแทนมากขึ้นต้องแลกด้วยการเกิดการชะล้างพังทลายของดินมากขึ้น เป็นต้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์จะช่วยให้ผู้ที่ต้องตัดสินใจ (decision maker) เข้าใจความสัมพันธ์ของตัวชี้วัดต่างๆ เช่น ช่วยให้เข้าใจว่าถ้าต้องการให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจะส่งผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากรอื่นๆ อย่างไรบ้าง

ในการวิเคราะห์การทดแทนกันระหว่างคู่วัตถุประสงค์ เช่น ให้วัตถุประสงค์หนึ่งคือผลตอบแทนสุทธิสูงสุด (วัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจ) และวัตถุประสงค์ที่สองคือการชะล้างพังทลายของดินต่ำสุด (วัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม) เพื่อให้ได้เส้นการทดแทนกัน โปรแกรมต้องคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสม (optimization runs) หลายครั้ง ในการคำนวณแต่ละครั้งโปรแกรมจะคำนวณหาค่า restriction value (RV) สำหรับวัตถุประสงค์ที่สอง จากสมการท้ายดังนี้

$$RV = MRV + f \times (ORV - MRV) \quad (6.1)$$

โดยที่ MRV คือ ค่าต่ำสุดของวัตถุประสงค์ที่สองที่ได้จากการคำนวณโดยไม่ได้กำหนดข้อจำกัดใดๆ ในวัตถุประสงค์อื่น ORV คือ ค่าของวัตถุประสงค์ที่สองเมื่อวัตถุประสงค์ที่หนึ่งบรรลุค่าสูงสุดหรือต่ำสุดที่ต้องการของวัตถุประสงค์ที่หนึ่ง f คือ ค่าสัดส่วนที่มีค่าระหว่าง 0-1 เช่น 0.1, 0.2, 0.9 เป็นต้น

จากสมการข้างต้น เนื่องจากค่า MRV และ ORV ของแต่ละวัตถุประสงค์จะมีค่าคงที่ ซึ่งสามารถดูได้จากตาราง Pay-off (รูปที่ 6.6) ดังนั้นค่า RV จะเปลี่ยนแปลงไปตามค่า f

ค่า RV สำหรับวัตถุประสงค์ที่สองและผลลัพธ์ที่เหมาะสม (optimized value: OV) ของวัตถุประสงค์ที่หนึ่งในแต่ละครั้งที่ได้จากการคำนวณจะถูกนำมาคิดเทียบเป็นร้อยละกับค่า ORV และค่าสูงสุด (maximum value: MOV) ของวัตถุประสงค์ที่หนึ่ง ตามลำดับ ดังสมการท้ายนี้

$$rsv = (RV/ORV) \times 100 \quad (6.2)$$

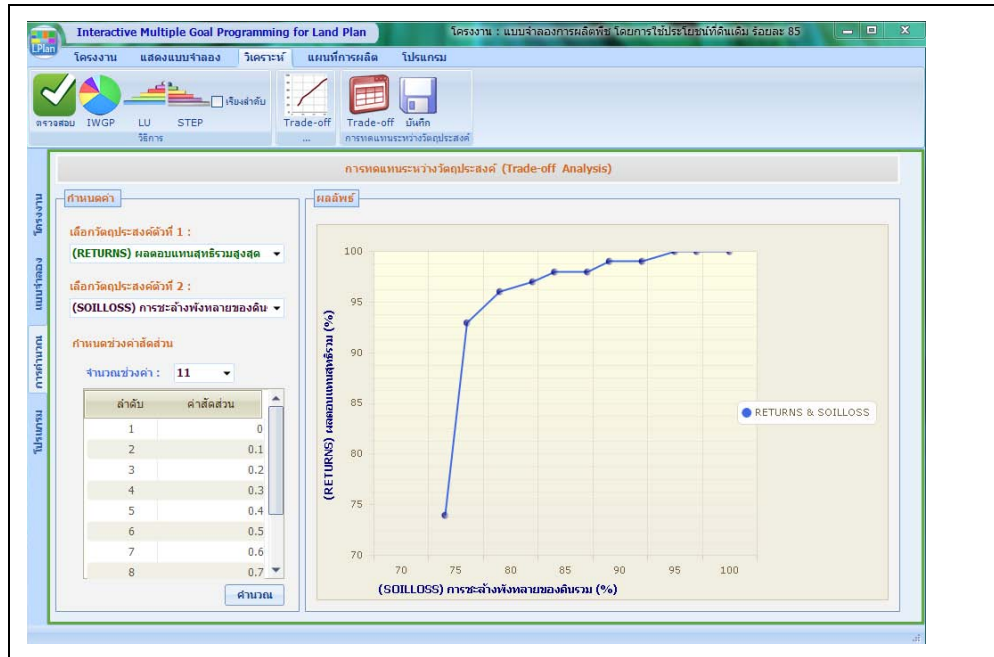
$$obv = (OV/MOV) \times 100 \quad (6.3)$$

โดยที่ rsv คือ ค่า RV ของวัตถุประสงค์ที่สองในหน่วยร้อยละของ ORV

obv คือ ค่า OV ของวัตถุประสงค์ที่หนึ่งในหน่วยร้อยละของ MOV

ค่า rsv และ obv ที่แต่ละคู่ที่ได้จะถูกนำไปสร้างเส้นกราฟสองมิติ เรียกว่า เส้นการทดแทนกัน (Tradeoff curve) ซึ่งแสดงการทดแทนกันระหว่างสองวัตถุประสงค์

ในโปรแกรม *IMG-P-LPlan* ได้มีการออกแบบให้ผู้ใช้สามารถทำการวิเคราะห์การทดแทนกันของวัตถุประสงค์แต่ละคู่ได้อย่างง่ายดาย โดยหลังจากเปิดไฟล์ข้อมูลที่ต้องการแล้ว ที่เมนูให้เลือก “วิเคราะห์” และกดปุ่มให้โปรแกรมมีการตรวจสอบแบบจำลอง หลังจากตรวจสอบเสร็จ ปุ่ม “Trade-off” จะปรากฏขึ้นให้ผู้ใช้กดเลือกและเข้าไปเลือกวัตถุประสงค์ที่ต้องการวิเคราะห์หาการทดแทนกัน เมื่อกดปุ่มคำนวณ โปรแกรมจะทำการคำนวณและแสดงผลการวิเคราะห์เป็นกราฟเส้นแสดงการทดแทนกันของสองวัตถุประสงค์ (ดังรูป 6.20) ผู้ใช้สามารถกดปุ่มที่เมนูเพื่อเลือกให้แสดงข้อมูลในรูปแบบตารางได้ (ดังรูป 6.21) และสามารถบันทึกข้อมูลเก็บไว้ในรูปของ Excel file ได้



รูปที่ 6.20 หน้าต่างแสดงการวิเคราะห์การทดแทนกัน (Trade-off) โดยใช้โปรแกรม *IMG-P-LPlan*

ลำดับ	RETURNS	RETURNS	fn	RV	OV	RSV	OBV
1	414,198	305,256	.0	305,256	4,166,452,373	73.70	74.46
2	414,198	305,256	.1	316,150	5,209,962,433	76.33	93.11
3	414,198	305,256	.2	327,044	5,368,881,804	78.96	95.95
4	414,198	305,256	.3	337,938	5,446,420,616	81.59	97.34
5	414,198	305,256	.4	348,833	5,486,060,000	84.22	98.04
6	414,198	305,256	.5	359,727	5,510,978,179	86.85	98.49
7	414,198	305,256	.6	370,621	5,535,449,570	89.48	98.93
8	414,198	305,256	.7	381,515	5,559,920,961	92.11	99.36
9	414,198	305,256	.8	392,409	5,574,809,227	94.74	99.63
10	414,198	305,256	.9	403,303	5,585,262,548	97.37	99.82
11	414,198	305,256	1.0	414,198	5,595,490,897	100.00	100.00

รูปที่ 6.21 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์การทดแทนระหว่างวัตถุประสงค์

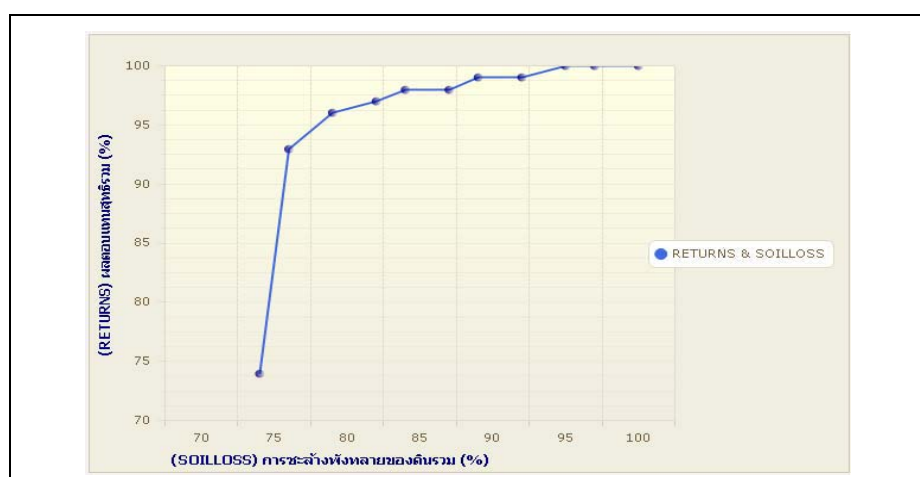
6.8.2 ผลการวิเคราะห์การทดแทนกัน

ในการวิเคราะห์การทดแทน ได้ทำการวิเคราะห์การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ทั้งสามด้านที่ละคู่ คือ การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจกับด้านสิ่งแวดล้อม วัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจกับด้านสังคม และ วัตถุประสงค์ด้านสังคมกับด้านสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาเลือกวัตถุประสงค์ย่อยบางคู่ของแต่ละด้านมาพิจารณาค่าการทดแทนกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก. การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

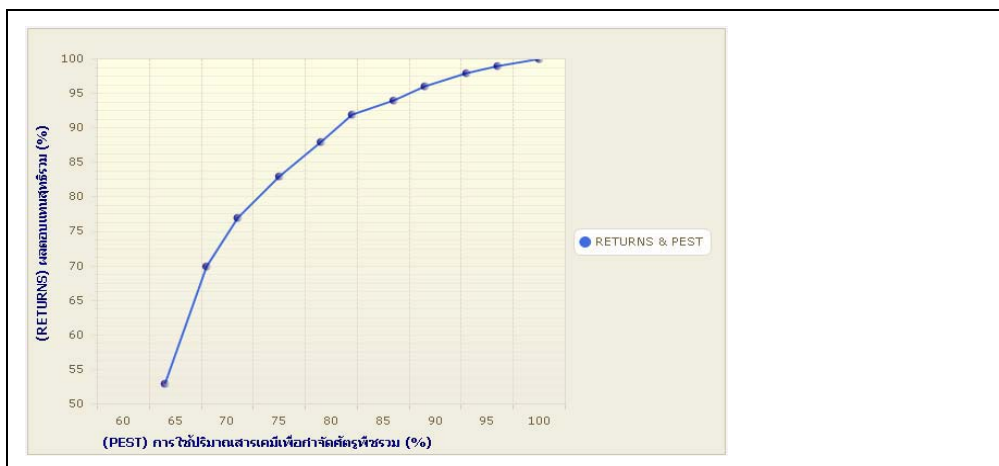
การวิเคราะห์การทดแทนกันของวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ได้เลือกผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุดซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ย่อยด้านเศรษฐกิจมาคำนวณหาการทดแทนกับวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม 3 วัตถุประสงค์ย่อย คือ การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด ปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุดและปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวมต่ำสุด

ผลการวิเคราะห์การทดแทนกัน พบว่า ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุดมีความสัมพันธ์เป็นบวกกับวัตถุประสงค์ย่อยด้านสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 วัตถุประสงค์ กล่าวคือ ถ้าลดการชะล้างพังทลายของดินหรือปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชหรือปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลงจะมีผลทำให้ผลตอบแทนสุทธิลดลงด้วย อย่างไรก็ตาม การทดแทนกันระหว่างผลตอบแทนสุทธิรวมกับการชะล้างพังทลายของดินมีอัตราน้อยมากในช่วงแรกแต่จะมีอัตราการทดแทนกันเพิ่มขึ้นมากในช่วงหลัง กล่าวคือ ในช่วงแรกการลดการชะล้างพังทลายของดินจากค่าสูงสุดลงประมาณ 10-20% จะทำให้ผลตอบแทนลดลงจากค่าสูงสุดเพียง 1-4% โดยประมาณ แต่ถ้าลดการชะล้างพังทลายไปอีกเพียงเล็กน้อยจะทำให้ผลตอบแทนสุทธิลดลงอย่างมาก โดยการลดการชะล้างพังทลายอีก 5% หรือเป็น 25% จากค่าสูงสุด จะทำให้ผลตอบแทนสุทธิลดลงจากค่าสูงสุดกว่า 20% โดยประมาณ (รูปที่ 6.22)

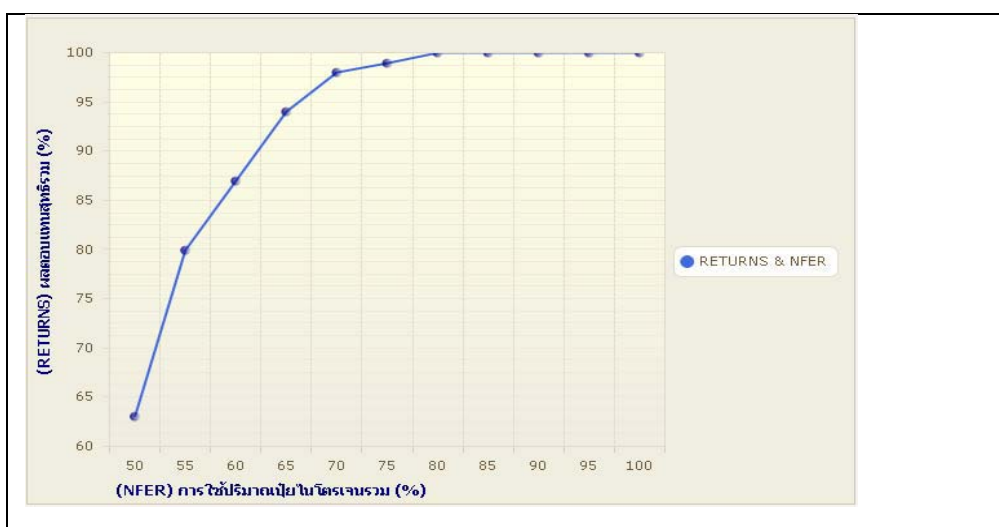


รูปที่ 6.22 การทดแทนกันระหว่างผลตอบแทนสุทธิและการชะล้างพังทลายของดินรวม

ส่วนการทดแทนกันระหว่างผลตอบแทนสุทธิกับปริมาณการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชและการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ให้ผลที่คล้ายคลึงกัน โดยมีอัตราการทดแทนกันที่ค่อนข้างสูง กล่าวคือ การลดปริมาณการใช้สารเคมีจากค่าสูงสุดลง 10% และ 20% จะทำให้ผลตอบแทนสุทธิรวมลดลง 3% และ 18% ตามลำดับ และอัตราการทดแทนกันเพิ่มสูงขึ้นมากถ้าลด ปริมาณการใช้สารเคมีลง 25% โดยจะทำให้ผลตอบแทนสุทธิรวมลดลงมากถึง 37% ในขณะที่การลดปริมาณการใช้ปุ๋ย ไนโตรเจนลง 10% และ 20% จะทำให้ผลตอบแทนสุทธิรวมลดลง 2% และ 7% ตามลำดับ และถ้าลดปริมาณการใช้ปุ๋ย ไนโตรเจนลงไปถึง 30% จะส่งผลให้ผลตอบแทนสุทธิรวมลดลงถึง 25% แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรไม่สามารถลดการชะล้าง พังทลายของดิน การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยไนโตรเจนลงได้มากนัก เพราะจะส่งผลกระทบต่อค่อนข้างมากต่อ ผลตอบแทนที่จะได้รับ (รูปที่ 6.23 และ 6.24)



รูปที่ 6.23 การทดแทนกันระหว่างผลตอบแทนสุทธิและปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวม



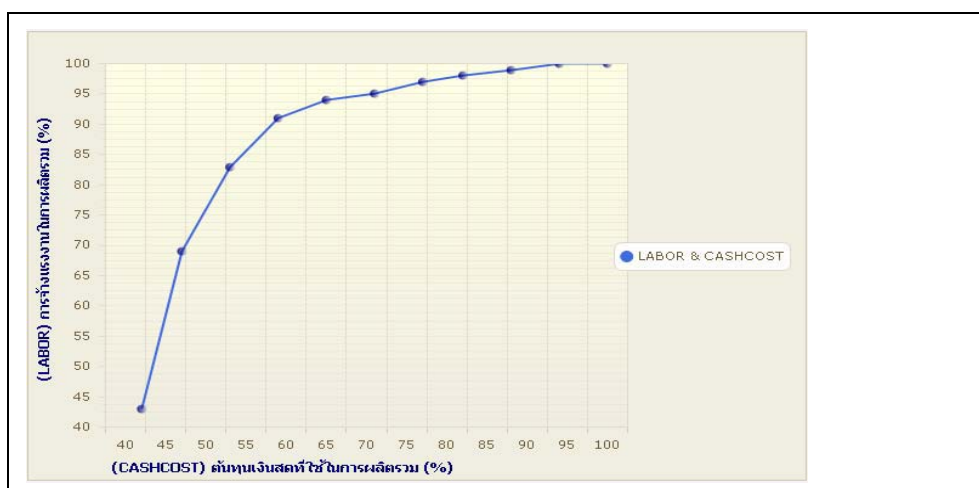
รูปที่ 6.24 การทดแทนกันระหว่างผลตอบแทนสุทธิและปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวม

ข. การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจและสังคม

การวิเคราะห์การทดแทนกันของวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจและสังคม ได้เลือกต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุดซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ย่อยด้านเศรษฐกิจมาคำนวณหาค่าการทดแทนกับวัตถุประสงค์ด้านสังคม 2 วัตถุประสงค์ย่อย คือ การใช้ที่ดินรวมสูงสุดและการจ้างแรงงานในการผลิตรวมสูงสุด



รูปที่ 6.25 การทดแทนกันระหว่างต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมและการใช้ที่ดินรวม



รูปที่ 6.26 การทดแทนกันระหว่างต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมและการจ้างแรงงานในการผลิตรวม

ผลการวิเคราะห์การทดแทนกัน พบว่า ถ้ามีการลดลงของต้นทุนเงินสดในการผลิตมากกว่า 35% จะส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ที่ดินรวม โดยจะทำให้ปริมาณการใช้ที่ดินรวมลดลงเพียงประมาณ 2-3% ถ้ามีการลดต้นทุนเงินสดในการผลิตรวมลงจากค่าสูงสุด 40% แต่การใช้ที่ดินรวมจะลดลงอย่างมากถ้ามีการลดต้นทุนเงินสดไปอีก โดยจะลดการใช้ที่ดินรวมลงประมาณเกือบ 40% ถ้าต้นทุนเงินสดในการผลิตรวมลดลงมากถึง 50% (รูปที่ 6.25) ส่วนการทดแทนกันของการจ้างแรงงานในการผลิตรวมกับต้นทุนเงินสดในการผลิตรวม พบว่า ถ้ามีการลดต้นทุนเงินสดในการผลิตรวมมากกว่า 10% จะเริ่มส่งผลให้มีการจ้างแรงงานในการผลิตรวมลดลงอย่างช้าๆ และมีอัตราการลดลงที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการลดต้นทุนเงินสดในอัตราที่มากขึ้น โดยถ้าลดต้นทุนเงินสดในการผลิตรวมลง 20% และ 30% จะส่งผลให้การจ้างแรงงานในการผลิตรวมลดลงเพียง 2% และ 5% ตามลำดับ แต่ถ้ายังคงลดต้นทุนเงินสดในการผลิตรวมลงไปอีกเป็น 40-50% จะทำให้การจ้างแรงงานในการผลิตรวมลดลงจากค่าสูงสุด 10-25% (รูปที่ 6.26)

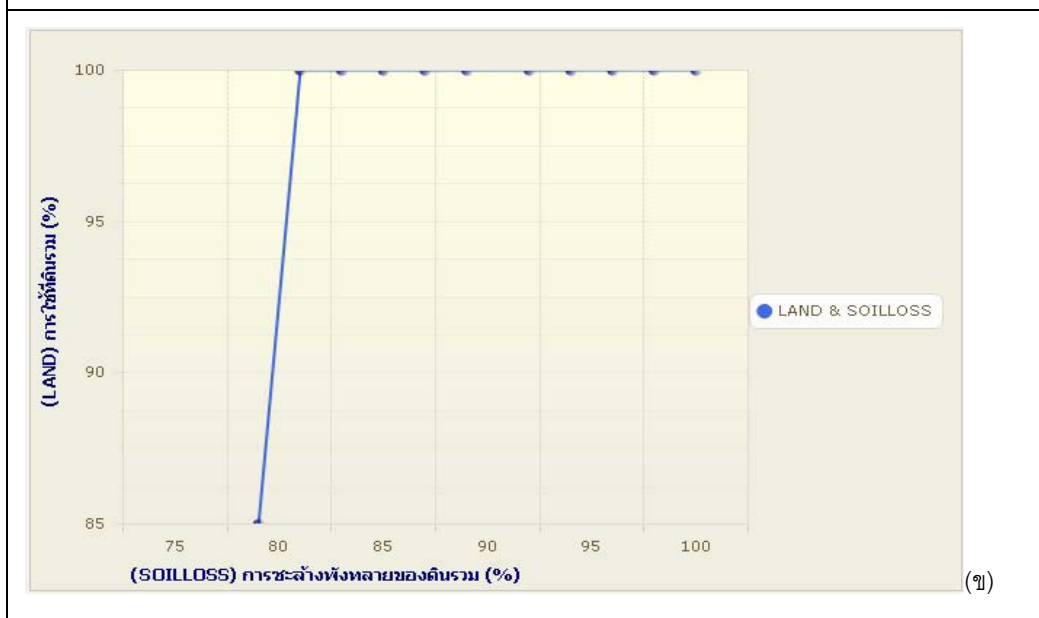
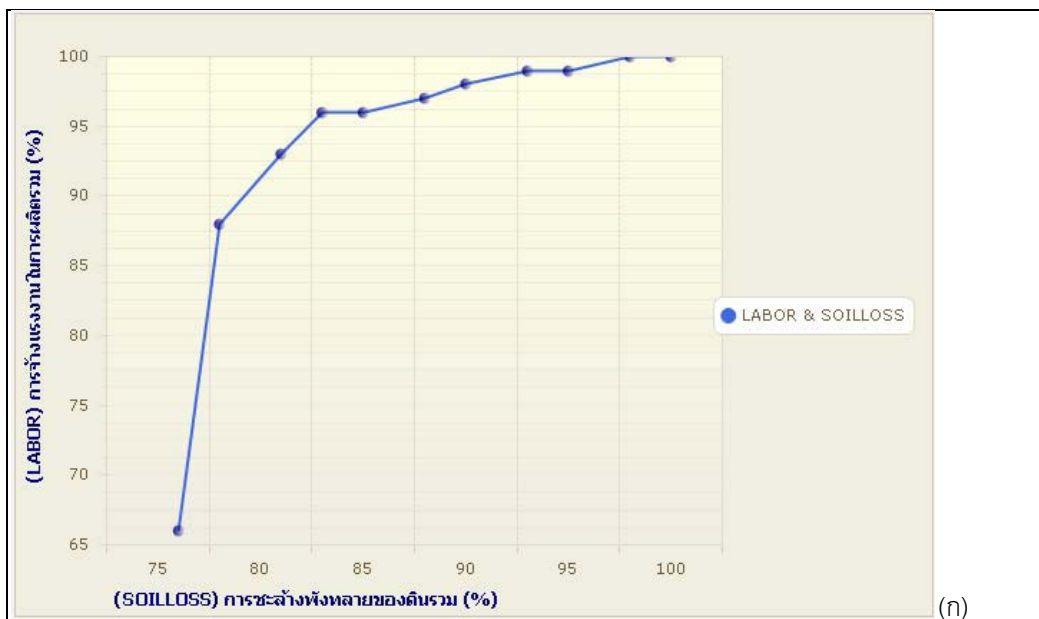
จะเห็นได้ว่าต้นทุนเงินสดในการผลิตรวมสามารถลดลงได้มากถึง 30-40% โดยส่งผลกระทบต่อเพียงเล็กน้อยต่อการใช้ที่ดินรวมและการจ้างแรงงานในภาพรวม แต่ถ้าต้องการจะลดต้นทุนเงินสดลงไปมากกว่า 40% แล้วจะส่งผลกระทบต่อการใช้ที่ดินและการจ้างแรงงาน

ค. การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

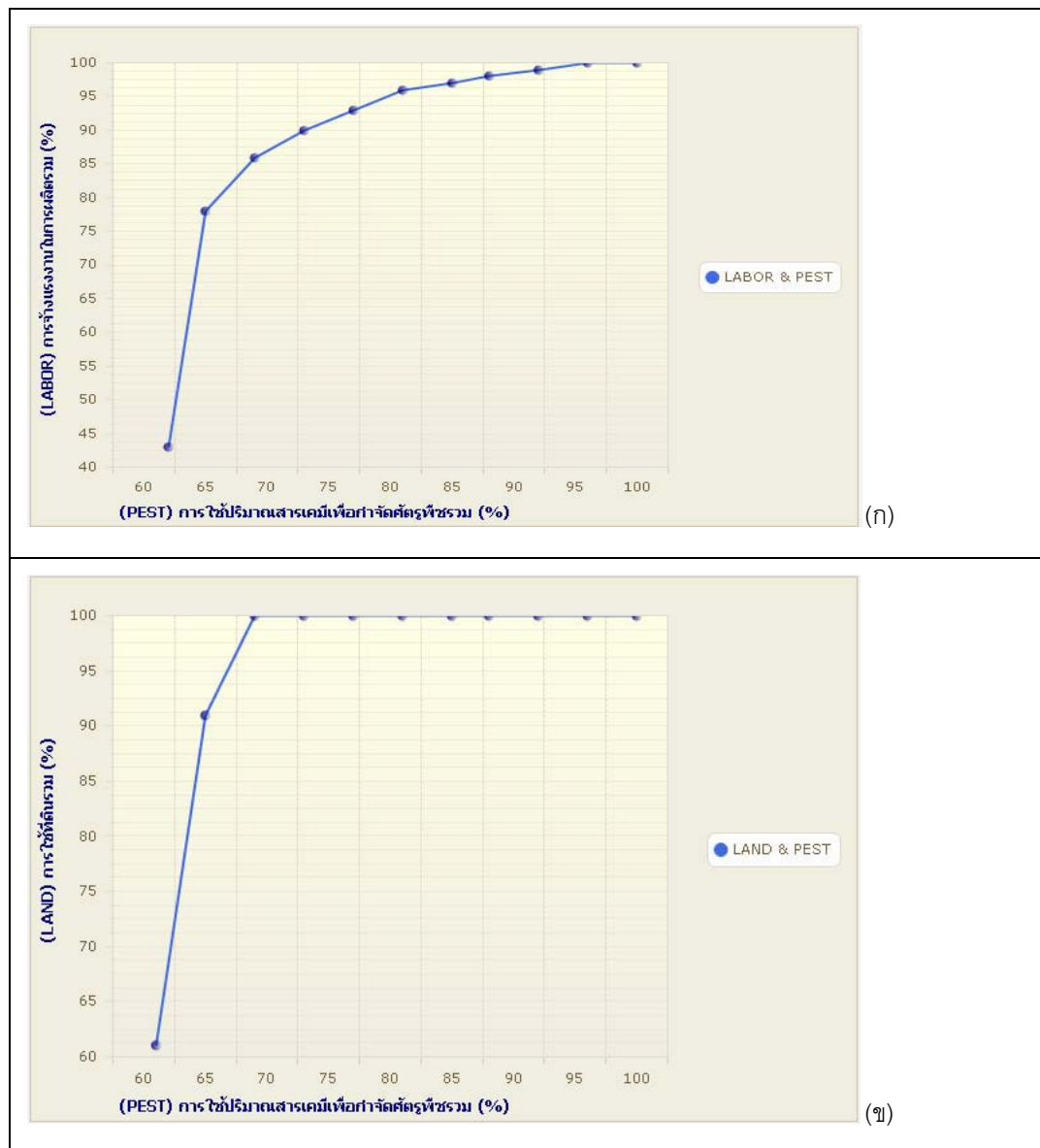
การวิเคราะห์การทดแทนกันของวัตถุประสงค์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ใช้วัตถุประสงค์ย่อยทั้งสองข้อของวัตถุประสงค์ด้านสังคม ซึ่งได้แก่ การจ้างแรงงานในการผลิตรวมสูงสุดและการใช้ที่ดินรวมสูงสุด ในการคำนวณหาค่าการทดแทนกันกับวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม 3 วัตถุประสงค์ย่อย คือ การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด ปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุดและปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวมต่ำสุด

ผลการวิเคราะห์การทดแทนกัน พบว่า การลดการชะล้างพังทลายของดินลงในอัตราที่ไม่เกิน 15% จะส่งผลกระทบต่อการจ้างแรงงานในการผลิตรวมเพียงเล็กน้อยไม่เกิน 4% และไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ที่ดินรวมเลย ในขณะที่ถ้าต้องการลดการชะล้างพังทลายของดินในอัตรา 20% และ 25% จะส่งผลให้การจ้างแรงงานในการผลิตรวมลดลง 8% และ 34% ตามลำดับ และส่งผลให้การใช้ที่ดินรวมลดลงประมาณ 10% และ 15% ตามลำดับ (รูปที่ 6.27)

ส่วนการทดแทนกันระหว่างการจ้างแรงงานในการผลิตหรือการใช้ที่ดินรวมและปริมาณการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืช พบว่า การจ้างแรงงานในการผลิตรวมจะอ่อนไหวต่อการลดลงของปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากกว่าการใช้ที่ดินในช่วงแรกๆ ซึ่งอาจเป็นเพราะส่วนใหญ่เกษตรกรจะใช้แรงงานจ้างในการฉีดพ่นสารเคมี โดยถ้าลดการใช้สารเคมีลง 10% และ 20% จะทำให้การจ้างแรงงานลดลง 1% และ 5% ตามลำดับ ในขณะที่การลดลงของปริมาณสารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชที่ไม่เกิน 30% โดยประมาณจะไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ที่ดินรวมเลย แต่ถ้ามีการลดปริมาณการใช้สารเคมีลงอีกเล็กน้อย เช่น ที่ระดับ 35% จะส่งผลให้การใช้ที่ดินรวมต้องลดลงประมาณ 10% และถ้ายังลดการใช้สารเคมีลงอีก 3-4% จะมีผลทำให้การใช้ที่ดินลดลงมากกว่า 30% (รูปที่ 6.28)



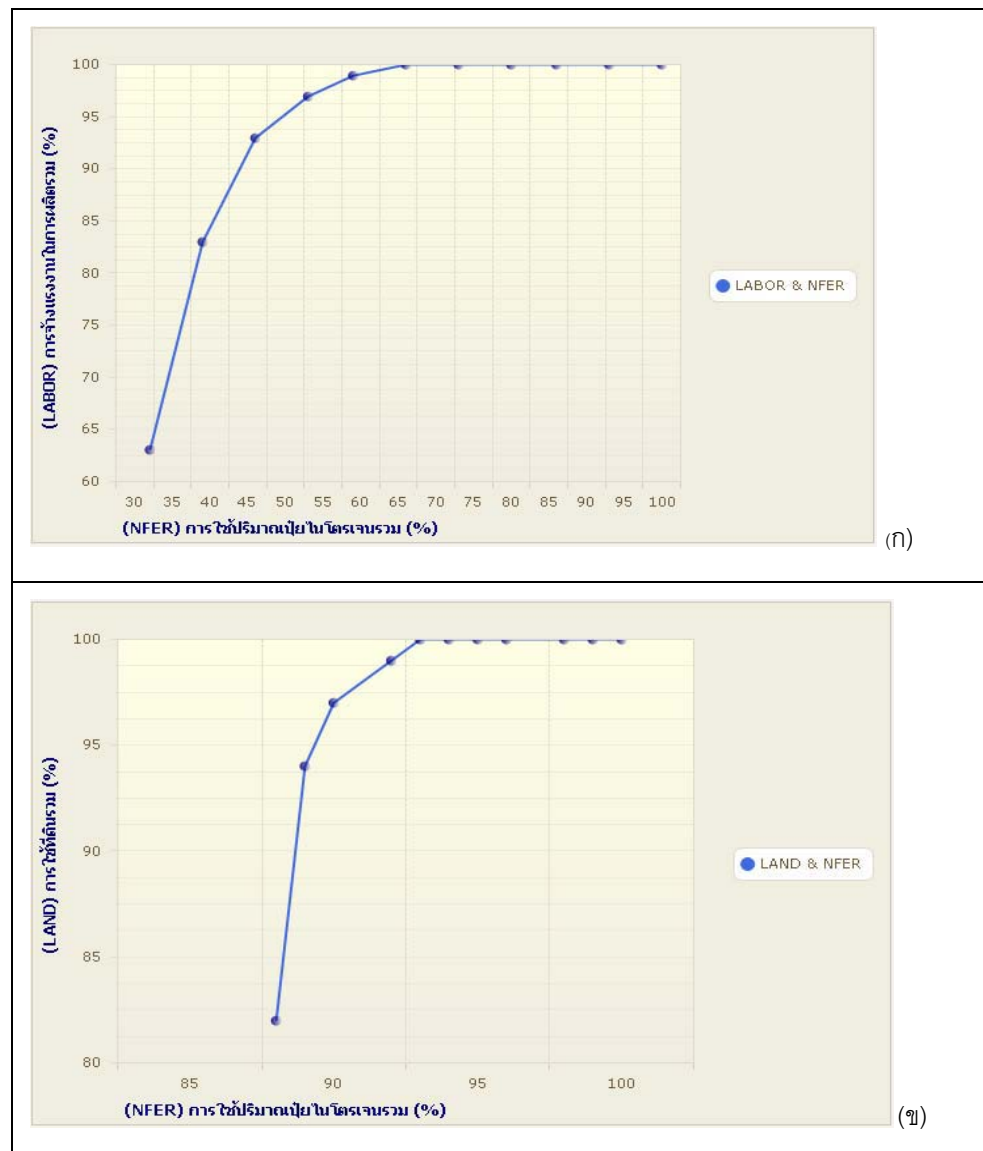
รูปที่ 6.27 การทดแทนกันระหว่างการจ้างแรงงานในการผลิต (ก) หรือการใช้ที่ดินรวม (ข) และการชะล้างพังทลายของดินรวม



รูปที่ 6.28 การทดแทนกันระหว่างการจ้างแรงงานในการผลิต (ก) หรือการใช้ที่ดินรวม (ข) และปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวม

เส้นการทดแทนกันของปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและการจ้างแรงงานในการผลิต พบว่า สามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนได้สูงถึง 40% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของแรงงานในการผลิต แต่ถ้าลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากกว่า 40% การจ้างแรงงานในการผลิตจะค่อยๆ ได้รับผลกระทบมากขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่การลดปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลงน้อยกว่า 10% จะไม่ค่อยส่งผลกระทบต่อการใช้ที่ดินมากนัก แต่ถ้ามีการลดการใช้ปุ๋ยมากกว่า 10% อีกเพียงเล็กน้อยจะส่งผลให้การใช้ที่ดินรวมลดลงอย่างมาก (รูปที่ 6.29)

จากผลการวิเคราะห์การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม แสดงให้เห็นว่า ถ้ามีการลดลงของการผลิตและปัจจัยการผลิตที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่เกินร้อยละ 15 จะส่งผลกระทบต่อประเด็นด้านสังคมน้อยมาก ยกเว้นกรณีการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับสูงกว่า 10% จะส่งผลกระทบต่อการใช้ที่ดินรวม



รูปที่ 6.29 การทดแทนกันระหว่างการจ้างแรงงานในการผลิต (ก) หรือการใช้ที่ดินรวม (ข) และปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวม

ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า ผลการวิเคราะห์การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์แสดงให้เห็นว่าการยอมให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์ใดๆ มีค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้จะส่งผลต่อผลลัพธ์ที่ได้ของวัตถุประสงค์อื่นอย่างไร บางครั้งการยอมให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์หนึ่งเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายเพียงเล็กน้อยอาจทำให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์อื่นดีขึ้นอย่างมาก ในขณะที่การพยายามทำให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์หนึ่งเข้าใกล้ค่าเป้าหมายมากขึ้นอาจส่งผลกระทบอย่างมากต่อผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์อื่นได้ เช่น ถ้ากำหนดให้ผลตอบแทนสุทธิสามารถเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายสูงสุดได้ 5% จะทำให้สามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ถึง 12% หรือสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนได้กว่า 33% แต่ถ้าต้องการลดปริมาณการใช้สารเคมีไปมากกว่านั้นจะส่งผลกระทบอย่างมากต่อผลตอบแทนสุทธิรวม ดังนั้น ถ้าผู้ใช้ได้ทำการวิเคราะห์การทดแทนกันของวัตถุประสงค์ต่างๆ ก่อน จะช่วยให้เข้าใจมากขึ้นว่าควรกำหนดให้วัตถุประสงค์ต่างๆ สามารถเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้มากน้อยเพียงใด เพื่อให้ภาพรวมของทุกวัตถุประสงค์ได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าสนใจที่สุด

6.9 การแสดงผลเป็นแผนที่

ผลลัพธ์ของตัวแปรตัดสินใจจากแบบจำลอง IMGP ไม่ว่าจะเป็นวิธีการใด จะได้เป็นค่าเนื้อหาของระบบพืชต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์ในแบบจำลอง (รูปที่ 6.14-6.16) แต่ไม่อาจจะระบุว่าควรปลูกที่ใดในจังหวัดลำพูน ดังนั้นจึงต้องการการวิเคราะห์เชิงพื้นที่โดยอาศัยขีดความสามารถของ GIS เพื่อจัดสรรพื้นที่เหมาะสมตามความต้องการด้านคุณภาพที่ดินของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท กิจกรรมดังกล่าวเป็นงานหลักของโครงการวิจัย “ระบบสนับสนุนการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่เพื่อการเกษตร” ซึ่งจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์แยกต่างหากโดยส่วนหนึ่งของคณะนักวิจัยในโครงการวิจัยนี้ ดังนั้น จึงไม่ขอกล่าวในรายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์และการพัฒนาโปรแกรม SLA (Spatial land allocation) ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของโครงการดังกล่าว อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เห็นภาพการเชื่อมโยงระหว่างผลลัพธ์ของโปรแกรม IMGP-LPlan และ SLA จึงจะกล่าวถึงหลักการและผลจากการเชื่อมโยงระหว่าง 2 โปรแกรมโดยย่อ

การเชื่อมโยงระหว่าง IMGP-LPlan และ SLA สามารถทำได้ผ่านเมนูแสดงแผนที่ในโปรแกรม IMGP-LPlan ซึ่งจะเรียกโปรแกรม SLA มาใช้งาน เมื่อผู้ตัดสินใจได้สถานการณ์ที่พอใจที่สุดแล้ว จะต้องจัดเก็บผลลัพธ์ของสถานการณ์นั้นเป็นไฟล์ .xml ดังนั้นเมื่อเปิดโปรแกรม SLA ไฟล์ .xml จะถูกเปิดแล้วแปลงเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่เชื่อมกับข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบ GIS ได้ เนื่องจากข้อมูลในไฟล์ .xml ประกอบด้วย ชื่อสถานการณ์ และนโยบายที่ใช้ในการผลิต ชื่อหน่วยทรัพยากรที่ดิน (Land resource unit, LRU) เพื่อการผลิตพืช ชื่อระบบพืชและเนื้อที่เป้าหมายที่เหมาะสมที่สุด อันเป็นผลลัพธ์จากแบบจำลอง IMGP ดังนั้นโปรแกรม SLA จึงสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปจัดสรรพื้นที่เพาะปลูกให้โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมเชิงกายภาพของดิน ลำดับความสำคัญของพืช โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วย GIS ทั้งในระบบเวกเตอร์และแรสเตอร์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง 2 ระบบ ผู้ใช้สามารถจัดลำดับความสำคัญของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ต้องการในวิธีการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่บางวิธีการ

โปรแกรม SLA มีส่วนการวิเคราะห์เพื่อจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตรโดยมีวิธีการให้เลือก 3 วิธีการ ได้แก่ 1) วิธีการจัดสรรเป็นลำดับชั้นตามกฎเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น (Hierarchical Method, HM) 2) วิธีการจัดจากจุดอุดมคติ (Ideal Point

Analysis, IPA) และ 3) วิธีการ Multi-objectives Land Allocation (MOLA) ตัวอย่างในรูปที่ 6.30 เป็นหน้าจอของโปรแกรม SLA หลังจากอ่านไฟล์ผลลัพธ์ .xml จากโปรแกรม *IMGP-LPlan* ที่ได้วิเคราะห์ตามวิธีการ STEP ตามนโยบายแบบ เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม และผู้ตัดสินใจเลือกสถานการณ์ที่ 1 ในการวางแผนการผลิตเพื่อการเกษตร



ลำดับความสำคัญ...	ชนิดการใช้ที่ดิน	LRU	พื้นที่ปลูกพืช...	พื้นที่ใช้ประโยชน์รวม>0.7...	พื้นที่ป่าธรรมชาติ (ไร่)	พื้นที่ใช้ประโยชน์ (ไร่)	พื้นที่ใช้ประโยชน์ (%)
1	ลำไย	LG_ILS1	8,495.15	42,352.82	10,848.12	0	0
2	ลำไย	LG_ILS2	2,803.48	3,270.79	3,270.79	0	0
3	ลำไย	LG_ILS3	556.04	595.03	482.72	0	0
4	ลำไย	LG_ILM51	27,444.34	45,736.25	23,295.47	0	0
5	ลำไย	LG_ILM52	1,182.98	1,278.87	1,002.86	0	0
6	ลำไย	LG_ILM53	52.07	51.73	43.94	0	0
7	ลำไย	LG_ILRS1	7,422.23	16,411.84	11,062.77	0	0
8	ลำไย	LG_ILRS2	1,906.98	4,275.83	1,612.72	0	0
9	ลำไย	LG_ILRS3	17.89	21.52	14.83	0	0
10	ลำไย	LG_ILWS1	58,935.85	125,695.07	49,991.22	0	0
11	ลำไย	LG_ILWS2	13,290.41	16,733.02	11,247.46	0	0
12	ลำไย	LG_ILWS3	799.82	831.13	651.06	0	0
13	ลำไย	LG_ILS1	71,963.41	115,246.62	84,568.18	0	0
14	ลำไย	LG_ILS2	29,803.81	42,276.98	29,263.67	0	0
15	ลำไย	LG_ILS3	1,069.97	1,345.46	906.60	0	0
16	ลำไย	LG_ILS1	1,894.11	3,283.67	2,330.32	0	0
17	ลำไย	LG_ILS2	190.58	217.64	217.64	0	0
18	ลำไย	LG_ILS1	337.71	691.57	284.86	0	0
19	ลำไย	LG_ILS2	112.32	166.79	94.96	0	0
20	ลำไย	LG_ILS1	604.35	1,088.12	510.88	0	0
21	ลำไย	LG_ILS2	68.82	85.89	57.28	0	0
22	ลำไย	LG_ILS3	13.63	13.63	11.93	0	0
23	ลำไย	LG_ILS1	5,833.48	11,928.79	7,801.30	0	0
24	ลำไย	LG_ILS2	816.67	948.32	690.60	0	0
25	ข้าวเหนียว	RZ_ILS1	35,416.37	53,654.30	30,036.30	0	0
26	ข้าวเหนียว	RZ_ILM51	7,958.97	47,391.15	6,752.27	0	0
27	ข้าวเหนียว	RZ_ILM51	954.43	12,917.81	805.23	0	0
28	ข้าวเหนียว	RZ_ILWS1	21,211.39	120,669.57	17,964.58	0	0
29	ข้าวเหนียว	RZ_ILS1	24,351.28	110,681.04	36,352.24	0	0
30	ข้าวเหนียว	RZ_ILS2	0.00	16,362.58	3,027.41	0	0
31	ข้าวเหนียว	RZ_ILS1	593.29	3,330.89	500.52	0	0
32	ข้าวเหนียว	RZ_ILS2	0.00	147.24	0.66	0	0
33	ข้าวเหนียว	RZ_ILS1	150.29	595.97	125.40	0	0

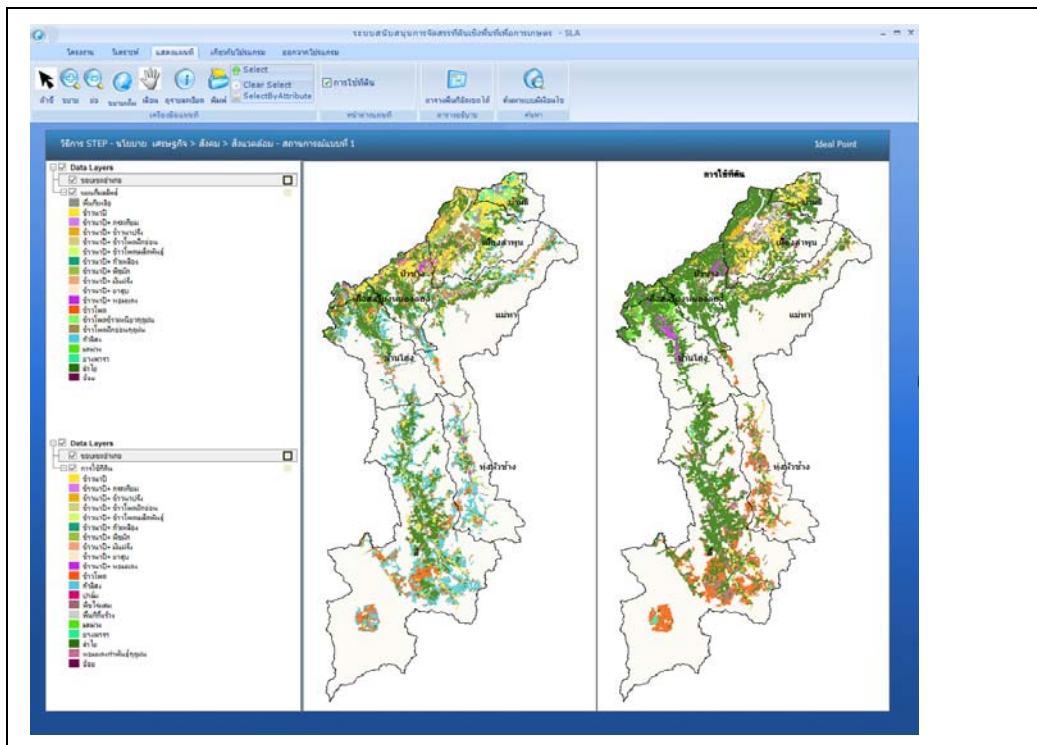
รูปที่ 6.30 แสดงผลการนำเข้าไฟล์ .xml จากโปรแกรม *IMGP-LPlan* ที่ได้วิเคราะห์ตามวิธีการ STEP ในนโยบายแบบ เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ที่ 1

ลำดับความสำคัญ...	ชนิดการใช้ที่ดิน	LRU	พื้นที่ปลูกปัจจุบัน ...	พื้นที่อัตราความเหมาะสม>0.7...	พื้นที่เป้าหมาย (ไร่)	พื้นที่จัดสรรได้ (ไร่)	พื้นที่จัดสรรได้ (%)
1	ส่ว	LG_11L51	8,495.15	42,352.62	11,524.71	11,521.26	99.97
2	ส่ว	LG_11L52	2,802.48	3,270.79	2,373.51	2,372.22	99.99
3	ส่ว	LG_11L53	556.04	595.03	482.72	472.86	97.96
4	ส่ว	LG_11MS1	27,444.34	45,736.25	23,295.47	23,105.92	98.19
5	ส่ว	LG_11MS2	1,182.98	1,278.87	1,002.96	1,000.17	99.72
6	ส่ว	LG_11MS3	52.07	51.73	43.94	0.00	0.00
7	ส่ว	LG_11RS1	7,422.23	16,411.84	11,794.43	11,999.26	99.53
8	ส่ว	LG_11RS2	1,906.98	4,279.83	1,612.72	1,609.04	99.77
9	ส่ว	LG_11RS3	17.89	21.52	14.83	4.18	28.17
10	ส่ว	LG_11WS1	58,935.85	125,695.07	71,172.56	70,970.22	99.72
11	ส่ว	LG_11WS2	13,290.41	16,733.02	11,247.46	11,202.48	99.60
12	ส่ว	LG_11WS3	758.82	831.13	651.06	408.55	62.91
13	ส่ว	LG_12S1	71,963.41	115,246.62	96,090.77	95,837.48	99.74
14	ส่ว	LG_12S2	29,803.81	42,276.98	28,940.50	28,828.65	98.62
15	ส่ว	LG_12S3	1,069.97	1,345.46	1,313.84	1,312.46	99.90
16	ส่ว	LG_13S1	1,894.11	3,283.67	2,330.32	2,324.37	99.74
17	ส่ว	LG_13S2	190.58	217.64	217.64	199.99	91.89
18	ส่ว	LG_14S1	337.71	691.57	284.86	282.51	98.17
19	ส่ว	LG_14S2	112.32	160.79	159.99	157.29	98.31
20	ส่ว	LG_15S1	604.35	1,088.12	510.88	510.63	99.99
21	ส่ว	LG_15S2	88.82	85.89	85.89	83.53	99.58
22	ส่ว	LG_15S3	13.63	13.63	13.63	13.63	100.00
23	ส่ว	LG_16S1	5,833.48	11,928.79	7,946.81	7,741.50	97.42
24	ส่ว	LG_16S2	816.67	948.32	690.60	690.43	99.98
25	ข้าวนาปี	RZ_11S1	35,416.37	53,854.30	30,836.30	29,964.89	99.76
26	ข้าวนาปี	RZ_11MS1	7,958.97	47,391.15	6,752.27	6,804.88	100.78
27	ข้าวนาปี	RZ_11RS1	954.43	12,817.81	805.23	775.56	96.32
28	ข้าวนาปี	RZ_11WS1	21,211.39	120,669.57	17,964.58	17,876.45	99.51
29	ข้าวนาปี	RZ_12S1	24,351.28	110,681.04	24,829.64	24,719.22	99.56
30	ข้าวนาปี	RZ_12S2	0.00	16,262.58	7,237.48	7,186.87	99.30
31	ข้าวนาปี	RZ_13S1	593.29	2,330.89	500.52	499.06	99.71
32	ข้าวนาปี	RZ_13S2	0.00	147.24	0.66	0.00	0.00
33	ข้าวนาปี	RZ_14S1	150.20	595.97	125.40	121.45	96.85

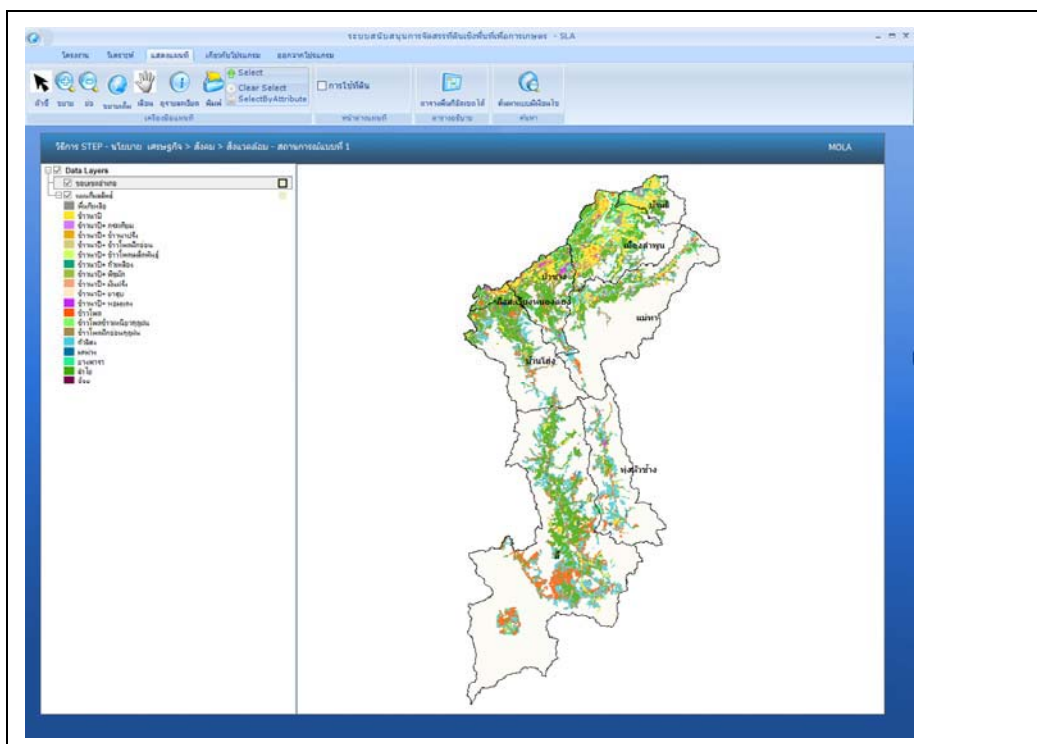
รูปที่ 6.31 ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตรโดยใช้วิธีการ MOLA ในโปรแกรม SLA

รูปที่ 6.31 แสดงตารางผลลัพธ์จากการเลือกจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตรตามพื้นที่เป้าหมายของแต่ละระบบพืช โดยวิธี IPM ในการจัดสรรพื้นที่เพาะปลูกตามวิธีการ IPA ผู้ใช้ต้องจัดลำดับความสำคัญของแต่ละระบบพืช โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์หาหน่วยแผนที่ดินที่เหมาะสมที่สุดโดยคิดจากระยะทางจากจุดอุดมคติ (คำนวณจากค่าดัชนีความเหมาะสมสูงสุดและต่ำสุด) สำหรับแต่ละระบบพืช โดยคำนวณแต่ละหน่วยแผนที่ในแต่ละ LRU จนครบทั้งจังหวัดลำพูน ส่วนวิธีการ MOLA จัดสรรที่ดินโดยการเรียงค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินสำหรับแต่ละพืช แล้วจัดสรรที่ดินให้แก่พืชที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมมากที่สุดในแต่ละหน่วยแผนที่จนกระทั่งครบจำนวนเนื้อที่เป้าหมายของแต่ละระบบพืช

ขั้นตอนสุดท้ายคือการแสดงผลของการจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตรเป็นแผนที่ ซึ่งทำได้โดยเลือกเมนูแสดงแผนที่ โปรแกรม SLA จะใช้คำสั่งของ MapWindow GIS เพื่อเรียกแสดงผลของการจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตรเป็นแผนที่ ผู้ใช้อาจเรียกแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีอยู่เพื่อนำมาแสดงเปรียบเทียบกับแผนที่ผลลัพธ์ได้ดังแสดงในรูปที่ 6.32 ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากวิธีการจัดสรรที่ดินแบบ IPA ของสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม เปรียบเทียบกับแผนที่การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรปี 2551 สำหรับรูปที่ 6.33 เป็นการแสดงผลของสถานการณ์เดียวกันแต่จัดสรรที่ดินด้วยวิธีการ MOLA พบว่าโดยรวมวิธีการ MOLA สามารถจัดสรรพืชได้ร้อยละ 99.4 ของพื้นที่เป้าหมายซึ่งมากกว่าวิธีการ IPA เล็กน้อย (จัดสรรได้ร้อยละ 90.0) นอกจากนี้วิธีการ MOLA ยังจัดสรรพื้นที่ข้าวนาปีและลำไยได้สอดคล้องกับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2551 (รูปที่ 6.32) จะเห็นได้ชัดเจนว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพดในปี 2551 ถูกจัดสรร



รูปที่ 6.32 แผนที่ผลลัพธ์จากวิธีการจัดสรรที่ดินแบบ IPA ของสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม เปรียบเทียบกับแผนที่การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรปี 2551



รูปที่ 6.33 แผนที่ผลลัพธ์จากวิธีการจัดสรรที่ดินแบบ MOLA ของสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม

ให้กับถั่วลิสงเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เนื่องจากแผนการผลิตจากแบบจำลองจัดสรรพื้นที่ให้ถั่วลิสงมากกว่าข้าวโพด โดยพื้นที่ข้าวโพดที่ได้จากผลลัพธ์ของแบบจำลองน้อยกว่าพื้นที่ปลูกในปี 2551 ไม่ต่ำกว่า 30,000 ไร่ ประกอบกับดัชนีความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกพืชทั้งสองมีการกระจายตัวเชิงพื้นที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้นจึงเห็นได้ชัดเจนว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพดในปี 2551 ส่วนหนึ่งถูกแทนที่ด้วยถั่วลิสงตามแผนการผลิตที่ใช้ราคาของปัจจัยการผลิตและราคาถั่วลิสงในปีที่ทำการสำรวจ แผนการผลิตในเชิงพื้นที่จะเปลี่ยนแปลงไปหากข้อมูลดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้สามารถปรับค่าสัมประสิทธิ์ของวัตถุประสงค์และข้อจำกัดได้ในโปรแกรมตามการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

6.10 การนำไปใช้ประโยชน์

โปรแกรม *IMGP-LPlan* เป็นเครื่องมือสนับสนุนการวางแผนการจัดที่ดินเพื่อการเกษตรที่ได้รับการออกแบบให้สามารถทำงานได้ในระดับจังหวัด โดยใช้ข้อมูลทรัพยากรเกษตรของจังหวัดลำพูนและผู้มีส่วนร่วมในการวางแผนในจังหวัดลำพูนและคณะนักวิจัยเพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรม อย่างไรก็ตาม การใช้งานของโปรแกรมนี้นี้ไม่ได้จำกัดอยู่ที่ระดับจังหวัดหรือวัตถุประสงค์และข้อจำกัดที่ใช้ในกรณีศึกษาจังหวัดลำพูน แต่สามารถใช้กับการวางแผนในระดับที่กว้างขวางขึ้น เช่นกลุ่มจังหวัด หรือลุ่มน้ำที่ขอบเขตของพื้นที่เป็นไปตามธรรมชาติที่อาจครอบคลุมพื้นที่หลายอำเภอในหลายจังหวัด ในทางตรงกันข้ามอาจนำไปใช้ในการวางแผนการใช้ที่ดินในระดับที่เล็กกว่าจังหวัด เช่น อำเภอ ตำบล ลุ่มน้ำย่อย โครงการชลประทาน หรือโครงการพัฒนาการเกษตรบนที่สูง เป็นต้น เมื่อขอบเขตของพื้นที่เปลี่ยนไปวัตถุประสงค์และข้อจำกัดตลอดจนตัวแปรตัดสินใจเปลี่ยนไป นอกจากนี้ผู้มีส่วนร่วมในการวางแผนและมีส่วนได้เสียเปลี่ยนไป ดังนั้นการนำโปรแกรม *IMGP-LPlan* ไปใช้ประโยชน์จึงต้องเตรียมทีมงานสหสาขาวิชา ประกอบด้วยผู้มีส่วนเกี่ยวข้องด้านประเมินคุณภาพที่ดินด้วย GIS เพื่อจัดทำหน่วยการจัดการทรัพยากรและแผนที่ดัชนีความเหมาะสมของที่ดินให้เป็นฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ สมาชิกของทีมงานต้องมีนักเศรษฐศาสตร์เกษตรที่เข้าใจการใช้แบบจำลองและสามารถสร้างแบบจำลองใน Excel ได้ ตลอดจนจัดทำค่าสัมประสิทธิ์ของวัตถุประสงค์และข้อจำกัดจากข้อมูลทุติยภูมิหรือจากการสำรวจภาคสนาม และมีนักวิชาการเกษตรที่สามารถจัดทำข้อมูลด้านกายภาพที่แบบจำลองต้องการ เช่น ความต้องการน้ำของพืช การประเมินการชะล้างพังทลายของดิน เป็นต้น ทีมงานควรมีผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหรือมีหน้าที่รับผิดชอบในการวางแผนในทางการเกษตรหรือจัดการทรัพยากรธรรมชาติเพื่อทำหน้าที่ประสานงานระหว่างทีมงานวิเคราะห์และผู้มีส่วนได้เสียในสถานการณ์ที่จะนำแบบจำลอง *IMGP* ไปช่วยสนับสนุนการวางแผนการพัฒนาพื้นที่

ดังนั้นทีมงานที่จะนำเอาโปรแกรมไปใช้ในระดับจังหวัด อาจประกอบด้วยนักวิชาการจากกรมพัฒนาที่ดินที่ทำหน้าที่ประเมินคุณภาพที่ดินและจัดทำฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ เศรษฐกรจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่รับผิดชอบด้านการจัดทำแบบจำลอง *IMGP* นักวิชาการจากสำนักงานเกษตรจังหวัดที่คุ้นเคยกับผู้มีส่วนได้เสียในจังหวัดนั้น ส่วนนักวางแผนอาจมาจากกรมพัฒนาที่ดิน หรือสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่รับผิดชอบจังหวัดเป้าหมาย สำหรับการใช้งานในระดับโครงการชลประทาน ต้องการสมาชิกในทีมงานที่เป็นวิศวกรชลประทานเพื่อรับผิดชอบในการจัดทำข้อมูลการจัดสรรน้ำชลประทานและความต้องการน้ำของพืชในพื้นที่เป้าหมาย

การวางแผนการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำย่อยบนพื้นที่สูง เป็นงานอีกลักษณะหนึ่งที่น่าจะเหมาะสำหรับการนำโปรแกรม *IMGP-LPlan* ไปประยุกต์ใช้งาน เนื่องจากในสภาพดังกล่าวผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีวัตถุประสงค์หลากหลายและมักขัดแย้งกัน เช่น เกษตรกรต้องการระบบการเกษตรที่มีความมั่นคงด้านอาหารและให้รายได้เพื่อยกระดับการดำรงชีพให้มีความยั่งยืน ในขณะที่ที่ดินทำกินมีจำนวนจำกัด การขยายพื้นที่เพาะปลูกอาจทำให้เกิดความขัดแย้งกับเจ้าหน้าที่ของรัฐ และอาจก่อให้เกิดการสูญเสียดินและมลพิษจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ส่งผลต่อชุมชนที่อยู่ตอนล่างของเครือข่ายลุ่มน้ำเดียวกัน สถานการณ์ดังกล่าวต้องการระบบสนับสนุนการวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสมกับการผลิตที่มีหลายวัตถุประสงค์ และมีข้อจำกัดเชิงกายภาพที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมด้วย จึงเหมาะกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการนำ *IMGP-LPlan* ไปใช้งานในอนาคต

ความต้องการในด้านฮาร์ดแวร์สำหรับโปรแกรม *IMGP-LPlan* ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่เป้าหมายและหน่วยการจัดการที่ดินว่ามีมากน้อยเพียงใด สำหรับในระดับจังหวัดความต้องการของโปรแกรมคือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขีดความสามารถในระดับที่หน่วยงานของรัฐใช้งานอยู่ สำหรับซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต้องใช้ได้แก่โปรแกรม *IMGP-LPlan* ที่พัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยนี้ โปรแกรม *SLA* ที่พัฒนาโดยคณะนักวิจัยนี้ในโครงการวิจัย“ระบบสนับสนุนการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่เพื่อการเกษตร” ซึ่งได้รับทุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เช่นกัน ผู้ใช้มีทางเลือกในการใช้ระบบ GIS ได้ 2 ทางคือใช้โปรแกรม MapWindows ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภท Open source เพื่อทำงานร่วมกับ โปรแกรม *SLA* ในการแสดงผลที่ผลลัพธ์จากการจัดแผนการใช้ที่ดินเป็นและจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลแบบเวกเตอร์โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายในการจัดหาระบบ GIS อีกทางเลือกหนึ่งคือใช้โปรแกรม ArcGIS + Spatial Analyst เพื่อจัดทำฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศที่จำเป็นต้องใช้ในแบบจำลองและใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่ร่วมกับ *SLA* และแสดงผลในรูปแบบข้อมูลราสเตอร์ สำหรับทางเลือกหลังนั้นสำนักงานพัฒนาที่ดินเขตต่างๆทั่วประเทศมีระบบ GIS ดังกล่าวใช้งานอยู่แล้ว ส่วนซอฟต์แวร์อื่นที่ต้องการในการจัดการข้อมูลได้แก่ MS Excel และ MS Access ซึ่งปกติหน่วยงานต่างๆมีใช้งานอยู่แล้ว

บทที่ 7

สรุป

วัตถุประสงค์ที่สำคัญของโครงการวิจัยนี้คือ การพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตร ให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้ที่มีหลายวัตถุประสงค์และเป้าหมาย เพื่อบูรณาการแบบจำลอง IMGP การประเมินคุณภาพที่ดิน และการจัดเขตที่ดินที่ได้จากผลลัพธ์ของ IMGP เข้าด้วยกัน และอาศัยขีดความสามารถของ GIS ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และแสดงผลในรูปแบบที่ โครงการวิจัยนี้จึงมีลักษณะเป็นสหวิทยาการเพื่อดำเนินกิจกรรมวิจัยที่ต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญเฉพาะเรื่อง ก่อนที่จะนำเอาผลลัพธ์มาบูรณาการร่วมกันในการพัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผนการผลิตแบบหลายเป้าหมายโดยผู้ที่มีส่วนร่วม ทั้งนี้ได้ใช้จังหวัดลำพูนเป็นพื้นที่เป้าหมายในการศึกษา โครงการวิจัยมีองค์ประกอบหลักคือ 1) งานด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อจัดทำหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน และแผนที่ความเหมาะสมของที่ดิน 2) งานสำรวจภาคสนามและสร้างสัมประสิทธิ์ต่างๆ สำหรับแบบจำลอง Interactive multiple goal programming (IMGP) และ 3) การสร้างแบบจำลอง IMGP เพื่อหาแผนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดลำพูน 4) การพัฒนาโปรแกรม *IMGP-LPlan* เพื่อให้ผู้ใช้สามารถจัดทำแบบจำลอง IMGP แกะไขข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง วิเคราะห์หาผลลัพธ์ และแสดงผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากแบบจำลองแบบหลายเป้าหมาย

การสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรดินแบ่งออกเป็นสองส่วนหลักคือ (1) การจัดทำฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศทรัพยากรที่ดินเพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพที่ดิน และ (2) การสร้างหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) เพื่อใช้ช่วยการสุ่มตัวอย่างในการสำรวจภาคสนามสำหรับจัดทำค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในแบบจำลอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างข้อจำกัดของแบบจำลอง IMGP นอกจากนี้จะนำไปใช้ในการจัดสรรการใช้ที่ดินเชิงพื้นที่เพื่อการเกษตร ในระยะสุดท้ายของโครงการวิจัยนี้ หน่วยจัดการทรัพยากรที่ดินที่ได้จากการซ้อนทับประเภทของแหล่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกและชั้นความลาดชันของพื้นที่ด้วย GIS มีทั้งหมด 28 หน่วยแผนที่ เมื่อซ้อนทับกับพืชสำคัญที่ปลูกในจังหวัดลำพูน จะได้หน่วยแผนที่การผลิตพืชทั้งหมด 119 หน่วย ซึ่งใช้เป็นพื้นฐานในการสุ่มตัวอย่างเพื่อการสำรวจภาคสนามเพื่อจัดทำค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง

ค่าสัมประสิทธิ์การผลิตตามระบบพืชที่ใช้ในแบบจำลอง ประกอบด้วย ปริมาณการใช้น้ำในโตรเจน (กิโลกรัม N/ไร่) ปริมาณสารเคมีออกฤทธิ์ที่เกษตรกรใช้ในการกำจัดศัตรูพืชทั้งหมด (กิโลกรัม/ไร่) แรงงานครอบครัวและแรงงานจ้างในการผลิตพืชราย 10 วัน (คน-วัน/ไร่) ปริมาณน้ำที่ต้องการราย 10 วัน (ลบ. ม ต่อไร่) ผลผลิตข้าวและพืชอื่น (กิโลกรัม/ไร่) ต้นทุนค่าวัสดุปัจจัยในการผลิตที่เป็นเงินสด (บาท/ไร่) ต้นทุนการกู้ยืมเงิน (ร้อยละ ต่อปี) ผลตอบแทนสุทธิจากการผลิตในแต่ละระบบพืช (บาท/ไร่) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด ข้อมูลเหล่านี้ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรแยกตามรายพืช รวมตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 1,444 ตัวอย่าง นอกจากนี้ได้มีการระบุข้อจำกัดในการผลิตพืชระดับจังหวัด ได้แก่ ข้อจำกัดด้านเนื้อที่ทางการเกษตรของจังหวัดจำแนกตามประเภทการใช้น้ำและความลาดชัน ด้านเงินทุนที่สามารถ

กุ่มได้ในระดับจังหวัด ด้านแรงงานการเกษตรรวมในจังหวัด ด้านปริมาณข้าวที่ต้องการบริโภคในจังหวัด ด้านปริมาณน้ำที่สามารถใช้ได้ราย 10 วัน แยกตามหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน ด้านความเหมาะสมทางกายภาพในการปลูกพืชแต่ละชนิดในหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน ข้อมูลเหล่านี้ได้จากการคำนวณประกอบกับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

แบบจำลองที่ใช้ในการหาแผนการผลิตที่เหมาะสมในงานวิจัยนี้จัดเป็นประเภทหลายเป้าหมายและปรับเปลี่ยนได้ (Interactive Multiple Goal Programming, IMGP) ซึ่งสามารถใช้ 3 วิธีการในการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีการ Integrated Weight Goal Programming (IWGP) วิธีการของ Lu และวิธีการ STEP ทั้งสามวิธีการใช้แบบจำลองพื้นฐานเหมือนกัน แตกต่างกันที่การปรับเปลี่ยนเป้าหมายให้ยืดหยุ่นได้ โดยที่วิธีการ IWGP ใช้ค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับวัตถุประสงค์ ส่วนวิธีการของ Lu และวิธีการ STEP ใช้ค่าเบี่ยงเบน และค่าผ่อนปรนจากเป้าหมายตามลำดับในการปรับเป้าหมายโดยผู้ใช้

แบบจำลองพื้นฐานของจังหวัดลำพูนที่คณะผู้วิจัยได้สร้างขึ้นประกอบด้วยตัวแปรตัดสินใจทั้งหมด 200 ตัวแปร เป็นตัวแปรด้านระบบพืชตามหน่วยทรัพยากรที่ดิน 159 ตัวแปร ตัวแปรด้านการจ้างแรงงานตามช่วงเวลา 36 ตัวแปร และตัวแปรการกุ่ม 5 ตัวแปร แบบจำลองมีข้อจำกัดทั้งหมด 536 ข้อจำกัด เป็นข้อจำกัดด้านวัตถุประสงค์ 8 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านทรัพยากรต่างๆ 528 ข้อจำกัด ประกอบด้วย ข้อจำกัดด้านพื้นที่ปลูกในแต่ละระบบพืชภายในแต่ละหน่วยทรัพยากรที่ดิน 82 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านแรงงาน 36 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านการจ้างงาน 1 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านเงินทุน 1 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านการบริโภคข้าว 1 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านแหล่งกุ่มเงิน 5 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านหน่วยทรัพยากรที่ดิน 27 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านน้ำตามแหล่งน้ำตามช่วงเวลา 220 ข้อจำกัด และมีข้อจำกัดด้านความเหมาะสมด้านที่ดินเพื่อการปลูกระบบพืชอีก 155 ข้อจำกัด

คณะนักวิจัยได้พัฒนาโปรแกรม *IMGP-LPlan* ด้วยภาษา VisualBasic.NET และ มีส่วนการคำนวณหาผลลัพธ์ที่เรียกใช้ object จากโปรแกรม LINDO API โปรแกรม *IMGP-LPlan* ยังอำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ในการนำเข้าข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง IMGP ก่อนทำการวิเคราะห์ และแสดงผลลัพธ์ที่เหมาะสมในรูปแบบตารางและกราฟ ได้มีการทดสอบการทำงานของโปรแกรม *IMGP-LPlan* รวม 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการตรวจสอบวิธีการวิเคราะห์แบบ IMGP ทั้ง 3 วิธีการ โดยใช้ชุดข้อมูลที่ตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติในการทดสอบ ขั้นตอนนี้ดำเนินการในโปรแกรม LINGO11 ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการเขียนโปรแกรมเพื่อหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามวิธีการ IWGP, Lu และ STEP มีความถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากกรณีศึกษาที่ตีพิมพ์แล้ว จากนั้นจึงทดสอบโปรแกรม *IMGP-LPlan* โดยใช้ชุดข้อมูลเดียวกัน พบว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงมั่นใจได้ว่าโปรแกรม *IMGP-LPlan* สามารถวิเคราะห์หาผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามวิธีการ IMGP ทั้ง 3 วิธีการได้ถูกต้องและมีขีดความสามารถในการโต้ตอบกับผู้ใช้ดีกว่าระบบการวิเคราะห์ที่พัฒนาด้วยโปรแกรม LINGO 11

เมื่อนำโปรแกรม *IMGP-LPlan* ไปทดสอบหาแผนการผลิตทางเกษตรที่เหมาะสมในจังหวัดลำพูน โดยดำเนินการกับ สถานการณ์ 24 แบบซึ่งกำหนดตามนโยบายหรือปรัชญาในการผลิต 3 แบบ คือ 1) เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม 2)

สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ 3) สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ โดยแต่ละนโยบายมี 8 สถานการณ์ซึ่งมีความแตกต่างกันที่การให้น้ำหนักความสำคัญ ค่าเบี่ยงเบน หรือ ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์แล้วแต่วิธีการ IMGP 3 วิธีการดังกล่าวข้างต้นที่ใช้ในการวิเคราะห์ ผลจากการทดสอบพบว่า STEP ให้ผลลัพธ์ที่ตอบสนองกับนโยบายในทิศทางที่ถูกต้องดีกว่าวิธีการ IWGP และ Lu

ผลลัพธ์ในเชิงวัตถุประสงค์เมื่อใช้นโยบายและสถานการณ์จำลองต่างๆ โดยวิธีการ STEP พบว่านโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ให้ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุดอยู่ในช่วง 4,794.6- 4,999.0 ล้านบาทแล้วแต่สถานการณ์ที่ใช้ซึ่งถูกกำหนดโดยค่าผ่อนปรนที่ผู้ใช้เลือก นโยบายที่ให้ผลตอบแทนสุทธิรวมรองลงมาได้แก่ สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ ซึ่งได้ค่าระหว่าง 4826.5 - 4,905.7 ล้านบาทแล้วแต่สถานการณ์ ส่วนนโยบายที่ให้ผลตอบแทนสุทธิต่ำสุดได้แก่ สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม ซึ่งให้ผลตอบแทนสุทธิรวมระหว่าง 4,702.7 - 4,765.1 ล้านบาท

สำหรับวัตถุประสงค์ด้านต้นทุนเงินสดรวม พบว่านโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ให้ค่าต่ำสุดในสถานการณ์ที่ 5 ส่วนแผนการผลิตตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ ในสถานการณ์ที่ 7 ต้องใช้ต้นทุนที่เป็นเงินสดเท่ากับ 2,606.0 ล้านบาท ซึ่งมีค่าสูงสุดในบรรดาสถานการณ์ทั้งหมดของทุกนโยบาย แผนการผลิตตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม ในสถานการณ์ที่ 5 ให้ผลลัพธ์ด้านการจ้างแรงงานสูงสุดเท่ากับ 19.5 ล้านคน-วัน และใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีศักยภาพในการใช้ประโยชน์เพื่อการปลูกพืชสูงสุดเท่ากับ 701,118 ไร่ เมื่อใช้แผนการผลิตตามสถานการณ์ที่ 1 เมื่อพิจารณาผลลัพธ์ในแง่วัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม พบว่าแผนการผลิตตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ ให้ผลผลิตภาพน้ำรวมสูงสุดเท่ากับ 2.7 ล้านบาท-ไร่/ลบ.ม. จากผลลัพธ์ของการจำลองสถานการณ์ที่ 1- 4 ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุดเท่ากับ 388.3 ตันในสถานการณ์ที่ 5 ใช้น้ำในโตรเจนต่ำสุดเท่ากับ 9507.7 ตัน ในสถานการณ์ที่ 2 และก่อให้เกิดการสูญเสียดินเกินระดับที่ยอมรับได้ต่ำสุดเท่ากับ 378,375 ตัน ในสถานการณ์ที่ 6

ผลลัพธ์จากโปรแกรม *IMGP-LPlan* ยังระบุจำนวนเนื้อที่ที่เหมาะสมสำหรับระบบการปลูกพืชต่างๆ ผู้ใช้สามารถจัดเก็บเป็นไฟล์ข้อมูลเพื่อนำไปแสดงผลเชิงเปรียบเทียบในรูปแบบภูมิหรือนำไปวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์ต่างๆที่ใช้นโยบายแตกต่างกัน ผู้ใช้อาจส่งผ่านผลลัพธ์ดังกล่าวไปทำการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่โดยใช้โปรแกรม *SLA* (Spatial Land Allocation) ที่พัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยที่เชื่อมโยงกัน ผลลัพธ์จากโปรแกรม *IMGP-LPlan* สามารถเชื่อมโยงกับโปรแกรม *SLA* ได้ดี สามารถแสดงผลการจัดเขตที่ดินเพื่อการเกษตรในรูปแบบที่ นอกจากนี้ยังมีความสอดคล้องกันระหว่างพื้นที่จัดสรรจากโปรแกรม *SLA* กับแหล่งเพาะปลูกในปัจจุบันในกรณีของระบบพืชหลัก เช่น ลำไย และข้าวนาปี

คณะผู้วิจัยได้ทดลองวิเคราะห์ผลกระทบของการขยายพื้นที่ใช้ผลิตพลังงานทดแทนเช่น ปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ โดยใช้โปรแกรม *IMGP-LPlan* โดยมีเป้าหมายในการผลิตปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำเท่ากับ 40,000 และ 20,000 ไร่ ตามลำดับ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของแผนการผลิตตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม นโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีการ STEP เมื่อเปรียบเทียบกับผลสัมฤทธิ์ของสถานการณ์ที่ไม่ได้พิจารณาพืชน้ำมันในแผนการผลิตแตกต่างกันเล็กน้อย แต่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อที่ของระบบพืชซึ่งเป็น

ตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลองนี้ เนื่องจากการขยายปาล์มน้ำมันมีผลต่อการลดลงของระบบพืชในเขตชลประทาน ส่วนการปลูกสับดำทำให้พืชในเขตอาศัยน้ำฝนเปลี่ยนแปลงไป

ผลลัพธ์จากแบบจำลองตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ชี้ให้เห็นว่าการขยายพื้นที่ปลูกพืชพลังงานจะได้ผลลัพธ์ในแง่ผลตอบแทนสุทธิน้อยกว่า ต้นทุนการผลิตที่เป็นเงินสดมากกว่า การจ้างแรงงานน้อยกว่า และประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำกว่าแผนการผลิตที่ไม่มีพืชพลังงานเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์นี้ขึ้นอยู่กับราคาของปัจจัยการผลิตและราคาของผลผลิตพืชทั้งหมดที่อยู่ในแผนการผลิตซึ่งมีพลวัตค่อนข้างสูง ซึ่งจะต้องปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์การผลิตของแบบจำลองให้ทันสมัยตามการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

โปรแกรม *IMGP-LPlan* สามารถให้ผลการวิเคราะห์การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์เพื่อดูว่าการยอมให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์ใดๆ มีค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้จะส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ที่ได้ของวัตถุประสงค์อื่นอย่างไร บางครั้งการยอมให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์หนึ่งเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายเพียงเล็กน้อยอาจทำให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์อื่นดีขึ้นอย่างมาก ในขณะที่การพยายามทำให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์หนึ่งเข้าใกล้ค่าเป้าหมายมากขึ้นอาจส่งผลกระทบอย่างมากต่อผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์อื่นได้ เช่น ถ้ากำหนดให้ผลตอบแทนสุทธิสามารถเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายสูงสุดได้ 5% จะทำให้สามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ถึง 12% หรือสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยในโตรเจนได้กว่า 33% แต่ถ้าต้องการลดปริมาณการใช้สารเคมีไปมากกว่านั้นจะส่งผลกระทบอย่างมากต่อผลตอบแทนสุทธิรวม ยกเว้นกรณีการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยในโตรเจนที่ระดับสูงกว่า 10% จะส่งผลกระทบต่อการใช้ที่ดินรวม ผลการวิเคราะห์การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม แสดงให้เห็นว่า ถ้ามีการลดลงของการผลิตและปัจจัยการผลิตที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่เกินร้อยละ 15 จะส่งผลกระทบต่อประเด็นด้านสังคมน้อยมาก ดังนั้น ถ้าผู้ใช้ได้ทำการวิเคราะห์การทดแทนกันของวัตถุประสงค์ต่างๆ ก่อน จะช่วยให้เข้าใจมากขึ้นว่าควรกำหนดให้วัตถุประสงค์ต่างๆ สามารถเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้มากน้อยเพียงใด เพื่อให้ภาพรวมของทุกวัตถุประสงค์ได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจที่สุด

โปรแกรม *IMGP-LPlan* ได้รับการออกแบบให้สามารถใช้งานในโครงการวางแผนการใช้ที่ดินอื่นได้ ไม่ว่าจะเป็นระดับหมู่บ้าน โครงการชลประทาน ระดับลุ่มน้ำ หรือระดับกลุ่มจังหวัด เนื่องจากผู้ใช้สามารถกำหนด ตัวแปรตัดสินใจ วัตถุประสงค์ และข้อจำกัดของแบบจำลองเองได้ โปรแกรมสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ในการเปลี่ยนนโยบาย คำนวณน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ เปลี่ยนสัมประสิทธิ์ต่างๆ ตามกิจกรรมที่อยู่ในแบบจำลอง ดังนั้นจึงมีศักยภาพในการใช้งานวางแผนการผลิตทางด้านการเกษตร การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ที่เป็นงานหลักประการหนึ่งของหลายหน่วยงาน

ในด้านการเผยแพร่ผลงานจากโครงการวิจัย คณะผู้วิจัยได้นำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติครั้งที่ 6 ณ โรงแรม เจบี อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ระหว่างวันที่ 16-18 สิงหาคม 2553 จำนวน 2 บทความ ประกอบด้วยบทความ (รายละเอียดในภาคผนวก ข) ดังนี้

1. เมธี เอกะสิงห์ เทวินทร์ แก้วเมืองมูล เบญจพรรณ เอกะสิงห์ จีรวรรณ กิจชัยเจริญ และวราภรณ์ ชัยวินิจ. 2553. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนการใช้ที่ดินที่มีหลายเป้าหมายแบบมีส่วนร่วม. บทความนำเสนอในการประชุมวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติครั้งที่ 6: ระบบเกษตรเพื่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม. 16-18 สิงหาคม 2553 ณ โรงแรมเจ.บี. อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.
2. กุศล ทองงาม ชาญชัย แสงไชยสวัสดิ์ เบญจพรรณ เอกะสิงห์ ประภัสสร พันธุ์สมพงษ์ และกมลพันธ์ เกิดมัน. 2553. ผลกระทบการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในระบบการผลิตพืชสำคัญของจังหวัดลำพูน. บทความนำเสนอในการประชุมวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติครั้งที่ 6: ระบบเกษตรเพื่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม. 16-18 สิงหาคม 2553 ณ โรงแรมเจ.บี. อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.

ในด้านการประสานงานกับผู้มีส่วนได้เสียในระดับจังหวัดเพื่อให้ผลงานวิจัยมีการนำไปใช้ประโยชน์นั้น คณะผู้วิจัยได้มีการจัดประชุมสัมมนาเสนอผลการวิจัยแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียครั้งที่ 1 ในวันที่ 6 ตุลาคม 2553 ณ ห้องประชุม นคร ลำปาง ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยมีตัวแทนผู้เข้าร่วมประชุมจากสำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน โครงการชลประทานลำพูน สำนักงานปฎิรูปที่ดินจังหวัดลำพูน สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดลำพูน สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขต 1 เชียงใหม่ สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมภาคเหนือ และสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 จังหวัดเชียงใหม่ รวม 19 คน รวมนักวิจัยจากโครงการและผู้สนใจอีก 10 คน รวมผู้เข้าร่วมประชุมทั้งสิ้น 29 คน

ในการประชุม มีการนำเสนอโครงการ ทบทวนวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินงานโครงการวิจัย การแสดงสาธิตโปรแกรมการจัดเขตที่ดินเพื่อการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์ (IMGP-LPlan) และผลลัพธ์ที่ได้ทั้งในเชิงปริมาณและในรูปแบบแผนที่ ที่โครงการฯ ได้พัฒนาขึ้น มีการทดสอบการเลือกสถานการณ์เพื่อการวิเคราะห์ แสดงระบบการจัดเขตที่ดินเชิงพื้นที่ โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (โปรแกรม SLA) และทดสอบแผนการผลิตที่มีพืชทางเลือก รวมทั้งกำหนดเป้าหมายพืชทางเลือก ระหว่างการประชุมได้เปิดโอกาสให้มีการซักถามและแสดงความคิดเห็น ซึ่งที่ประชุมได้ให้ความสนใจซักถามในประเด็นต่างๆ เช่น การทดลองเปลี่ยนลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์กับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น การเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์หรือข้อจำกัดต่างๆ ในแบบจำลองกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ข้อสังเกตจากการใช้ข้อมูลที่สำรวจจากภาคสนามที่มีการเปลี่ยนแปลงทุกปีหรือทุกฤดูการผลิต เป็นต้น มีการเสนอให้จัดทำเป็นโปรแกรมเพิ่มเพื่อใช้ประโยชน์ในระดับอื่น เช่น ระดับอำเภอ ระดับตำบล หรือพื้นที่ในเขตชลประทาน นอกเขตชลประทาน เพื่อต่อยอดการใช้ประโยชน์ที่มากขึ้น เนื่องจากโปรแกรมที่โครงการวิจัยพัฒนาปัจจุบันเป็นการวางแผนในระดับจังหวัด และในตอนท้ายของการประชุมได้แจกแบบประเมินให้ผู้เข้าร่วมประชุมทุกคนประเมินผลในด้านความเข้าใจและการใช้ประโยชน์ของผลงานวิจัยที่โครงการฯ นำเสนอ รวมทั้งข้อคิดเห็นอื่นๆ ซึ่งผู้เข้าร่วมประชุมเห็นว่าโครงการนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 84.6 คิดว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ปานกลาง ร้อยละ 15.4 คิดว่าโครงการนี้ สามารถนำไปใช้วางแผนการจัดที่ดินเพื่อประโยชน์ทางการเกษตร ได้ระดับดีมาก ร้อยละ 76.9 และคิดว่าน่าจะมีการฝึกอบรมเพิ่มเติมอีก ร้อยละ 76.9 เช่นกัน เพราะจากการประชุมเพียง 1 วันนั้นผู้เข้าร่วมประชุมมีความเข้าใจในการทำงานของโปรแกรม IMGP-