



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

การจัดที่ดินเพื่อให้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์

โดย เบญจพรรณ เอกะสิงห์ และคณะ

เมษายน 2554

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

“การจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์

คณะผู้วิจัย

รศ.ดร. เบญจพรรณ เอกะสิงห์	ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและส่งเสริม เผยแพร่การเกษตร และศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร	หัวหน้าโครงการ
ดร. เมธี เอกะสิงห์	ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร	นักวิจัย
อ.ดร. จีรวรรณ กิจชัยเจริญ	ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและส่งเสริม เผยแพร่การเกษตร	นักวิจัย
กุศล ทองงาม	ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร	นักวิจัย
ผศ.ดร. ชัญชัย แสงชัยสวัสดิ์	ภาควิชาพืชศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ	นักวิจัย
ประภัสสร พันธุ์สมพงษ์	ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร	ผู้ช่วยวิจัย
เทวินทร์ แก้วเมืองมูล	ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร	ผู้ช่วยวิจัย
กมลพันธ์ เกิดม้น	ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร	ผู้ช่วยวิจัย
วราภรณ์ ชัยวินิจ	ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร	ผู้ช่วยวิจัย

ชุดโครงการเครือข่ายวิจัยและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำนำ

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยในโครงการนี้ได้สำเร็จด้วยดี โดยมีส่วนร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียระดับจังหวัด ได้นำเสนอผลงานแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียระดับจังหวัด 2 ครั้ง ได้รับการตอบสนองอย่างดี คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้สนับสนุนเงินทุนการวิจัย โดยเฉพาะ รศ.ดร. อรรถชัย จินตะเวช ผู้จัดการเครือข่าย ครส. ของ สกว. ผู้เป็นผู้ดูแล ประสานงาน และ สนับสนุนการทำงานของโครงการนี้

ขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัยทุกท่านประกอบด้วย คุณเทวินทร์ แก้วเมืองมูล คุณประภัสสร พันธุ์สมพงษ์ คุณกมลพันธ์ เกิดมัน และ คุณวราภรณ์ ชัยวินิจ ที่ได้ช่วยทำงานให้โครงการอย่างมีวิริยะ อุตสาหะ อย่างดียิ่ง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่จากสำนักงานต่างๆในจังหวัดลำพูนทุกหน่วยงานที่ร่วมมือกับคณะนักวิจัยโดยให้ข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณเกษตรกรทุกท่านที่ได้ให้ข้อมูลการผลิตการเกษตรแก่คณะนักวิจัย ท่านเหล่านี้ ได้มีส่วนช่วยให้การดำเนินงานของโครงการวิจัยประสบผลสำเร็จ อย่างดี ท้ายสุด ขอขอบคุณศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้สนับสนุน สถานที่ บุคลากร และ อุปกรณ์ เพื่อการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ได้ลุล่วงไปด้วยดี

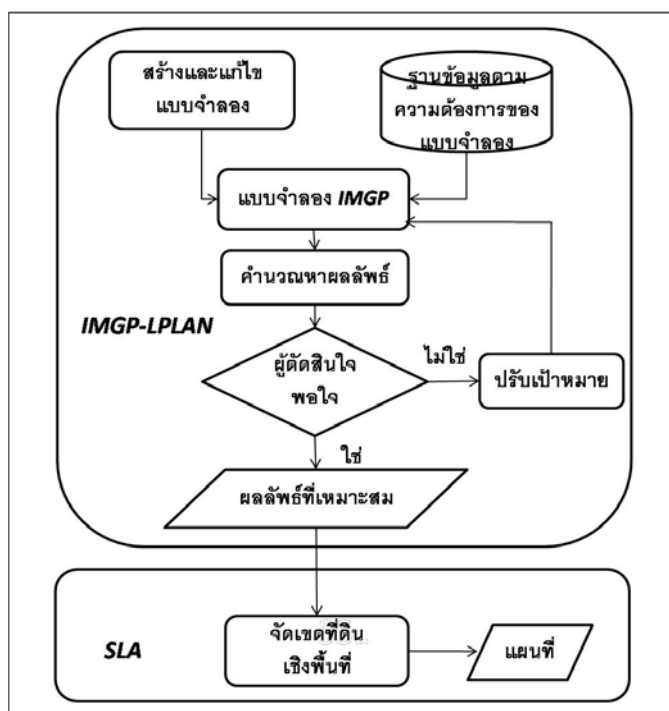
คณะนักวิจัยหวังว่า ผลงานวิจัยในครั้งนี้ จะได้นำไปสู่การใช้ประโยชน์เพื่อการวางแผนการเกษตรอย่างจริงจังต่อไป

เบญจพรรณ	เอกะสิงห์
เมธี	เอกะสิงห์
จิรวรรณ	กิกชัยเจริญ
กุศล	ทองงาม
ชาญชัย	แสงไชยสวัสดิ์

บทสรุปผู้บริหาร

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเชิงบูรณาการ เพื่อการพัฒนาระบบสนับสนุนการหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ จากแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ที่ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนเป้าหมายได้หลายเป้าหมาย (Interactive Multiple Goal Programming, IMGP) โดยจัดทำโปรแกรมที่เรียกว่า Interactive Multiple Goal Programming for Land Use Planning (IMGP-LPlan) เนื่องจากในอดีตที่ผ่านมาแม้ว่าได้มีการใช้แบบจำลองเชิงเส้นเพื่อวางแผนการปลูกพืชในระดับจังหวัดตัวอย่างในภาคต่างๆของประเทศ และมีการใช้แบบจำลองหลายเป้าหมายมาแล้ว แต่พบว่ายังปราศจากส่วนที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้ไม่อาจเห็นผลสัมฤทธิ์ของแผนการผลิตที่ได้จากแบบจำลอง และไม่สามารถผ่อนปรนเป้าหมายให้ผู้มีส่วนร่วมในการวางแผนพอใจได้ทันที่ นอกจากนี้ยังไม่มีกระบวนการเข้ากับกับระบบภูมิสารสนเทศ เพื่อให้ผู้ตัดสินใจเห็นผลลัพธ์ของการใช้วิธีการใช้แบบจำลองแบบหลายเป้าหมายเพื่อการจัดเขตที่ดินในรูปของแผนที่ โครงการวิจัยนี้จึงเป็นการพัฒนาระบบการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรให้มีพลวัตสูงและมีประสิทธิภาพขึ้น

โครงการวิจัยนี้มีลักษณะเป็นสหวิทยาการเพื่อดำเนินกิจกรรมวิจัยที่ต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญเฉพาะเรื่อง ก่อนที่จะนำเอาผลลัพธ์มาบูรณาการร่วมกัน วัตถุประสงค์ที่สำคัญของโครงการวิจัยนี้คือ (1) เพื่อจัดทำหน่วยแผนที่เพื่อการจัดการทรัพยากรและประเมินศักยภาพของทรัพยากรที่ดินในการผลิตพืชที่สำคัญในพื้นที่เป้าหมาย (2) เพื่อจัดทำแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเลือกในการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับสถานการณ์การตัดสินใจที่มีหลายวัตถุประสงค์ (3) เพื่อพัฒนาโปรแกรม IMGP-LPlan ให้ผู้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจสามารถวิเคราะห์ทางเลือกในการใช้ที่ดินโดยใช้แบบจำลอง IMGP ได้โดยสะดวก คณะผู้วิจัยได้เลือกจังหวัดลำพูนเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากเป็นจังหวัดที่มีระบบการปลูกพืชที่หลากหลาย และมีขนาดไม่ใหญ่เกินไปสำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โครงการวิจัยนี้ ได้ถูกออกแบบให้เชื่อมต่อกับโครงการวิจัยเรื่อง “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่เพื่อการเกษตร” (สัญญา สกว. เลขที่ RDG53O0007) ดังรายละเอียดตามกรอบการทำงานของทั้งสองโครงการนี้ (รูปที่ 1) โดยโปรแกรม IMGP-LPlan เป็นผลผลิตหลักของโครงการนี้ และ โปรแกรม SLA เป็นผลผลิตหลักของโครงการ “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่เพื่อการเกษตร”



รูปที่ 1 การพัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการที่ดินแบบหลายวัตถุประสงค์

โครงการวิจัยเริ่มโดยการประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และ นักวางแผนระดับจังหวัดเพื่อหาวัตถุประสงค์ในการวางแผนการจัดที่ดินทางการเกษตร และการหาน้ำหนักของวัตถุประสงค์ที่ร่วมกันระบุ พบว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และนักวางแผนกำหนดวัตถุประสงค์ที่สำคัญในการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรไว้ 3 ด้านหลัก คือ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และ ด้านสิ่งแวดล้อม รวมวัตถุประสงค์ทั้งหมดในการวิเคราะห์ 8 ข้อ ตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยดังนี้ ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด ผลผลิตภาพน้ำรวมสูงสุด การใช้ปริมาณสารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด การใช้ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนรวมต่ำสุด การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด การจ้างแรงงานในการผลิตรวมสูงสุด และการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรรวมสูงสุด

เพื่อให้ผลลัพธ์ของโครงการ สามารถเชื่อมโยงกับผู้ใช้และเชื่อมโยงกับการแสดงผลทางแผนที่ คณะผู้วิจัยได้ออกแบบโครงการให้มียุทธศาสตร์ประกอบหลัก คือ (1) งานด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อจัดทำหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน และแผนที่ดัชนีความเหมาะสมของที่ดิน (2) งานสำรวจภาคสนามและสร้างสัมประสิทธิ์ต่างๆ สำหรับแบบจำลอง IMGP และ (3) การสร้างแบบจำลอง IMGP เพื่อหาแผนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดลำพูน (4) การพัฒนาโปรแกรม IMGP-LPlan เพื่อให้ผู้ใช้สามารถจัดทำแบบจำลอง IMGP แก่ไขข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองวิเคราะห์ และแสดงผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากแบบจำลองแบบหลายเป้าหมาย

การสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรดินแบ่งออกเป็นสองส่วนหลักคือ (1) การจัดทำฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศทรัพยากรที่ดินเพื่อใช้ในการสร้างแผนที่ดัชนีความเหมาะสมของที่ดิน และ (2) การสร้างหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) เพื่อใช้ช่วยการสุ่มตัวอย่างในการสำรวจภาคสนามในการจัดทำค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ใน

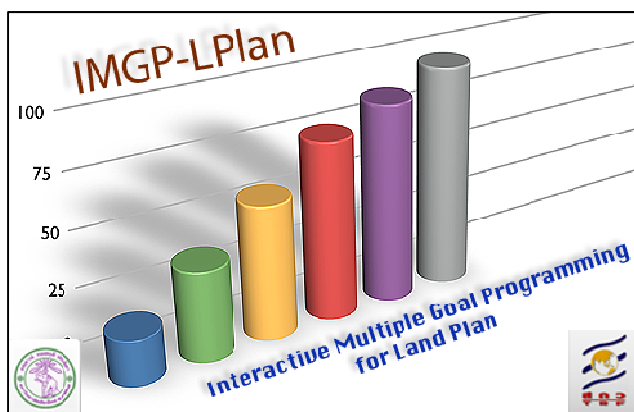
แบบจำลอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่เป็นในการสร้างข้อจำกัดของแบบจำลอง IMGP และจะนำไปใช้ในการจัดสรรการใช้ที่ดินเชิงพื้นที่เพื่อการเกษตรในระยะสุดท้ายของโครงการวิจัยนี้ หน่วยจัดการทรัพยากรที่ดินที่จัดทำได้จากการซ้อนทับประเภทของแหล่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกและชั้นความลาดชันของพื้นที่มีทั้งหมด 28 หน่วยแผนที่ เมื่อซ้อนทับกับพืชสำคัญที่ปลูกในจังหวัดลำพูนจะได้หน่วยแผนที่การผลิตพืชทั้งหมด 119 หน่วย

แบบจำลองที่ใช้ในการหาแผนการผลิตที่เหมาะสมในงานวิจัยนี้เป็นประเภทหลายเป้าหมายและปรับเปลี่ยนได้ (Interactive Multiple Goal Programming, IMGP) ซึ่งสามารถใช้ 3 วิธีการในการหาผลลัพธ์ ได้แก่ วิธีการ Integrated Weighted Goal Programming (IWGP) วิธีการของ Lu et al (2004) และวิธีการ STEP (Santé and Crecente, 2007) ทั้งสามวิธีการใช้แบบจำลองพื้นฐานเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่การปรับเปลี่ยนเป้าหมายให้ยืดหยุ่นได้ โดยที่วิธีการ IWGP ใช้ค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับวัตถุประสงค์ ส่วนวิธีการของ Lu และวิธีการ STEP ใช้ค่าเบี่ยงเบน และค่าผ่อนปรนจากเป้าหมายตามลำดับในการปรับเป้าหมายโดยผู้ใช้

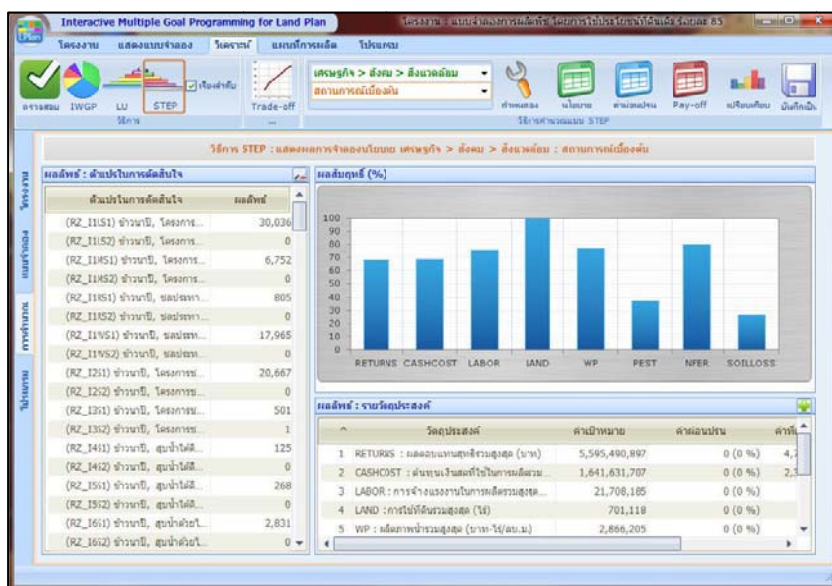
แบบจำลองพื้นฐานของจังหวัดลำพูนที่คณะผู้วิจัยได้สร้างขึ้นประกอบด้วยตัวแปรตัดสินใจทั้งหมด 200 ตัวแปร เป็นตัวแปรด้านระบบพืชตามหน่วยทรัพยากรที่ดิน 159 ตัวแปร ตัวแปรด้านการจ้างแรงงานตามช่วงเวลา 36 ตัวแปร และ ตัวแปรการกักขัง 5 ตัวแปร แบบจำลองมีข้อจำกัดทั้งหมด 536 ข้อจำกัด เป็นข้อจำกัดด้านวัตถุประสงค์ 8 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านทรัพยากรต่างๆ 528 ข้อจำกัด ประกอบด้วย ด้านพื้นที่ปลูกในแต่ละระบบพืช แต่ละหน่วยทรัพยากรที่ดิน 82 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านแรงงาน 36 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านการจ้างงาน 1 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านเงินทุน 1 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านการบริโภคข้าว 1 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านแหล่งกักขังเงิน 5 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านหน่วยทรัพยากรที่ดิน 27 ข้อจำกัด ข้อจำกัดด้านน้ำตามแหล่งน้ำ ตามช่วงเวลา 220 ข้อจำกัด และมีข้อจำกัดด้านความเหมาะสมด้านที่ดินเพื่อการปลูกระบบพืช 155 ข้อจำกัด

ค่าสัมประสิทธิ์การผลิตตามระบบพืชเพื่อนำไปใช้ในแบบจำลอง ประกอบด้วย ปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัม N/ไร่) ปริมาณสารเคมีออกฤทธิ์ที่เกษตรกรใช้ในการกำจัดศัตรูพืชทั้งหมด (กิโลกรัม/ไร่) แรงงานครอบครัวและแรงงานจ้างในการผลิตพืชราย 10 วัน (คน-วัน/ไร่) ปริมาณน้ำที่ต้องการในแต่ละระบบพืชราย 10 วัน (ลูกบาศก์เมตร/ไร่) ผลผลิตข้าวและพืชอื่น (กิโลกรัม/ไร่) ต้นทุนค่าวัสดุปัจจัยในการผลิต (บาท/ไร่) ต้นทุนการกักขังเงิน (ร้อยละ/ปี) ผลตอบแทนสุทธิจากการผลิตในแต่ละระบบพืช (บาท/ไร่) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสด ข้อมูลเหล่านี้ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรแยกตามรายพืช รวมตัวอย่างทั้งหมดจากการเก็บข้อมูลภาคสนามจำนวน 1,444 ตัวอย่าง นอกจากนั้น ก็มีการระบุข้อจำกัดในระดับจังหวัด คือข้อจำกัดด้านเนื้อที่ทางการเกษตรของจังหวัดจำแนกตามประเภทการใช้ น้ำ และความลาดชัน ด้านเงินทุนที่สามารถกักขังได้ในระดับจังหวัด ด้านแรงงานการเกษตรรวมในจังหวัด ด้านปริมาณข้าวที่ต้องการบริโภคในจังหวัด ด้านปริมาณน้ำที่สามารถใช้ได้ราย 10 วัน แยกตามหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน ด้านความเหมาะสมทางกายภาพของดินสำหรับการปลูกในแต่ละระบบพืชแต่ละชนิดในหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน ข้อจำกัดเหล่านี้ได้จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลระดับจังหวัด ประกอบกับการวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

แบบจำลองการใช้ที่ดินทางการเกษตรที่เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์ในระดับจังหวัดดังกล่าวข้างต้น ได้รับการจัดทำเป็นไฟล์ Excel และนำเข้าใน โปรแกรม *IMGP-LPlan* ที่คณะนักวิจัยได้พัฒนาขึ้น ด้วยภาษา VisualBasic.NET เพื่อเรียกใช้ Objects ของโปรแกรม LINDO API ในการคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสม และมีเมนูเป็นภาษาไทยเพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ในการนำเข้าข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง *IMGP* วิเคราะห์ และแสดงผลลัพธ์ที่เหมาะสมในรูปตารางและกราฟ ได้มีการทดสอบการทำงานของโปรแกรม *IMGP-LPlan* รวม 2 ขั้นตอนคือขั้นตอนการตรวจสอบวิธีการวิเคราะห์แบบ *IMGP* 3 วิธีการ โดยใช้ชุดข้อมูลที่ตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติในการทดสอบและดำเนินการในโปรแกรม LINGO11 ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการเขียนโปรแกรมเพื่อหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามวิธีการ *IWGP*, *Lu* และ *STEP* มีความถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากกรณีศึกษาที่ตีพิมพ์แล้ว จากนั้นจึงใช้โปรแกรม *IMGP-LPlan* ทดสอบโดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบเดียวกัน พบว่า ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงมั่นใจได้ว่าโปรแกรม *IMGP-LPlan* สามารถวิเคราะห์หาผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามวิธีการ *IMGP* ทั้ง 3 วิธีการได้ถูกต้อง โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นยังมีขีดความสามารถในการโต้ตอบกับผู้ใช้ดีกว่าระบบการวิเคราะห์ที่ใช้คำสั่งของโปรแกรม LINGO 11 รูปที่ 2 และ รูปที่ 3 แสดงหน้าแรก และ หน้าแสดงผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม *IMGP-LPlan* ตามลำดับ



รูปที่ 2 หน้าแรกโปรแกรม *IMPG-LPlan*



รูปที่ 3 หน้าต่างวิเคราะห์ของโปรแกรม *IMGP-LPlan*

เมื่อนำโปรแกรม *IMGP-LPlan* ไปทดสอบหาแผนการผลิตทางเกษตรที่เหมาะสมในจังหวัดลำพูน โดยดำเนินการกับสถานการณ์ 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 วิธีการดังกล่าวข้างต้น ผลจากการทดสอบพบว่า STEP ให้ผลลัพธ์ที่ตอบสนองกับนโยบายในทิศทางที่ถูกต้อง ดีกว่าวิธีการ *IWGP* และ *Lu*

เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ในเชิงวัตถุประสงค์จากการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีการ STEP พบว่านโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ให้ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด นโยบายที่ให้ผลตอบแทนสุทธิรวมรองลงมาได้แก่ สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ ส่วนนโยบายที่ให้ผลตอบแทนสุทธิต่ำสุดได้แก่ สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม แต่เมื่อพิจารณาวัตถุประสงค์ทางด้านสังคม พบว่า แผนการผลิตตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม ให้ผลลัพธ์ด้านการจ้างแรงงานสูงสุด และใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีศักยภาพในการใช้ประโยชน์เพื่อการปลูกพืชสูงสุดตามคาด ส่วนวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมนั้น แผนการผลิตตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ ให้ผลผลิตภาพน้ำรวมสูงสุด ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่ำสุด และก่อให้เกิดการสูญเสียดินเกินระดับที่ยอมรับได้ต่ำสุด ในแต่ละแผนการผลิตโปรแกรมสามารถให้ผลลัพธ์ในเชิงตัวเลข สามารถระบุเนื้อหาที่เพาะปลูกที่เหมาะสมสำหรับระบบพืชแต่ละชนิดของแผนการผลิตต่างๆ และ ระดับของวัตถุประสงค์ที่ได้บรรลุ (ผลสัมฤทธิ์) โดยแสดงผลเป็นทั้งกราฟและตารางข้อมูล

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

คณะผู้วิจัยได้ทดลองวิเคราะห์ผลกระทบของการขยายพืชที่ใช้ผลิตพลังงานทดแทนเช่น 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 แต่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาของระบบพืชซึ่งเป็นตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลองนี้ เนื่องจากการขยายปาล์มน้ำมันมีผลต่อการลดลงของระบบพืชในเขตชลประทาน ส่วนการปลูกสบู่ดำทำให้พืชในเขตอาศัยน้ำฝนเปลี่ยนแปลงไป

ผลลัพธ์จากแบบจำลองตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ชี้ให้เห็นว่าการขยายพื้นที่ปลูกพืชพลังงานจะ

ได้ผลลัพธ์ด้านผลตอบแทนสุทธิที่น้อยกว่า ต้นทุนการผลิตที่เป็นเงินสดมากกว่า การจ้างแรงงานน้อยกว่า และประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำกว่าแผนการผลิตที่ไม่มีพืชพลังงานเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์นี้ขึ้นอยู่กับราคาของปัจจัยการผลิตและราคาของผลผลิตพืชทั้งหมดที่อยู่ในแผนการผลิตซึ่งมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง ซึ่งผู้ใช้อาจจะต้องปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์การผลิตของแบบจำลองให้ทันสมัยตามการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

โปรแกรม *IMGP-LPlan* สามารถให้ผลการวิเคราะห์การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์เพื่อดูว่าการยอมให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์ใดๆ มีค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้จะกระทบต่อผลลัพธ์ที่เหมาะสมของวัตถุประสงค์อื่นอย่างไร บางครั้งการยอมให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์หนึ่งเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายเพียงเล็กน้อยอาจทำให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์อื่นดีขึ้นอย่างมาก ในขณะที่การพยายามทำให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์หนึ่งเข้าใกล้ค่าเป้าหมายมากขึ้นอาจส่งผลกระทบอย่างมากต่อผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์อื่นได้ เช่น การวิเคราะห์การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม พบว่า ถ้ากำหนดให้ผลตอบแทนสุทธิสามารถลดจากค่าเป้าหมายสูงสุดได้ 5% จะทำให้สามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ถึง 12% หรือสามารถลดปริมาณการใช้น้ำในโตรเจนได้กว่า 33% แต่ถ้าต้องการลดปริมาณการใช้สารเคมีไปมากกว่านั้นจะส่งผลกระทบอย่างมากต่อผลตอบแทนสุทธิรวม ส่วนผลการวิเคราะห์การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม แสดงให้เห็นว่า ถ้ามีการลดลงของการผลิตและปัจจัยการผลิตที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่เกินร้อยละ 15 จะส่งผลกระทบต่อประเด็นด้านสังคมน้อยมาก จะเห็นได้ว่าถ้าผู้ใช้ได้ทำการวิเคราะห์การทดแทนกันของวัตถุประสงค์ต่างๆ ก่อน จะช่วยให้เข้าใจมากขึ้นว่าควรกำหนดให้วัตถุประสงค์ต่างๆ สามารถเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้มากน้อยเพียงใด เพื่อให้ภาพรวมของทุกวัตถุประสงค์ได้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจที่สุด

โปรแกรม *IMGP-LPlan* ได้รับการออกแบบให้สามารถใช้งานในโครงการวางแผนการใช้ที่ดินอื่นได้ ไม่ว่าจะเป็นระดับหมู่บ้าน โครงการชลประทาน ระดับลุ่มน้ำ หรือระดับกลุ่มจังหวัด เนื่องจากผู้ใช้สามารถกำหนด ตัวแปรตัดสินใจวัตถุประสงค์ และข้อจำกัดของแบบจำลองเองได้ โปรแกรมสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ในการเปลี่ยนนโยบาย คำนวณน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ เปลี่ยนสัมประสิทธิ์ต่างๆตามกิจกรรมที่อยู่ในแบบจำลอง ดังนั้นจึงมีศักยภาพในการใช้งานวางแผนการผลิตทางด้านการเกษตร การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่เป็นงานหลักประการหนึ่งของหลายหน่วยงาน

ท้ายสุด คณะผู้วิจัยได้นำเสนอโปรแกรม *IMGP-LPlan* พร้อมทั้งโปรแกรม *SLA* ให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และ นักวางแผนระดับจังหวัดลำพูน เพื่อให้เข้าใจในวัตถุประสงค์และการทำงานของโปรแกรม ได้ประสบผลและการตอบสนองอย่างดี ทั้งนี้เจ้าหน้าที่ได้ระบุถึงความสำคัญของกลุ่มงานระดับวางแผนพัฒนาการเกษตรในระดับจังหวัดหรือกลุ่มจังหวัด ที่ควรนำผลงานนี้ไปใช้และผลักดันให้มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย รวมทั้งต้องมีความต่อเนื่องในการปรับข้อมูลให้มีความทันสมัยเพื่อให้การใช้ประโยชน์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจดำเนินการโดยคณะทำงานในระดับจังหวัดที่ได้รับมอบหมายให้วางแผนการผลิตทางเกษตรในเชิงบูรณาการร่วมกันตามแนวทางที่คณะผู้วิจัยได้นำเสนอ

Executive Summary

This research is part of an integrated project to develop a decision support system for multi-objectives agricultural land use planning aiming to find optimal options using interactive multiple goal programming (IMGP) model. A software program called Interactive Multiple Goal Programming for Land Use Planning (*IMGP-LPlan*) was developed. In the past, even though linear programming was frequently used as a planning tool in some provincial level crop production in the country and multiple objective programming was also employed but it was used without interactions with users making it hard for users to visualize the achievement of such plans. Besides, decision makers could not relax and modify targets until they considered such plans as appropriate solutions. Moreover, there have been no attempts yet to link the results from IMGP models with geographic information systems to facilitate decision makers in visualizing the model results spatially. This research project has developed such capability to make agricultural land use planning more dynamic and efficient.

This research project was multidisciplinary in nature and was conducted using experiences and skills in specific disciplines before the integration of results could be done. The objectives of the research project were (1) to construct land resource units and assess land suitability for the production of important crops in the study area (2) to construct optimization models of agricultural land use with multiple objectives (3) to develop *IMGP-LPlan* program which interacts with users so that they can conveniently find suitable options for agricultural land use. The research team chose Lamphun province as the study area because its diverse cropping systems and agricultural areas were not too large.

To accomplish the research objectives, this research project was designed to link with another research project called “Decision Support System for Agricultural Land Allocation” (TRF contract no. RDG53O007) as shown in Figure 1. *IMGP-LPlan* program is the product of this research project while *SLA* program is the product in the other research project.

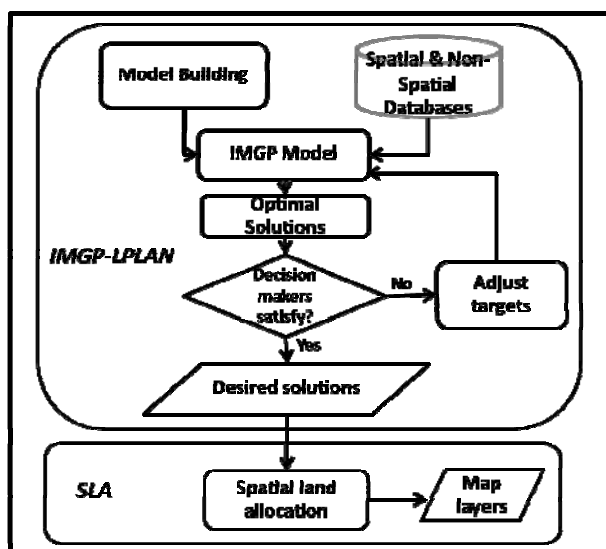


Figure 1 The development of a decision support system for agricultural land use planning with multiple objectives

The project started by organizing the meeting of stakeholders and planners at the provincial level to find out objectives for agricultural land use planning and assign weights for those objectives. It was found that stakeholders and planners identified eight objectives of agricultural planning covering three dimensions; economic, social and environmental. The most important objective were considered to be maximum total net returns, followed by minimum production cash costs, maximum water productivity, minimum quantity of pesticide, minimum quantity of nitrogen fertilizers, minimum soil erosion, maximum total hired labor and maximum agricultural land utilization respectively.

To facilitate the good linkages among the results generated by this project, users and map visualization; researchers designed the project to have the following components: (1) activities that utilize geographic information systems (GIS) to construct land resource units and land suitability index maps (2) field surveys and the construction of technical coefficients for IMGP models and (3) IMGP models construction for optimal agricultural production plans in Lamphun Province (4) the development of *IMGP-LPlan* program to enable users to construct IMGP models, edit components, analyze and displays of the results of the models.

To construct land resource units, two activities were involved (1) building geodatabases for agricultural land to obtain land suitability index maps (2) the construction of land resource unit (LRU) so that sampling for field survey and the calculation of technical coefficients can be made. Moreover, LRU would be used as basis for agricultural land allocation towards the end of this project. Twenty eight land resource units

were obtained from overlaying map layers of irrigation water sources and slopes of land in GIS. These were then overlayed on cropping systems in Lamphun Province to obtain altogether 119 LRUs.

The constructed IMGP model used three methods of analysis, i.e. integrated weighted goal programming (IWGP), Lu method (Lu *et al.*, 2004), and STEP method (Santé and Crecente, 2007). The three methods used the same basic models but differed in ways to alter targets so as to make them more flexible. IWGP used weights in objectives, while Lu and STEP methods used deviations and tolerance levels from baseline targets by interactions with users.

The basic model of Lamphun Province constructed by the research team consisted of 200 decision variables being 159 cropping systems by LRU, 36 variables concerning hired labor and 5 variables dealing with loans from different sources. The model had 536 constraints consisting 8 constraints on objectives of land use, 528 constraints on the availability of resources. There were 82 constraints on areas that can be planted in each cropping system by LRU, 36 constraints on labor use, 1 constraint on labor hire, 1 constraint on capital availability, 1 constraint on total rice consumption requirement in the province, 5 constraints dealing with loans from each source, 27 constraints on LRU sizes, 220 constraints dealing with water use and availability by different periods of the year, and 155 constraints on land suitability for each cropping system.

Technical coefficients for each cropping system to be used in the model included quantity of nitrogen fertilizer (kg of N /rai), quantity of active ingredients of pesticide used (kg a.i. /rai), family and hired labor used for crop production every 10 days (mandays/ rai), quantity of water required for each cropping system every 10 days (cu.m / rai), output of rice and other crops (kg / rai), costs of factors of production (baht/rai), costs of borrowing money (percent a year), net returns over cash costs for each cropping system (baht/rai). These coefficients were obtained from a field survey of 1,444 samples. Moreover, constraints at the provincial level were also identified, namely, constraints associated with agricultural areas in the province by LRUs, those concerning capital that could be borrowed at the provincial level, total labor available in the province, total rice demanded for consumption in the province, total irrigation water available for every 10 days classified by LRUs, land suitability for each cropping system for each LRUs. These constraints were calculated using provincial data coupled with analysis through the use of GIS.

IMGP models at the provincial level as stated above were prepared in Excel files and imported as inputs into *IMGP-LPlan* which was developed in this research project using VisualBasic.NET and the objects of LINDO API program to solve for the optimal solutions. The program has Thai interface to facilitate users

when input data into IMGP models, analyze the models, and display results as tables and graphs. *IMGP-LPlan* program was tested in two stages. Firstly, analytical methods and program algorithm were tested using a data set published in an international journal using LINGO 11. It was found that the results generated by the three methods namely IWGP, Lu and STEP were identical with the published data. In the second stage, *IMGP-LPlan* program was tested using the same set of data and it was found that the results were also correct. Therefore, the research team was confident about the algorithm and codings of three analytical methods implemented in *IMGP-LPlan*. This program can better interact with users than IMGP models that would use LINGO 11 program. Figure 2 and 3 illustrate the front page and the analysis window of *IMGP-LPlan*.

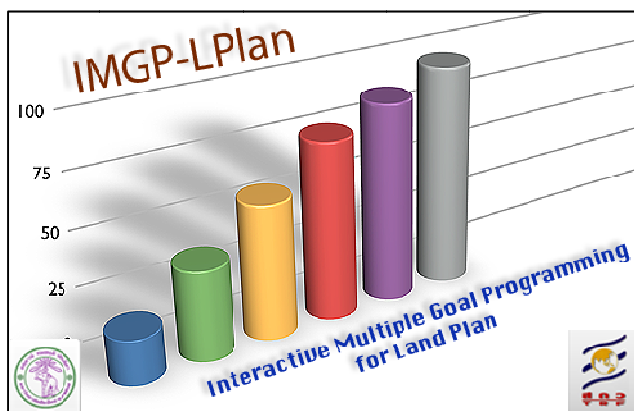


Figure 2 The front page of *IMPG-LPlan* program

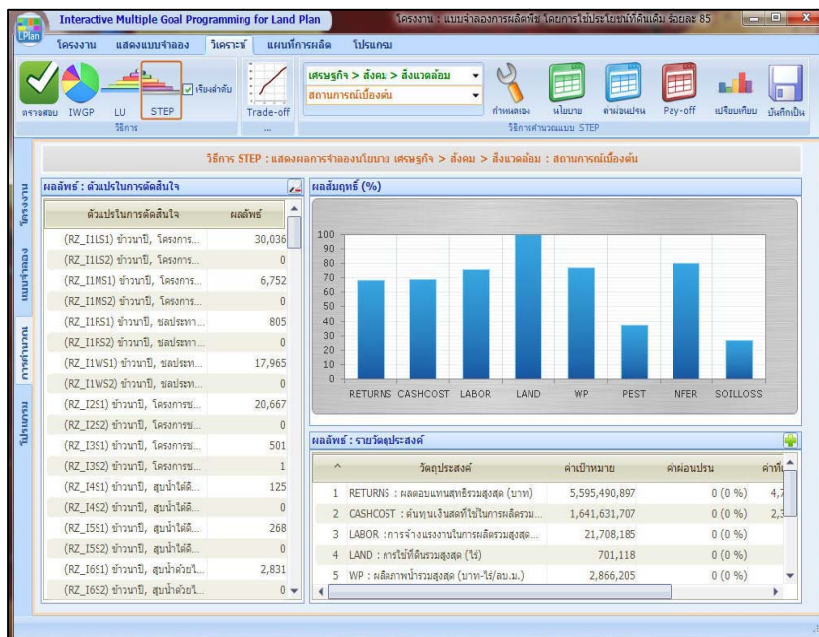


Figure 3 An example of *IMGP-LPlan* window showing results from IMGP analysis using the STEP method

When *IMGP-LPlan* program was analyzed for optimal agricultural production plans in Lamphun province. There were 24 scenarios formulated according to three policies or philosophy of production, namely 1) economic>social>environment 2) social>economic>environment and 3) environment>social>economics. Each production policy had eight scenarios constructed from weights, deviation or tolerance levels associated with each objective depending on IMGP methodology stated above. The results of the analysis revealed that the STEP method performed better in terms of responses to variations of scenarios in different policies than IWGP and Lu methods.

Using STEP method, modeling results in terms of the objectives were compared. It was found that the economic>social>environment policy yielded the highest total net returns, followed by environment>social>economic policy. Social>economic>environment policy gave the lowest total net returns. Nevertheless, when social policy was prioritized, it was found that crop production plans according to social>economic>environment policy required the highest employment and utilized most available agricultural land as expected. When environmental policy was considered, crop production plans according to environment>social>economic policy achieved the highest water productivity, lowest pesticide and nitrogen fertilizer use and lowest acceptable levels of soil erosion. In each crop production plans, the program can provide numeric results and specify areas to be planted in different cropping systems as well as rates of achievement of different objectives that can be displayed both in graphic and numeric forms.

Users can export results to display them as diagrams to make comparison among different scenarios under different policies. Users can export results to Spatial Land Allocation (SLA) program which was developed in a parallel project. Results from *IMGP-Plan* program can integrate well with SLA program to enable spatial allocation of agricultural land and display as map layers. It was found that agricultural areas allocated via SLA program well coincided with current land use for main crops such as longan and wet-season rice.

The research team analyzed the impact of an expansion of energy replacement crop e.g. oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) and jatropha (*Jatropha curcas*) using *IMGP-LPlan* program. The target areas for oil palm and jatropha were set at 40,000 and 20,000 rai respectively. It was found that the achievement rate of the objective targets under economic>social>environment policy, social>economic>environment policy, and environment>economic>social policy using STEP method were slightly different from the scenarios without these crops. Nevertheless, there were some changes in areas planted in each cropping system as oil palm replaced other crops in irrigated areas and jatropha replaced other crops in rainfed areas.

Results from the models according to economic>social>environment policy indicated that the expansion of energy crops would give lower total net returns, higher total production costs, lower employment and water productivity compared to the scenarios without these energy crops. However, these results depend on prices of inputs and outputs which are also quite dynamics. Users should continually update the technical coefficients for agricultural crop production to make them valid for the changes that are taken place.

IMGP-LPlan program can provide information on tradeoff between objectives to see how results of an objective as they deviate from the specified target have impact on other objectives. In some instance, small deviations from a target for one objective can improve the results for other objectives greatly.

On the other hand, in order to try to improve an achievement for a certain target may have great negative impact on results of other objectives. For example, in analyzing tradeoff between economic and environmental objective, it was found that if one reduced the target of total net returns by 5 per cent would reduce the quantity of pesticide use by 12 per cent or could reduce quantity of nitrogen fertilizer use by 33 per cent. If one wanted to reduce the quantity of pesticide use even further, it would have a great effect on total net returns. In the analysis of tradeoff between social and environmental objectives, it was found if land use for crop production and production inputs, which had negative effects on the environment, was reduced by the less than 15 percent it would have little effects on social objectives. It can be seen that if users analyze tradeoff between objectives, they can understand better how deviations from certain objectives' target can improve the overall performance of all objectives.

IMGP-LPlan program was designed to be used in other land planning exercises, whether at a village level, an irrigation project level, a watershed level or a regional level. This is because users can determine their own decision variables, objectives and constraints. This program can respond to the users' needs in terms of policy changes, weights or importance of objectives. Users can change technical coefficients according to the activities of the model. This program has a great potential to be use in agricultural planning, natural resource and environmental planning which are core tasks in many agencies.

Finally, the research team successfully presented *IMGP-LPlan* together with *SLA* programs to stakeholders and planners in Lamphun Province so as to make them understand the objectives and operations of these programs with good responses. Participants identified the importance of the provincial-level or regional-level agricultural planning teams which could make use and support these kinds of work. They also emphasized the necessity for continuity in database maintenance so as to make the utilization of

these programs more effective. The provincial-level team should be assigned to do such integrated agricultural planning along the approach presented by the research team.

รหัสโครงการ : RDG50Q0004

ชื่อโครงการ : การจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์

ชื่อนักวิจัย : เบญจพรรณ เอกะสิงห์¹ เมธี เอกะสิงห์² จิรวรรณ กิจชัยเจริญ¹ กุศล ทองงาม³ ชาญชัย แสงไชยสวัสดิ์²
ประภัสสร พันธุ์สมพงษ์³ เทวินทร์ แก้วเมืองมูล³ กมลพันธ์ เกิดมัน³ วราภรณ์ ชัยวินิจ³

¹ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและส่งเสริมเผยแพร่การเกษตร ²ภาควิชาพืชศาสตร์และ
ทรัพยากรธรรมชาติ ³ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร

E-mail Address: benchaphun.e@cmu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 15 กันยายน 2551 – 14 เมษายน 2554

โครงการวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการประมวลผลหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ โดยสร้างแบบจำลองที่ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนเป้าหมายได้หลายเป้าหมาย (Interactive Multiple Goal Programming, IMGP) และให้จังหวัดลำพูนเป็นพื้นที่ศึกษา คณะผู้วิจัยได้ออกแบบโครงการให้มียุทธศาสตร์หลัก คือ (1) งานด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อจัดทำหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน และแผนที่ความเหมาะสมของที่ดิน (2) งานสำรวจภาคสนามและสร้างสัมพันธภาพต่างๆ (3) การสร้างแบบจำลอง IMGP (4) การพัฒนาโปรแกรม *IMGP-LPlan* เพื่อให้ผู้ใช้สามารถจัดทำแบบจำลอง IMGP แก้ไขข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง วิเคราะห์ และแสดงผลลัพธ์ที่เหมาะสม

แบบจำลองพื้นฐานที่คณะผู้วิจัยได้สร้างขึ้นประกอบด้วยตัวแปรตัดสินใจทั้งหมด 200 ตัวแปร เป็นตัวแปรด้านระบบพืชตามหน่วยทรัพยากรที่ดิน ด้านการจ้างแรงงานตามช่วงเวลา และ ตัวแปรการกักเก็บเงิน ข้อจำกัดทั้งหมด 536 ข้อจำกัด เป็นข้อจำกัดด้านวัตถุประสงค์และด้านทรัพยากรต่างๆ เช่น พื้นที่ปลูกในแต่ละระบบพืช แรงงาน การจ้างงาน เงินทุน การบริโภคข้าว แหล่งกักเก็บเงิน พื้นที่ในหน่วยทรัพยากรที่ดิน ปริมาณน้ำตามแหล่งน้ำ ตามช่วงเวลา และความเหมาะสมด้านที่ดินเพื่อการปลูกระบบพืช เป็นต้น ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และนักวางแผนได้กำหนดวัตถุประสงค์ที่สำคัญในการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรไว้ 3 ด้านหลัก คือ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และ ด้านสิ่งแวดล้อม รวมวัตถุประสงค์ทั้งหมดในการวิเคราะห์ 8 ข้อ ตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยโดยใช้วิธีการ Analytic Hierarchy Process, AHP) ดังนั้น ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด ผลผลิตน้ำรวมสูงสุด การใช้ปริมาณสารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด การใช้ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนรวมต่ำสุด การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด การจ้างแรงงานในการผลิตรวมสูงสุด และการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรรวมสูงสุด

โปรแกรม *IMGP-LPlan* สามารถใช้ในการสร้างแบบจำลอง IMGP แก้ไขวัตถุประสงค์ ข้อจำกัด วิเคราะห์ผลลัพธ์เชิงวัตถุประสงค์ และหาเนื้อที่ของระบบพืชแต่ละชนิด เพื่อกำหนดแผนการผลิตทางเกษตรที่เหมาะสมในจังหวัดลำพูน ซึ่งผู้วางแผนกำหนดตามนโยบายหรือปรัชญาในการผลิต 3 แบบ คือ 1) เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม 2) สังคม>เศรษฐกิจ>

สิ่งแวดล้อม และ 3) สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ โดยแต่ละนโยบายมี 8 สถานการณ์ซึ่งมีความแตกต่างกันที่การให้น้ำหนักความสำคัญ ค่าเบี่ยงเบน หรือ ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์

ผู้ใช้อาจส่งผลลัพธ์จากโปรแกรม *IMGP-LPlan* ในส่วนจำนวนเนื้อที่ที่เหมาะสมสำหรับระบบการปลูกพืชต่างๆ ไปทำการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่โดยใช้โปรแกรม *SLA* (*Spatial Land Allocation*) ที่พัฒนาขึ้นโดยคณะนักวิจัยในโครงการวิจัยที่เชื่อมโยงกัน โปรแกรม *IMGP-LPlan* สามารถแสดงผลการจัดเขตที่ดินเพื่อการเกษตรในรูปแบบแผนที่ในระบบภูมิสารสนเทศ (*Geographic Information System, GIS*) ที่เปิดให้ใช้งานได้แบบสาธารณะ (*Open-source*) ทำให้การสื่อสารระหว่างผู้วางแผนการผลิตและผู้มีส่วนได้เสียมีประสิทธิภาพมากกว่าผลลัพธ์ที่เป็นตัวเลข และเห็นความสัมพันธ์ของแผนการผลิตที่เลือกกับทรัพยากรเกษตรที่มีอยู่ได้ดี

คำสำคัญ : การใช้ที่ดินทางการเกษตร แบบจำลอง *IMGP* การวางแผน การจัดเขตที่ดิน ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

Project Code : RDG50Q0004

Project Title: Agricultural Land Allocation Using Interactive Multiple Goal Programming

Investigators: Benchaphun Ekasingh¹ Methi Ekasingh³ Jirawan Kitchaicharoen¹ Kuson Thong-ngam³
Chanchai Sangchyoswat² Praphatsorn Punsompong³ Tawin Kaewmuangmun³
Kamolphon Kerdmun³ Waraporn Chaivinit³

¹Department of Agricultural Economics and Extension ²Department of Plant Science and
Natural Resource ³Multiple Cropping Center

E-mail Address: benchaphun.e@cmu.ac.th

Project Duration : 15 September 2008 – 14 April 2011

This research project has developed a software to facilitate solving for the optimal options in multiple objectives agricultural land use planning based on the interactive multiple goal programming (IMGP). Lamphun Province was selected as the study area. The project main components consist of (1) spatial analyses using geographic information systems to enable the construction of land resource units (LRU) using spatial databases (2) a field survey enabling the construction of model coefficients (3) IMGP modeling formulation and (4) the development of *IMGP-LPlan* program to facilitate users in constructing, editing and analyzing an IMGP model, and display results.

The basic linear programming model constructed consists of 200 decision variables consisting of planted areas of identified cropping systems, labor hired in each period and amount of loans. There were 536 constraints related to model objectives and availability of resources e.g. planted areas in each cropping system, labor requirement, hired labor, capital, rice consumption, sources of loans, land availability by type of land resource units, water availability according to different time periods and areas suitable for different cropping systems.

Stakeholders and decision makers in the study area collectively identified main objectives in agricultural land use planning covering 3 dimensions of land use policy namely, economics, social and environmental dimensions constituted eight objectives. Their priorities were rated using Analytic Hierachy Process (AHP) and listed from high to low as to: maximize total net returns, minimize total production cash costs, maximize total water productivity, minimize total quantity of pesticide use, quantity of nitrogen fertilizers, and total soil erosion, maximize total employment and total agricultural land areas respectively.

The *IMGP-LPlan* program was developed to facilitate constructing an IMGP model, modify objectives and constraints, analyze results to obtain optimal agricultural land use plan in the province whereby decision makers can decide according to three production policies, namely, (1) economic>social> environmental objective (2) social>economic>environmental objective and (3) environmental>social>economic objective. Each policy has eight scenarios formed by different variations of weights, deviation or tolerance levels from the original baseline goals depending on the method used for analyses of the IMGP model.

Users can transfer results from *IMGP-LPlan* program in terms of optimal area of each cropping system for spatial allocation using Spatial Land Allocation (*SLA*) Program, also developed by the research team in a related research project. *SLA* program can display results of agricultural land allocation by *IMGP-LPlan* in form maps using an open-source geographic information system (GIS). This enables more efficient communication among stakeholders and planners than being displayed as figures and numbers. Consequently, relationships between optimal agricultural land uses and available resources can be effectively visualized.

Keywords: agricultural land use, IMGP model, planning, land allocation, decision support systems.

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	i
บทสรุปผู้บริหาร	iii
Executive summary	ix
บทคัดย่อ	xvii
Abstract	xix
สารบัญ	xxi
สารบัญรูป	xxv
สารบัญตาราง	xxxiii
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของการศึกษา	1
1.2 ทบทวนเอกสาร	2
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
บทที่ 2 วิธีการศึกษา	5
2.1 ระเบียบวิธีวิจัย	5
2.2 พื้นที่ศึกษา	7
2.3 การเก็บข้อมูล	8
บทที่ 3 การสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรดินและแผนที่ความเหมาะสมของการใช้ที่ดินเพื่อ	
การเกษตร	9
3.1 ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศและหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินเพื่อสนับสนุนการประเมินค่า	
สัมประสิทธิ์การผลิตพืช	9
3.2 การสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรดิน (Land Resource Unit, LRU)	10
3.2.1 ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ (Geodatabase)	10
3.2.1.1 ข้อมูลพื้นฐาน (Base Map)	10
3.2.1.2 ข้อมูลดิน (Soils)	12
3.2.1.3 ข้อมูลกริด (Raster Data)	13
3.2.2 การพัฒนาข้อมูลเชิงพื้นที่ที่หน่วยการจัดการที่ดิน (Land Resource Unit, LRU)	13
3.2.2.1 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	14
3.2.2.2 ข้อมูลชลประทานและแหล่งน้ำ	16
3.2.2.3 ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ	19
3.2.2.4 การสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน	20
3.3 การสุ่มตัวอย่างสำหรับออกภาคสนาม	24
3.4 ระบบการผลิตทางการเกษตรในพื้นที่ศึกษา	25

	หน้า
3.4.1 พื้นที่การเกษตร และการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดลำพูน	25
3.4.2 พืชเศรษฐกิจสำคัญและแหล่งผลิต	27
3.5 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมในการผลิตพืชเป้าหมาย	31
3.5.1 การจัดทำแผนที่ดัชนีความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินเพื่อการผลิตพืช	31
3.5.1.1 กรอบการทำงาน	32
3.5.1.2 การหาค่าดัชนีความเหมาะสมของหน่วยแผนที่	33
3.5.1.3 การกำหนดหลักเกณฑ์และค่าน้ำหนักความสำคัญ	34
3.5.2 การจัดเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่	35
3.5.3 การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเหมาะสม	36
3.5.4 ผลการศึกษา	37
บทที่ 4 การสร้างแบบจำลองการจัดที่ดินเพื่อการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์	63
4.1 การหาวัตถุประสงค์การจัดที่ดินเพื่อการเกษตรที่เหมาะสมกับผู้ประโยชน์ และ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	63
4.2 การหาข้อจำกัดการใช้ที่ดินของผู้มีส่วนได้เสีย และ ผู้วางแผน	67
4.3 การเก็บข้อมูลภาคสนามและจัดทำข้อมูลสัมประสิทธิ์การผลิต	68
4.3.1 การใช้ข้อมูลที่มีอยู่เดิม	68
4.3.2 การเก็บข้อมูลในพื้นที่และครัวเรือนเกษตรกร	69
4.3.3 การจัดทำข้อมูลสัมประสิทธิ์การผลิต	74
4.4 การพัฒนาแบบจำลองแบบหลายเป้าหมายอย่างมีส่วนร่วม (Interactive Multiple Goal Programming, IMGP)	79
4.4.1 วิธีการ a priori weighted goal programming	80
4.4.2 วิธีการของ Lu และคณะ	82
4.4.3 วิธีการ STEP	82
4.4.4 แบบจำลองหลายเป้าหมายพื้นฐานสำหรับจังหวัดลำพูน	83
บทที่ 5 การพัฒนาโปรแกรมสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินแบบหลายวัตถุประสงค์อย่างมีส่วนร่วม (Interactive Multiple Goal Programming, IMGP-LPlan)	87
5.1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม IMGP-LPlan	87
5.2 การจัดทำโปรแกรม IMGP-LPlan	89
5.2.1 เมนูหลัก	89
5.2.1.1 การสร้างโครงงาน	90
5.2.1.1.1 การนำเข้าจากไฟล์ .xml	90

	หน้า
5.2.1.1.2 นำเข้าจากฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์	97
5.2.1.2 การเปิดโครงการเดิม	99
5.2.1.3 การแก้ไขข้อมูล	100
5.2.2 การวิเคราะห์หาผลลัพธ์ที่เหมาะสม	101
5.3 การทดสอบต้นแบบของโปรแกรม IMGP-LPlan	103
5.3.1 ตัวแปรตัดสินใจ	103
5.3.2 วัตถุประสงค์	104
5.3.3 ข้อจำกัด	104
5.3.4 ค่าสัมประสิทธิ์การผลิต	104
5.4 ผลการทดสอบวิธีการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมด้วยโปรแกรม LINGO11 กับชุดข้อมูลทดสอบ	105
5.5 ผลการทดสอบโปรแกรม IMGP-LPlan	107
5.5.1 ทดสอบวิธีการ IWGP	107
5.5.2 วิธีการของ Lu	111
5.5.3 วิธีการของ STEP	114
5.6 การจัดทำแบบจำลอง IMGP เพื่อการวางแผนการใช้ที่ดินในจังหวัดลำพูน	118
5.6.1 การจัดการฐานข้อมูล	118
5.6.2 การสร้างภาพสถานการณ์เชิงนโยบาย (Scenarios)	119
บทที่ 6 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองการจัดที่ดินทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลาย วัตถุประสงค์	121
6.1 การเตรียมข้อมูลสำหรับแบบจำลองแผนการผลิตจังหวัดลำพูน	121
6.2 ผลลัพธ์จากวิธีการ IWGP	125
6.3 ผลลัพธ์จากวิธีการ Lu	129
6.4 ผลลัพธ์จากวิธีการ STEP	129
6.5 ผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์แบบต่างๆ	132
6.6 ผลลัพธ์ด้านตัวแปรการตัดสินใจ	138
6.7 การเพิ่มพืชน้ำมันเป็นพืชทางเลือก	140
6.8 การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ (trade-off analysis)	143
6.8.1 วิธีการวิเคราะห์การทดแทนกัน	143
6.8.2 ผลการวิเคราะห์การทดแทนกัน	145
6.9 การแสดงผลเป็นแผนที่	152
6.10 การนำไปใช้ประโยชน์	156

	หน้า
บทที่ 7 สรุป	159
เอกสารอ้างอิง	167
ภาคผนวก ก หน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU)	171
ภาคผนวก ข การเก็บข้อมูลการผลิตของเกษตรกรตามหน่วยทรัพยากรที่ดิน Land Resource Unit, LRU	173
ภาคผนวก ค ชุดข้อมูลเพื่อการทดสอบ	183
ภาคผนวก ง ตารางฐานข้อมูลจัดเก็บข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรม <i>IMGP</i>	191
ภาคผนวก จ สัมประสิทธิ์การผลิตการเกษตรที่สำคัญ ในพื้นที่ศึกษา	247
ภาคผนวก ฉ บทความนำเสนอในที่ประชุมสัมมนา	279
ภาคผนวก ช กิจกรรมการประชุมเสนอผลงานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่	311

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แนวคิดและกรอบงานของโครงการวิจัย	5
รูปที่ 2.2 กรอบการพัฒนากระบวนการสนับสนุนการตัดสินใจของโครงการ	7
รูปที่ 3.1 กลุ่มข้อมูลฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ	10
รูปที่ 3.2 แผนภาพฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศข้อมูลพื้นฐาน	11
รูปที่ 3.3 โครงสร้างฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศข้อมูลพื้นฐานเมื่ออยู่ในรูปแบบไฟล์ Geodatabase	11
รูปที่ 3.4 แผนภาพการปรับแก้การใช้ที่ดินเป็นปี 2551	12
รูปที่ 3.5 แผนภาพฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศดิน	12
รูปที่ 3.6 โครงสร้างฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศดินเมื่ออยู่ในรูปแบบไฟล์ Geodatabase	13
รูปที่ 3.7 โครงสร้างข้อมูลกริดที่ถูกเก็บไว้ในรูปแบบไฟล์ Geodatabase	13
รูปที่ 3.8 แผนภาพการใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศมาสร้างเป็นหน่วยจัดการที่ดิน	14
รูปที่ 3.9 การสร้างชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน	15
รูปที่ 3.10 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินหลังจากจัดกลุ่มใหม่ตามพืชหลักที่สนใจค่าสัมประสิทธิ์การผลัดพืช	15
รูปที่ 3.11 การซ้อนทับชั้นข้อมูลแหล่งน้ำ จากแหล่งต่างๆ เพื่อสร้างชั้นข้อมูลแหล่งน้ำสำหรับหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน	17
รูปที่ 3.12 การจัดกลุ่มชั้นข้อมูลแหล่งน้ำใหม่	18
รูปที่ 3.13 แผนที่แหล่งน้ำ	19
รูปที่ 3.14 แผนที่ความลาดชัน	20
รูปที่ 3.15 การซ้อนทับชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน แหล่งน้ำ และความลาดชันเพื่อสร้างหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน	21
รูปที่ 3.16 ตัวอย่างรายละเอียดหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดินสำหรับลำไยที่เกิดจากการซ้อนทับชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่	21
รูปที่ 3.17 ค่าสถิติของ Histogram ที่ถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกพื้นที่	24
รูปที่ 3.18 แผนภาพตัวอย่างแสดงหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินย่อยที่ถูกให้รหัสใหม่หลังจากทำการเลือกพื้นที่เพื่อการออกภาคสนาม	24
รูปที่ 3.19 แผนที่แสดงหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินย่อย สำหรับใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงในการออกภาคสนาม	25
รูปที่ 3.20 สัดส่วนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรจังหวัดลำพูน ปี 2552	26
รูปที่ 3.21 สัดส่วนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรต่อพื้นที่ทั้งหมดจังหวัดลำพูน ปี 2552	27
รูปที่ 3.22 พื้นที่การผลิตข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และลำไย จังหวัดลำพูน ปีการผลิต 2552	28

	หน้า
รูปที่ 3.23 พื้นที่การผลิตพืชผักต่างๆ ของจังหวัดลำพูน ปีการผลิต 2552	28
รูปที่ 3.24 แผนภูมิการก่อสร้างแผนที่ดัชนีความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการประเมินคุณภาพที่ดิน	33
รูปที่ 3.25 ขั้นตอนการหาค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินโดยการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์	34
รูปที่ 3.26 หน้าต่างโปรแกรม MCDA-GIS แสดงการเลือกฟังก์ชันและพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินเพื่อการผลิตลำไย (ก.) และชั้นข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์จากการปรับมาตรฐานแล้ว (ข.)	36
รูปที่ 3.27 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมข้าวนาปี	47
รูปที่ 3.28 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมข้าวโพดฤดูฝน	48
รูปที่ 3.29 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมถั่วลิสงฤดูฝน	49
รูปที่ 3.30 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมข้าวนาปรัง	50
รูปที่ 3.31 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมข้าวโพดฝักอ่อนฤดูแล้ง	51
รูปที่ 3.32 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมถั่วเหลืองฤดูแล้ง	52
รูปที่ 3.33 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมกระเทียม	53
รูปที่ 3.34 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมหอมแดง	54
รูปที่ 3.35 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมมันฝรั่ง	55
รูปที่ 3.36 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมยาสูบ	56
รูปที่ 3.37 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมลำไย	57
รูปที่ 3.38 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมมะม่วง	58
รูปที่ 3.39 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมสับปะรด	58
รูปที่ 3.40 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมปาล์มน้ำมัน	59
รูปที่ 3.41 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมอ้อย	59
รูปที่ 3.42 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมยางพารา	60
รูปที่ 3.43 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมมันสำปะหลัง	60
รูปที่ 4.1 การระบุวัตถุประสงค์ และ หลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ของโครงการ	64
รูปที่ 4.2 น้ำหนักระหว่างวัตถุประสงค์ด้านต่างๆ	65
รูปที่ 4.3 น้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ย่อยทางเศรษฐกิจ	66
รูปที่ 4.4 น้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ย่อยด้านสิ่งแวดล้อม	66
รูปที่ 4.5 น้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ย่อยด้านสังคม	66

	หน้า
รูปที่ 4.6 ตัวอย่างตาราง Pay-off สำหรับนำไปคำนวณค่าผลสัมฤทธิ์ของผลลัพธ์จากแบบจำลอง	81
รูปที่ 5.1 กระบวนการสำคัญในการพัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการที่ดินแบบหลายวัตถุประสงค์	89
รูปที่ 5.2 เมนูหลักของโปรแกรม IMGP-LPlan	90
รูปที่ 5.3 การเตรียมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Excel โดยจัดเก็บเป็นส่วนวัตถุประสงค์ (ก.) ข้อจำกัด (ข.) และตัวแปรตัดสินใจ (ค.)	91
รูปที่ 5.4 การเตรียมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Excel โดยจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของวัตถุประสงค์และข้อจำกัด (ก.) และ คำนำนั้หนักความสำคัญของสถานการณ์แบบต่างๆ (ข.)	92
รูปที่ 5.5 หน้าต่างนำเข้าโครงงานใหม่จากฐานข้อมูลใหม่	93
รูปที่ 5.6 หน้าต่างนำเข้าชุดข้อมูลวัตถุประสงค์จากไฟล์ Excel (.xml)	93
รูปที่ 5.7 หน้าต่างแสดงการนำเข้าชุดข้อมูลข้อจำกัดจากไฟล์ Excel (.xml)	94
รูปที่ 5.8 หน้าต่างแสดงการนำเข้าชุดข้อมูลตัวแปรตัดสินใจจากไฟล์ Excel (.xml)	95
รูปที่ 5.9 หน้าต่างแสดงการนำเข้าชุดข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ของสมการวัตถุประสงค์จากไฟล์ Excel (.xml)	95
รูปที่ 5.10 หน้าต่างแสดงการนำเข้าชุดข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ของสมการข้อจำกัดจากไฟล์ Excel (.xml)	96
รูปที่ 5.11 หน้าต่างแสดงการนำเข้าชุดข้อมูลค่านั้หนักความสำคัญ ค่าเบี่ยงเบน และค่าผ่อนปรนที่จะใช้ในการจำลองหาผลลัพธ์ด้วยวิธีการจำลองที่จะเลือกใช้ตามสถานการณ์แบบต่างๆ จากไฟล์ Excel (.xml)	96
รูปที่ 5.12 ตารางข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่พร้อมนำเข้าในโปรแกรม IMGP-LPlan เพื่อสร้างแบบจำลอง IMGP	97
รูปที่ 5.13 หน้าต่างแสดงการสร้างโครงงานโดยการนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ .mdb ของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์	98
รูปที่ 5.14 หน้าต่างแสดงตัวอย่างข้อมูลนำเข้าที่เป็นข้อจำกัดในแบบจำลอง IMGP	98
รูปที่ 5.15 หน้าต่างเลือกฐานข้อมูลในโครงงานเดิมที่ใช้ทดสอบแบบจำลอง IMGP	99
รูปที่ 5.16 หน้าต่างแสดงชุดข้อมูลวัตถุประสงค์ของแบบจำลอง IMGP ที่ใช้ทดสอบ	100
รูปที่ 5.17 หน้าต่างแก้ไขข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง IMGP	100
รูปที่ 5.18 ขั้นตอนการการจำลองแผนการผลิตที่เหมาะสมโดยวิธีการ IWGP	101
รูปที่ 5.19 ขั้นตอนการการจำลองหาแผนการผลิตที่เหมาะสมโดยวิธีการ Lu et al. (2004)	102
รูปที่ 5.20 ขั้นตอนการการจำลองหาแผนการผลิตที่เหมาะสมโดยวิธีการ STEP (Santé and Crecente, 2007)	102

รูปที่ 5.21	หน้าต่างแสดงเมนูการวิเคราะห์ เพื่อเลือกวิธีการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมของแบบจำลอง IMGP	103
รูปที่ 5.22	ผลการใช้ที่ดินที่เหมาะสมโดยใช้ข้อมูลทดสอบตามวิธีการ WGP ด้วยโปรแกรม LINGO11	106
รูปที่ 5.23	ผลการใช้ที่ดินที่เหมาะสมโดยใช้ข้อมูลทดสอบตามวิธีการ Lu ในสถานการณ์ เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม ที่จัดค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์สำคัญเป็นลำดับที่ 1 ด้วย โปรแกรม LINGO11	107
รูปที่ 5.24	ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ของชุดของ สถานการณ์ แบบต่างๆตาม นโยบายที่ให้ความสำคัญด้าน เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม ในวิธีการ IWGP	108
รูปที่ 5.25	ผลลัพธ์ของการจัดการที่ดินที่เหมาะสมโดยใช้วิธี IWGP ตามสถานการณ์แบบที่ 1 ของ นโยบายที่ให้ความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน สังคม> เศรษฐกิจ> สิ่งแวดล้อม	109
รูปที่ 5.26	หน้าต่างขยายส่วนแสดงผลของวัตถุประสงค์และผลสัมฤทธิ์ตามสถานการณ์แบบที่ 1 ของนโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการ IWGP	109
รูปที่ 5.27	ตาราง Pay-off เพื่อใช้ในการคำนวณผลสัมฤทธิ์	110
รูปที่ 5.28	แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างวัตถุประสงค์ต่างๆตามวิธีการ IWGP สำหรับทุก สถานการณ์ ตามนโยบายให้ความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม	110
รูปที่ 5.29	หน้าต่างแสดงการกำหนดค่าความสำคัญของวัตถุประสงค์ตามความต้องการของผู้ใช้ เมื่อใช้วิธีการ IWGP	111
รูปที่ 5.30	หน้าต่างแสดงการกำหนดลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ในแต่ละสถานการณ์เชิง นโยบายในวิธีการของ Lu	112
รูปที่ 5.31	หน้าต่างแสดงค่าเบี่ยงเบนที่ยอมรับได้จากเป้าหมายของแต่ละวัตถุประสงค์ในวิธีการของ Lu	112
รูปที่ 5.32	ผลลัพธ์ที่เหมาะสมโดยวิธีการของ Lu สำหรับสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบายให้ ความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม	113
รูปที่ 5.33	ผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์โดยวิธีการของ Lu สำหรับทุกสถานการณ์ ตาม นโยบายให้ความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม	113
รูปที่ 5.34	ผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์โดยวิธีการของ Lu สำหรับทุกสถานการณ์ ตาม นโยบายให้ความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน สิ่งแวดล้อม > สังคม > เศรษฐกิจ	114
รูปที่ 5.35	ค่าผ่อนปรนจากผลสัมฤทธิ์ในแต่ละวัตถุประสงค์ ในวิธีการ STEP สำหรับนโยบาย สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม	115
รูปที่ 5.36	ผลลัพธ์ของการวางแผนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย ความสำคัญด้าน สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม	117

	หน้า
รูปที่ 5.37 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการวางแผนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทุกสถานการณ์ตามนโยบายความสำคัญด้าน สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม	117
รูปที่ 5.38 โครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง IMGP สำหรับวางแผนการใช้ที่ดินจังหวัดลำพูน	118
รูปที่ 6.1 วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง IWGP เพื่อวางแผนการจัดที่ดินเพื่อการเกษตรจังหวัดลำพูน	125
รูปที่ 6.2 คำนวณน้ำหนักของสถานการณ์แบบต่างๆตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ในวิธีการ IWGP	126
รูปที่ 6.3 ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดตามวิธีการ IWGP จากการเลือกสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม	126
รูปที่ 6.4 ผลลัพธ์แสดงเนื้อที่เพาะปลูกรายระบบพืชและตารางขยายค่าที่เหมาะสมและผลสัมฤทธิ์รายวัตถุประสงค์	127
รูปที่ 6.5 ตาราง Pay-off ของแบบจำลอง IWGP ที่ใช้ในการวางแผนการเกษตรในจังหวัดลำพูน	127
รูปที่ 6.6 ผลสัมฤทธิ์จากการใช้วิธีการ IWGP ในจังหวัดลำพูน ตามนโยบาย (ก) เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (ข) สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ (ค) สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ	128
รูปที่ 6.7 ผลสัมฤทธิ์จากการใช้วิธีการ Lu ในจังหวัดลำพูน ตามนโยบาย (ก) เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (ข) สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ (ค) สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ	130
รูปที่ 6.8 ผลสัมฤทธิ์จากการใช้วิธีการ STEP ในจังหวัดลำพูน ตามนโยบาย (ก) เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (ข) สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ (ค) สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ	131
รูปที่ 6.9 ผลลัพธ์ค่าวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมจากการการวิเคราะห์แบบจำลองตามวิธีการ STEP ที่จัดเก็บในไฟล์ xml และเปิดแสดงผลใน Excel	132
รูปที่ 6.10 ผลลัพธ์ค่าตัวแปรตัดสินใจที่เหมาะสมจากการการวิเคราะห์แบบจำลองตามวิธีการ STEP ที่จัดเก็บในไฟล์ xml และเปิดแสดงผลใน Excel	132
รูปที่ 6.11 ผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ที่ได้จากการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ด้วยวิธีการ IWGP (ก) วิธีการ Lu (ข) และวิธีการ STEP (ค) ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม	133
รูปที่ 6.12 ผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ที่ได้จากการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ด้วยวิธีการ IWGP (ก) วิธีการ Lu (ข) และวิธีการ STEP (ค) ตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม	135
รูปที่ 6.13 ผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ที่ได้จากการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ด้วยวิธีการ IWGP (ก) วิธีการ Lu (ข) และวิธีการ STEP (ค) ตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ	136
รูปที่ 6.14 แผนการผลิตพืชในจังหวัดลำพูนในสถานการณ์ต่างๆ ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการ STEP	139

รูปที่ 6.15	แผนการผลิตพืชในจังหวัดลำพูนในสถานการณ์ต่างๆ ตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการ STEP	139
รูปที่ 6.16	แผนการผลิตพืชในจังหวัดลำพูนในสถานการณ์ต่างๆ ตามนโยบาย สังคม>สิ่งแวดล้อม>เศรษฐกิจ โดยใช้วิธีการ STEP	140
รูปที่ 6.17	ผลสัมฤทธิ์ของแผนการผลิตที่มีพืชพลังงานตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (ก) นโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม (ข) และ สังคม>สิ่งแวดล้อม>เศรษฐกิจ (ค) ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีการ STEP ทั้ง 8 สถานการณ์	141
รูปที่ 6.18	ผลลัพธ์ค่าวัตถุดิบที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์แบบจำลองขยายเนื้อที่ปลูกพืชพลังงานทดแทน ตามวิธีการ STEP ในสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม	142
รูปที่ 6.19	เนื้อที่เพาะปลูกพืชจากการวิเคราะห์แบบจำลองขยายเนื้อที่ปลูกพืชพลังงานทดแทน ตามวิธีการ STEP ในสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม	142
รูปที่ 6.20	หน้าต่างแสดงการวิเคราะห์การทดแทนกัน (Trade-off) โดยใช้โปรแกรม <i>IMG-P-LPlan</i>	144
รูปที่ 6.21	หน้าต่างแสดงผลการทดแทนระหว่างวัตถุดิบ	144
รูปที่ 6.22	การทดแทนกันระหว่างผลตอบแทนสุทธิและการชะล้างพังทลายของดินรวม	145
รูปที่ 6.23	การทดแทนกันระหว่างผลตอบแทนสุทธิและปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวม	146
รูปที่ 6.24	การทดแทนกันระหว่างผลตอบแทนสุทธิและปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวม	146
รูปที่ 6.25	การทดแทนกันระหว่างต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมและการใช้ที่ดินรวม	147
รูปที่ 6.26	การทดแทนกันระหว่างต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมและการจ้างแรงงานในการผลิตรวม	147
รูปที่ 6.27	การทดแทนกันระหว่างการจ้างแรงงานในการผลิต (ก) หรือการใช้ที่ดินรวม (ข) และการชะล้างพังทลายของดินรวม	149
รูปที่ 6.28	การทดแทนกันระหว่างการจ้างแรงงานในการผลิต (ก) หรือการใช้ที่ดินรวม (ข) และปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวม	150
รูปที่ 6.29	การทดแทนกันระหว่างการจ้างแรงงานในการผลิต (ก) หรือการใช้ที่ดินรวม (ข) และปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวม	151
รูปที่ 6.30	แสดงผลการนำเข้าไฟล์ .xml จากโปรแกรม <i>IMG-P-LPlan</i> ที่ได้วิเคราะห์ตามวิธีการ STEP ในนโยบายแบบ เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ที่ 1	153
รูปที่ 6.31	ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตรโดยใช้วิธีการ MOLA ในโปรแกรม <i>SLA</i>	154
รูปที่ 6.32	แผนที่ผลลัพธ์จากวิธีการจัดสรรที่ดินแบบ IPA ของสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม เปรียบเทียบกับแผนที่การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรปี 2551	155

	หน้า
รูปที่ 6.33 แผนที่ผลลัพธ์จากวิธีการจัดสรรที่ดินแบบ MOLA ของสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม	155
ภาคผนวก ค	
รูปที่ 1 โปรแกรมที่เขียนด้วย LINGO11 เพื่อใช้คำนวณหาผลลัพธ์ของแผนการใช้ที่ดินตาม วิธีการ IWGP โดยใช้ข้อมูลทดสอบ	184
รูปที่ 2 โปรแกรมที่เขียนด้วย LINGO11 เพื่อใช้คำนวณหาผลลัพธ์ของแผนการใช้ที่ดินตาม วิธีการ Lu โดยใช้ข้อมูลทดสอบ	186
รูปที่ 3 ผลลัพธ์ของการใช้ที่ดินที่เหมาะสมตามสถานการณ์ Econ>Soc>Env โดยใช้ข้อมูลชุด ทดสอบและคำนวณโดยวิธีการ IWGP (Santé and Crecente, 2007)	188
รูปที่ 4 ผลลัพธ์ของการใช้ที่ดินที่เหมาะสมตามสถานการณ์ Economic>Social> Environment โดยใช้ข้อมูลชุดทดสอบและคำนวณโดยวิธีการ Lu et al. (Santé and Crecente, 2007)	188
รูปที่ 5 ผลลัพธ์ของการใช้ที่ดินที่เหมาะสมตามสถานการณ์ Econ>Soc>Env โดยใช้ข้อมูลชุด ทดสอบและคำนวณโดยวิธีการ STEP (Santé and Crecente, 2007)	189
รูปที่ 6 ผลสัมฤทธิ์จากการใช้วิธีการ IWGP, STEP, และ Lu เมื่อใช้นโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม (Santé and Crecente, 2007)	190

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 หน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) ในจังหวัดลำพูน	22
ตารางที่ 3.2 หน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) ที่ปรับปรุงใหม่ในจังหวัดลำพูน	23
ตารางที่ 3.3 แหล่งปลูกข้าวของจังหวัดลำพูน และพื้นที่ปลูก ปีการผลิต 2552	29
ตารางที่ 3.4 แหล่งปลูกพืชไร่ พืชผักเศรษฐกิจบางชนิดของจังหวัดลำพูน และพื้นที่ปลูก ปีการผลิต 2552	30
ตารางที่ 3.5 แหล่งปลูกลำไยจังหวัดลำพูน ขนาดพื้นที่ปลูก และพื้นที่ให้ผลผลิตแล้ว ปีการผลิต 2550	30
ตารางที่ 3.6 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของข้าวนาปี	37
ตารางที่ 3.7 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของข้าวโพดฤดูฝน	38
ตารางที่ 3.8 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของถั่วลิสงฤดูฝน	38
ตารางที่ 3.9 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของข้าวนาปรัง	39
ตารางที่ 3.10 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของข้าวโพดฝักอ่อนฤดูแล้ง	39
ตารางที่ 3.11 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของถั่วเหลืองฤดูแล้ง	40
ตารางที่ 3.12 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของกระเทียม	40
ตารางที่ 3.13 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของหอมแดง	41
ตารางที่ 3.14 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของมันฝรั่ง	41
ตารางที่ 3.15 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของยาสูบ	42
ตารางที่ 3.16 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของลำไย	42
ตารางที่ 3.17 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของมะม่วง	43
ตารางที่ 3.18 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของสับปะรด	43
ตารางที่ 3.19 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของอ้อย	44
ตารางที่ 3.20 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของปาล์มน้ำมัน	44
ตารางที่ 3.21 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของยางพารา	45
ตารางที่ 3.22 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของมันสำปะหลัง	45
ตารางที่ 3.23 การจำแนกระดับชั้นของค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินในเชิงกายภาพ	46
ตารางที่ 3.24ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของข้าวนาปี	47
ตารางที่ 3.24ข. สรุปพื้นที่ข้าวนาปีที่ปลูกในปี 2551 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม	47
ตารางที่ 3.25ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของข้าวโพดฤดูฝน	48
ตารางที่ 3.25ข. สรุปพื้นที่ข้าวโพดฤดูฝนที่ปลูกในปี 2551 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม	48
ตารางที่ 3.26ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของถั่วลิสงฤดูฝน	49

	หน้า
ตารางที่ 3.26ข. สรุปพื้นที่ถั่วลิสงฤดูฝนที่ปลูกในปี 2551 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม	49
ตารางที่ 3.27ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของข้าวนาปรัง	50
ตารางที่ 3.27ข. สรุปพื้นที่ข้าวนาปรังที่ปลูกในปี 2551 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม	50
ตารางที่ 3.28ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของข้าวโพดฝักอ่อนฤดูแล้ง	51
ตารางที่ 3.28ข. สรุปพื้นที่ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูแล้งที่ปลูกในปี 2551 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม	51
ตารางที่ 3.29ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของถั่วเหลืองฤดูแล้ง	52
ตารางที่ 3.29ข. สรุปพื้นที่ถั่วเหลืองฤดูแล้งที่ปลูกในปี 2551 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม	52
ตารางที่ 3.30ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของกระเทียม	53
ตารางที่ 3.30ข. สรุปพื้นที่กระเทียมที่ปลูกในปี 2551 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม	53
ตารางที่ 3.31ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของหอมแดง	54
ตารางที่ 3.31ข. สรุปพื้นที่หอมแดงที่ปลูกในปี 2551 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม	54
ตารางที่ 3.32ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของมันฝรั่ง	55
ตารางที่ 3.32ข. สรุปพื้นที่มันฝรั่งที่ปลูกในปี 2551 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม	55
ตารางที่ 3.33ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของยาสูบ	56
ตารางที่ 3.33ข. สรุปพื้นที่ยาสูบที่ปลูกในปี 2551 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม	56
ตารางที่ 3.34ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของลำไย	57
ตารางที่ 3.34ข. สรุปพื้นที่ลำไยที่ปลูกในปี 2551 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม	57
ตารางที่ 3.35ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของมะม่วง	58
ตารางที่ 3.35ข. สรุปพื้นที่มะม่วงที่ปลูกในปี 2551 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม	58
ตารางที่ 3.36. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของสับปะรด	58
ตารางที่ 3.37. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของปาล์มน้ำมัน	59
ตารางที่ 3.38ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของอ้อย	59
ตารางที่ 3.38ข. สรุปพื้นที่อ้อยที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม	59
ตารางที่ 3.39ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของยางพารา	60
ตารางที่ 3.39ข. สรุปพื้นที่ยางพาราที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม	60
ตารางที่ 3.40. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของมันสำปะหลัง	60
ตารางที่ 3.41. สรุปจำนวนพื้นที่ดินที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมอย่างน้อย 0.7 และพื้นที่เพาะปลูกพืชฤดูฝนในปี 2553 ในจังหวัดลำพูน	61

	หน้า
ตารางที่ 3.42 สรุปจำนวนพื้นที่ดินที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมอย่างน้อย 0.7 และพื้นที่เพาะปลูกพืชฤดูแล้ง ในปี 2553 ในจังหวัดลำพูน	62
ตารางที่ 4.1 ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร ที่มาประชุมเริ่มโครงการกับคณะนักวิจัย	63
ตารางที่ 4.2 ค่าถ่วงน้ำหนักวัตถุประสงค์	67
ตารางที่ 4.3 ชนิดพืช แหล่งเก็บข้อมูล และจำนวนตัวอย่าง ที่ได้จากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่แล้ว	69
ตารางที่ 4.4 ชนิดพืช พื้นที่เพาะปลูกตามแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของโครงการฯ และจำนวนตัวอย่าง เกษตรกร ตามแผนเก็บข้อมูลเพื่อหาสัมประสิทธิ์การผลิต	70
ตารางที่ 4.5 ชนิดพืช พื้นที่เก็บข้อมูลตามตำบล อำเภอ และจำนวนตัวอย่างที่เก็บข้อมูลภาคสนามทั้งหมด	72
ตารางที่ 4.6 รหัสพืชอายุสั้นตามหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) ในจังหวัดลำพูน	75
ตารางที่ 4.7 รหัสพืชไม้ผล และพืชทางเลื้อยตามหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (LRU)	76
ตารางที่ 4.8 ตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลองพื้นฐานของจังหวัดลำพูน	86
ตารางที่ 4.9 ประเภทและจำนวนข้อจำกัดในแบบจำลองพื้นฐานของจังหวัดลำพูน	86
ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์ที่ได้จากการใช้วิธีการ STEP ในโปรแกรม <i>IMGP-LPlan</i> กับโปรแกรม <i>RULES</i> ตามนโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม	115
ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ของพื้นที่เพาะปลูกที่ได้จากการใช้วิธีการ STEP ในโปรแกรม <i>IMGP-LPlan</i> กับโปรแกรม <i>RULES</i> ตามนโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม	116
ตารางที่ 6.1 ค่าน้ำหนักความสำคัญ w (%) ของวัตถุประสงค์ ตามนโยบายวางแผนการผลิตและสถานการณ์แบบต่างๆ	122
ตารางที่ 6.2 ค่าเบี่ยงเบน, d_j (%) ของแต่ละวัตถุประสงค์ ตามนโยบายวางแผนการผลิตและสถานการณ์แบบต่างๆ	123
ตารางที่ 6.3 ค่าผ่อนปรน T (%) ของแต่ละวัตถุประสงค์ ตามนโยบายวางแผนการผลิตและสถานการณ์แบบต่างๆ	124
ตารางที่ 6.4 ผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากวิธีการ STEP ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม สำหรับสถานการณ์ต่างๆ	134
ตารางที่ 6.5 ผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากวิธีการ STEP ตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม สำหรับสถานการณ์ต่างๆ	134
ตารางที่ 6.6 ผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากวิธีการ STEP ตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ สำหรับสถานการณ์ต่างๆ	137
ภาคผนวก ก	
ตารางที่ 1 รายละเอียดหน่วยแผนที่การจัดการทรัพยากรสำหรับการเก็บค่าสัมประสิทธิ์	171

ภาคผนวก ข

ตารางที่ 1 รายละเอียดการวางแผนเก็บข้อมูลภาคสนาม	177

ภาคผนวก ค

ตารางที่ 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินได้จากการสำรวจปี ค.ศ. 2001	183
ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์การผลิตที่ใช้ในสมการวัดอุปสงค์ของแบบจำลองที่ใช้ทดสอบ	183

ภาคผนวก ง

ตารางที่ 1 ตาราง VrType สำหรับจัดเก็บข้อมูลชนิดของตัวแปร	191
ตารางที่ 2 ตาราง VrGroup สำหรับจัดเก็บข้อมูลกลุ่มตัวแปร	191
ตารางที่ 3 ตาราง VrDescript สำหรับจัดเก็บข้อมูลรายละเอียดของตัวแปร	191
ตารางที่ 4 ตาราง OjGroup สำหรับจัดเก็บข้อมูลกลุ่มวัตถุประสงค์	192
ตารางที่ 5 ตาราง OjDescript สำหรับจัดเก็บข้อมูลรายละเอียดวัตถุประสงค์	192
ตารางที่ 6 ตาราง OjCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช	193
ตารางที่ 7 ตาราง OjHiLabour สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรด้านแรงงาน	199
ตารางที่ 8 ตาราง OjCredit สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรด้านสินเชื่อ	201
ตารางที่ 9 ตาราง OjIWGP สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรที่ใช้ในวิธีการ IWGP	201
ตารางที่ 10 ตาราง OjSTEP สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรที่ใช้ในวิธีการ STEP	202
ตารางที่ 11 ตาราง CsGroup สำหรับจัดเก็บกลุ่มข้อจำกัด	202
ตารางที่ 12 ตาราง CsDescript สำหรับจัดเก็บรายละเอียดข้อจำกัด	202
ตารางที่ 13 ตาราง CsCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช ของข้อจำกัดในแบบจำลอง	203
ตารางที่ 14 ตาราง CsHiLabour สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของข้อจำกัดด้านแรงงาน	210
ตารางที่ 15 ตาราง CsCredit สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของข้อจำกัดด้านสินเชื่อ	211
ตารางที่ 16 ตาราง CsIWGP สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรในวิธีการ IWGP	212
ตารางที่ 17 ตาราง CsSTEP สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรในวิธีการ STEP	212
ตารางที่ 18 ตาราง ModelSceDes สำหรับจัดเก็บสถานการณ์ระดับนโยบาย	213
ตารางที่ 19 ตาราง ModelSce สำหรับจัดเก็บลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ในสถานการณ์	213
ตารางที่ 20 ตาราง SceEcoWIWGP จัดเก็บค่าน้ำหนักความสำคัญของสถานการณ์นโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม	214
ตารางที่ 21 ตาราง SceSocWIWGP จัดเก็บค่าน้ำหนักความสำคัญของสถานการณ์นโยบาย สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม	214

	หน้า
ตารางที่ 22 ตาราง SceEnvWIWGP จัดเก็บค่าน้ำหนักความสำคัญของสถานการณ์นโยบาย สิ่งแวดล้อม > สังคม > เศรษฐกิจ	215
ตารางที่ 23 ตาราง SceUserWIWGP จัดเก็บค่าน้ำหนักความสำคัญของสถานการณ์นโยบาย ผู้ใช้กำหนดเอง	215
ตารางที่ 24 ตาราง SceEcoDLU จัดเก็บค่าเบี่ยงเบนของสถานการณ์นโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม	216
ตารางที่ 25 ตาราง SceSocDLU จัดเก็บค่าเบี่ยงเบนของสถานการณ์นโยบาย สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม	216
ตารางที่ 26 ตาราง SceEnvDLU จัดเก็บค่าเบี่ยงเบนของสถานการณ์นโยบาย สิ่งแวดล้อม > สังคม > เศรษฐกิจ	217
ตารางที่ 27 ตาราง SceUserDLU จัดเก็บค่าเบี่ยงเบนของสถานการณ์นโยบาย ผู้ใช้กำหนดเอง	217
ตารางที่ 28 ตาราง SceEcoTSTEP จัดเก็บค่าผ่อนปรนของสถานการณ์นโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม	218
ตารางที่ 29 ตาราง SceSocTSTEP จัดเก็บค่าผ่อนปรนของสถานการณ์นโยบาย สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม	218
ตารางที่ 30 ตาราง SceEnvTSTEP จัดเก็บค่าผ่อนปรนของสถานการณ์นโยบาย สิ่งแวดล้อม > สังคม > เศรษฐกิจ	219
ตารางที่ 31 ตาราง SceUserTSTEP จัดเก็บค่าผ่อนปรนของสถานการณ์นโยบาย ผู้ใช้กำหนดเอง	219
ตารางที่ 32 ตาราง ProName สำหรับจัดเก็บชื่อโปรแกรม	220
ตารางที่ 33 ตาราง ModelUnit สำหรับจัดเก็บหน่วยวัดของข้อมูลที่จัดเก็บ	220
ตารางที่ 34 วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง	220
ตารางที่ 35 ตารางข้อมูลตัวแปรในการตัดสินใจของแบบจำลอง	221
ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง	228
ภาคผนวก จ	
ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์การผลิตที่สำคัญของพืชอายุสั้นในพื้นที่ศึกษา จำแนกตาม LRU	247
ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์การผลิตที่สำคัญของไม้ผล และพืชทางเลือกในพื้นที่ศึกษา จำแนกตาม LRU	250
ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนแรก	253
ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนที่ 2	260
ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตไม้ผล ไม้ยืนต้นและพืชทางเลือกราย 10 วันรอบ 6 เดือนที่ 1	267
ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตไม้ผล และพืชทางเลือกราย 10 วัน ในรอบ 6 เดือนที่ 2	273

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของการศึกษา

การวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรต้องตอบสนองต่อนโยบายด้านการผลิตอาหาร พลังงานทดแทน การจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการจ้างงานและความเป็นอยู่ของประชาชนในชนบท การวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรจึงเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนได้เสียหลายกลุ่ม ตั้งแต่ผู้ตัดสินใจในการวางนโยบาย นักวิเคราะห์ ผู้ปฏิบัติตามนโยบาย และเกษตรกรผู้มีส่วนได้เสียจากแผนการใช้ที่ดิน ผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการดังกล่าวเหล่านี้ต่างมีวัตถุประสงค์ในการใช้ที่ดินแตกต่างกัน ในบางครั้งก็ขัดแย้งกัน วัตถุประสงค์แต่ละด้านเหล่านี้มักจะมีผลกระทบทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังนั้นการหาแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับสถานการณ์ในช่วงเวลาหนึ่งๆ ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และข้อจำกัดที่หลากหลายของผู้มีส่วนได้เสียหลายกลุ่มตามสถานการณ์และประเด็นปัญหาที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นสิ่งที่ท้าทาย มีความจำเป็นที่ต้องมีการพัฒนางานวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อหาวิธีการ หาทางเลือกและผลลัพธ์ที่เหมาะสม สามารถแสดงผลลัพธ์สำหรับสถานการณ์ต่างๆ ต่อผู้ตัดสินใจ วิธีการที่จะนำมาใช้ในการหาทางเลือกการใช้ที่ดินที่เหมาะสมจะต้องมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะจัดการข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสามารถคาดการณ์ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตจากแผนการใช้ที่ดินที่เป็นทางเลือกหนึ่งๆ นอกจากนี้ยังมีความจำเป็นต้องพัฒนาระบบการวางแผนการใช้ที่ดินทางการเกษตรที่ช่วยลดความซับซ้อนของกระบวนการวิเคราะห์ เพื่อการสื่อสารและสร้างความเข้าใจระหว่างนักวิเคราะห์ ผู้วางนโยบาย ผู้ปฏิบัติงาน และผู้มีส่วนได้เสียอื่นๆ เพื่อให้การจัดแผนการใช้ที่ดินทางการเกษตรเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเชิงบูรณาการ การพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการประมวลผลหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objectives) และผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนเป้าหมายได้หลายเป้าหมาย (Multiple goals) ซึ่งเป็นค่าเชิงปริมาณของวัตถุประสงค์ที่สนใจ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System, DSS) ที่มีลักษณะดังกล่าวเรียกว่า Interactive Multiple Goal Programming (IMGP) การนำแบบจำลองเพื่อการปรับเปลี่ยนหลายวัตถุประสงค์ โดยมีสื่อสารกับผู้ใช้เพื่อมาใช้ในการวางแผนการจัดเขตที่ดินในประเทศไทยยังไม่เป็นที่ปรากฏ แม้ว่าได้มีการใช้แบบจำลองเชิงเส้นเพื่อวางแผนการปลูกพืชในระดับจังหวัด ตัวอย่างในภาคต่างๆ ของประเทศ (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2548) และมีการใช้แบบจำลองหลายเป้าหมาย ก็พบว่าที่ผ่านมามีการขาดจากส่วนที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ และไม่มีการบูรณาการผลลัพธ์เข้ากับระบบเรียกใช้ที่มองเห็นการบรรลุเป้าหมายต่างๆ หรือไม่มีการบูรณาการกับระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System, GIS) เพื่อให้ผู้ตัดสินใจเห็นผลลัพธ์ของการจัดเขตที่ดินในรูปแบบของแผนที่ (Praneetvatakul and Sirijinda, 2007)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดเขตการใช้ที่ดินทางการเกษตรในระดับจังหวัด โดยใช้จังหวัดลำพูนเป็นจังหวัดนำร่อง เพื่อให้การวางแผนจัดเขตที่ดินเพื่อการเกษตรสามารถใช้ทรัพยากรทางเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุดตามวัตถุประสงค์ที่ผู้ร่วมในการวางแผนช่วยกันกำหนด งานวิจัยได้พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์และเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมในการพิจารณาผลลัพธ์เบื้องต้นและสามารถปรับเปลี่ยนให้ยืดหยุ่นตามสภาพความขัดแย้งของวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ทุกฝ่ายยอมรับได้ว่าเป็นผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด

1.2 ทบทวนเอกสาร

การจัดเขตการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์เป็นงานวิจัยที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในระดับสากล โดยเฉพาะเมื่อมีความก้าวหน้าทางด้านวิธีการวิเคราะห์ในงานวิจัยเชิงปฏิบัติการและความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้มีการใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าวอย่างกว้างขวางและมีการบูรณาการเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนการใช้ที่ดินในประเทศต่างๆทั่วโลก ตั้งแต่ de Wit et al. (1988) ได้แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง Interactive Multiple Goal Programming (IMGP) สามารถนำไปใช้ในการวางแผนที่ดินเพื่อการเกษตรในเขตอาศัยน้ำฝนของพื้นที่ในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ได้มีนักวิจัยพัฒนาแบบจำลอง IMGP ให้สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วจนแบบจำลอง IMGP มีการทำงานได้หลายรูปแบบเพื่อใช้วางแผนการใช้ที่ดินตั้งแต่ระดับตำบลไปจนถึงระดับจังหวัด (Laborte et al., 2007) และในระดับลุ่มน้ำ (Jianbo et al., 2002) การพัฒนาระบบที่เชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองและการแสดงผลในรูปแบบที่มีความหลากหลายขึ้นอยู่กับการเลือกโปรแกรมแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical programming) ที่จะนำมาใช้งาน และการพัฒนาโปรแกรมส่วนที่ได้ตอบกับผู้ใช้ (Graphic user interface, GUI)

ตัวอย่างการใช้แบบจำลอง IMGP เพื่อวางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่ขนาดใหญ่ ซึ่งใช้ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับจังหวัดหรือรัฐในภูมิภาคอาเซียน เช่นในประเทศ อินเดีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และเวียดนาม (Roetter et al., 2005) โดยพัฒนาระบบการวางแผนและวิเคราะห์การใช้ที่ดิน (Land Use Planning and Analysis System, LUPAS) ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองพืชเพื่อประมาณการณ์ผลผลิตพืช และใช้โปรแกรม EXPRESS-MP (Dash Associates Ltd., 1997) ในการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากแบบจำลอง IMGP นอกจากนี้ Lu และคณะได้บูรณาการแบบจำลองพืชเข้ากับแบบจำลอง IMGP เพื่อใช้ในการจัดการทรัพยากรที่ดินบนที่ราบสูงในประเทศจีน พร้อมกับดัดแปลงวิธีการหาผลลัพธ์จากแบบจำลองที่มีหลายเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Lu et al., 2004) งานวิจัยล่าสุดที่เป็นความพยายามที่จะบูรณาการ IMGP เข้ากับ GIS เพื่อสร้าง DSS ในการจัดเขตการใช้ที่ดินในระดับจังหวัดในประเทศสเปน (Santé and Crecente, 2007; Santé-Riveira et al., 2008)

ถึงแม้ว่าการวางแผนการใช้ที่ดินในประเทศไทยจะเป็นงานหลักของกรมพัฒนาที่ดิน (พด.) แต่งานส่วนใหญ่ของพด. อิงวิธีการประเมินคุณภาพที่ดินของ FAO (1976) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เฉพาะเจาะจงสำหรับแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดิน

(Land utilization type, LUT) ผลลัพธ์ที่ได้เป็นระดับความเหมาะสมของแต่ละหน่วยแผนที่ดิน (Land mapping unit, LRU) สำหรับแต่ละ LUT หลังจากนั้นจึงใช้การวิเคราะห์หลายหลักเกณฑ์เพื่อจัดทำแผนการใช้ที่ดิน ถึงแม้ว่างานดังกล่าวจะดำเนินการโดยใช้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) และใช้ความเห็นของผู้มีส่วนได้เสียประกอบ ผลลัพธ์ที่ได้อยู่ในรูปของแผนที่และรายงานที่ยังขาดความเป็นพลวัต เนื่องจากไม่มีระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่อำนวยความสะดวกในการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆ ตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ ข้อจำกัดที่สำคัญของการวางแผนดังกล่าวคือไม่ได้พิจารณาวัตถุประสงค์หลายประการพร้อมกัน โดยเฉพาะไม่ได้พิจารณาปัจจัยด้านเศรษฐกิจที่มีพลวัตสูงและไม่สามารถวิเคราะห์ผลกระทบจากเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต (scenarios analysis) ได้

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สศก.) เป็นอีกหน่วยงานหนึ่งที่ทำหน้าที่วางแผนการผลิตระดับประเทศและระดับจังหวัด สศก. ได้มีความพยายามที่จัดเขตการปลูกพืชเศรษฐกิจโดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์แบบถ่วงน้ำหนักหลายหลักเกณฑ์รายพืช ผลลัพธ์ที่ได้สรุปเป็นเขตเศรษฐกิจรายพืชสำหรับเขตการปกครองทั่วประเทศ อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของวิธีการนี้คือยังไม่สามารถระบุเขตการปลูกพืชที่แน่ชัดตามสภาพภูมินิเวศน์ และไม่ได้พิจารณาวัตถุประสงค์หลายวัตถุประสงค์พร้อมกัน รวมทั้งยังไม่มีระบบที่มีพลวัตในการวิเคราะห์และแสดงผลการวิเคราะห์

งานวิจัยด้านการใช้โปรแกรมหลายวัตถุประสงค์ในประเทศไทยยังมีจำนวนจำกัด ตัวอย่างงานของ Apai and Navanukraha (2004) เป็นการศึกษาการวางแผนการใช้ที่ดินในจังหวัดอุทัยธานี จากการประเมินคุณภาพที่ดินโดยใช้ GIS และโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming) โดยมีวัตถุประสงค์สองประการคือเพื่อให้ได้ค่าการสูญเสียดินต่ำสุดในขณะที่มีผลตอบแทนสุทธิเท่ากับระดับในปีทำการศึกษา และเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุดในขณะที่ระดับการสูญเสียดินเท่าที่เป็นอยู่ในปีการศึกษา อย่างไรก็ตามไม่ได้มีการวิเคราะห์เชิงมีข้อแลกเปลี่ยน (Trade off analysis) เพื่อสร้างความยืดหยุ่นในการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับสถานการณ์ที่อาจเปลี่ยนแปลงในอนาคต ในขณะทำงานของ Patcharanuntawat et al. (2007) เป็นการหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับพืชเศรษฐกิจแต่ละชนิดที่ทำการศึกษาโดยใช้ genetic algorithm และมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้รายได้สุทธิสูงสุดและมีการสูญเสียธาตุอาหารต่ำสุด

ระบบการวางแผนแบบหลายวัตถุประสงค์สามารถใช้ในระดับจังหวัดในหลายประเทศ (ระบบ SysNet โดย Roetter et al., 2005) ในระดับอำเภอ (Agrell et al., 2004; Santé and Crecente, 2007) ในระบบนิเวศเกษตรที่เป็นเนินเขาจากการทับถมของตะกอนที่มากับลม (Lu et al., 2004) และพัฒนาเป็นระบบการสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินในชนบท (Rural Land Exploration System, RULES) โดย Santé-Riviera et al. (2008) และแบบจำลอง TechnoGIN โดย Ponsioen et al. (2003) ระบบดังกล่าวข้างต้นมีความคล้ายคลึงกันคือ ใช้วิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบมีหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objective Programming, MOP) เพื่อสร้างและวิเคราะห์แบบจำลอง แต่มีความแตกต่างกันในแง่การประเมินผลผลิตภาพของประเภทการใช้ที่ดิน สมการวัตถุประสงค์และข้อจำกัด รวมทั้งวิธีการจัดแผนการใช้ที่ดินในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องพอที่ประมวลได้ว่า การวางแผนการใช้ที่ดินโดยมีการจัดสรรพื้นที่สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภท เพื่อตอบสนองพลวัตของความต้องการด้านอาหาร พลังงานทดแทน การอนุรักษ์ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม และความเป็นอยู่ของสังคมในชนบทเป็นสิ่งจำเป็น วิธีการที่บูรณาการระหว่างระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และแบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ปรากฏในบทความทางวิชาการในหลายรูปแบบ การพัฒนาระบบที่เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างระบบสนับสนุนการตัดสินใจและแบบจำลองที่จะสร้างขึ้นใหม่โดยใช้วิธีการแบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ เป็นงานที่จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการใช้ที่ดินทางการเกษตร ระบบดังกล่าวอาจใช้ในงานได้หลายระดับตั้งแต่ตำบลจนถึงระดับจังหวัดหรือกลุ่มจังหวัด

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

จากความสำคัญของการศึกษาและการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องแล้ว คณะผู้วิจัยจึงต้องการการศึกษากระบวนการวิเคราะห์เพื่อการวางแผนการใช้ที่ดินทางการเกษตร โดยให้พื้นที่จังหวัดลำพูนเป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งเมื่อได้ผลการศึกษาแล้ว อาจนำไปใช้ในพื้นที่จังหวัดอื่นๆ ได้ วัตถุประสงค์การวิจัยของโครงการวิจัยนี้มีดังนี้

- (1) เพื่อจัดทำหน่วยแผนที่เพื่อการจัดการทรัพยากรและประเมินศักยภาพของทรัพยากรที่ดินในการผลิตพืชที่สำคัญในพื้นที่เป้าหมาย
- (2) เพื่อจัดทำแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์หาทางเลือกในการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับสถานการณ์การตัดสินใจที่มีหลายวัตถุประสงค์
- (3) เพื่อพัฒนาโปรแกรม *IMGP-LPlan* ให้ผู้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจสามารถวิเคราะห์หาทางเลือกในการใช้ที่ดินโดยใช้แบบจำลอง *IMGP* ได้โดยสะดวก

บทที่ 2

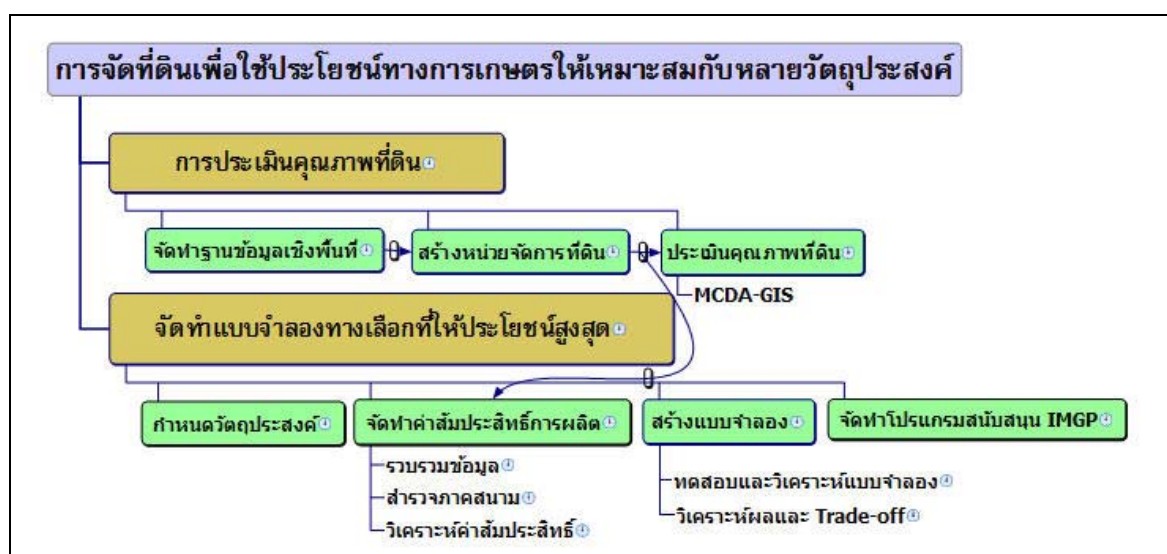
วิธีการศึกษา

การจัดสรรการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดตามวัตถุประสงค์หลายประการ เป็นงานที่ทำหายและต้องการการวิจัยเชิงบูรณาการโดยคณะนักวิจัยสหสาขาวิชาที่ทำหน้าที่รวบรวมและจัดการข้อมูลหลายประเภท ทั้งข้อมูลเชิงกายภาพ ชีวภาพ เศรษฐกิจสังคม และข้อมูลเชิงพื้นที่ นอกจากนี้ยังต้องการการวิเคราะห์ที่หลากหลาย และสามารถแสดงผลการวิเคราะห์สถานการณ์ที่เหมาะสมกับผู้ใช้หลายประเภท

งานวิจัยโครงการนี้ จะใช้กรอบของการพัฒนาระบบที่ผสมผสานแนวคิดการวางแผนการใช้ที่ดินในชนบทของ van Ittersum et al. (2004), Lu et al. (2004) และ Santé-Riveira et al. (2008) โดยอาศัยวิธีการประเมินศักยภาพของที่ดินในการผลิตพืชและระบบการแสดงผลของการจำลองสถานการณ์ที่ได้พัฒนาไว้แล้วในเครือข่ายระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ครส.) ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) (เมธี และคณะ; 2548; 2551) และจะพัฒนาแบบจำลองการหาทางเลือกที่เหมาะสมในการผลิตพืชสำหรับสถานการณ์การเกษตรของประเทศไทย

2.1 ระเบียบวิธีวิจัย

กิจกรรมหลักของโครงการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก (รูปที่ 2.1) ได้แก่ 1) การประเมินคุณภาพที่ดินเพื่อหาศักยภาพของที่ดินในการผลิตพืชที่เป็นอาหาร พลังงานทดแทน และพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอื่นๆในจังหวัดเป้าหมาย 2) การจัดทำแบบจำลองเพื่อหารูปแบบการใช้ที่ดินเพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับหลายวัตถุประสงค์ พร้อมการสร้างโปรแกรมสนับสนุนการเรียกใช้ ส่วนการบูรณาการแผนที่ผลลัพธ์และฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยใช้ผลการวิเคราะห์ของโครงการนี้ จะดำเนินการในโครงการวิจัย “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่เพื่อการเกษตร” (สัญญาเลขที่ RDG53O0007 ระยะเวลาโครงการ 1 พฤศจิกายน 2552 - 31 ตุลาคม 2553) ซึ่งสนับสนุนโดย สกว.



รูปที่ 2.1 แนวคิดและกรอบงานของโครงการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 การประเมินคุณภาพที่ดินเพื่อหาศักยภาพในการผลิตพืชของที่ดิน

เนื่องจากที่ดินผืนหนึ่ง ๆ สามารถใช้ในการผลิตพืชมากกว่าหนึ่งชนิด แต่ละชนิดมีศักยภาพในการให้ผลผลิตที่แตกต่างกันบนที่ดินแต่ละผืน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จำเป็นสำหรับการประเมินคุณภาพที่ดินและแสดงเป็นค่าดัชนีความเหมาะสมของแต่ละหน่วยแผนที่ดิน เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าในการสร้างและวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับหารูปแบบการผลิตพืชที่ให้ประโยชน์สูงสุดในกิจกรรมที่สอง กิจกรรมที่จะดำเนินการคือ

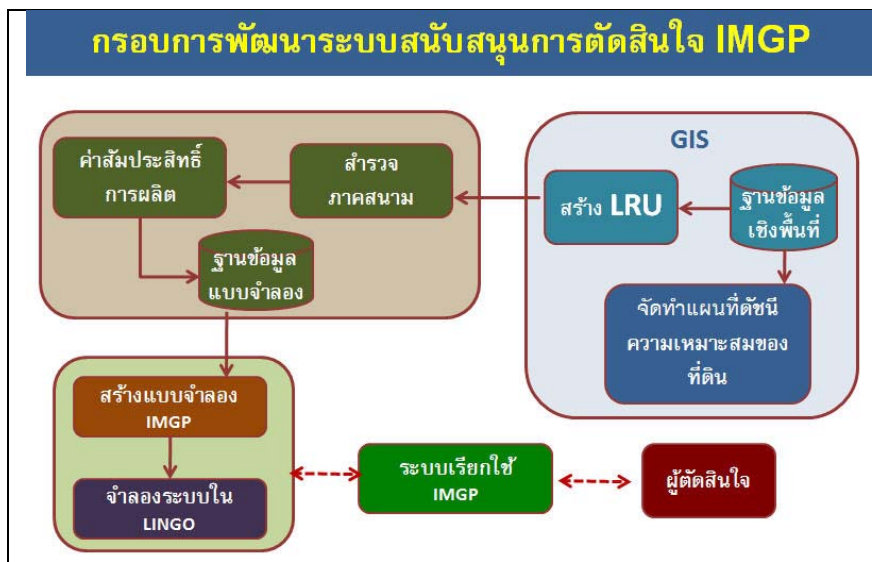
- รวบรวมและจัดทำฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ (Geodatabase) เพื่อใช้ในการสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) สำหรับการประเมินคุณภาพที่ดิน และการสุ่มตัวอย่างสำรวจภาคสนามเพื่อจัดทำค่าสัมประสิทธิ์การผลิต (Technical coefficient) ที่จะใช้ในแบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ในกิจกรรมที่ 2.1
- ประเมินคุณภาพที่ดินแบบหลายหลักเกณฑ์โดยใช้โปรแกรม MCDA-GIS ซึ่งคณะผู้วิจัยได้พัฒนาไว้แล้ว (เมธี และคณะ, 2551) เพื่อหาค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินสำหรับระบบการผลิตพืชที่สำคัญในพื้นที่เป้าหมาย
- นำผลลัพธ์ที่ได้จากกิจกรรมนี้เป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองการหารูปแบบการผลิตพืชที่ให้ประโยชน์สูงสุดในกิจกรรมที่ 2.1

กิจกรรมที่ 2.1 การสร้างแบบจำลองการเลือกใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการผลิตพืชที่เหมาะสมและสอดคล้องกับหลายวัตถุประสงค์

คณะผู้วิจัยจะสร้างแบบจำลองการเลือกใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการผลิตพืชในพื้นที่ศึกษาโดยอาศัยแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง (linear programming) แบบมีหลายวัตถุประสงค์ โดยให้วัตถุประสงค์ต่างๆแสดงในรูปแบบของเป้าหมายหลายเป้าหมาย คณะผู้วิจัยจะได้ทดสอบแบบจำลองหลายวิธีการที่เกี่ยวข้อง อันได้แก่ การสร้างให้แบบจำลองมีการสื่อสารกับผู้ใช้เพื่อเปลี่ยนน้ำหนักของวัตถุประสงค์ต่างๆ การให้ผู้ใช้กำหนดค่าเบี่ยงเบนของเป้าหมาย และการให้ผู้ใช้กำหนดค่าผ่อนปรนจากเป้าหมายเดิม พร้อมทั้งทดสอบการใช้วิธีต่าง ๆ ในการวิเคราะห์หารูปแบบการใช้ที่ดินเพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับหลายเป้าหมายดังกล่าว

กิจกรรมที่ 2.2 การสร้างระบบสนับสนุนการเรียกใช้แบบจำลองการเลือกใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร

คณะผู้วิจัยจะได้นำผลการวิเคราะห์ในกิจกรรมที่ 2.1 ดังกล่าวข้างต้น มาสร้างระบบสนับสนุนการใช้งานแบบจำลอง IMGP เพื่อช่วยในการปรับเปลี่ยนและวิเคราะห์สถานการณ์เพื่ออำนวยความสะดวกสำหรับนักวิเคราะห์ในการประเมินผลกระทบของสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ก่อนที่นำเสนอต่อผู้ตัดสินใจ



รูปที่ 2.2 กรอบการพัฒนากระบวนสนับสนุนการตัดสินใจของโครงการ

รูปที่ 2.2 แสดงกรอบแนวคิดของโครงการในอีกลักษณะหนึ่ง โดยแสดงเป็นองค์ประกอบต่างๆในโครงการวิจัยนี้ ส่วนแรกเป็นงานของทางระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ที่จะต้องใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ สร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน และจัดทำแผนที่ความเหมาะสมของที่ดิน ส่วนที่ 2 เป็นการสำรวจภาคสนามและสร้างสัมประสิทธิ์ต่างๆ สำหรับแบบจำลอง ต่อมาเป็นส่วนการสร้างแบบจำลอง Interactive multiple goal programming ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง คณะผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม LINGO ในการวิเคราะห์แบบจำลองดังกล่าว ท้ายที่สุดเป็นการสร้างระบบใช้งานแบบจำลอง ซึ่งอำนวยความสะดวกต่อการมีส่วนร่วมจากผู้มีส่วนได้เสีย (stakeholders) ผลลัพธ์ที่ได้จากโครงการนี้สามารถนำไปสร้างแผนที่เขตการใช้ที่ดินเพื่อนำเสนอให้ผู้ตัดสินใจได้ ในส่วนการสร้างแผนที่จะเป็นกิจกรรมของโครงการคู่ขนานของโครงการนี้ คือ โครงการ “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่เพื่อการเกษตร” สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สกว. (สัญญาเลขที่ RDG53O0007 ระยะเวลาโครงการ 1 พฤศจิกายน 2552 – 30 เมษายน 2554)

รายละเอียดในองค์ประกอบต่างๆในโครงการ คณะผู้วิจัยจะได้นำเสนอในบทต่างๆ คือ บทที่ 3 เป็นบทที่แสดงการจัดทำหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) และการจัดทำแผนที่ดัชนีความเหมาะสมของที่ดินเพื่อการผลิตพืช บทที่ 4 แสดงรายละเอียดการเก็บข้อมูลและสร้างสัมประสิทธิ์การผลิตตาม LRU ที่สร้างขึ้น และการจัดทำแบบจำลอง IMGP ที่ใช้ในการศึกษา บทที่ 5 แสดงการจัดทำโปรแกรมสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินแบบหลายวัตถุประสงค์อย่างมีส่วนร่วม บทที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์แบบจำลอง และบทที่ 7 เป็นบทสรุปและการเชื่อมโยงไปสู่การใช้ประโยชน์

2.2 พื้นที่ศึกษา

คณะผู้วิจัยเลือกจังหวัดลำพูนเป็นพื้นที่ศึกษานำร่องในโครงการนี้ เนื่องจากจังหวัดลำพูนมีความหลากหลายในการผลิตพืชเพื่อการเกษตรและเป็นจังหวัดที่ไม่ใหญ่เกินไป เหมาะสมสำหรับการทดสอบโครงการวิจัยในลักษณะนี้

2.3 การเก็บข้อมูล

แม้ว่าข้อมูลการผลิตพืชในจังหวัดลำพูน ที่คณะผู้วิจัยสามารถนำมาใช้ได้ จากโครงการวิจัยในอดีตมีอยู่บ้างแล้ว แต่เนื่องจากข้อมูลที่โครงการนี้ต้องการใช้เป็นข้อมูลที่จะแจ้งตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ เจาะจงโครงการชลประทาน และ เจาะจงความลาดชัน เนื่องจากจะต้องเชื่อมโยงข้อมูลของเกษตรกรกับข้อมูลเชิงแผนที่ คณะผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นต้อง เก็บข้อมูลการผลิตพืชในจังหวัดลำพูนจากเกษตรกรใหม่ ในปีการผลิต 2551-2552 จำนวน 1,444 ราย เพื่อหาข้อมูล สัมประสิทธิ์การผลิตตามหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินที่สร้างขึ้น รายละเอียดการเก็บข้อมูลจะได้นำเสนอในบทที่ 4 ต่อไป

บทที่ 3

การสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินและแผนที่ความเหมาะสม

ของการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร

ในบทนี้จะกล่าวถึง การพัฒนาหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน และแผนที่ความเหมาะสมของการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร ซึ่งถูกสร้างจากฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศประเภท Geodatabase ที่พัฒนาขึ้นให้อยู่ในระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ หน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินที่สร้างขึ้นจะเป็นฐานของการเก็บข้อมูลเพื่อสร้างสัมประสิทธิ์การผลิตและการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป โดยให้สามารถเชื่อมโยงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์แบบจำลองให้สามารถแสดงผลในเชิงพื้นที่ได้ และเชื่อมโยงกับโครงการวิจัย “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่เพื่อการเกษตร” ดังที่ได้อธิบายในบทที่ 2 แล้ว

3.1 ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศและหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินเพื่อสนับสนุนการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การผลิตพืช

ค่าสัมประสิทธิ์ของเทคโนโลยีการผลิต (Technical coefficients, TC) เป็นข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแผนการผลิตพืชโดยใช้แบบจำลองหลายเป้าหมาย การคำนวณค่า TC ของระบบการผลิตพืชใช้วิธีการสำรวจภาคสนามซึ่งต้องสุ่มตัวอย่างแปลงผลิตพืชของเกษตรกรให้ครอบคลุมความหลากหลายของทรัพยากรที่ดินที่มีความแตกต่างกันในสภาพกายภาพ สภาพน้ำ และสภาพความลาดชัน ซึ่งมีผลต่อการใช้ปัจจัยการผลิต ผลผลิตและรายได้จากระบบการปลูกพืช ดังนั้นหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) หนึ่ง ๆ จะมีความคล้ายคลึงกันในแง่ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตและมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การผลิตที่ใกล้เคียงกัน (Kam et al., 2006)

ทรัพยากรการเกษตรที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การผลิต ประกอบด้วยทรัพยากรที่ดิน แหล่งน้ำ การจัดเรียงตัวของสภาพภูมิประเทศ และการใช้ประโยชน์ที่ดินตลอดปี ทรัพยากรดังกล่าวมีความแปรปรวนในแต่ละพื้นที่ การจัดกลุ่มพื้นที่ตามปัจจัยเหล่านี้ให้เป็นลักษณะภูมิโนเวตต่าง ๆ และได้รับการจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System, GIS) จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียกใช้เพื่อสนับสนุนการเลือกสุ่มตัวอย่างก่อนการสำรวจภาคสนามเพื่อสร้างสัมประสิทธิ์การผลิตอย่างเป็นระบบตามระบบการปลูกพืชที่สำคัญ และตามความกว้างขวางของหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน ที่พบในพื้นที่เป้าหมาย

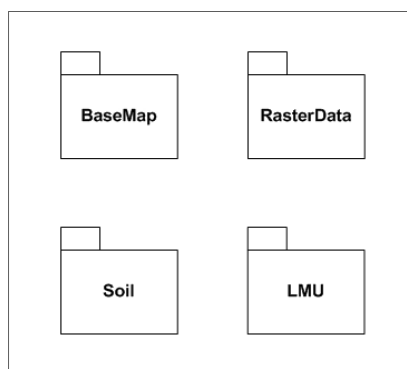
ดังนั้นการศึกษาในส่วนนี้ เพื่อสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน จากฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีส่วนในการกำหนดปัจจัยการผลิตและผลผลิต และสนับสนุนการจำลองแผนการผลิตพืชที่เหมาะสมต่อไป

3.2 การสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU)

การสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินแบ่งออกเป็นสองส่วนหลักคือ (1) การจัดทำฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศทรัพยากรที่ดิน และ (2) การสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศทรัพยากรที่ดินนอกจากจะนำไปใช้ในการสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ในการประเมินคุณภาพที่ดิน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าดัชนีความเหมาะสมเชิงกายภาพ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญในการสร้างข้อจำกัดของแบบจำลอง IMGP และจะนำไปใช้เป็นฐานในการแสดงผลเชิงแผนที่ต่อไป

3.2.1 ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ (Geodatabase)

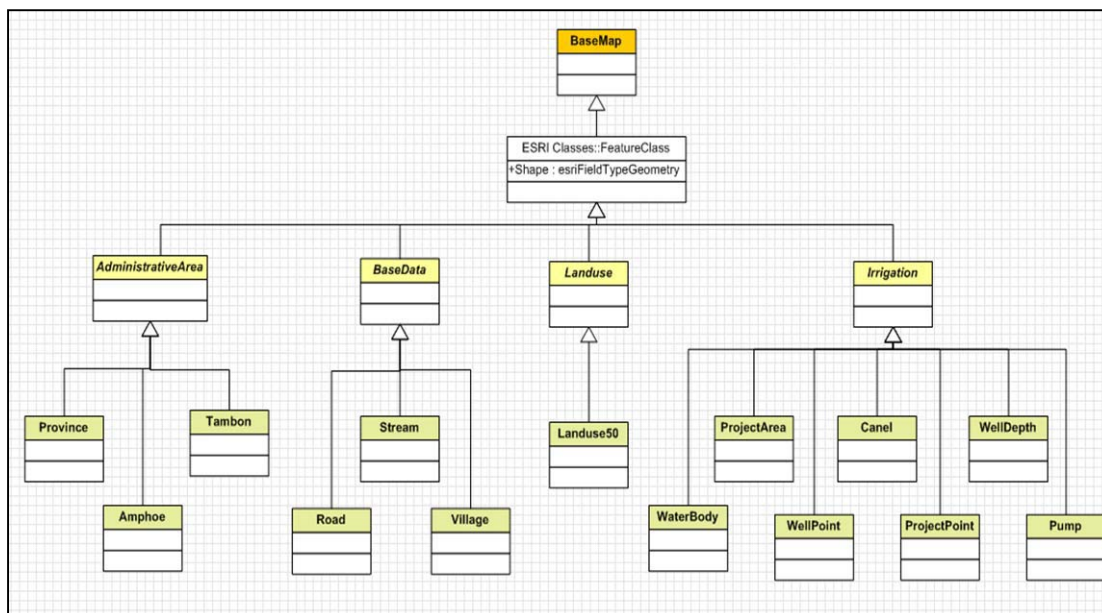
ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ที่พัฒนาขึ้น ส่วนหนึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูลจากโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาโปรแกรมระบบสนับสนุนการวางแผนการจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ (รสทก) ที่ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว (เมธี และคณะ 2548) จึงมีข้อมูลพื้นฐานบางส่วนที่ครอบคลุมขอบเขตจังหวัดลำพูน อย่างไรก็ตามข้อมูลดังกล่าวได้มีการปรับปรุงแก้ไขชั้นข้อมูลเดิมให้ทันสมัยขึ้น โดยการปรับแก้ระบบพิกัดอ้างอิงจากระบบเดิมคือ GCS_Everest_Adj_1937 ไปเป็นระบบ WGS84 UTM ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และปรับปรุงแก้ไขข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาให้เหมาะสมกับการใช้งานที่เป็นปัจจุบันมากที่สุด โดยแบ่งชั้นข้อมูลออกเป็นฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ (File Geodatabase) 4 กลุ่มใหญ่ ๆ (รูปที่ 3.1) ตามการใช้งานได้ดังนี้



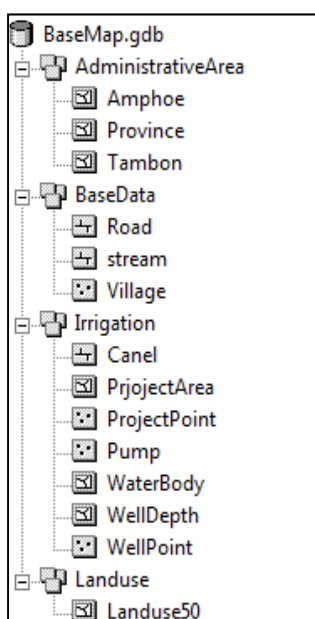
รูปที่ 3.1 กลุ่มข้อมูลฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ

3.2.1.1 ข้อมูลพื้นฐาน (Base Maps)

ชั้นข้อมูลพื้นฐานเป็นชั้นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการใช้อ้างอิง ประกอบไปด้วยชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครองระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด ถนน ทางน้ำ ตำแหน่งหมู่บ้าน การใช้ที่ดิน ข้อมูลชลประทาน และแหล่งน้ำ (รูปที่ 3.2 และ 3.3)

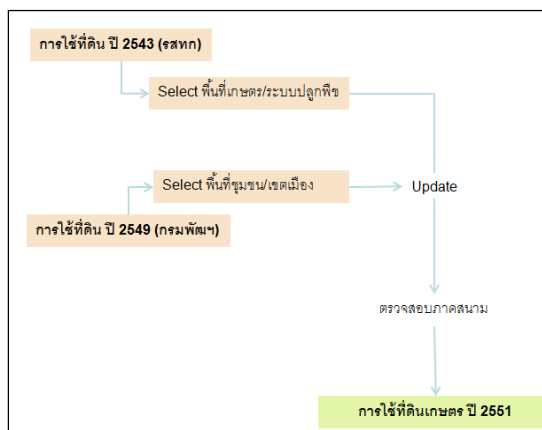


รูปที่ 3.2 แผนภาพฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศข้อมูลพื้นฐาน



รูปที่ 3.3 โครงสร้างฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศข้อมูลพื้นฐานเมื่ออยู่ในรูปแบบไฟล์ Geodatabase

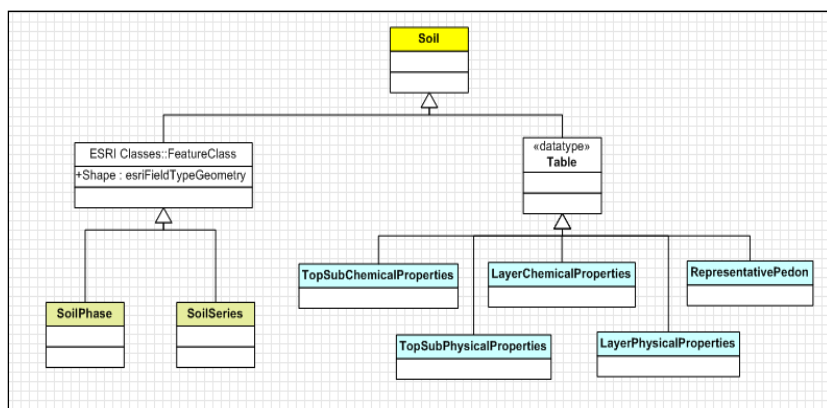
อย่างไรก็ตามข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2543 ถือว่าเป็นชั้นข้อมูลที่สำคัญ ปัจจุบันการใช้ที่ดินบางตำแหน่งได้เปลี่ยนแปลงไป จึงทำการสำรวจพื้นที่และปรับแก้ข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นปัจจุบันมากที่สุด โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกไม้ผล ซึ่งจากการออกสำรวจภาคสนาม พบว่าพื้นที่เดิมในปี 2543 เป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ผสมไม้ผล และในปัจจุบันได้กลายเป็นพื้นที่ปลูกไม้ผลอย่างเดียว นอกจากนั้นยังได้ใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี 2549 ที่ได้จากกรมพัฒนาที่ดินมาเพิ่มเติมในส่วนที่เป็นการขยายขอบเขตเมือง และเรียกเป็นการใช้ที่ดินเป็นแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2551 (รูปที่ 3.4)



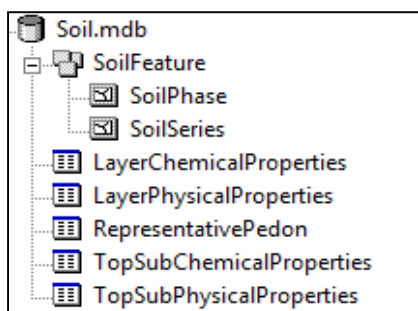
รูปที่ 3.4 แผนภาพการปรับแก้การใช้ที่ดินเป็นปี 2551

3.2.1.2 ข้อมูลดิน (Soils)

ข้อมูลดินถูกใช้เป็นชั้นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการประเมินความเหมาะสมของที่ดินเชิงกายภาพสำหรับการปลูกพืช ในฐานะข้อมูลภูมิสารสนเทศดิน (รูปที่ 3.5 และ 3.6) ประกอบไปด้วย ข้อมูลเชิงพื้นที่ขอบเขตประเภทดิน (Soil Phase) ที่ได้จากการสำรวจใหม่ของกรมพัฒนาที่ดิน และข้อมูลเชิงพื้นที่ขอบเขตชุดดิน (Soil Series) ที่ได้จากการยุบรวมชั้นข้อมูลประเภทดิน อีกทั้งในฐานะข้อมูลชุดนี้ ยังมีตารางอธิบายสมบัติดิน ประกอบไปด้วย สมบัติทางเคมี (LayerChemicalProperties, TopSubChemicalProperties) และสมบัติทางฟิสิกส์ (LayerPhysicalProperties, TopSubPhysicalProperties) ของชั้นดิน และลักษณะทั่วไปของชุดดินที่ถูกใช้เป็นตัวแทนของดินนั้นๆ (RepresentativePedon) เพื่อไว้สำหรับการประเมินคุณภาพที่ดินต่อไป



รูปที่ 3.5 แผนภาพฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศดิน

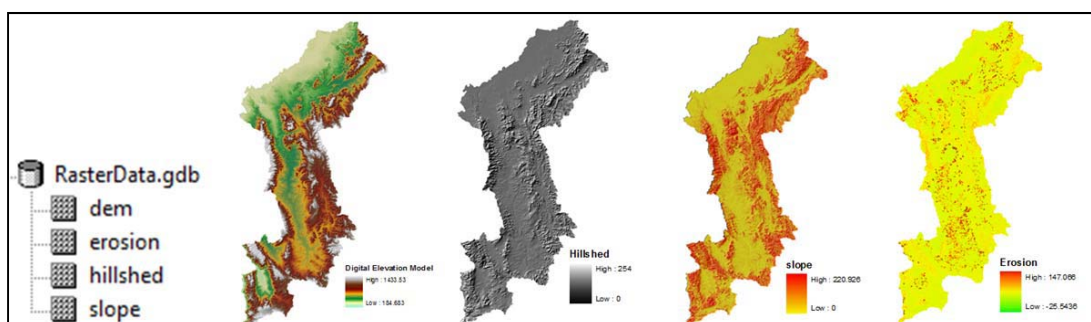


รูปที่ 3.6 โครงสร้างฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศดินเมื่ออยู่ในรูปแบบไฟล์ Geodatabase

3.2.1.3 ข้อมูลกริด (Raster Data)

ข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model) เป็นชั้นข้อมูลหนึ่งที่มีความสำคัญในการสำรวจการปลูกพืชตามลักษณะภูมิประเทศ เนื่องจากใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการสร้างชั้นข้อมูลความลาดชัน ทั้งนี้เพื่อใช้ในการพิจารณารูปแบบการปลูกพืชของเกษตรกรที่มีความแตกต่างกันในพื้นที่ราบลุ่ม และพื้นที่ที่มีความลาดชัน สำหรับข้อมูลภาพเงา (Hillshed) ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้ดูลักษณะภูมิประเทศโดยรวมของพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 3.7)

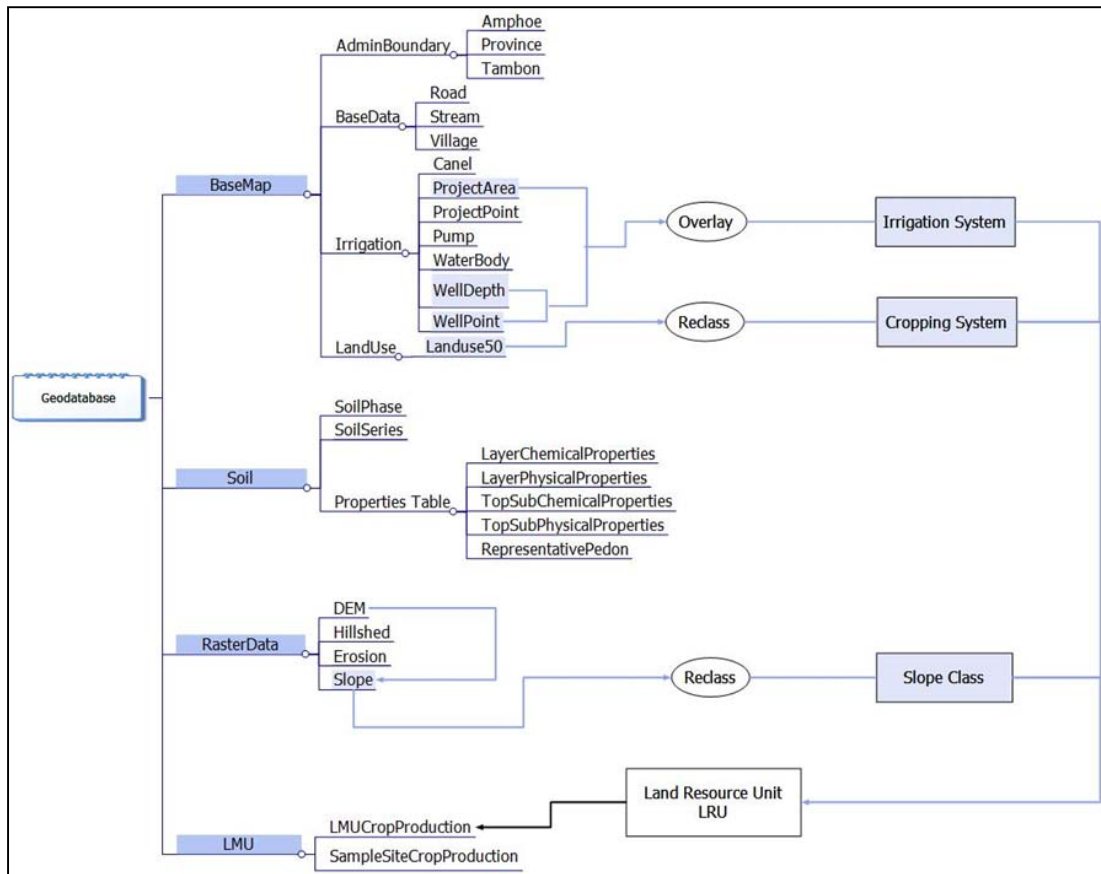
ข้อมูลการชะล้างพังทลาย สามารถบอกถึงความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินในพื้นที่ศึกษา และยังสามารถบอกถึงผลกระทบต่อ การปลูกพืชในบริเวณนั้น ๆ ว่าจะเร่งความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะทำให้การวางแผนการใช้ที่ดินในอนาคตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 3.7 โครงสร้างข้อมูลกริดที่ถูกเก็บไว้ในรูปแบบไฟล์ Geodatabase

3.2.2 การพัฒนาข้อมูลหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU)

การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน เกิดจากการซ้อนทับระหว่างข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลขอบเขตชลประทาน แหล่งน้ำ และความลาดชัน (รูปที่ 3.8) อย่างไรก็ตามเนื่องจากฐานข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูลมีความหลากหลายของข้อมูลมาก เมื่อทำการซ้อนทับข้อมูลเข้าด้วยกันจะก่อให้เกิดหน่วยการจัดการทรัพยากรที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินที่เหมาะสมจึงจำเป็นต้องมีการจัดกลุ่ม (reclass) ของข้อมูลแต่ละชั้นให้เหมาะสมก่อนที่จะมีการซ้อนทับกัน ซึ่งต้องจัดทำแต่ละชั้นข้อมูลดังนี้

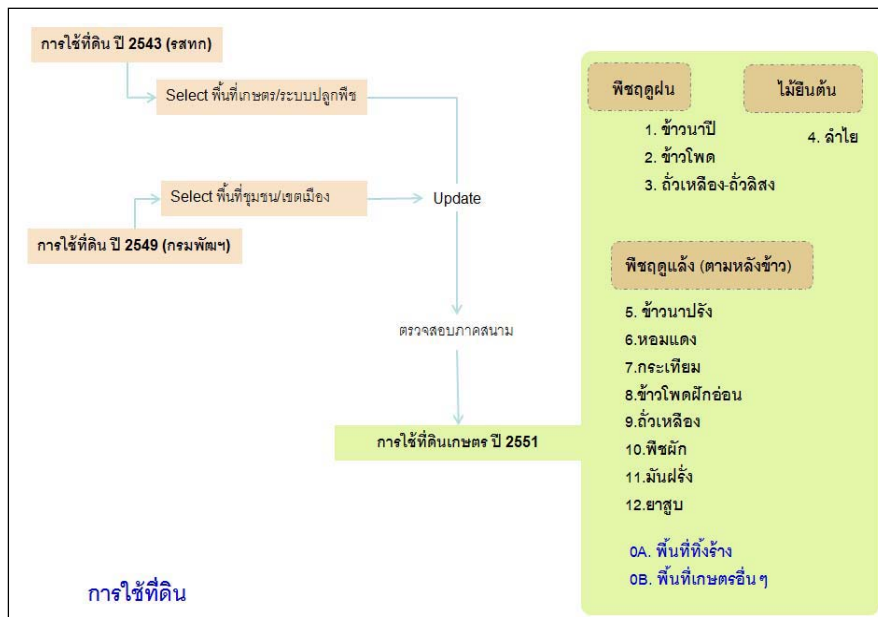


รูปที่ 3.8 แผนภาพการใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศมาสร้างเป็นหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน

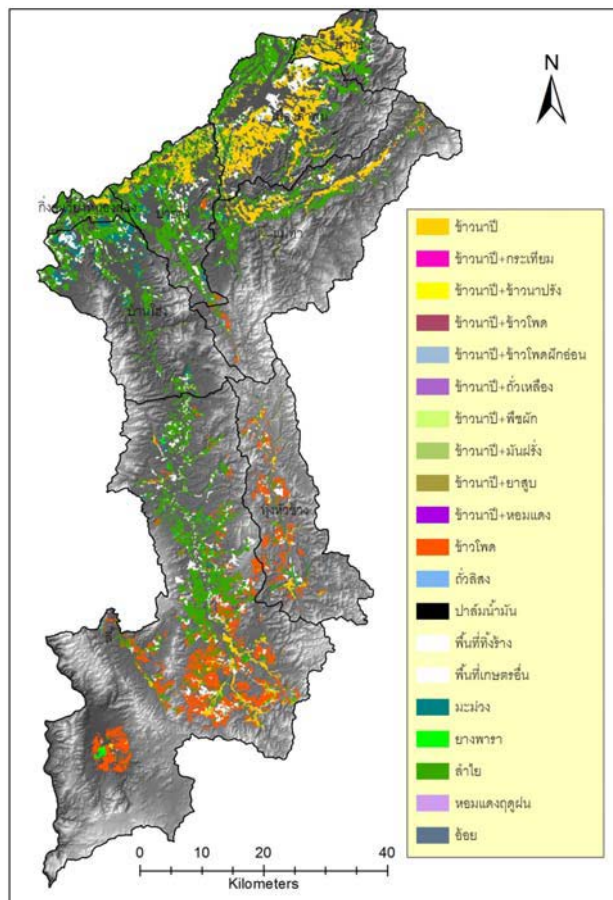
3.2.2.1 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับมองภาพในมุมมองกว้างถึงชนิดพืชเกษตรที่มีในพื้นที่ศึกษา และข้อมูลเชิงตำแหน่งของแต่ละพืช ทำให้ง่ายแก่การสำรวจภาคสนามเพื่อสัมภาษณ์เกษตรกรให้ได้มาซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การผลิตพืช แต่ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จัดทำนั้นมีความหลากหลายของการใช้ที่ดินมากเกินไป โดยบางอย่างก็ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการหาค่าสัมประสิทธิ์การผลิตพืช จึงได้ทำการจำแนกการใช้ที่ดินออกเป็นกลุ่มใหญ่ (รูปที่ 3.9 และรูปที่ 3.10) ตามการใช้ที่ดินปัจจุบัน และตามพืชหลักที่สนใจในการทำค่าสัมประสิทธิ์การผลิตพืช เพื่อใช้ในการจัดทำหน่วยแผนที่การจัดการทรัพยากรที่ดิน ดังต่อไปนี้

- พืชฤดูฝน ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวโพด และถั่วเหลือง/ถั่วลิสง
- พืชฤดูแล้ง (ปลูกตามหลังข้าวนาปี) ได้แก่ ข้าวนาปรัง หอมแดง กระเทียม ข้าวโพดฝักอ่อน ถั่วเหลือง มันฝรั่ง ยาสูบ และพืชผัก
- ไม้ยืนต้น ได้แก่ ลำไย
- ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ประกอบด้วยพื้นที่เกษตรที่ปลูกพืชอื่นนอกเหนือไปจากพืชดังที่กล่าวมาด้านบน รวมถึงพื้นที่ที่ร้างที่ไม่ได้ทำการเกษตร ให้คงไว้เป็นพื้นที่เกษตรสำหรับการจำแนกเขตที่ดินในอนาคตต่อไป



รูปที่ 3.9 การสร้างชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน



รูปที่ 3.10 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินหลังจากจัดกลุ่มใหม่ตามพืชหลักที่สนใจค่าสัมประสิทธิ์การผลิตพืช

3.2.2.2 ข้อมูลชลประทานและแหล่งน้ำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการผลิตพืชในจังหวัดลำพูนเป็นอย่างมาก จากข้อมูลแหล่งน้ำเชิงพื้นที่ที่มีอยู่ในพื้นที่จังหวัดลำพูน สามารถแบ่งแหล่งน้ำที่ใช้สำหรับการเกษตรออกเป็น 2 ลักษณะคือ แหล่งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน จากการสำรวจภาคสนามพบว่า การผลิตลำไยในพื้นที่จังหวัดลำพูนได้ใช้แหล่งน้ำทั้งผิวดิน และใต้ดินมาช่วยเสริมในการให้น้ำในฤดูกาลผลิต นอกเหนือไปจากการใช้น้ำจากโครงการชลประทาน ดังนั้นชั้นข้อมูลแหล่งน้ำที่ใช้ในการสร้างหน่วยจัดการที่ดินจึงถูกจัดกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วย

■ แหล่งน้ำชลประทาน (ผิวดิน)

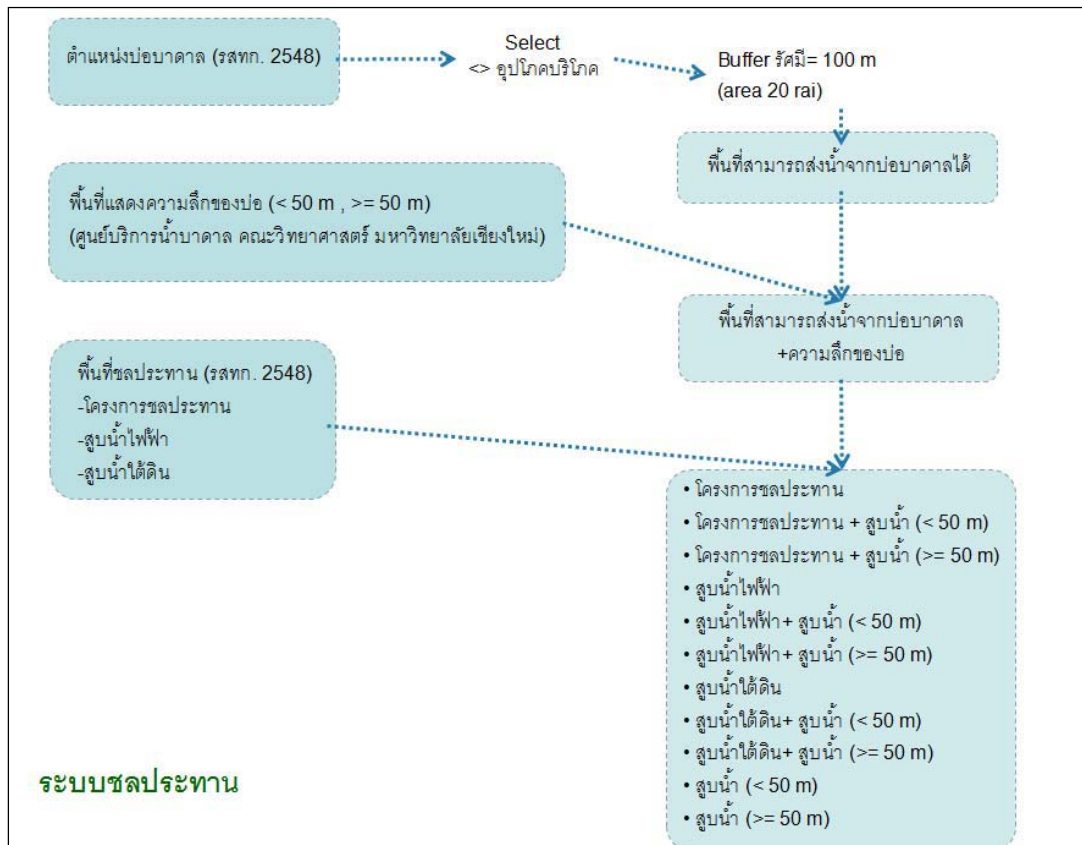
จากข้อมูลในโปรแกรม รสทก. พบว่าพื้นที่ชลประทานถูกแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ โครงการชลประทานขนาดใหญ่ โครงการชลประทานขนาดกลาง โครงการชลประทานขนาดเล็ก โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า และโครงการสูบน้ำใต้ดิน อย่างไรก็ตามในการศึกษาโครงการวิจัยนี้พบว่าขนาดของพื้นที่ชลประทานไม่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การผลิตพืช ดังนั้นจึงได้ทำการยุบรวมชนิดพื้นที่โครงการชลประทานขนาดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ชลประทาน 3 กลุ่มเพื่อใช้ในการจัดทำหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน คือ โครงการชลประทาน สูบน้ำด้วยไฟฟ้า และสูบน้ำใต้ดิน

■ บ่อบาดาล (ใต้ดิน)

ลักษณะของฐานข้อมูลแหล่งน้ำใต้ดินเชิงพื้นที่ที่ได้พัฒนาขึ้นมา จะเป็นข้อมูลประเภท “จุด” แสดงตำแหน่งที่ตั้งของบ่อบาดาล ซึ่งอยู่ในพื้นที่นอกเหนือจากพื้นที่ชลประทานที่กล่าวมาข้างต้น โปรแกรม รสทก. ได้แบ่งชนิดของบ่อบาดาลออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ๆ คือ บ่อสำหรับการใช้อุปโภคและบริโภค และบ่อสำหรับการใช้งานอื่น ๆ ดังนั้นจึงได้ทำการเลือกตำแหน่งบ่อบาดาลที่ใช้สำหรับการอุปโภคและบริโภค และทำการตัดข้อมูลดังกล่าวออก จากนั้นเลือกเฉพาะพื้นที่บ่อบาดาลที่อยู่ในเขตการใช้ที่ดินทางเกษตร และทำการสร้างขอบเขตพื้นที่ให้มีรัศมี 100 เมตร เพื่อกำหนดเป็นขอบเขตพื้นที่การส่งน้ำในพื้นที่ประมาณ 20 ไร่สำหรับการส่งน้ำในพื้นที่เพื่อการเกษตรในบ่อหนึ่ง ๆ

อย่างไรก็ตามเนื่องจากความแปรปรวนของสภาพพื้นที่ ทำให้ความลึกของบ่อบาดาลมีความแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำสำหรับการผลิต โดยจะมีความแตกต่างกันระหว่างต้นทุนการขุดบ่อบาดาลน้ำตื้นและน้ำลึก ดังนั้นจึงได้ใช้ชั้นข้อมูลพื้นที่แสดงความลึกของบ่อจากศูนย์บริการน้ำบาดาล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เข้ามาซ้อนทับกับตำแหน่งบ่อบาดาล เพื่อเพิ่มรายละเอียดความลึกของบ่อบาดาลนั้น ๆ โดยได้แบ่งชั้นความลึกออกเป็น 2 กลุ่มคือ ระดับความลึกของบ่อบาดาลน้อยกว่า 50 เมตร และมากกว่า 50 เมตร เนื่องจากวิธีการขุดบ่อ และต้นทุนการขุดจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ชั้นข้อมูลพื้นที่สำหรับการส่งน้ำของบ่อบาดาลและชั้นความลึกของบ่อถูกซ้อนทับเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นชั้นข้อมูลพื้นที่ส่งน้ำสำหรับบ่อบาดาลที่มีรายละเอียดชั้นความลึกของบ่ออยู่ด้วย เพื่อใช้ในการจัดทำหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน



รูปที่ 3.11 การซ้อนทับชั้นข้อมูลแหล่งน้ำ จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อสร้างชั้นข้อมูลแหล่งน้ำสำหรับหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน

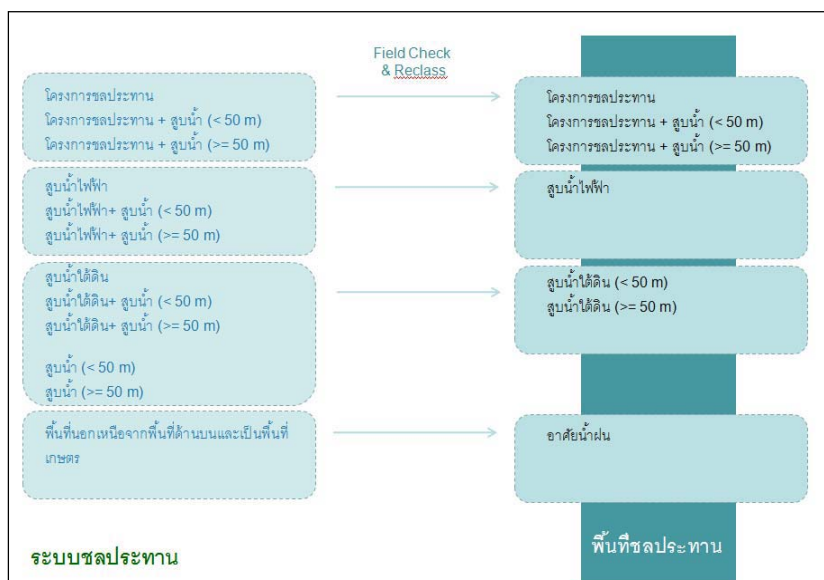
หลังจากได้ข้อมูลครบถ้วนแล้วจึงทำการซ้อนทับชั้นข้อมูลรัศมีพื้นที่ส่งน้ำสำหรับบ่อบาดาลที่มีรายละเอียดความลึกของบ่อสำหรับการสูบน้ำขึ้นมาใช้ และพื้นที่ชลประทาน สร้างเป็นชั้นข้อมูลแหล่งน้ำ (รูปที่ 3.11) ผลลัพธ์จากการซ้อนทับได้ชั้นข้อมูลแหล่งน้ำดังนี้

1. โครงการชลประทาน
2. โครงการชลประทานร่วมกับการสูบน้ำใต้ดิน (ความลึก < 50 เมตร)
3. โครงการชลประทานร่วมกับการสูบน้ำใต้ดิน (ความลึก >= 50 เมตร)
4. สูบน้ำไฟฟ้า
5. สูบน้ำไฟฟ้าร่วมกับการสูบน้ำใต้ดิน (ความลึก < 50 เมตร)
6. สูบน้ำไฟฟ้าร่วมกับการสูบน้ำใต้ดิน (ความลึก >= 50 เมตร)
7. สูบน้ำใต้ดิน
8. สูบน้ำใต้ดินร่วมกับการสูบน้ำใต้ดิน (ความลึก < 50 เมตร)
9. สูบน้ำใต้ดินร่วมกับการสูบน้ำใต้ดิน (ความลึก >= 50 เมตร)
10. สูบน้ำใต้ดิน (ความลึก < 50 เมตร)
11. สูบน้ำใต้ดิน (ความลึก >= 50 เมตร)

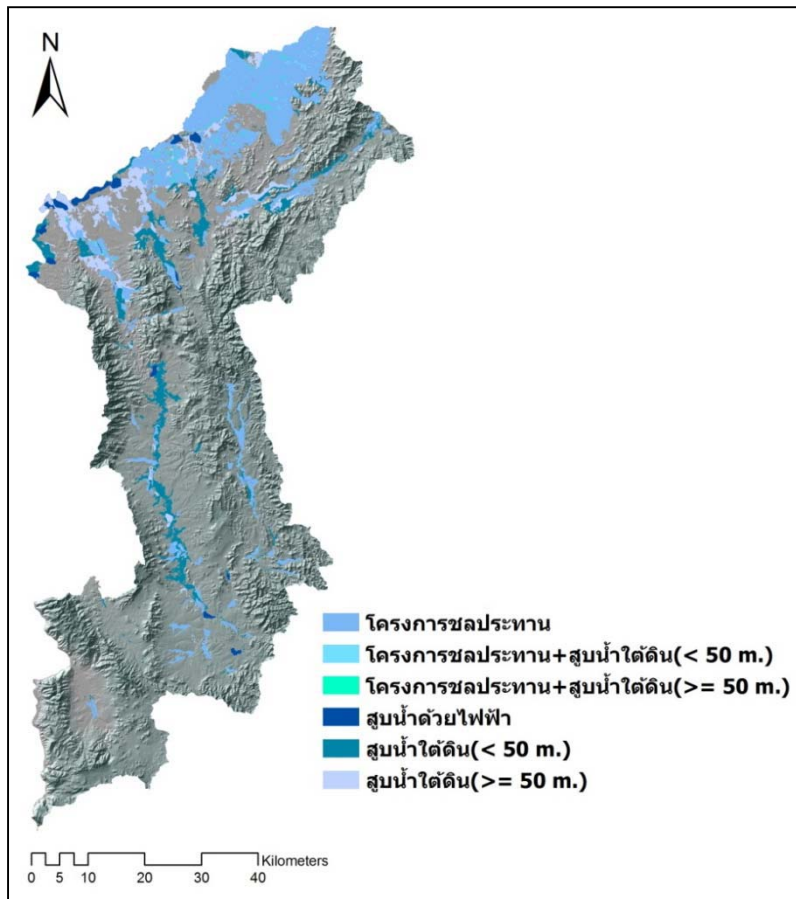
หลังจากนั้นทำการออกสำรวจภาคสนามอีกครั้งเพื่อตรวจสอบข้อมูล พบว่าการใช้น้ำเพื่อการเกษตรของเกษตรกร สามารถแบ่งออกได้เป็นกลุ่มใหม่ตามแหล่งน้ำ (รูปที่ 3.12) ดังนี้

1. โครงการชลประทาน
2. โครงการชลประทานร่วมกับการสูบน้ำใต้ดิน (ความลึก < 50 เมตร)
3. โครงการชลประทานร่วมกับการสูบน้ำใต้ดิน (ความลึก $\geq$ 50 เมตร)
4. สูบน้ำด้วยไฟฟ้า
5. สูบน้ำใต้ดิน (ความลึก < 50 เมตร)
6. สูบน้ำใต้ดิน (ความลึก $\geq$ 50 เมตร)

ส่วนพื้นที่เกษตรที่อยู่นอกเขตที่ได้กำหนดข้างต้น ให้ถือว่าเป็นพื้นที่ใช้น้ำฝน จากนั้นสร้างเป็นแผนที่แหล่งน้ำสำหรับเตรียมซ้อนทับกับข้อมูลอื่นต่อไป (รูปที่ 3.13)



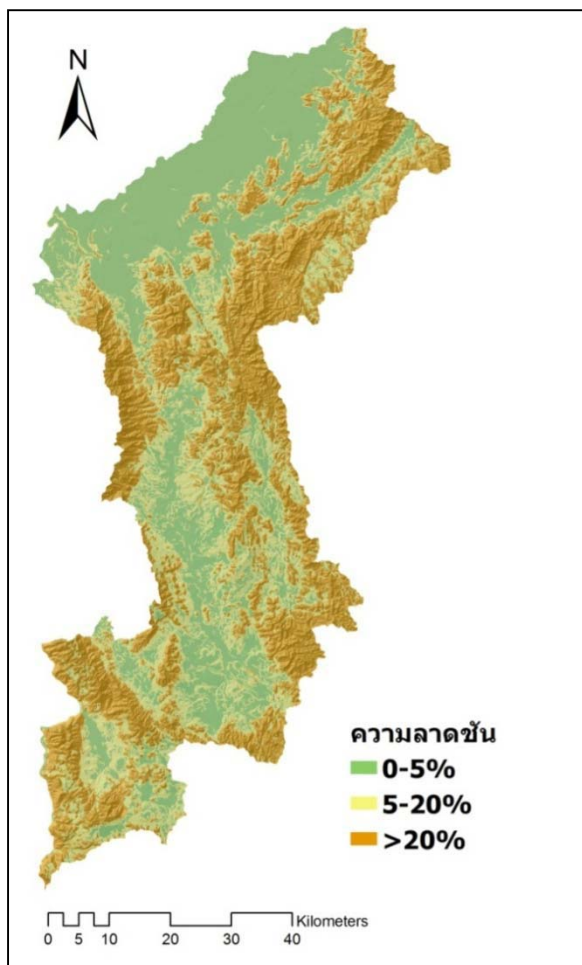
รูปที่ 3.12 การจัดกลุ่มชั้นข้อมูลแหล่งน้ำใหม่



รูปที่ 3.13 แผนที่แหล่งน้ำ

3.2.2.3 ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ

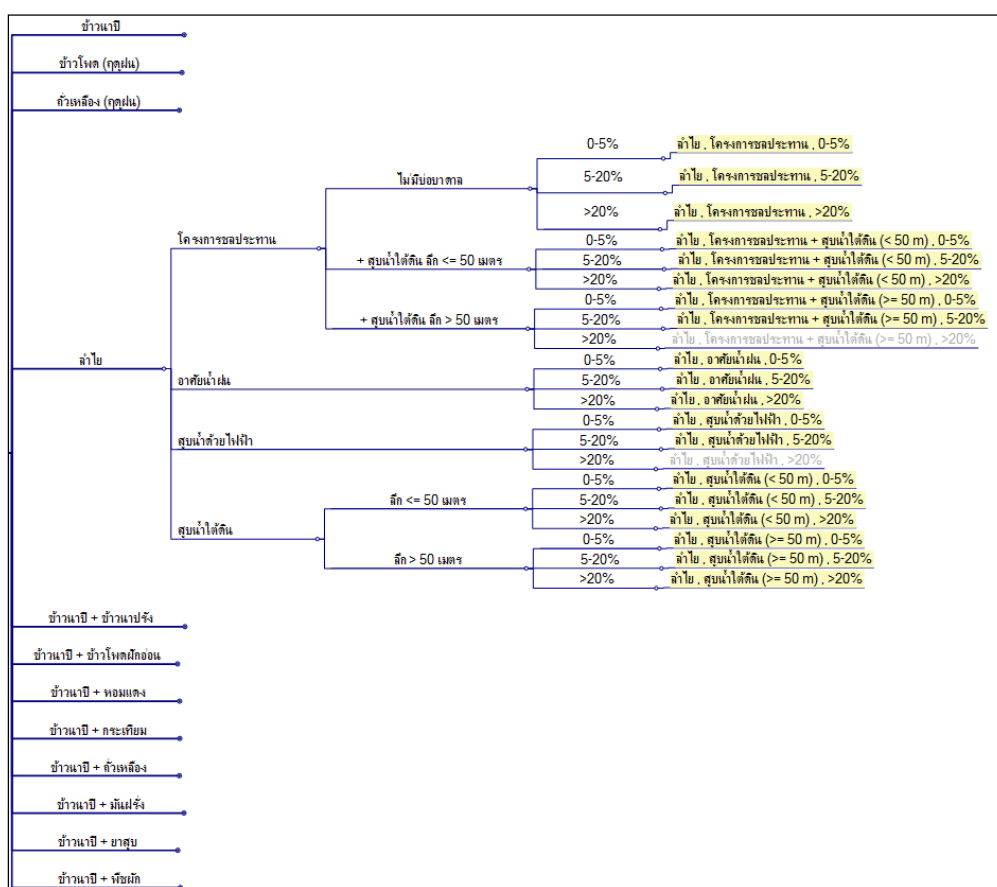
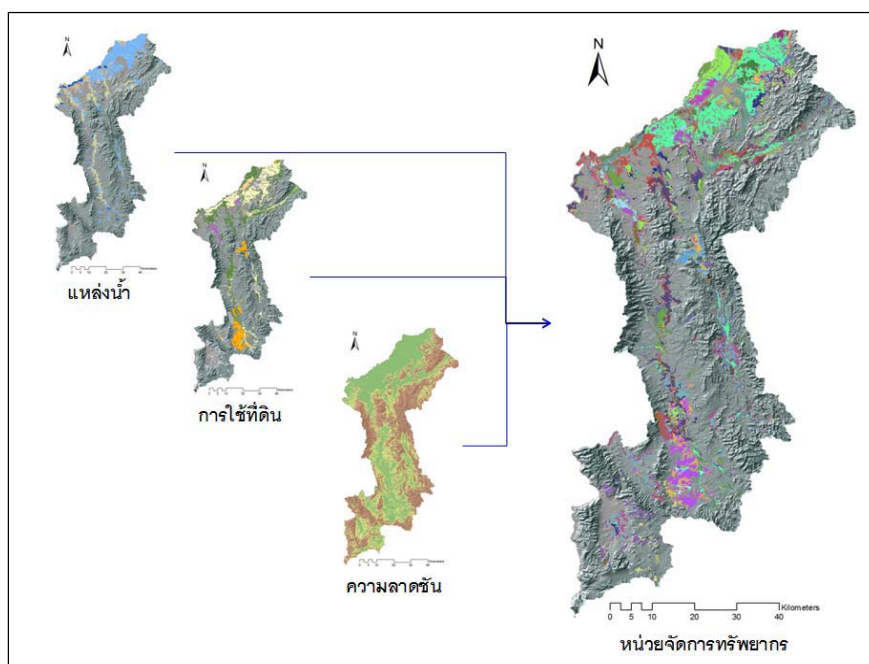
ข้อมูลสภาพภูมิประเทศเชิงพื้นที่ หรือข้อขึ้นข้อมูลความสูงต่อเนื่อง (Digital Elevation Model ; DEM) ถูกนำมาใช้ในประเมินข้อมูลความลาดชัน ซึ่งได้จากการใช้คำสั่ง slope จากโปรแกรม ArcGIS และทำการจัดกลุ่มใหม่ โดยแบ่งออกตามลักษณะการใช้ที่ดินตามความลาดชัน เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ พื้นที่ที่มีความลาดชัน 0-5 % , 5 - 20% และ > 20% เพื่อใช้ในการจัดทำหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (รูปที่ 3.14)



รูปที่ 3.14 แผนที่ความลาดชัน

3.2.2.4 การสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน

ชั้นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน ประกอบไปด้วยชั้นข้อมูลการใช้ที่ดิน แหล่งน้ำ และความลาดชัน แผนที่ทั้งสามชนิดที่ได้ทำการจัดกลุ่ม นำมาทำการซ้อนทับชั้นข้อมูลเข้าด้วยกันตามแผนภาพ ในรูปที่ 3.15 จากนั้นทำการกำจัดพื้นที่ขนาดเล็ก (sliver) ออกไปตามหลักวิธีการทางด้าน GIS โดยหลังจากการซ้อนทับจะมี combination ระหว่างข้อมูลออกมา 441 หน่วยแผนที่ (การใช้ที่ดิน 12 หน่วยแผนที่ x แหล่งน้ำ 7 หน่วยแผนที่ x ความลาดชัน 3 หน่วยแผนที่) แต่ในความเป็นจริงแล้วไม่ได้พบหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินในพื้นที่จริงครบทุก combination (ตัวอย่างส่วนสีเทาในรูปที่ 3.16) ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดลำพูนนี้ พบว่าเหลือหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (ตัวอย่างแถบสีเหลืองในรูปที่ 3.16) เพื่อการออกสำรวจเก็บข้อมูลสัมประสิทธิ์เพียง 119 หน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินเท่านั้น (ตารางภาคผนวก ก ตารางที่ 1)



หลังจากนั้นได้ทำการปรับหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินให้มีความละเอียด เนื่องจากคณะผู้วิจัยพิจารณาว่า หน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินดังกล่าวข้างต้นยังมีความแตกต่างกันสูงในด้านการใช้น้ำ จึงพิจารณาแยกโครงการชลประทาน ออกเป็นประเภทย่อย คือ โครงการชลประทานขนาดใหญ่ โครงการชลประทานขนาดกลาง โครงการชลประทานขนาดเล็ก อันประกอบด้วยโครงการชลประทานเหมืองฝาย โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำ ดังนั้น หน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินจึงเพิ่มมากขึ้น จากหน่วยแผนที่ที่ได้จัดทำเดิมจะมีอยู่ 19 หน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน ดังแสดงในตารางที่ 3.1 เมื่อแบ่งใหม่จะได้หน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินเพิ่มขึ้นเป็น 28 หน่วยแผนที่ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 หน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) ในจังหวัดลำพูน

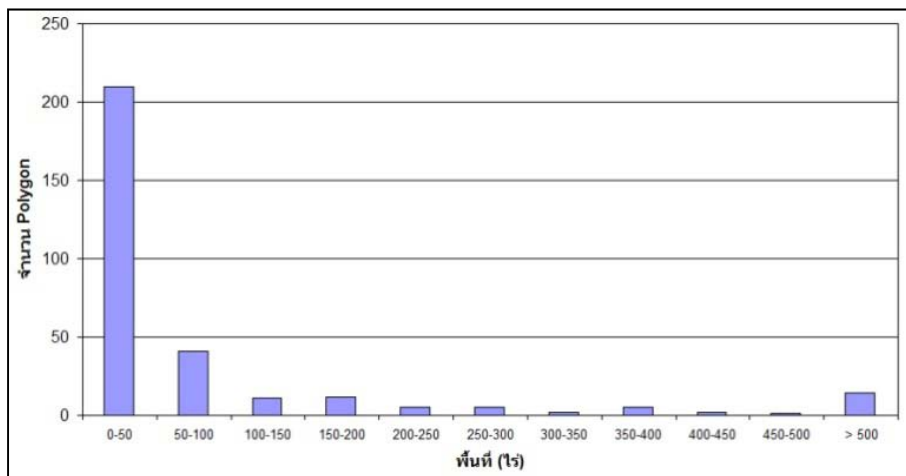
LRU	ระบบชลประทาน	ชั้นความลาดชัน
I1S1	โครงการชลประทาน	0-5%
I1S2	โครงการชลประทาน	5-20%
I1S3	โครงการชลประทาน	>20%
I2S1	โครงการชลประทานและ สูบน้ำได้ดิน (< 50 m.)	0-5%
I2S2	โครงการชลประทานและ สูบน้ำได้ดิน (< 50 m.)	5-20%
I2S3	โครงการชลประทานและ สูบน้ำได้ดิน (< 50 m.)	>20%
I3S1	โครงการชลประทาน และสูบน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	0-5%
I3S2	โครงการชลประทาน และสูบน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	5-20%
I4S1	สูบน้ำได้ดิน (< 50 m.)	0-5%
I4S2	สูบน้ำได้ดิน (< 50 m.)	5-20%
I4S3	สูบน้ำได้ดิน (< 50 m.)	>20%
I5S1	สูบน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	0-5%
I5S2	สูบน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	5-20%
I5S3	สูบน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	>20%
I6S1	สูบน้ำด้วยไฟฟ้า	0-5%
I6S2	สูบน้ำด้วยไฟฟ้า	5-20%
I7S1	อาศัยน้ำฝน	0-5%
I7S2	อาศัยน้ำฝน	5-20%
I7S3	อาศัยน้ำฝน	>20%

ตารางที่ 3.2 หน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) ที่ปรับปรุงใหม่ในจังหวัดลำพูน

LRU	ระบบชลประทาน	ชั้นความลาดชัน
I1LS1	โครงการชลประทานขนาดใหญ่	0-5%
I1LS2	โครงการชลประทานขนาดใหญ่	5-20%
I1LS3	โครงการชลประทานขนาดใหญ่	>20%
I1MS1	โครงการชลประทานขนาดกลาง	0-5%
I1MS2	โครงการชลประทานขนาดกลาง	5-20%
I1MS3	โครงการชลประทานขนาดกลาง	>20%
I1WS1	โครงการชลประทานเหมืองฝาย	0-5%
I1WS2	โครงการชลประทานเหมืองฝาย	5-20%
I1WS3	โครงการชลประทานเหมืองฝาย	>20%
I1RS1	โครงการชลประทานแบบอ่างเก็บน้ำ	0-5%
I1RS2	โครงการชลประทานแบบอ่างเก็บน้ำ	5-20%
I1RS3	โครงการชลประทานแบบอ่างเก็บน้ำ	>20%
I2S1	โครงการชลประทานและ สูบน้ำได้ดิน (< 50 m.)	0-5%
I2S2	โครงการชลประทานและ สูบน้ำได้ดิน (< 50 m.)	5-20%
I2S3	โครงการชลประทานและ สูบน้ำได้ดิน (< 50 m.)	>20%
I3S1	โครงการชลประทาน และสูบน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	0-5%
I3S2	โครงการชลประทาน และสูบน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	5-20%
I4S1	สูบน้ำได้ดิน (< 50 m.)	0-5%
I4S2	สูบน้ำได้ดิน (< 50 m.)	5-20%
I4S3	สูบน้ำได้ดิน (< 50 m.)	>20%
I5S1	สูบน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	0-5%
I5S2	สูบน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	5-20%
I5S3	สูบน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	>20%
I6S1	สูบน้ำด้วยไฟฟ้า	0-5%
I6S2	สูบน้ำด้วยไฟฟ้า	5-20%
I7S1	อาศัยน้ำฝน	0-5%
I7S2	อาศัยน้ำฝน	5-20%
I7S3	อาศัยน้ำฝน	>20%

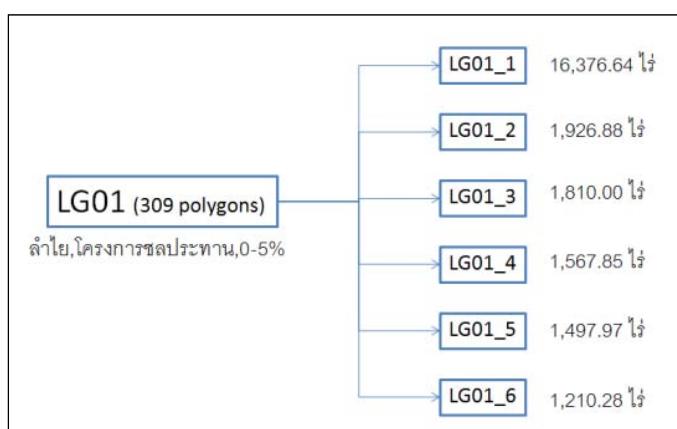
3.3 การสุ่มตัวอย่างสำหรับออกภาคสนาม

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นว่าจำนวน polygons ของแต่ละหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินนั้นมีจำนวนมาก ไม่สามารถออกพื้นที่ภาคสนาม เพื่อทำการสัมภาษณ์เกษตรกรได้ครบทุกแปลง ดังนั้นจึงต้องทำการสุ่มตัวอย่างพื้นที่เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการหาค่าสัมประสิทธิ์การผลิตพืชสำหรับหน่วยแผนที่หนึ่ง ๆ ออกมา โดยใช้การเลือกพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับแรก เพื่อใช้เป็นตัวแทนของหน่วยแผนที่นั้น ๆ ซึ่งสามารถพิจารณาเลือกได้จากค่าสถิติของ Histogram สำหรับพืชแต่ละชนิด (รูปที่ 3.17) แต่จำนวนพื้นที่ที่เลือกต้องมีจำนวนไม่เกิน 10 polygons เพื่อไม่ให้มากเกินไปสำหรับการออกภาคสนาม (รูปที่ 3.18 และรูปที่ 3.19) โดยพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่จะถูกสุ่มเพิ่มจำนวนตำแหน่งการสัมภาษณ์ในพื้นที่ ทั้งนี้เพื่อให้มีการกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์การผลิตในพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้น ๆ

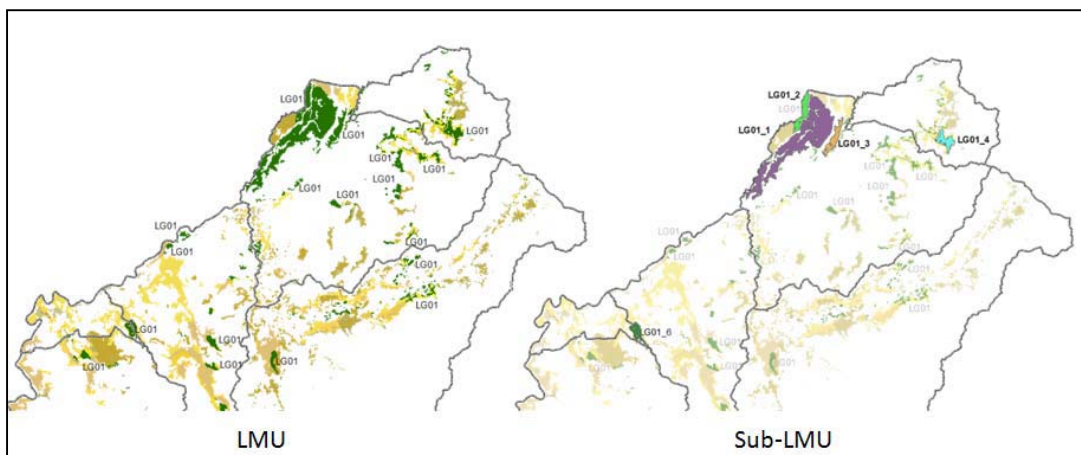


รูปที่ 3.17 ค่าสถิติของ Histogram ที่ถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกพื้นที่

ข้อมูลหน่วยแผนที่การจัดการทรัพยากรที่ดิน ถูกนำไปใช้ในการประเมินศักยภาพการผลิตพืช เพื่อจัดทำระบบเขตจัดการที่ดินในกิจกรรมระยะสุดท้ายของโครงการวิจัย ส่วนข้อมูลที่ได้จากการสุ่มพื้นที่ พร้อมแผนที่ประกอบ ถูกนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลการผลิตพืชตามหน่วยแผนที่การจัดการทรัพยากรที่ดิน เพื่อจัดทำแบบจำลองทางเลือกที่ให้ประโยชน์สูงสุด



รูปที่ 3.18 แผนภาพตัวอย่างแสดงหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินย่อย ที่ถูกให้รหัสใหม่ หลังจากทำการเลือกพื้นที่เพื่อการออกภาคสนาม



รูปที่ 3.19 แผนที่แสดงหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินย่อย สำหรับใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงในการออกภาคสนาม

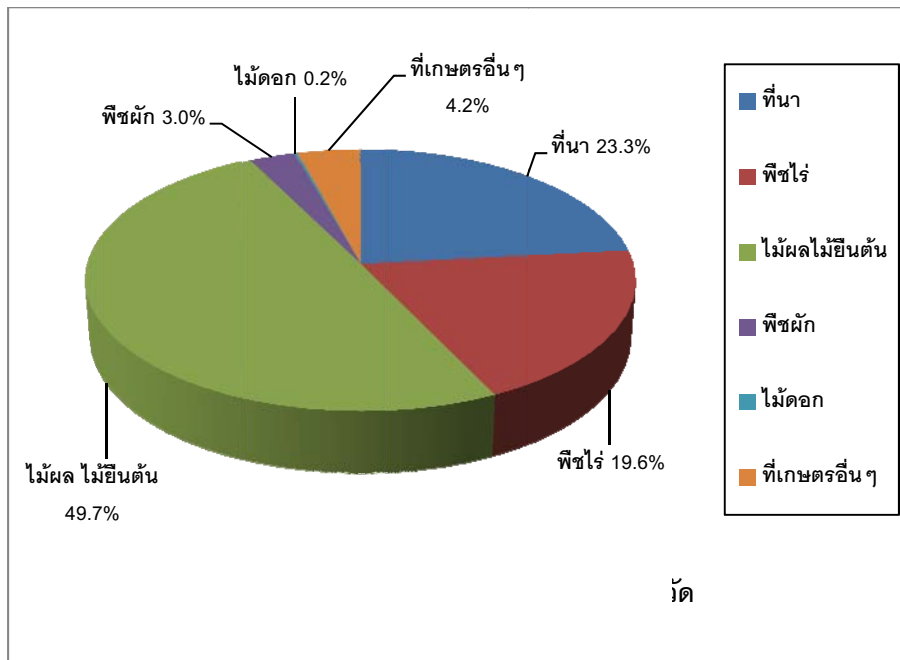
ผลที่ได้จากการสร้างหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน ทำให้ได้ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานและหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินที่เหมาะสม ซึ่งสามารถนำแผนที่หน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดินไปใช้ในการสุ่มตัวอย่างที่ดินของเกษตรกรในงานสำรวจภาคสนาม เพื่อใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์การผลิตของระบบพืชสำคัญในจังหวัดลำพูน ส่วนฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศที่ได้ จะนำไปใช้ในการจัดทำแผนที่ความเหมาะสมเชิงกายภาพของแต่ละระบบการปลูกพืช และการจัดทำสมการข้อจำกัดในการสร้างแบบจำลอง IMGP ต่อไป

3.4 ระบบการผลิตทางการเกษตรในพื้นที่ศึกษา

3.4.1 พื้นที่การเกษตร และการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดลำพูน

จังหวัดลำพูน ตั้งอยู่ทางภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ห่างจากกรุงเทพมหานคร ตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 11 เป็นระยะทาง 689 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 4,505.882 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 2,815,675 ไร่ จังหวัดลำพูนแบ่งเขตการปกครองออกเป็น 8 อำเภอ 51 ตำบล 575 หมู่บ้าน 1 องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 เทศบาลเมือง 18 เทศบาลตำบล 38 องค์การบริหารส่วนตำบล มีประชากรในปี พ.ศ.2552 จำนวน 405,132 คน เป็นเพศชาย 197,449 คน เพศหญิง 207,683 คน จำนวนเกษตรกร 284,214 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 70 ของประชากรทั้งหมด (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดลำพูน, 2554)

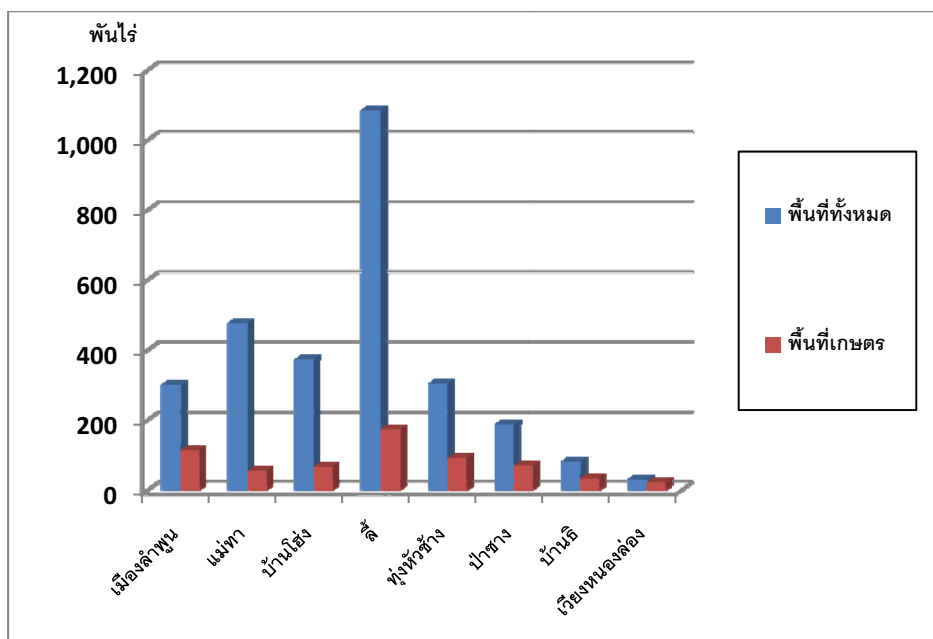
ด้านการเกษตร ปีการผลิต 2552 จังหวัดลำพูนมีพื้นที่ถือครองเพื่อการเกษตรรวม 626,532 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 22 ของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัด ประกอบด้วยพื้นที่หลัก ๆ คือพื้นที่ปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น 311,376 ไร่ ที่นา 145,915 ไร่ พื้นที่ปลูกพืชไร่ 122,537 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 49.7, 23.3 และ 19.6 ของพื้นที่เกษตรกรรมในจังหวัด ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 สัดส่วนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรจังหวัดลำพูน ปี 2552

ที่มา: สร้างจากข้อมูลของสำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน (2554)

เมื่อดูเป็นรายอำเภอ พบว่าอำเภอที่มีพื้นที่การเกษตรมากที่สุดคืออำเภอลี้ มีพื้นที่ 174,153 ไร่ รองลงมาเป็นอำเภอเมือง จำนวน 113,566 ไร่ ส่วนอำเภอที่มีพื้นที่การเกษตรน้อยที่สุดคือ อำเภอเวียงหนองล่อง จำนวน 22,539 ไร่ ดังรูปที่ 3.21 แต่เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่การเกษตรกับพื้นที่ทั้งหมดของแต่ละอำเภอพบว่า อำเภอเวียงหนองล่องมีสัดส่วนของพื้นที่การเกษตรต่อพื้นที่ทั้งหมดสูงสุด คือร้อยละ 73 รองลงมาคืออำเภอบ้านธิ ร้อยละ 42 อำเภอเมืองร้อยละ 38 และอำเภอป่าซางร้อยละ 37 ส่วนอำเภอทุ่งหัวช้าง บ้านโฮ่ง ลี้ และแม่ทา มีสัดส่วนพื้นที่การเกษตรต่อพื้นที่ทั้งหมดน้อยกว่าร้อยละ 30 เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่มีสภาพเป็นพื้นที่เขาและป่า โดยเฉพาะอำเภอแม่ทา และอำเภอลี้ ที่มีสัดส่วนพื้นที่การเกษตรเพียงประมาณร้อยละ 12 และ ร้อยละ 16 ของพื้นที่ทั้งหมดของอำเภอตามลำดับ



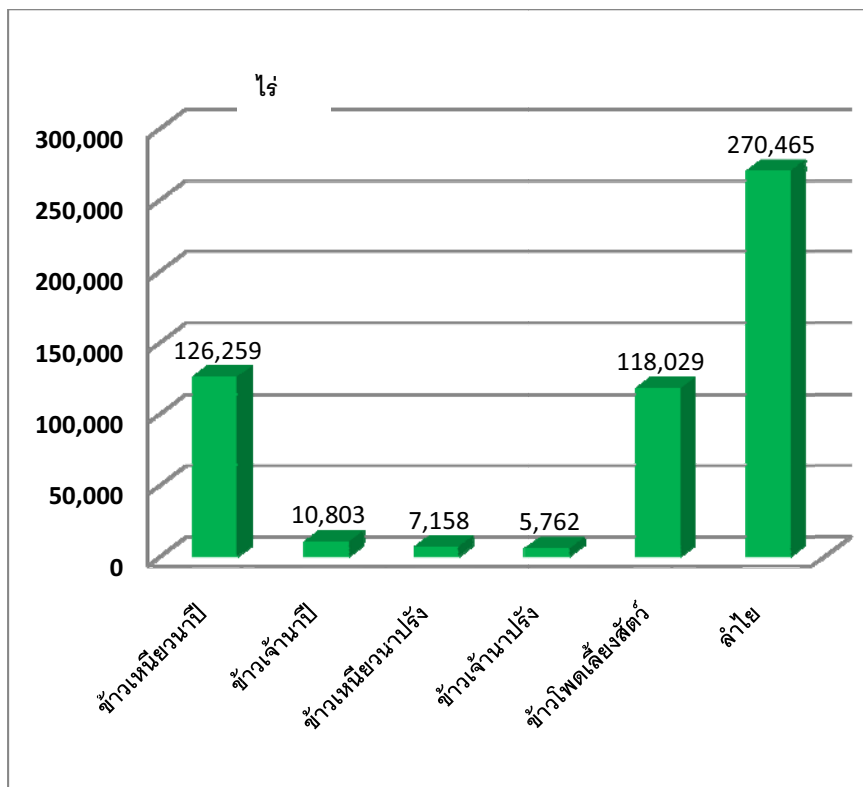
รูปที่ 3.21 สัดส่วนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรจังหวัดลำพูน ปี 2552

ที่มา: สร้างจากข้อมูลของสำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน (2554)

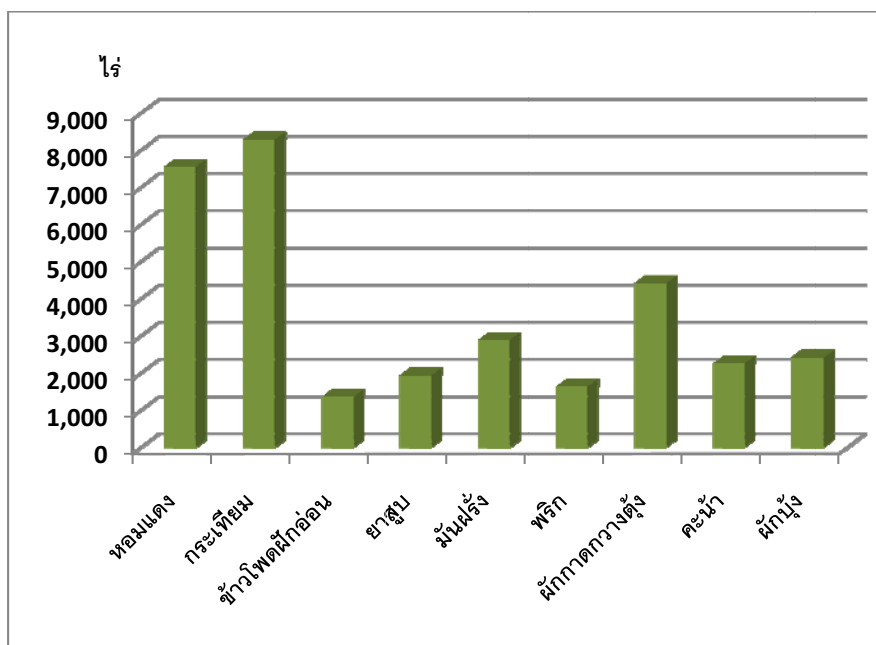
3.4.2 พืชเศรษฐกิจสำคัญและแหล่งผลิต

สำหรับพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดลำพูน ได้แก่ ลำไย โดยมีพื้นที่ปลูกทั้งหมดในปีการผลิต 2552 เท่ากับ 270,465 ไร่ พืชไร่ ได้แก่ ข้าวนาปีซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้าวเหนียวมีพื้นที่การผลิต 126,256 ไร่ และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พื้นที่ผลิต 118,029 ไร่ เป็นต้น (รูปที่ 3.22) พืชไรชนิดอื่นที่มีปลูกแต่มีพื้นที่ไม่มากนัก ได้แก่ ถั่วลิสง 2,240 ไร่ ส่วนพืชชนิดอื่นๆ ที่มีพื้นที่การผลิตมากส่วนใหญ่เป็นพืชผัก ได้แก่ หอมแดง 7,546 ไร่ กระเทียม 8,286 ไร่ ข้าวโพดฝักอ่อน 1,357 ไร่ พริก 1,632 ไร่ มันฝรั่ง 2,888 ไร่ ยาสูบ 1,936 ไร่ และพืชผักอายุสั้นต่างๆ เช่น คื่นช่าย กวางตุ้ง ผักบุ้งจีน เป็นต้น (รูปที่ 3.23)

นอกจากอาชีพการเกษตรแล้ว ครัวเรือนเกษตรกรในจังหวัดลำพูนส่วนใหญ่มีรายได้จากอาชีพนอกภาคเกษตร ได้แก่ การทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม การทำหัตถกรรมในครัวเรือน และรับจ้างทั่วไป เป็นต้น ทั้งนี้ข้อมูลจากสำนักงานจังหวัดลำพูน (2554) รายงานว่าในปี พ.ศ. 2552 จังหวัดลำพูนมีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมด 833 โรงงาน มีการจ้างงานกว่า 70,000 คน ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมกระจายอยู่ทุกพื้นที่ของแต่ละอำเภอ แต่ส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมืองลำพูนมากที่สุด รองลงมา คือ อำเภอปาย และอำเภอแม่ทา ซึ่งโรงงานบางส่วนเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องพึ่งพาวัตถุดิบและทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นโดยเฉพาะวัตถุดิบทางการเกษตร



รูปที่ 3.22 พื้นที่การผลิตข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และลำไย จังหวัดลำพูน ปีการผลิต 2552
ที่มา: สร้างจากข้อมูลของสำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน (2554)



รูปที่ 3.23 พื้นที่การผลิตพืชผักต่างๆ ของจังหวัดลำพูน ปีการผลิต 2552
ที่มา: สร้างจากข้อมูลของสำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน (2554)

สำหรับข้าวนาปี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้าวเหนียว พื้นที่การผลิตมีกระจายอยู่ทั่วไปทุกอำเภอ โดยอำเภอที่มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปีมากที่สุด ได้แก่ อำเภอเมืองลำพูน พื้นที่ปลูกในปีการผลิต 2552 ประมาณ 59,000 ไร่ รองลงมาเป็นอำเภอแม่ทาลี บ้านธิ ห้วยช้าง และป่าซาง โดยมีพื้นที่ปลูกอยู่ระหว่าง 7,000 – 17,000 ไร่ มี 2 อำเภอที่มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปีน้อยมาก คือ อำเภอเวียงหนองล่อง และอำเภอบ้านโฮ่ง ที่เกษตรกรได้เปลี่ยนพื้นที่นาไปปลูกลำไย ทำให้มีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 2,000 - 4,000 ไร่ ส่วนข้าวนาปรังพื้นที่ปลูกรวมในปีการผลิต 2552 ประมาณ 12,000 ไร่ พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอเมือง ซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำชลประทานจากโครงการชลประทานแม่ปิงเก่า และชลประทานแม่วง นอกจากนี้ มีที่อำเภอป่าซาง อำเภอบ้านธิ และกระจายในพื้นที่อำเภออื่นบ้างที่เกษตรกรมีแหล่งน้ำจากชลประทานขนาดเล็ก หรือจากแหล่งน้ำใต้ดิน แต่คิดเป็นสัดส่วนน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่การปลูกข้าวนาปรังทั้งหมด ชนิดข้าวที่ปลูกเป็นข้าวเหนียวมากกว่าข้าวเจ้า (ตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.3 แหล่งปลูกข้าวของจังหวัดลำพูน และพื้นที่ปลูก ปีการผลิต 2552

ชนิดข้าว	อำเภอ	พื้นที่ปลูก (ไร่)
ข้าวเหนียวนาปี	เมืองลำพูน	59,032
	แม่ทา	16,268
	บ้านโฮ่ง	2,524
	ลี้	14,041
	ห้วยช้าง	10,191
	ป่าซาง	7,244
	บ้านธิ	13,664
	เวียงหนองล่อง	3,295
ข้าวเจ้านาปี	เมืองลำพูน	7,392
ข้าวเหนียวนาปรัง	เมืองลำพูน	3,889
	ป่าซาง	1,515
	บ้านธิ	1,735
ข้าวเจ้านาปรัง	เมืองลำพูน	5,124

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน (2554)

พืชเศรษฐกิจอื่นๆ ที่มีพื้นที่ปลูกมาก ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปลูกมากที่อำเภอลี้ และห้วยช้าง ส่วนใหญ่ปลูกบนพื้นที่ดอนอาศัยน้ำฝน พื้นที่ปลูกรวมในปีการผลิต 2552 ประมาณกว่า 100,000 ไร่ พืชไร่นาชนิดอื่น ได้แก่ ถั่วลิสง ในอำเภอห้วยช้าง พืชเศรษฐกิจอื่นๆ ส่วนใหญ่เป็นพืชปลูกฤดูแล้งหลังการทำนา ได้แก่ หอมแดง กระเทียม พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอบ้านโฮ่ง และป่าซาง ยาสูบ ในอำเภอบ้านธิ ข้าวโพดฝักอ่อน ที่อำเภอแม่ทา และพืชผักอายุสั้น ในอำเภอเมืองลำพูน เป็นต้น (ตารางที่ 3.4)

ตารางที่ 3.4 แหล่งปลูกพืชไร่ พืชผักเศรษฐกิจบางชนิดของจังหวัดลำพูน และพื้นที่ปลูก ปีการผลิต 2552

ชนิดพืช	อำเภอ	พื้นที่ปลูก (ไร่)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	ลี้	73,807
	ทุ่งหัวช้าง	43,113
หอมแดง	บ้านโฮ่ง	3,736
	ป่าซาง	2,805
กระเทียม	ลี้	4,096
	บ้านโฮ่ง	3,155
ยาสูบ	บ้านธิ	1,683
ถั่วลิสง	ทุ่งหัวช้าง	1,905
ข้าวโพดฝักอ่อน	แม่ทา	1,357
กวาดุ้ง	เมืองลำพูน	3,940
คะน้า	เมืองลำพูน	2,011
ผักบุ้ง	เมืองลำพูน	2,392

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน (2554)

สำหรับลำไยซึ่งเป็นไม้ผลที่เกษตรกรส่วนใหญ่ให้ความสำคัญปลูกกันมากในระยะหลัง พื้นที่ปลูกมีกระจายในทุกอำเภอ โดยมีปลูกมากที่สุดที่อำเภอลี้ พื้นที่ปลูกประมาณ 76,000 ไร่ รองลงมาคือ อำเภอป่าซาง อำเภอเมือง และอำเภอบ้านโฮ่ง พื้นที่ปลูกอำเภอละประมาณ 37,000 – 48,000 ไร่ ส่วนอำเภออื่นๆ มีพื้นที่ปลูก ระหว่าง 10,000 – 26,000 ไร่ (ตารางที่ 3.5)

ตารางที่ 3.5 แหล่งปลูกลำไยจังหวัดลำพูน ขนาดพื้นที่ปลูกและพื้นที่ให้ผลผลิตแล้ว ปีการผลิต 2552

ชนิดพืช	พื้นที่ปลูก (ไร่)	พื้นที่ให้ผลผลิตแล้ว (ไร่)
เมืองลำพูน	42,521	39,165
ป่าซาง	48,041	40,092
บ้านโฮ่ง	37,847	31,279
แม่ทา	25,888	24,220
ลี้	76,475	58,929
บ้านธิ	11,353	10,114
ทุ่งหัวช้าง	10,159	8,147
เวียงหนองล่อง	18,181	16,777
รวม	270,465	228,723

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน (2554)

3.5 แผนที่ตั้งดัชนีความเหมาะสมในการผลิตพืชเป้าหมาย

3.5.1 การจัดทำแผนที่ดัชนีความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินเพื่อการผลิตพืช

การจัดทำแผนที่ดัชนีความเหมาะสมของที่ดินในโครงการวิจัยนี้ เน้นการประเมินคุณภาพที่ดินในระบบภูมิสารสนเทศ โดยใช้ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของดินและภูมิอากาศ เพื่อวิเคราะห์ที่ดินแต่ละหน่วย ที่ทำการประเมินว่ามีระดับความเหมาะสมในระดับใดสำหรับพืชและการจัดการเฉพาะพืชแต่ละชนิด ผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 1.0 โดยค่าดัชนีที่เข้าใกล้ 1.0 หมายความว่าที่ดินมีความเหมาะสมในเชิงกายภาพสำหรับผลิตพืชนั้น ๆ เนื่องจากความต้องการพืชแต่ละชนิดในแง่คุณภาพที่ดินแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นความต้องการน้ำ อุณหภูมิ การระบายน้ำ การระบายอากาศ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความยากง่ายในการจัดการการผลิต และความเสื่อมโทรมของดินในแง่การชะล้างพังทลายของหน้าดินเมื่อใช้ในการผลิต ดังนั้นเมื่อประเมินคุณภาพที่ดินโดยใช้วิธีการเดียวกัน ที่ดินหน่วยเดียวกันอาจมีค่าดัชนีความเหมาะสมสำหรับแต่ละพืชไม่เท่ากัน นอกจากนี้ผลการประเมินสามารถใช้ขีดความสามารถของ GIS เพื่อแสดงเป็นแผนที่ดัชนีความเหมาะสมเฉพาะพืชแต่ละชนิดได้

การประเมินคุณภาพที่ดินเพื่อหาค่าดัชนีความเหมาะสมทางกายภาพอาจทำได้หลายวิธี วิธีที่นิยมใช้ในประเทศไทยอาศัยหลักการที่ปรับปรุงจากกรอบการประเมินของ FAO (1976) และกรมพัฒนาที่ดิน (บัณฑิตและคำรน, 2542; พันธุ์, 2547) โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติของที่ดินว่าสอดคล้องกับความต้องการของพืชในด้านการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ด้านการจัดการแปลงปลูกพืช และด้านการอนุรักษ์ที่ดิน เพื่อความยั่งยืนของระบบการผลิตในระดับใด อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวที่ใช้อยู่ในปัจจุบันโดยกรมพัฒนาที่ดินให้ผลลัพธ์เป็น 4 ระดับชั้นความเหมาะสม คือ เหมาะสมมาก (S1) เหมาะสมปานกลาง (S2) เหมาะสมน้อย (S3) และไม่เหมาะสม (N) ดังนั้นจึงไม่เหมาะสำหรับนำมาใช้ในการหาพื้นที่มีศักยภาพในการแต่ละระบบการผลิตพืชในแบบจำลอง IMGP ที่ต้องการจำนวนเนื้อที่สำหรับการปลูกพืชแต่ละชนิดที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมเชิงกายภาพเป็นค่าต่อเนื่อง เพื่อหาค่าวิกฤติ (Threshold value) ในการจำแนกพื้นที่การเกษตรที่มีศักยภาพในการผลิตสำหรับพืชแต่ละชนิด ตัวอย่าง เช่น (Santé and Crecente, 2007) ใช้ค่าดัชนีความเหมาะสมที่มีค่าน้อยกว่า 0.7 เป็นค่าวิกฤติในการจำแนกพื้นที่มีศักยภาพในการผลิตพืชในประเทศสเปน เป็นต้น

ข้อยุ่งยากอีกประการหนึ่งในการประเมินค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินที่กินบริเวณกว้างขวางอย่างเช่นในกรณีระดับจังหวัด คือจำนวนข้อมูลเชิงพื้นที่ของทรัพยากรที่ดินและข้อมูลอรรถาธิบายที่เกี่ยวข้องมีจำนวนมากมหาศาล ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) การใช้ GIS เพื่อประเมินคุณภาพที่ดินสามารถทำได้สะดวกและดำเนินการได้หลายวิธี และวิธีที่นิยมใช้กันแพร่หลายคือการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Analysis, MCDA) ในวิธีการนี้คุณภาพที่ดินที่ใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการประเมินผ่านแปรเชิงพื้นที่ตามชนิดของดิน ภูมิอากาศ รวมทั้งทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในระบบการผลิตพืชเป้าหมาย (Baja et al., 2002); (Braithwaite et al., 2004); (Samranpong et al., 2009) การประเมินแบบ MCDA ยังอาจจำแนกย่อยได้เป็นหลายวิธีการขึ้นอยู่กับวิธีการปรับมาตรฐานข้อมูลและการรวมหลักเกณฑ์ที่ใช้เข้าด้วยกันเป็นค่าดัชนีรวม (Composite index) รายละเอียดการดำเนินการของแต่ละวิธีการต่าง ๆ ที่จัดอยู่ในประเภท MCDA ได้มีการอธิบายไว้อย่างละเอียดใน

(Malczewski, 2004) อย่างไรก็ตาม การประเมินคุณภาพที่ดินในพื้นที่ขนาดใหญ่ต้องจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่จำนวนมาก ทำให้ต้องใช้เวลาในการประมวลผลนานและอาจเกิดความผิดพลาดได้ หากดำเนินการทีละขั้นตอนโดยไม่มีแบบจำลองเข้าช่วย ดังนั้นการประเมินคุณภาพที่ดินในโครงการวิจัยนี้จึงดำเนินการในโปรแกรม MCDA-GIS (เมธี และคณะ, 2551) ตั้งแต่ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล การปรับมาตรฐานข้อมูล และการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินสำหรับพืชที่เกษตรกรรมผลิตอยู่ในปัจจุบัน และพืชทางเลือกที่อาจมีศักยภาพในอนาคตในจังหวัดลำพูน โปรแกรม MCDA-GIS ใช้ทฤษฎีและขั้นตอนการตัดสินใจแบบ MCDA และใช้ขีดความสามารถของ GIS ในการจัดการวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่

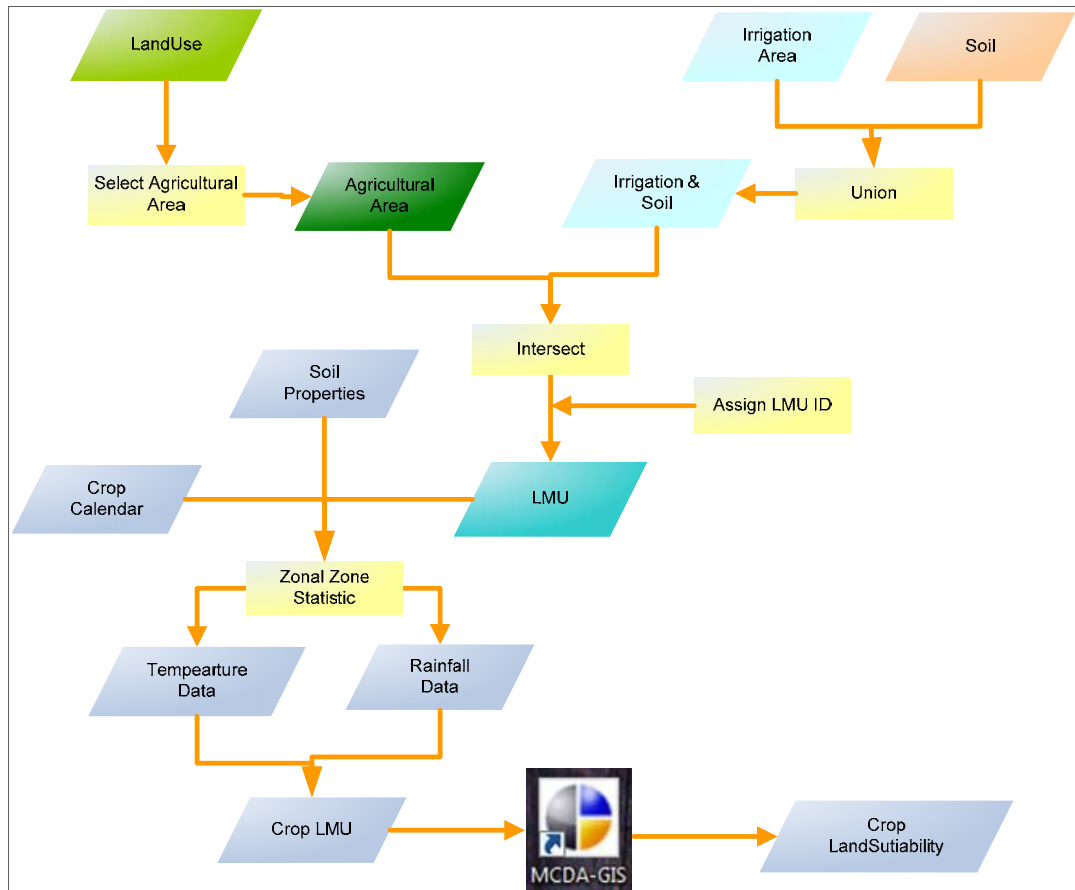
กิจกรรมการวิจัยที่รายงานในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อจัดทำฐานข้อมูลดัชนีความเหมาะสมทางกายภาพของที่ดินโดยมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ (1) เพื่อหาเนื้อที่ของที่ดินที่มีศักยภาพในการผลิตพืชในแต่ละระบบการปลูกพืชที่สำคัญในจังหวัดลำพูน เพื่อนำไปใช้ในสมการข้อจำกัด (constraints) ของแบบจำลอง IMGP และ (2) เพื่อนำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ดัชนีความเหมาะสมเชิงกายภาพไปใช้ในการวิเคราะห์หาเขตการใช้ที่ดินที่เหมาะสมตามผลลัพธ์ของ IMGP โดยใช้โปรแกรมจัดสรรการใช้ที่ดินเชิงพื้นที่ ซึ่งจะได้พัฒนาในโครงการวิจัย “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่เพื่อการเกษตร” ซึ่งเป็นโครงการคู่ขนานของโครงการวิจัยนี้

คณะผู้วิจัยจะได้อธิบายกรอบของการดำเนินงานเพื่อจัดทำแผนที่ดัชนีความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินตามด้วยการเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ การจัดทำหลักเกณฑ์และค่าถ่วงน้ำหนัก และการปรับมาตรฐานข้อมูลในการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ จากนั้นเป็นการแสดงผลลัพธ์การประเมินความเหมาะสมของที่ดินโดยใช้โปรแกรม MCDA-GIS ในรูปของแผนที่ดัชนีความเหมาะสมของแต่ละพืชและตารางแสดงเนื้อที่ของแต่ละระดับชั้นความเหมาะสม รวมทั้งสรุปจำนวนเนื้อที่ที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมในระดับ 0.7 ขึ้นไปซึ่งเป็นระดับที่ถือได้ว่ามีศักยภาพเหมาะสมสำหรับการผลิตพืชในแต่ละระบบการปลูกพืช และแต่ละหน่วยแผนที่เพื่อการจัดการทรัพยากรที่ดิน (LRU)

3.5.1.1 กรอบการทำงาน

การประเมินคุณภาพที่ดินเพื่อหาค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินจำเป็นต้องมีการสร้างหน่วยแผนที่ดินเพื่อการประเมิน (Land Mapping Unit, LMU) โดยมีข้อสมมติฐานว่าแต่ละ LMU มีคุณภาพที่ดินเหมือนกันไม่ว่าจะปรากฏอยู่ในพื้นที่ใดในจังหวัดลำพูน LMU สร้างขึ้นจากการวิเคราะห์เชิงซ้อนทับ (Overlay analysis) ใน GIS ระหว่างชั้นข้อมูลพื้นที่ชลประทาน และขอบเขตชุดดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2551 โดยเริ่มจากการเลือกพื้นที่เกษตรจากชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2551 แล้วนำมาซ้อนทับกับหน่วยแผนที่ที่ได้จากการซ้อนทับระหว่างพื้นที่ชลประทานและขอบเขตชุดดิน (รูปที่ 3.24) เมื่อได้แผนที่ผลลัพธ์จากการซ้อนทับทั้ง 3 ชั้นข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จึงกำหนดรหัส (MUID) ให้แต่ละหน่วยแผนที่ เพื่อสร้างเป็นชั้นข้อมูลหน่วยแผนที่ดิน หน่วยแผนที่ที่ได้จะถูกนำไปเชื่อมโยงกับข้อมูลอรรถาธิบายของฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศชุดดิน ซึ่งจัดเก็บสมบัติทางเคมีและกายภาพที่จำเป็นในการประเมินคุณภาพที่ดิน นอกจากนี้ยังทำการสกัดข้อมูลภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนจากการวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่เป็นเขต

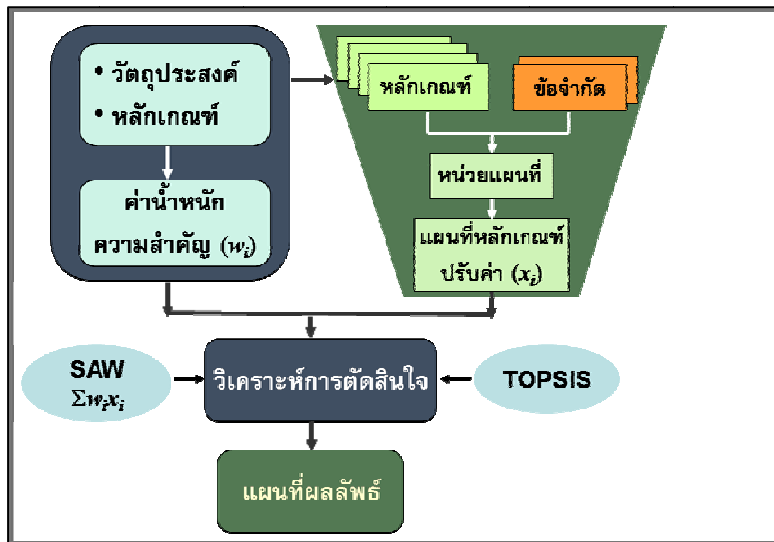
(Zonal statistics) เพื่อทำการประเมินความเหมาะสมตามหลักเกณฑ์ของ FAO และการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์โดยใช้โปรแกรม MCDA-GIS (เมธีและคณะ, 2551) ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมจะอยู่ในรูปแบบของแผนที่ดัชนีความเหมาะสมของพืช



รูปที่ 3.24 แผนภูมิกระบวนการสร้างแผนที่ดัชนีความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการประเมินคุณภาพที่ดิน

3.5.1.2 การหาค่าดัชนีความเหมาะสมของหน่วยแผนที่

การหาค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินในโครงการวิจัยนี้ใช้วิธีการ MCDA ขั้นตอนหลักของการทำงาน (รูปที่ 3.25) เริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดหลักเกณฑ์และหาค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ในการประเมินค่าดัชนี จากนั้นจึงจัดเตรียมชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ใช้เป็นหลักเกณฑ์และข้อจำกัดและสร้างหน่วยพื้นที่เพื่อการประเมิน ก่อนจะดำเนินการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเหมาะสมจำเป็นต้องปรับค่าข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Standardization) เนื่องจากค่าข้อมูลที่เป็นหลักเกณฑ์มีพิสัย (Range) และหน่วยวัดแตกต่างกันมาก เมื่อค่าข้อมูลสามารถเทียบเคียงกันได้แล้ว จึงใช้วิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนัก (Simple Additive Weighting, SAW) ในการวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความเหมาะสมโดยรวมของแต่ละหน่วยแผนที่ ชั้นข้อมูลที่เป็นหลักเกณฑ์ ข้อจำกัด ทั้งข้อมูลตั้งต้นและข้อมูลผ่านการปรับมาตรฐานแล้ว รวมทั้งผลลัพธ์ค่าดัชนีความเหมาะสมที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถแสดงผลเป็นแผนที่ได้ กระบวนการกำหนดวัตถุประสงค์ หลักเกณฑ์ และการหาค่าน้ำหนักความสำคัญดำเนินการในโปรแกรมร่วมตัดสินใจ (รตส.) (เมธี และคณะ, 2551) ขั้นตอนที่เหลือดำเนินการในโปรแกรม MCDA-GIS



รูปที่ 3.25 ขั้นตอนการหาค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินโดยการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์

3.5.1.3 การกำหนดหลักเกณฑ์และค่าน้ำหนักความสำคัญ

การกำหนดหลักเกณฑ์และวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญ ดำเนินการโดยการระดมความเห็นของผู้มีประสบการณ์ในการประเมินคุณภาพที่ดินโดยใช้โปรแกรม รตส. ตามทฤษฎีและขั้นตอนของวิธีการ AHP (Saaty, 1980) กระบวนการดังกล่าวอาจเรียกว่าเป็นการจัดทำโครงสร้างการตัดสินใจเพื่อการประเมินคุณภาพที่ดิน เพื่อความสะดวกในการดำเนินการ ได้ทำการจัดแบ่งระบบการผลิตพืชออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่

- พืชที่ปลูกในฤดูฝน ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูฝน ถั่วลิสงฤดูฝน
- พืชที่ปลูกในฤดูแล้ง ได้แก่ ข้าวนาปรัง ข้าวโพดฝักอ่อน หอมแดง กระเทียม ถั่วเหลือง มันฝรั่ง ยาสูบ
- ไม้ยืนต้น ได้แก่ ลำไย มะม่วง และยางพารา
- พืชน้ำมันที่อาจเป็นทางเลือกใหม่สำหรับพื้นที่ศึกษา ได้แก่ อ้อย มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ

การกำหนดโครงสร้างการตัดสินใจดำเนินการโดยการตัดสินใจของผู้มีประสบการณ์ในการประเมินคุณภาพที่ดิน ตามกรอบการประเมินของ FAO (1976) และกรมพัฒนาที่ดิน (บัณฑิตและคำรณ, 2542; พันธุ์, 2547) โครงสร้างการตัดสินใจของการประเมินคุณภาพที่ดินทั้ง 4 พืชคล้ายคลึงกัน หลักเกณฑ์ที่กำหนดความเหมาะสมของพื้นที่ในการปลูกพืชเป้าหมายประกอบด้วย 3 หลักเกณฑ์ คือ

1. หลักเกณฑ์ด้านการเกี่ยวกับการเจริญเติบโตและผลผลิต ประกอบด้วย 7 หลักเกณฑ์ย่อยได้แก่

อุณหภูมิ

น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

ความลึกของดิน

การระบายน้ำของดิน

ความยากง่ายต่อการหยั่งราก

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

2. หลักเกณฑ์ที่เกี่ยวกับการจัดการแปลงปลูกพืช ประกอบด้วย 2 หลักเกณฑ์ย่อย คือ ความลาดชันของพื้นที่ และ ปริมาณกรดและเศษหินในดิน

3. หลักเกณฑ์ที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ดิน ประเมินจากปริมาณการชะล้างพังทลายดินและไม่มีหลักเกณฑ์ย่อย

การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์หาได้จากการเปรียบเทียบความสำคัญที่ละคู่หลักเกณฑ์ตามวิธีการ AHP โดยอาศัยระบบ รตส. ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้ตัดสินใจร่วมกันประเมินค่าน้ำหนักความสำคัญโดยโปรแกรมจะตรวจสอบอัตราความคงเส้นคงวา (Consistency ratio) ของการประเมิน พร้อมทั้งช่วยหาคู่หลักเกณฑ์ที่ทำให้เกิดความคงเส้นคงวาสูงต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบคู่หลักเกณฑ์ดังกล่าวใหม่จนกว่าจะได้ค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ที่มีความคงเส้นคงวาที่ยอมรับได้ การหาค่าน้ำหนักความสำคัญดำเนินการในลักษณะการประชุมเชิงปฏิบัติการ ผลของการดำเนินการสำหรับแต่ละระบบการผลิตพืชสามารถจัดเก็บเป็นโครงการในโปรแกรม รตส. เพื่อส่งผ่านไปวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเหมาะสมในโปรแกรม MCDA-GIS ต่อไป

3.5.2 การจัดเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่

เมื่อได้หลักเกณฑ์และข้อจำกัดจากขั้นตอนข้างต้นแล้ว จึงได้จัดเตรียมชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์ ก่อนที่จะวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเหมาะสมโดยรวมของแต่ละหน่วยแผนที่ดินสำหรับแต่ละพืชเป้าหมาย ชั้นข้อมูลหนึ่งที่สำคัญได้แก่ชั้นข้อมูลชุดดิน ชั้นข้อมูลดังกล่าวมีข้อมูลอธิบายที่เป็นองค์ประกอบหนึ่งของฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ ข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วยข้อมูลคุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดิน ได้แก่ ความลึกของดิน การระบายน้ำ ความยากง่ายในการหยั่งราก ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความลาดชันของพื้นที่ และปริมาณกรดและเศษหินในดิน นอกจากนี้ ยังมีชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ความลาดชัน การชะล้างพังทลายของดิน (ตัน/ไร่/ปี) ซึ่งได้จากการศึกษาของ ชาญชัยและคณะ (2548) ชั้นข้อมูลอุณหภูมิ และชั้นข้อมูลน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชซึ่งอยู่ในรูปของข้อมูลเชิงพื้นที่แบบกริด การคำนวณหาค่าของชั้นข้อมูลประเภทกริดสำหรับหน่วยแผนที่หนึ่ง ๆ ได้จากการหาค่าเฉลี่ยเป็นเขต (Zonal Mean Statistics) แต่ละเขตคือขอบเขตของแต่ละหน่วยแผนที่ อย่างไรก็ตาม ชั้นข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน เป็นชั้นข้อมูลที่แปรผันไปตามปฏิทินการปลูกพืช ดังนั้นชั้นข้อมูลหน่วยแผนที่สำหรับการประเมินจึงต้องแยกออกเป็นแต่ละประเภทของพืชที่ปรากฏตามแผนที่การใช้ที่ดินปี 2551 และตามปฏิทินการปลูกพืชที่ได้จากการออกสำรวจภาคสนาม สำหรับชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่น้ำที่เป็นประโยชน์ประมาณได้จากค่าผลรวมปริมาณน้ำฝนที่เป็นประโยชน์ (Effective rainfall) ในช่วงฤดูปลูก (ชาญชัยและคณะ, 2548) โดยหน่วยแผนที่ดินที่อยู่ในพื้นที่เขตชลประทานได้กำหนดให้มีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์เท่ากับพิกัดสูงสุดของปริมาณน้ำฝนในชั้นความเหมาะสมมากในตารางความต้องการของพืชที่จัดทำโดยกรมพัฒนาที่ดิน (บัณฑิตและคำรณ, 2542)

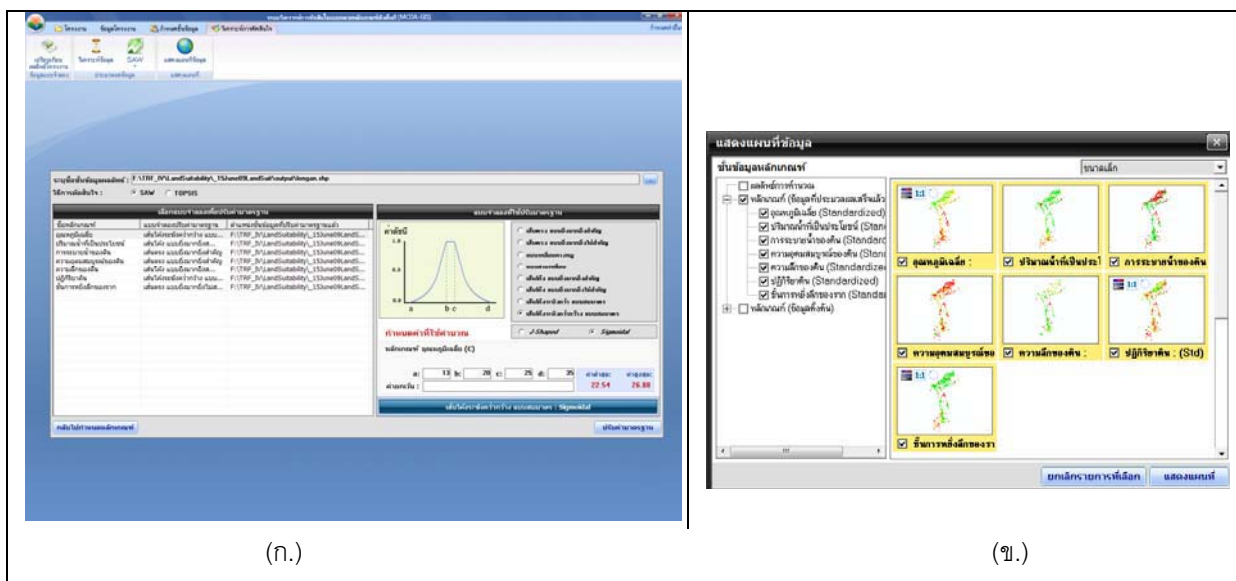
สำหรับพื้นที่ที่เป็นข้อจำกัด (Constraints) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ที่ไม่ใช่ดิน เช่น แหล่งน้ำ พื้นหิน และพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (slope complex) ซึ่งไม่มีข้อมูลดินสำหรับใช้ในการประเมิน

3.5.3 การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเหมาะสม

เนื่องจากการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเหมาะสมโดยรวมของหน่วยแผนที่ดินในการศึกษานี้ เป็นวิธีการ SAW การประเมินดัชนีความสำคัญ (S) คิดจากการรวมของผลคูณระหว่างดัชนีความสำคัญสำหรับหลักเกณฑ์ (x_i) และน้ำหนักความสำคัญ (w_i) ของแต่ละหลักเกณฑ์

$$(S = \sum w_i * x_i) \dots\dots\dots(1)$$

ดังนั้นผู้วิจัยจะต้องสร้างชั้นข้อมูลดัชนีความสำคัญ (Criterion map) โดยการแปลงค่าข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Standardization) โดยใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมสำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ เนื่องจากแต่ละหลักเกณฑ์มีช่วงค่าที่แตกต่างกันมากและหน่วยวัดไม่เหมือนกัน โปรแกรม MCDA-GIS จึงมีหน้าต่างที่ให้ผู้เลือกใช้ฟังก์ชันจำนวน 8 แบบเพื่อแปลงค่าข้อมูลดังกล่าว (เมธี และคณะ, 2551) ฟังก์ชัน 8 แบบที่มีให้เลือกประกอบไปด้วย 1) เส้นตรงแบบยิ่งมามากยิ่งสำคัญ 2) เส้นตรงแบบยิ่งมามากยิ่งไม่สำคัญ 3) แบบเหลี่ยมคางหมู 4) แบบสามเหลี่ยม 5) เส้นโค้งแบบยิ่งมามากยิ่งสำคัญ 6) เส้นโค้งแบบยิ่งมามากยิ่งไม่สำคัญ 7) เส้นโค้งระฆังคว่ำ แบบสมมาตร และ 8) เส้นโค้งระฆังคว่ำกว้าง แบบสมมาตร โดยมีหน้าต่างให้ผู้ใช้กำหนดรูปแบบของฟังก์ชัน และค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดรูปร่างของกราฟการตอบสนองของแต่ละฟังก์ชัน (รูปที่ 3.26 ก) เมื่อกำหนดรูปแบบฟังก์ชันและพารามิเตอร์ครบถ้วนแล้วโปรแกรมจะทำการคำนวณและสร้างชั้นข้อมูลใหม่ที่จัดเก็บค่าหลักเกณฑ์ที่ปรับมาตรฐานแล้วสำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ ค่าดัชนีความสำคัญของแต่ละหน่วยแผนที่ในแต่ละชั้นข้อมูลมีค่าระหว่าง 0-1.0 ผู้ใช้สามารถเรียกชั้นข้อมูลเหล่านี้มาตรวจสอบได้ โดยใช้เครื่องมือแสดงแผนที่ (รูปที่ 3.26 ข) โปรแกรมจะเรียกชั้นข้อมูลเหล่านี้ไปประมวลผลเพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความสำคัญโดยรวมของแต่ละหน่วยแผนที่ต่อไป



รูปที่ 3.26 หน้าต่างโปรแกรม MCDA-GIS แสดงการเลือกฟังก์ชันและพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินเพื่อการผลิตลำไย (ก.) และชั้นข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์จากการปรับมาตรฐานแล้ว (ข.)

3.5.4 ผลการศึกษา

ถึงแม้โครงสร้างการตัดสินใจในการประเมินคุณภาพที่ดินของพืชทั้งสามประเภทคล้ายคลึงกัน แต่น้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์และหลักเกณฑ์ย่อยไม่เหมือนกัน ผลจากการเปรียบเทียบความสำคัญของหลักเกณฑ์ย่อยซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อการผลิตพืชอย่างยั่งยืนตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินคุณภาพที่ดินผ่านการใช้โปรแกรม รตส. พบว่า น้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์สำหรับแต่ละพืชมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ความต้องการของพืชในแง่คุณภาพที่ดิน โดยอาศัยคู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินที่กรมพัฒนาที่ดินใช้เป็นมาตรฐานอยู่ในปัจจุบัน (บัณฑิตและคำรณ, 2542 และ พันธุ์, 2542) ยกเว้นสับดำที่ไม่มีในรายงานดังกล่าวได้ใช้ข้อมูลความต้องการของพืชนี้จากรายงานของ Maes et al. (2009) พบว่าฟังก์ชันการตอบสนองของพืชและการจัดการพืชต่อคุณภาพที่ดินแตกต่างกันตามหลักเกณฑ์ย่อยเช่นกัน จากตารางความต้องการของพืชในรายงานดังกล่าว สามารถอนุมานค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันทั้ง 8 แบบที่เก็บไว้ในโปรแกรม MCDA-GIS ฟังก์ชันและค่าพารามิเตอร์เหล่านี้จะถูกกำหนดในโปรแกรม MCDA-GIS สำหรับแต่ละพืช ทั้งนี้เพื่อนำไปใช้ในการปรับค่ามาตรฐานของค่าดัชนีของหลักเกณฑ์ย่อยในโปรแกรม ตารางที่ 3.6 ถึงตารางที่ 3.22 แสดงรายละเอียดของค่าน้ำหนักความสำคัญ ประเภทฟังก์ชัน และค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับค่ามาตรฐานของดัชนีความเหมาะสมของที่ดินเมื่อพิจารณาเฉพาะหลักเกณฑ์ย่อยหนึ่ง ๆ ในแต่ละพืช โดยเริ่มตั้งแต่ ข้าวนาปี (ตารางที่ 3.6) ข้าวโพดฤดูฝน (ตารางที่ 3.7) ถั่วลิสงฤดูฝน (ตารางที่ 3.8) ข้าวนาปรัง (ตารางที่ 3.9) ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูแล้ง (ตารางที่ 3.10) ถั่วเหลืองฤดูแล้ง (ตารางที่ 3.11) กระเทียม (ตารางที่ 3.12) หอมแดง (ตารางที่ 3.13) มันฝรั่ง (ตารางที่ 3.14) ยาสูบ (ตารางที่ 3.15) ลำไย (ตารางที่ 3.16) มะม่วง (ตารางที่ 3.17) สับดำ (ตารางที่ 3.18) อ้อย (ตารางที่ 3.19) ปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 3.20) ยางพารา (ตารางที่ 3.21) และมันสำปะหลัง (ตารางที่ 3.22)

ตารางที่ 3.6 หลักเกณฑ์ ค่าน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของข้าวนาปี

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a**	b**	c**	d**
อุณหภูมิต	0.1	8	18	22	30	35
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.3	6	350	800	-	-
การระบายน้ำของดิน	0.15	2	-	-	3	6
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.15	1	1	3	-	-
ความลึกของดิน	0.05	6	-	-	15	50
ชั้นความลาดชัน	0.25	2	-	-	1	4

* 1) เส้นตรงแบบยิ่งมกยััสำคัญ 2) เส้นตรงแบบยััมกยััไม่สำคัญ 3) แบบเหลี่ยมคางหมู 4) แบบสามเหลี่ยม

5) เส้นโค้งแบบยััมกยััสำคัญ 6) เส้นโค้งแบบยััมกยััไม่สำคัญ 7) เส้นโค้งระฆังคว่ำ แบบสมมาตร และ

8) เส้นโค้งระฆังคว่ำกว้าง แบบสมมาตร

** a, b, c, d เป็นค่าพารามิเตอร์กำหนดรูปร่างของกราฟแสดงการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย

ตารางที่ 3.7 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของข้าวโพดฤดูฝน

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.05	8	16	24	30	32
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.2	6	200	400	-	-
การระบายน้ำของดิน	0.25	1	2	5	-	-
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.15	1	1	3	-	-
ความลึกของดิน	0.05	6	25	100	-	-
ปฏิกิริยาดิน	0.05	8	4	5.1	7.3	8.4
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.1	2	-	-	2	4
ชั้นความลาดชัน	0.05	2	-	-	12	35
ชั้นการชะล้างพังทลาย	0.1	2	-	-	3	5

ตารางที่ 3.8 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของถั่วลิสงฤดูฝน

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.05	8	13	21	30	35
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.2	6	300	450	-	-
การระบายน้ำของดิน	0.25	1	2	5	-	-
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.1	1	1	4	-	-
ความลึกของดิน	0.05	6	25	100	-	-
ปฏิกิริยาดิน	0.15	8	4.5	6.5	7.3	8.4
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.05	2	-	-	2	4
ชั้นความลาดชัน	0.05	2	-	-	4	6
ชั้นการชะล้างพังทลาย	0.1	2	-	-	3	5

ตารางที่ 3.9 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของข้าวนาปรัง

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.1	8	18	22	30	35
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.3	6	400	700	-	-
การระบายน้ำของดิน	0.15	2	-	-	3	6
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.15	1	1	3	-	-
ความลึกของดิน	0.05	6	-	-	15	50
ชั้นความลาดชัน	0.25	2	-	-	1	4

ตารางที่ 3.10 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของข้าวโพดฝักอ่อนฤดูแล้ง

หลักเกณฑ์	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.05	8	16	24	30	32
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.2	6	200	400	-	-
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.15	1	1	3	-	-
ความลึกของดิน	0.05	1	25	100	-	-
ปฏิกริยาดิน	0.05	8	4	5.1	7.3	8.4
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.1	2	-	-	2	4
ชั้นความลาดชัน	0.05	2	-	-	3	5
ชั้นการชะล้างพังทลาย	0.1	2	-	-	2	4

ตารางที่ 3.11 หลักเกณฑ์ คำนำน้หนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของตัวเหลืองฤดูแล้ง

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.05	8	13	21	30	35
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.4	6	300	450	-	-
การระบายน้ำของดิน	0.1	1	2	5	-	-
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.15	1	1	4	-	-
ความลึกของดิน	0.05	6	25	100	-	-
ปฏิกิริยาดิน	0.15	8	4.5	5.6	7.3	8.4
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.1	2	-	-	1	3

ตารางที่ 3.12 หลักเกณฑ์ คำนำน้หนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของกระเทียม

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.2	8	12	18	20	30
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.25	6	200	350	-	-
การระบายน้ำของดิน	0.1	1	2	4	-	-
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.1	1	1	3	-	-
ความลึกของดิน	0.05	6	25	100	-	-
ปฏิกิริยาดิน	0.1	8	4.5	5.6	6.5	8.4
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.2	2	-	-	1	4

ตารางที่ 3.13 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของหอมแดง

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.2	8	10	15	20	25
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.25	6	250	450	-	-
การระบายน้ำของดิน	0.1	1	2	5	-	-
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.1	1	1	3	-	-
ความลึกของดิน	0.05	6	15	50	-	-
ปฏิกิริยาดิน	0.1	8	4.5	6.1	6.5	8.4
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.2	2	-	-	1	4

ตารางที่ 3.14 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของมันฝรั่ง

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.05	8	10	15	18	25
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.2	6	350	500	-	-
การระบายน้ำของดิน	0.1	1	2	5	-	-
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.15	1	1	3	-	-
ความลึกของดิน	0.05	6	30	100	-	-
ปฏิกิริยาดิน	0.05	8	4.2	5.6	6	8.3
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.3	2	-	-	1	4

ตารางที่ 3.15 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของยาสูบ

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.05	8	13	20	30	35
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.35	6	200	400	-	-
การระบายน้ำของดิน	0.2	1	2	5	-	-
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.15	1	0	3	-	-
ความลึกของดิน	0.05	6	20	50	-	-
ปฏิกิริยาดิน	0.15	8	4.5	5.6	6.5	8.4
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.05	2	-	-	2	4

ตารางที่ 3.16 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของลำไย

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.2	8	13	20	25	35
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.35	6	800	1200	-	-
การระบายน้ำของดิน	0.1	1	2	4	-	-
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.1	1	1	4	-	-
ความลึกของดิน	0.15	8	50	150	-	-
ปฏิกิริยาดิน	0.05	8	4.5	6.1	7.3	8.4
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.05	2	-	-	2	4

ตารางที่ 3.17 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของมะม่วง

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.1	8	12	24	27	35
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.35	6	800	1200	-	-
การระบายน้ำของดิน	0.2	1	2	4	-	-
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.1	1	0	3	-	-
ความลึกของดิน	0.15	6	50	150	-	-
ปฏิกิริยาดิน	0.05	8	4.5	5.6	7.3	8
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.05	2	-	-	2	4

ตารางที่ 3.18 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของสับปะรด

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.1	8	20	20	28	28
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.25	6	250	250	300	500
การระบายน้ำของดิน	0.25	1	2	5	-	-
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.1	6	45	150	-	-
ปฏิกิริยาดิน	0.1	8	4	5.1	6	9
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.1	2	-	-	2	4
ชั้นความลาดชัน	0.1	2	-	-	1	3

ตารางที่ 3.19 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของอ้อย

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.1	8	15	24	27	35
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.25	8	900	1200	2500	4000
การระบายน้ำของดิน	0.2	1	2	5	-	-
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.15	1	1	3	-	-
ความลึกของดิน	0.15	6	25	150	-	-
ปฏิกิริยาดิน	0.05	8	4	5.6	7.3	8.4
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.10	2	-	-	2	4

ตารางที่ 3.20 หลักเกณฑ์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของปาล์มน้ำมัน

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.1	8	22	24	29	33
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.25	8	150	200	300	500
การระบายน้ำของดิน	0.2	1	2	4	-	--
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.15	1	1	2	-	-
ความลึกของดิน	0.15	6	50	150	-	-
ปฏิกิริยาดิน	0.10	8	4	5.1	6	8.4
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.05	2	-	-	2	4

ตารางที่ 3.21 หลักเกณฑ์ คำนำน้หนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของยางพารา

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.1	8	20	26	28	34
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.35	8	1100	1500	2500	4000
การระบายน้ำของดิน	0.2	1	2	5	-	-
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.1	1	1	3	-	-
ความลึกของดิน	0.15	6	30	150	-	-
ปฏิกิริยาดิน	0.05	8	3.5	5.1	7.3	8
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.05	2	-	-	2	4

ตารางที่ 3.22 หลักเกณฑ์ คำนำน้หนักความสำคัญและประเภทฟังก์ชันของมันสำปะหลัง

หลักเกณฑ์ย่อย	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	ลักษณะการตอบสนองของพืชต่อหลักเกณฑ์ย่อย				
		ประเภทฟังก์ชัน*	a	b	c	d
อุณหภูมิ	0.15	8	10	25	29	35
ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้	0.2	6	500	1000	-	-
การระบายน้ำของดิน	0.1	1	3	5	-	-
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.15	1	1	3	-	-
ความลึกของดิน	0.05	6	25	100	-	-
ปฏิกิริยาดิน	0.05	8	4	6.1	7.3	8.4
ชั้นการหยั่งลึกของราก	0.3	2	-	-	1	4

ผลลัพธ์จากการประเมินค่าดัชนีความเหมาะสมโดยรวมโดยวิธีการ SAW ผ่านโปรแกรม MCDA-GIS ได้แผนที่ดัชนีความเหมาะสมที่เป็นค่าต่อเนื่องอยู่ระหว่าง 0 – 1.0 ได้ทำการจัดเก็บแผนที่ดัชนีความเหมาะสมนี้ในฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ 2 ประการ *ประการแรก* จะนำไปจำแนกต่อเพื่อวิเคราะห์ว่าสำหรับแต่ละพืช บริเวณใดที่ดินมีความเหมาะสมเชิงกายภาพไม่น้อยกว่า 0.7 ผลลัพธ์ที่ได้จะนำไปใช้เป็นค่าข้อจำกัด (Constraints) ในแบบจำลอง IMGP ดังที่ได้จะได้กล่าวในบทต่อไป *ประการที่สอง* ชั้นข้อมูลดัชนีความเหมาะสมจะนำไปใช้อีกครั้งหลังจากได้ผลลัพธ์จากการคำนวณหาเนื้อที่สำหรับผลิตพืชแต่ละระบบที่มีจำนวนเหมาะสมที่สุดจากแบบจำลอง IMGP ที่ผู้ร่วมในการตัดสินใจเลือกเนื่องจากผลลัพธ์ดังกล่าวเป็นตัวเลขที่ระบุเนื้อที่ที่เหมาะสมแต่ไม่สามารถบ่งชี้ว่าพื้นที่เหล่านั้นอยู่บริเวณใดในจังหวัดลำพูน ดังนั้นกิจกรรมที่จะต้องดำเนินการคือการจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตรออกเป็นเขตการเพาะปลูกที่เหมาะสมของแต่ละพืชโดยมีข้อจำกัดที่สำคัญคือเนื้อที่ที่ได้จากผลลัพธ์ของการคำนวณโดยใช้แบบจำลอง IMGP กิจกรรมดังกล่าว

จะสำเร็จได้โดยการพัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ใน ArcGIS โดยจะเปรียบเทียบวิธีการจัดเขตที่ดินตามที่นักวิจัยด้านการวางแผนการใช้ที่ดินได้รายงานไว้ (Santé-Riveira et al., 2008) เพื่อให้เป็นภาพรวมของผลลัพธ์จากการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินโดยรวมในเชิงกายภาพ จึงได้จัดดัชนีความเหมาะสมออกเป็น 4 ระดับ ดังปรากฏในตารางที่ 3.23

ตารางที่ 3.23 การจำแนกระดับชั้นของค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินในเชิงกายภาพ

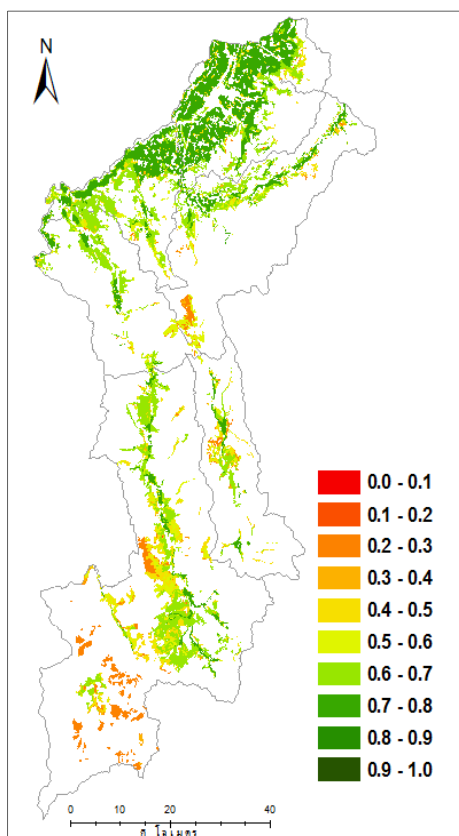
ชั้นความเหมาะสม	ดัชนีความเหมาะสม	คำอธิบาย
S1	0.7 – 1.0	ที่มีความเหมาะสมมาก (Highly Suitable)
S2	0.4 – 0.7	ชั้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง (Moderately Suitable)
S3	0.1 – 0.4	ชั้นที่มีความเหมาะสมเล็กน้อย (Marginally Suitable)
N	0 – 0.1	ชั้นที่ไม่มีความเหมาะสม (Not Suitable)

รูปที่ 3.27 - 3.43 แสดงแผนที่ดัชนีความเหมาะสมโดยรวมของที่ดิน หากใช้ในการผลิตพืชต่าง ๆ แผนที่นี้เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรม MCDA-GIS ตามวิธีการ MCDA แผนที่เหล่านั้นแสดงค่าดัชนีความเหมาะสมเป็นค่าต่อเนื่องจากค่า 0 (เหมาะสมน้อยสุด) จนถึงค่า 1.0 (เหมาะสมมากที่สุด) หากทำการจำแนกดัชนีความเหมาะสมเพื่อการผลิตข้าวในปีให้เป็น 4 ระดับชั้นความเหมาะสม (ตารางที่ 3.24 ก) แล้ววิเคราะห์หาจำนวนเนื้อที่ดินที่ใช้ผลิตข้าวในปี 2553 ที่ตกอยู่ในระดับความเหมาะสมต่าง ๆ ในจังหวัดลำพูน พบว่า ที่ดินที่มีดัชนีความเหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวในปีที่มีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป มีทั้งหมด 434,021 ไร่ หรือ 61.3% ของพื้นที่เกษตรทั้งหมด (ตารางที่ 3.24 ก และ ข) อย่างไรก็ตามพื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่ในปี 2553 ปลูกบนที่ดินที่มีดัชนีความเหมาะสมอย่างต่ำ 0.7 มีอยู่ประมาณ 169,053 ไร่ หรือ 95.4 % ของพื้นที่ (ตารางที่ 3.24ข) และอยู่ระดับที่ไม่เหมาะสม (ค่าดัชนีความเหมาะสม < 0.4) มีเพียง 0.01 % เท่านั้น

แผนที่ดัชนีความเหมาะสมสำหรับพืชอื่น ๆ แสดงไว้ใน รูปที่ 3.28 - 3.43 และสรุปเป็นพื้นที่ในแต่ละระดับชั้นความเหมาะสมสำหรับแต่ละพืชโดยคิดเป็นจำนวนไร่และร้อยละของพื้นที่เกษตรทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 3.25ก.-3.40 ก. นอกจากนี้ยังสรุปจำนวนเนื้อที่ของแต่ละพืชที่เกษตรกรปลูกบนที่ดินที่มีระดับความเหมาะสมต่าง ๆ ในปี 2553 โดยคิดเป็นจำนวนไร่และร้อยละของพื้นที่เกษตรทั้งหมด ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.25ข.- 3.39ข. สำหรับพืชที่มีเนื้อที่ปลูกน้อยหรือไม่ได้ถูกจำแนกไว้ในแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี 2553 ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์เชิงซ้อนทับร่วมกับแผนที่ดัชนีความเหมาะสมในการใช้ที่ดินสำหรับพืชนั้น ๆ ได้ พืชดังกล่าวได้แก่ สบู่ดำ ปาล์มน้ำมัน และมันสำปะหลัง เป็นที่น่าสังเกตว่า เกษตรกรทำการเพาะปลูกพืชฤดูฝนบนที่ดินที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมเชิงกายภาพตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 70 ของพื้นที่เพาะปลูกพืชนั้น ๆ ขึ้นไปเกือบทุกพืช ยกเว้นข้าวโพดในฤดูฝน ที่เกษตรกรปลูกบนดินที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไปเพียงร้อยละ 42.2 (รูปที่ 3.25ข.) เกษตรกรปลูกข้าวโพดในฤดูฝนบนที่ดินที่มีดัชนีความเหมาะสมระหว่าง 0.4-0.7 อยู่ร้อยละ 55.8 และอีกร้อยละ 1.5 ปลูกบนพื้นที่ความลาดชันสูงที่ดินมีค่าดัชนีความเหมาะสมต่ำกว่า 0.4 เนื่องจากมีดัชนีความเหมาะสมด้านการจัดการแปลงปลูกและการอนุรักษ์ทรัพยากรดินต่ำ

ตรงกันข้ามกับพืชฤดูแล้งปัจจัยที่สำคัญกำหนดพื้นที่การผลิตคือน้ำชลประทาน ดังนั้นเกษตรกรจะปลูกพืชฤดูแล้งในเขตชลประทานซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกข้าวในฤดูฝน และมีการปรับพื้นที่ให้ราบสำหรับปลูกข้าว ประกอบกับความเป็นประโยชน์ของน้ำต่อพืชอยู่ในระดับดี ไม่มีปัญหาการระบายน้ำเช่นฤดูฝน พืชที่ปลูกส่วนใหญ่ตกอยู่บนที่ดินที่มีค่าดัชนีความเหมาะสม 0.7 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละของพื้นที่เพาะปลูกพืชนั้น ๆ ระหว่าง 67.4 - 85.7 (ตารางที่ 3.27ข.-3.33ข.) แหล่งน้ำชลประทานส่วนใหญ่มาจากโครงการชลประทานของรัฐฯ ฝ่าย อ่างเก็บน้ำ และบ่อน้ำตื้น

สำหรับไม้ยืนต้นเช่นลำไย พื้นที่เพาะปลูกมีทั้งที่อยู่ในเขตชลประทานที่มีความเป็นประโยชน์ของน้ำต่อพืชดีตลอดปี และพื้นที่ปลูกบนที่ดอนที่ต้องอาศัยบ่อบาดาลที่ความเป็นประโยชน์ของน้ำอยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้นในภาพรวมเกษตรกรผลิตลำไยบนที่ดินที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไปประมาณร้อยละ 91.8 ของพื้นที่ปลูกลำไยในจังหวัดลำพูน (ตารางที่ 3.34ข.) ส่วนในกรณีของมะม่วงนั้นถึงแม้ว่าพื้นที่ดินที่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืชนี้มีเป็นจำนวนมากถึง 342,472 ไร่ (ตารางที่ 3.35ก.) แต่พื้นที่เพาะปลูกจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินมีน้อย อาจเนื่องจากการจำแนกมะม่วงออกจากลำไยโดยใช้ข้อมูลระยะไกลทำได้ยาก เนื่องจากลักษณะทรงพุ่มและดัชนีมวลรวมของพืชทั้งสองมีความคล้ายคลึงกัน พบว่า พื้นที่ปลูกมะม่วงในปี 2553 ตกอยู่บนดินที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไปร้อยละ 60.9 (ตารางที่ 3.35ข.) และปลูกบนดินที่มีดัชนีความเหมาะสมรองลงมาคือ 0.4-0.7 คิดเป็นร้อยละ 38.9 ของพื้นที่ปลูกมะม่วง



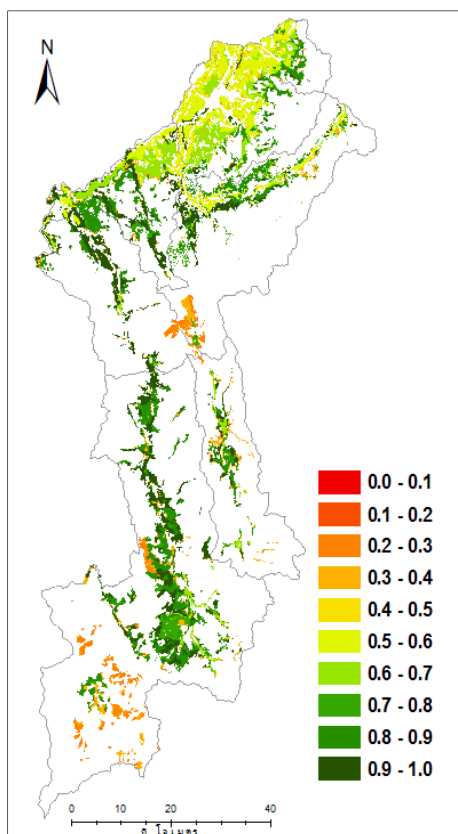
รูปที่ 3.27 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมข้าวนาปี

ตารางที่ 3.24ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของข้าวนาปี

ชั้นความเหมาะสม	ดัชนีความเหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	434,020.91	61.34
S2	0.4 - 0.7	145,716.95	20.59
S3	0.1 - 0.4	673.91	0.10
N	0.0 - 0.1	127,150.47	17.97
รวมพื้นที่		707,562.23	100

ตารางที่ 3.24ข. สรุปพื้นที่ข้าวนาปีที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม

ชั้นความเหมาะสม	ดัชนีความเหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	169,052.70	95.36
S2	0.4 - 0.7	8,208.16	4.63
S3	0.1 - 0.4	17.45	0.01
รวมพื้นที่		177,278.32	100.00



รูปที่ 3.28 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมข้าวโพด
ฤดูฝน

ตารางที่ 3.25ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของ

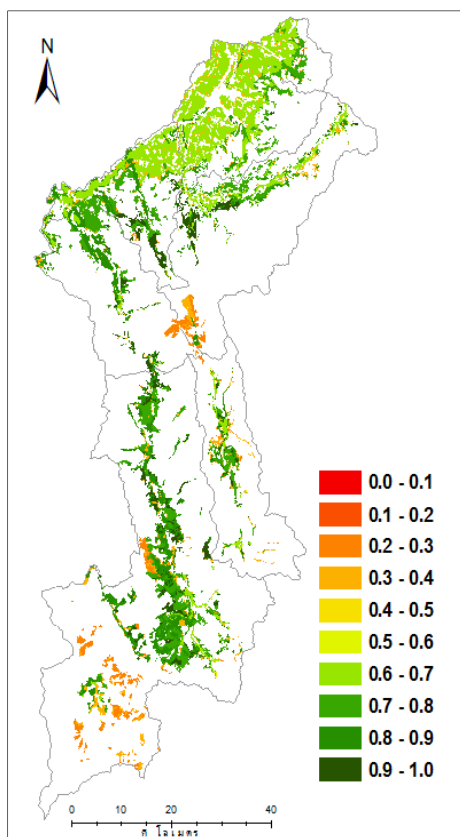
ข้าวโพดฤดูฝน

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	363,196.74	51.35
S2	0.4 - 0.7	214,662.93	30.35
S3	0.1 - 0.4	4,202.78	0.59
N	0.0 - 0.1	125,499.78	17.74
รวมพื้นที่		707,562.23	100.03

ตารางที่ 3.25ข. สรุปพื้นที่ข้าวโพดฤดูฝนที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดิน

จำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	22,615.60	42.71
S2	0.4 - 0.7	29,534.69	55.78
S3	0.1 - 0.4	796.14	1.50
รวมพื้นที่		52,946.43	100.00



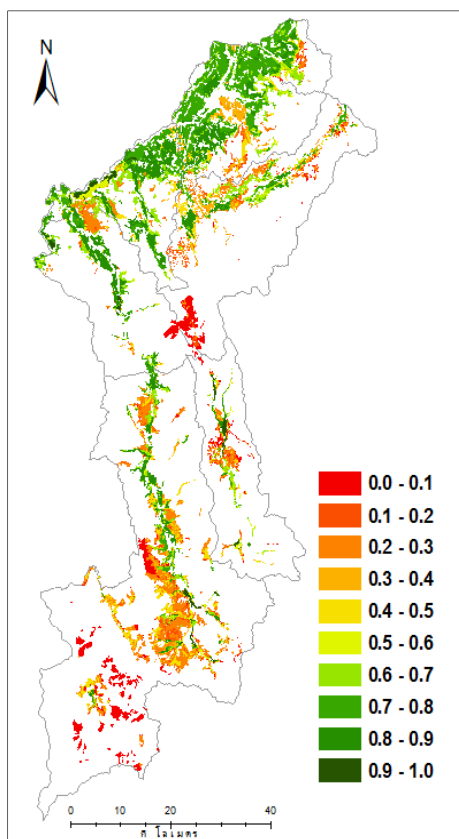
รูปที่ 3.29 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมถั่วลิสงฤดูฝน

ตารางที่ 3.26ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของ
ถั่วลิสงฤดูฝน

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	358,699.21	50.71
S2	0.4 - 0.7	217,349.58	30.73
S3	0.1 - 0.4	3,905.99	0.55
N	0.0 - 0.1	127,607.45	18.04
รวมพื้นที่		707,562.23	100.03

ตารางที่ 3.26ข สรุปพื้นที่ถั่วลิสงฤดูฝนที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดิน
จำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	699.52	100.00
S2	0.4 - 0.7	0.00	-
S3	0.1 - 0.4	0.00	-
รวมพื้นที่		699.52	100.00



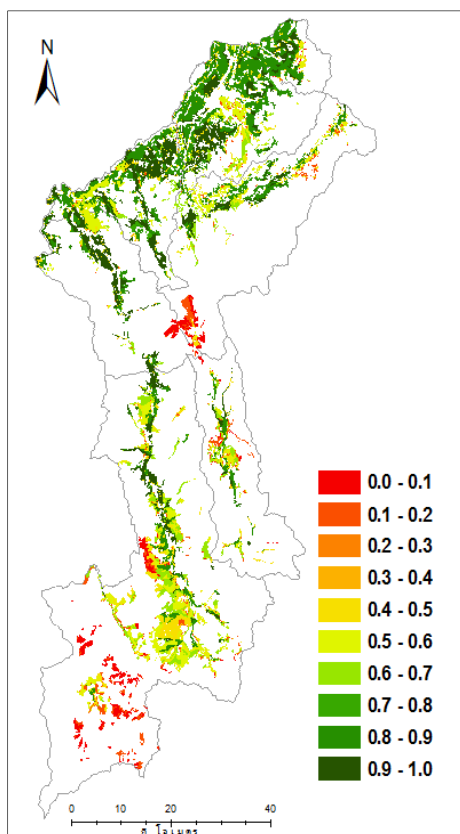
รูปที่ 3.30 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมข้าวนา
ปราง

ตารางที่ 3.27ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของข้าวนา
ปราง

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	40,974.57	5.79
S2	0.4 - 0.7	211,351.44	29.87
S3	0.1 - 0.4	290,950.63	41.12
N	0.0 - 0.1	164,285.60	23.22
รวมพื้นที่		707,562.23	100

ตารางที่ 3.27ข. สรุปพื้นที่ข้าวนาปรางที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดิน
จำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	3,202.39	67.44
S2	0.4 - 0.7	323.05	6.80
S3	0.1 - 0.4	1,222.91	25.75
รวมพื้นที่		4,748.35	100.00



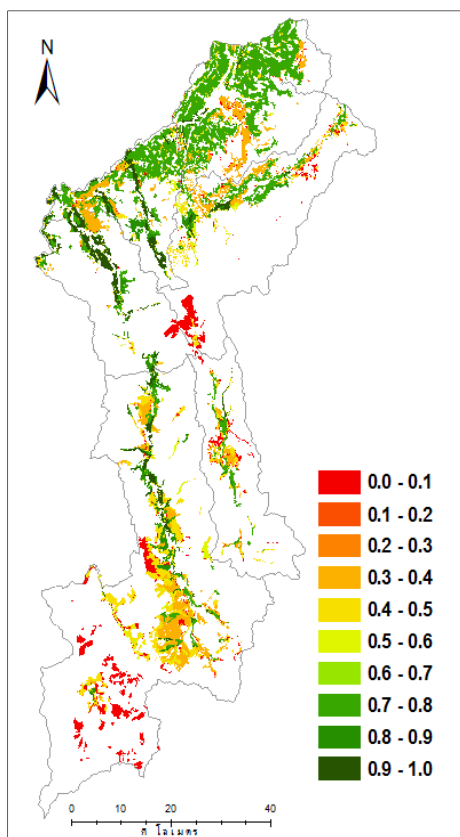
รูปที่ 3.31 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมข้าวโพด
ฝักอ่อนฤดูแล้ง

ตารางที่ 3.28ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของ
ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูแล้ง

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	52,625.53	7.44
S2	0.4 - 0.7	507,380.69	71.71
S3	0.1 - 0.4	22,056.24	3.12
N	0.0 - 0.1	125,499.78	17.74
รวมพื้นที่		707,562.23	100.00

ตารางที่ 3.28ข. สรุปพื้นที่ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูแล้งที่ปลูกในปี 2553
บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	5.19	0.32
S2	0.4 - 0.7	1,603.97	99.26
S3	0.1 - 0.4	6.73	0.42
รวมพื้นที่		1,615.89	100.00



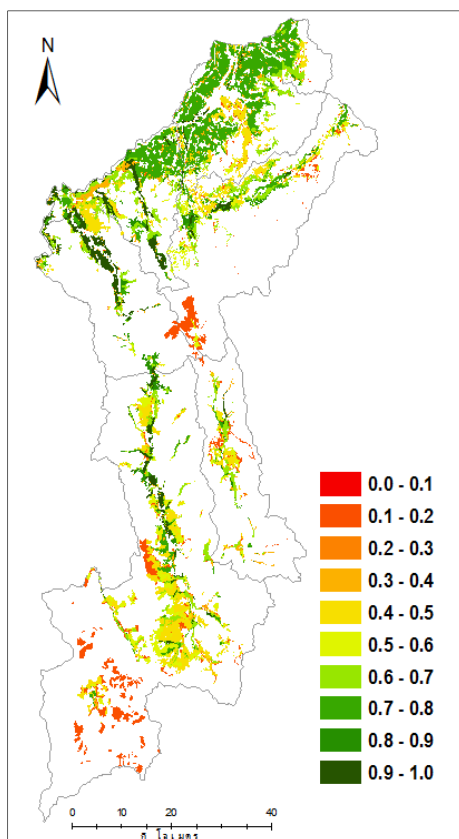
รูปที่ 3.32 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมถั่วเหลืองฤดูแล้ง

ตารางที่ 3.29ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของถั่วเหลืองฤดูแล้ง

ชั้นความเหมาะสม	ดัชนีความเหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	370,205.47	52.32
S2	0.4 - 0.7	175,838.54	24.85
S3	0.1 - 0.4	33,706.20	4.76
N	0.0 - 0.1	127,812.02	18.06
รวมพื้นที่		707,562.23	100

ตารางที่ 3.29ข สรุปพื้นที่ถั่วเหลืองฤดูแล้งที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม

ชั้นความเหมาะสม	ดัชนีความเหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	3,318.73	84.25
S2	0.4 - 0.7	620.27	15.75
S3	0.1 - 0.4	0	-
รวมพื้นที่		3,938.99	100.00



รูปที่ 3.33 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมกระเทียม

ตารางที่ 3.30ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของ

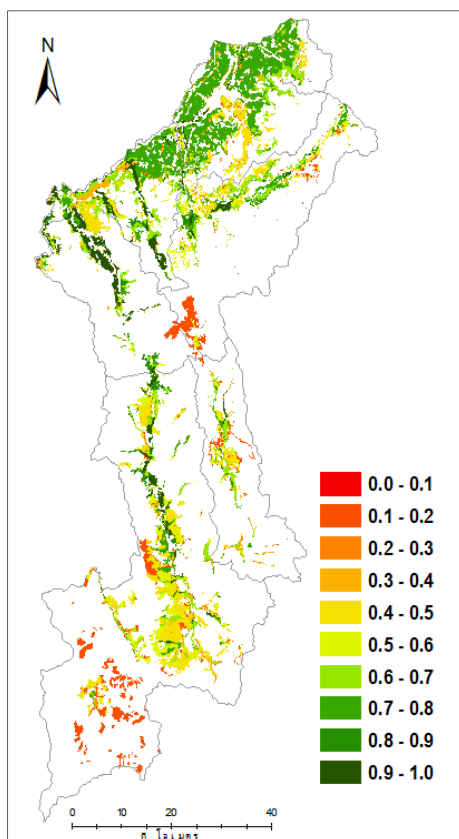
กระเทียม

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	374,173.95	52.90
S2	0.4 - 0.7	173,417.85	24.52
S3	0.1 - 0.4	32,965.73	4.66
N	0.0 - 0.1	127,121.61	17.97
รวมพื้นที่		707,679.14	100.05

ตารางที่ 3.30ข. สรุปพื้นที่กระเทียมที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดิน

จำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	1,027.59	85.71
S2	0.4 - 0.7	91.52	7.63
S3	0.1 - 0.4	79.84	6.66
รวมพื้นที่		1,198.95	100.00



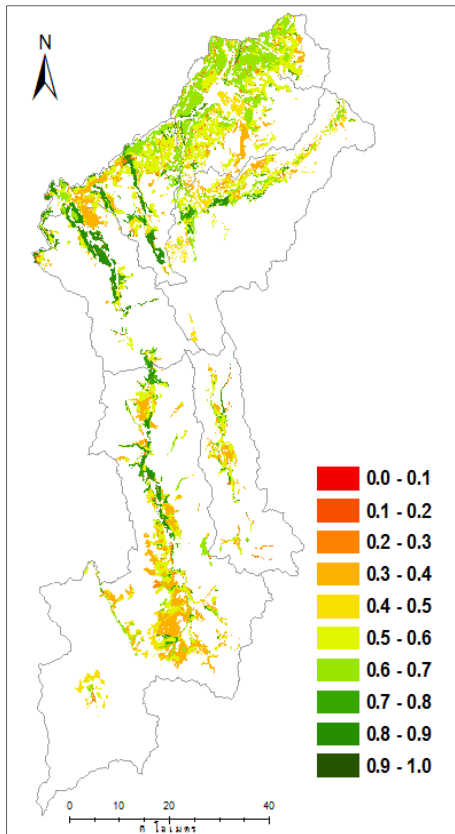
รูปที่ 3.34 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมหอมแดง

ตารางที่ 3.31ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของหอมแดง

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	361,966.30	51.16
S2	0.4 - 0.7	183,387.57	25.92
S3	0.1 - 0.4	35,052.75	4.95
N	0.0 - 0.1	127,155.61	17.97
รวมพื้นที่		707,562.23	100

ตารางที่ 3.31ข. สรุปพื้นที่หอมแดงที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	20,870.06	79.06
S2	0.4 - 0.7	5,526.78	20.94
S3	0.1 - 0.4	1.92	0.01
รวมพื้นที่		26,398.76	100.00



รูปที่ 3.35 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมมันฝรั่ง

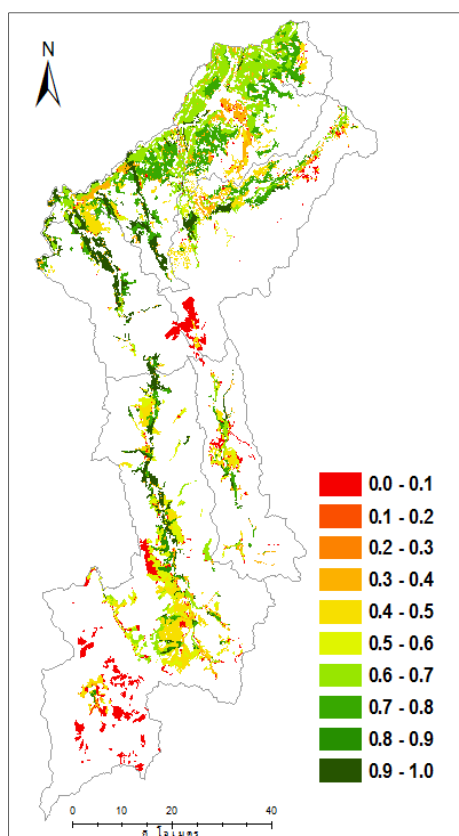
ตารางที่ 3.32ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของมันฝรั่ง

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	27,605.08	3.90
S2	0.4 - 0.7	332,247.75	46.96
S3	0.1 - 0.4	231,664.61	32.74
N	0.0 - 0.1	116,044.80	16.40
รวมพื้นที่		707,562.23	100

ตารางที่ 3.32ข. สรุปพื้นที่มันฝรั่งที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดินจำแนก

ตามระดับชั้นความเหมาะสม

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	156.82	7.13
S2	0.4 - 0.7	1,037.45	47.15
S3	0.1 - 0.4	1,005.86	45.72
รวมพื้นที่		2,200.13	100.00



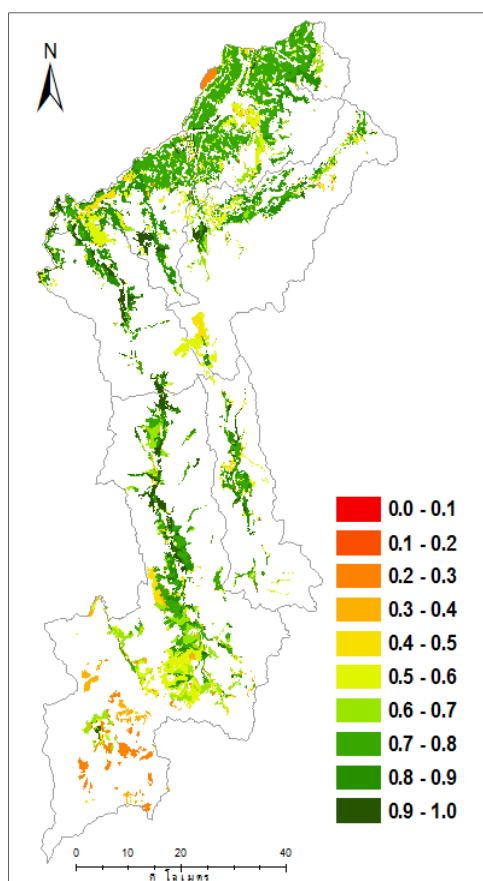
รูปที่ 3.36 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมยาสูบ

ตารางที่ 3.33ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของยาสูบ

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	37,974.60	5.37
S2	0.4 - 0.7	537,863.36	76.02
S3	0.1 - 0.4	3,912.26	0.55
N	0.0 - 0.1	127,812.02	18.06
รวมพื้นที่		707,562.23	100

ตารางที่ 3.33ข. สรุปพื้นที่ยาสูบที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	0.00	-
S2	0.4 - 0.7	2,607.32	96.65
S3	0.1 - 0.4	90.47	3.35
รวมพื้นที่		2,697.79	100.00



รูปที่ 3.37 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมลำไย

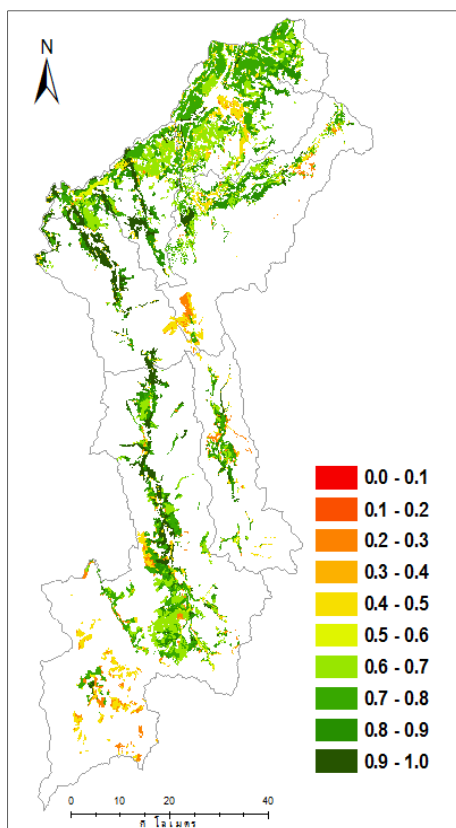
ตารางที่ 3.34ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของลำไย

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	430,098.25	60.79
S2	0.4 - 0.7	150,909.99	21.33
S3	0.1 - 0.4	1,054.18	0.15
N	0.0 - 0.1	125,499.82	17.74
รวมพื้นที่		707,562.23	100.00

ตารางที่ 3.34ข. สรุปพื้นที่ลำไยที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดินจำแนก

ตามระดับชั้นความเหมาะสม

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	239,557.25	91.82
S2	0.4 - 0.7	21,164.91	8.11
S3	0.1 - 0.4	178.46	0.07
รวมพื้นที่		260,900.62	100.00



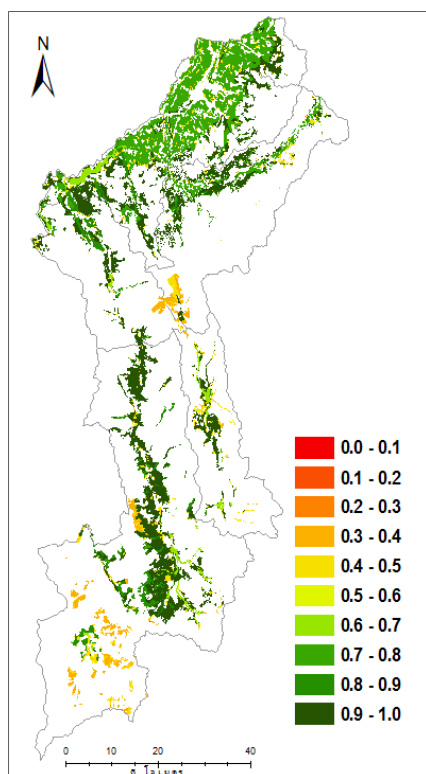
รูปที่ 3.38 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมมะม่วง

ตารางที่ 3.35ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของมะม่วง

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	345,471.97	48.83
S2	0.4 - 0.7	233,810.14	33.04
S3	0.1 - 0.4	468.11	0.07
N	0.0 - 0.1	127,812.02	18.06
รวมพื้นที่		707,562.23	100.00

ตารางที่ 3.35ข. สรุปพื้นที่มะม่วงที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม

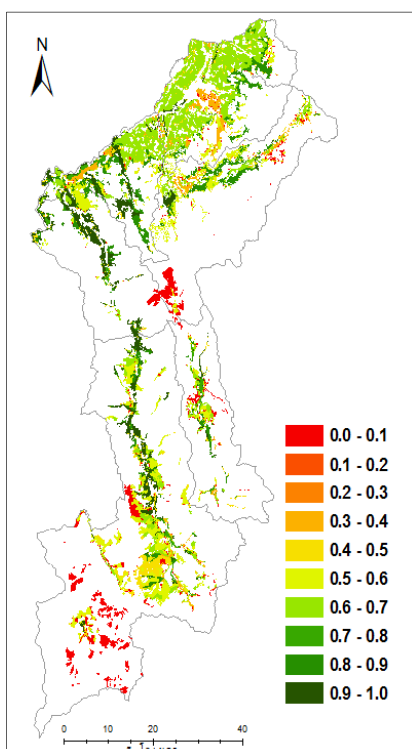
ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	8,445.51	60.85
S2	0.4 - 0.7	5,395.66	38.87
S3	0.1 - 0.4	38.96	0.28
รวมพื้นที่		13,880.13	100.00



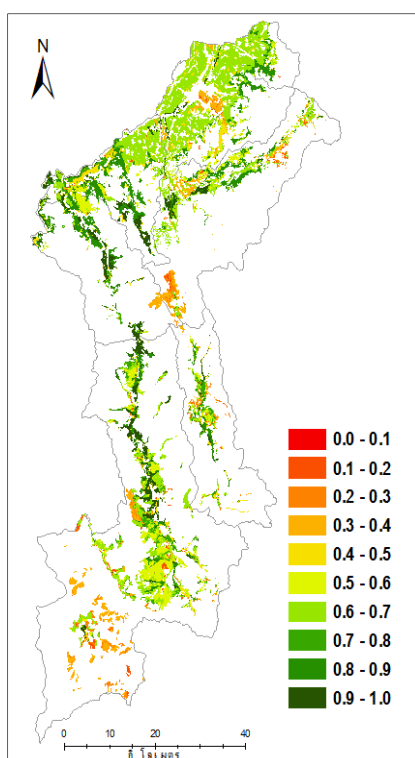
รูปที่ 3.39 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมสับปะรด

ตารางที่ 3.36ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของสับปะรด

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	330,136.16	46.67
S2	0.4 - 0.7	225,224.49	31.84
S3	0.1 - 0.4	24,594.13	3.48
N	0.0 - 0.1	127,607.45	18.04
รวมพื้นที่		707,562.23	100.00



รูปที่ 3.40 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมปาล์มน้ำมัน



รูปที่ 3.41 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมอ้อย

ตารางที่ 3.37ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของปาล์มน้ำมัน

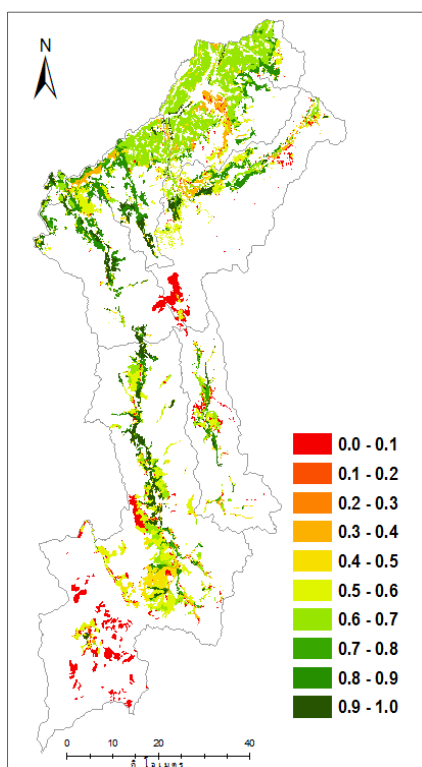
ชั้นความเหมาะสม	ดัชนีความเหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	388,970.44	54.97
S2	0.4 - 0.7	192,279.71	27.17
S3	0.1 - 0.4	811.12	0.11
N	0.0 - 0.1	125,500.96	17.74
รวมพื้นที่		707,562.23	100.00

ตารางที่ 3.38ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของอ้อย

ชั้นความเหมาะสม	ดัชนีความเหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	235,716.12	33.31
S2	0.4 - 0.7	318,790.20	45.05
S3	0.1 - 0.4	25,810.79	3.65
N	0.0 - 0.1	127,245.12	17.98
รวมพื้นที่		707,562.23	100.00

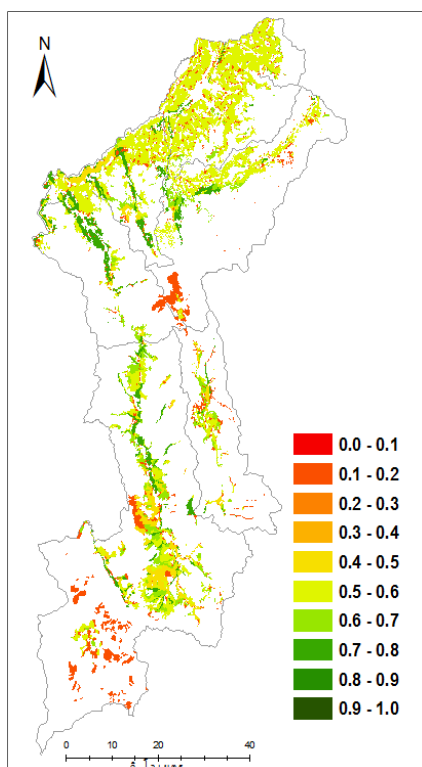
ตารางที่ 3.38ข. สรุปพื้นที่อ้อยที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดินจำแนกตามระดับชั้นความเหมาะสม

ชั้นความเหมาะสม	ดัชนีความเหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	145.88	23.65
S2	0.4 - 0.7	470.87	76.35
S3	0.1 - 0.4	0	-
รวมพื้นที่		616.75	100.00



รูปที่ 3.42 แผนที่ดัชนีความเหมาะสม

ยางพารา



รูปที่ 3.43 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมมันสำปะหลัง

ตารางที่ 3.39ก. สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของยางพารา

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	168,140.76	23.76
S2	0.4 - 0.7	305,648.96	43.20
S3	0.1 - 0.4	128,527.23	18.16
N	0.0 - 0.1	105,245.29	14.87
รวมพื้นที่		707,562.23	100.00

ตารางที่ 3.39ข. สรุปพื้นที่ยางพาราที่ปลูกในปี 2553 บนที่ดินจำแนก

ตามระดับชั้นความเหมาะสม

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	777.34	21.71
S2	0.4 - 0.7	2,462.33	68.78
S3	0.1 - 0.4	340.57	9.51
รวมพื้นที่		3,580.24	100.00

ตารางที่ 3.40 สรุปพื้นที่ตามระดับชั้นความเหมาะสมของมันสำปะหลัง

ชั้นความ เหมาะสม	ดัชนีความ เหมาะสม	เนื้อที่	
		(ไร่)	(%)
S1	0.7 - 1.0	166,496.87	23.53
S2	0.4 - 0.7	409,413.34	57.86
S3	0.1 - 0.4	3,910.11	0.55
N	0.0 - 0.1	127,741.91	18.05
รวมพื้นที่		707,562.23	100.00

ตารางที่ 3.41 ได้จากการเปรียบเทียบจำนวนที่ดินที่มีดัชนีความเหมาะสมอย่างต่ำ 0.7 กับ พื้นที่เพาะปลูกในปี 2553 ในจังหวัดลำพูนสำหรับพืชที่เกษตรกรปลูกในฤดูฝน โดยภาพรวมการใช้ประโยชน์ที่ดินในฤดูฝนได้แก่ ลำไย และข้าว ที่มีเนื้อที่เพาะปลูกใกล้เคียงกันคือประมาณร้อยละ 41 และ 26.6 ของพื้นที่ใช้ในการเกษตรได้ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (14.8 %) อีกร้อยละ 11.5 เป็นพืชอื่น ๆ และมีพื้นที่ปล่อยทิ้งร้างโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ในทางเกษตรร้อยละ 1.6 เป็นที่น่าสังเกตว่ามีข้าวนาปีชนิดเดียวที่มีการปลูกเต็มพื้นที่ที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป ส่วนพืชชนิดอื่นพื้นที่เพาะปลูกจริงยังต่ำกว่าพื้นที่ที่มีศักยภาพ ดังนั้นยังสามารถปลูกทดแทนพืชอื่นที่มีอยู่เดิมได้ หากนโยบายด้านการผลิตและการค้าตลอดจนด้านสิ่งแวดล้อม เอื้ออำนวยให้ขยายพื้นที่การผลิตพืชที่เป็นเป้าหมาย

ตารางที่ 3.41 สรุปจำนวนพื้นที่ดินที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมอย่างน้อย 0.7 และพื้นที่เพาะปลูกพืชฤดูฝนในปี 2553 ในจังหวัดลำพูน

ชนิดพืช	จำนวนที่ดินที่มีดัชนีความเหมาะสมอย่างต่ำ 0.7 (ไร่)	พื้นที่เพาะปลูกในปี 2553	
		(ไร่)	% พื้นที่เพาะปลูก
ข้าวนาปี	434,020.91	186,902.11	26.59
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูฝน	363,196.74	104,226.34	14.83
ถั่วลิสง	358,699.21	700.32	0.10
ลำไย	430,098.25	288,516.04	41.05
มะม่วง	345,471.97	24,573.84	3.50
สบู่ดำ	330,136.16	N/A	N/A
ปาล์มน้ำมัน	388,970.44	143.38	N/A
อ้อย	235,716.12	617.67	0.09
ยางพารา	168,140.76	5,204.17	0.74
หอมแดงฤดูฝน	4,404.84	27.76	0.00
มันสำปะหลัง	166,496.87	N/A	N/A
พื้นที่ทิ้งร้าง	N/A	11,313.01	1.61
พื้นที่เกษตรอื่น	N/A	80,635.40	11.47
รวมพื้นที่เพาะปลูกพืชฤดูฝนปี 2553		702,860.06	100.00

สำหรับการเปรียบเทียบจำนวนที่ดินที่มีดัชนีความเหมาะสมอย่างต่ำ 0.7 กับ พื้นที่เพาะปลูกในปี 2553 ในจังหวัดลำพูนสำหรับพืชที่เกษตรกรปลูกในฤดูแล้งมีรายละเอียดอยู่ในตารางที่ 3.42 จะเห็นว่าพื้นที่การเกษตรถูกทิ้งร้างไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ถึงร้อยละ 35.0 เนื่องจากอยู่ในพื้นที่นอกเขตชลประทานหรือไม่มีแหล่งน้ำชลประทานอื่นเพื่อสนับสนุนการผลิต ในบรรดาพื้นที่เพาะปลูกที่อาศัยแหล่งน้ำชลประทานประเภทต่าง ๆ ส่วนใหญ่ (41.1%) ใช้ในการปลูก

ลำไย พื้นที่ ๆ เหลือใช้ในการปลูกหอมแดง (3.6%) ข้าวนาปรัง (1.5%) มะม่วง (3.5%) นอกนั้นเป็นถั่วเหลือง (0.6%) ยาสูบ (0.4%) ข้าวโพดฝักอ่อน (0.3%) กระเทียม (0.2%) และพืชอื่น ๆ รวมกันประมาณร้อยละ 11.47

การแสดงผลการประเมินค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินสำหรับแต่ละพืชเป้าหมายในรูปแบบและตารางข้างบน เป็นการแสดงผลฤทธิ์ในระดับจังหวัด คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินสำหรับแต่ละหน่วยจัดการทรัพยากร (LRU) แต่ไม่ได้แสดงเป็นแผนที่ดัชนีความเหมาะสมสำหรับ LRU ซึ่งมีทั้งหมด 19 หน่วย (ตารางที่ 3.1) เนื่องจากจะเป็นการซ้ำซ้อนกับการแสดงแผนที่ดัชนีความเหมาะสมของที่ดินระดับจังหวัด แต่ได้จัดทำเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ไว้เพื่อนำข้อมูลจำนวนเนื้อที่ที่มีความเหมาะสมเชิงกายภาพอย่างน้อย 0.7 สำหรับแต่ละพืชในแต่ละ LRU ซึ่งแสดงเป็นตารางสรุปจำนวนไร่ในแต่ละ LRU และแต่ละระบบการผลิตพืช ที่ดินที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป โดยแยกเป็นพืชที่ปลูกในฤดูฝน (ตารางที่ 3.41) และพืชฤดูแล้ง (ตารางที่ 3.42) ข้อมูลเหล่านี้รวมทั้งพื้นที่การเกษตรทั้งหมดจะนำไปใช้ในสมการข้อจำกัดในแบบจำลอง IMGP ต่อไป

ตารางที่ 3.42 จำนวนพื้นที่ดินที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมอย่างน้อย 0.7 และพื้นที่เพาะปลูกพืชฤดูแล้งในปี 2553 ในจังหวัดลำพูน

ชนิดพืช	จำนวนที่ดินที่มีค่าดัชนีความเหมาะสม อย่างต่ำ 0.7 (ไร่)	พื้นที่เพาะปลูกในปี 2553	
		(ไร่)	% พื้นที่เพาะปลูก
ข้าวนาปรัง	40,974.57	10,577.31	1.50
ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูแล้ง	52,625.53	1,933.40	0.28
ถั่วเหลืองฤดูแล้ง	370,205.47	4,400.39	0.63
กระเทียมฤดูแล้ง	374,173.95	1,345.75	0.19
หอมแดงฤดูแล้ง	361,966.30	24,956.40	3.55
มันฝรั่งฤดูแล้ง	27,605.08	2,500.04	0.36
ยาสูบฤดูแล้ง	37,974.60	2,698.19	0.38
พืชผักฤดูแล้ง	363,549.64	9,106.49	1.30
ลำไย	430,098.25	288,516.04	41.05
มะม่วง	345,471.97	24,573.84	3.50
สบู่ดำ	330,136.16	N/A	N/A
ปาล์มน้ำมัน	388,970.44	143.38	0.02
อ้อย	235,716.12	617.67	0.09
ยางพารา	168,140.76	5,204.17	0.74
มันสำปะหลัง	166,496.87	N/A	N/A
พื้นที่ทิ้งร้าง	N/A	245,651.57	34.95
พื้นที่เกษตรอื่น	N/A	80,635.40	11.47
รวมพื้นที่เพาะปลูกพืชฤดูแล้งปี	2553	702,860	100.00

บทที่ 4

การสร้างแบบจำลองการจัดที่ดินเพื่อการเกษตรที่เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์

ในบทนี้ จะได้อธิบายถึงรายละเอียดการกำหนดวัตถุประสงค์การใช้ที่ดิน การสร้างแบบจำลองการเลือกการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์ การเก็บข้อมูลการผลิตตามหน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (LRU) และการสร้างสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง ส่วนการวิเคราะห์ผลของแบบจำลองจะได้นำเสนอในบทที่ 6

4.1 การหาวัตถุประสงค์การจัดที่ดินเพื่อการเกษตรที่เหมาะสมกับผู้ใช้ประโยชน์ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

วัตถุประสงค์ของการจัดที่ดินให้เหมาะสมทางการเกษตรประกอบด้วยวัตถุประสงค์ที่มีความสำคัญและต้องมีการสมดุลกันใน 3 ด้าน คือ

- วัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจ
- วัตถุประสงค์ด้านสังคม
- วัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม

ทั้งนี้ วัตถุประสงค์ 3 ด้านนี้ ควรได้มีการแจกแจงวัตถุประสงค์ย่อยในแต่ละด้าน เช่น วัตถุประสงค์ทางด้านเศรษฐกิจ อาจรวมด้านรายได้ หรือ ด้านต้นทุนการผลิต วัตถุประสงค์ด้านสังคม อาจรวมด้านการจ้างงานสูงสุด และการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร วัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม อาจรวมด้านการชะล้างพังทลายของดิน การใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืช และการใช้ปุ๋ยเคมี เป็นต้น อย่างไรก็ตาม วัตถุประสงค์ย่อยในแต่ละด้านนี้ จะขึ้นอยู่กับบทพิจารณาของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ต่อไป

เมื่อเริ่มโครงการ คณะผู้วิจัยต้องการทราบวัตถุประสงค์ของการจัดที่ดินเพื่อการเกษตรที่เหมาะสมซึ่งต้องมีการระดมสมองของเจ้าหน้าที่ฝ่ายแผน เจ้าหน้าที่ระดับจังหวัดทั้งด้านการเกษตร การชลประทาน การปฏิรูปที่ดิน ดังนั้น คณะผู้วิจัย ได้จัดประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (stakeholders) ในวันที่ 26 พฤศจิกายน 2551 โดยได้เชิญผู้ที่เกี่ยวข้องในระดับการวางแผนจังหวัด มาจำนวน 19 คน ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร ที่มาประชุมเริ่มโครงการกับคณะนักวิจัย

หน่วยงาน	จำนวน
สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน	6 คน
โครงการชลประทานลำพูน	1 คน
สำนักงานปฏิรูปที่ดิน จังหวัดลำพูน	3 คน
สำนักพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมภาคเหนือ	3 คน
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 จังหวัดเชียงใหม่	2 คน
สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่	1 คน
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขต 1 เชียงใหม่	3 คน
รวม	19 คน

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 คำนำนหนักที่ได้ในแต่ละหมวดของวัตถุประสงค์มีคะแนนเต็มเท่ากับ 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

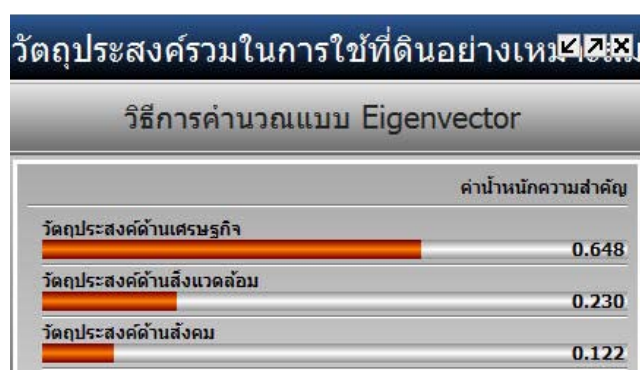
3.1 ความเสื่อมโทรมของดินต่ำสุด

3.2 การใช้สารเคมีต่ำสุด

3.3 การใช้ปุ๋ยเคมีต่ำสุด

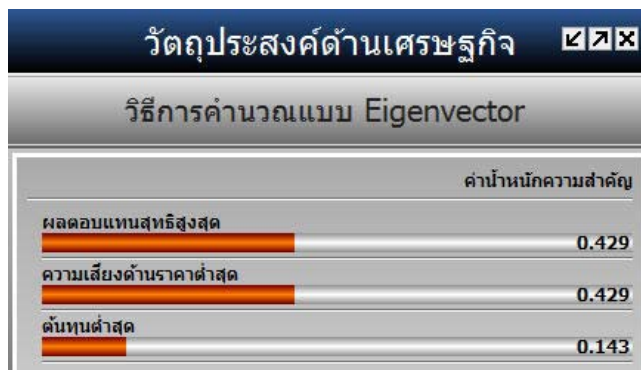
3.4 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

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



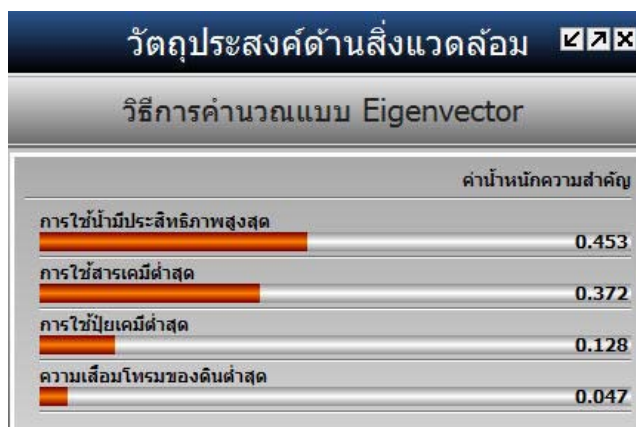
รูปที่ 4.2 น้ำหนักระหว่างวัตถุประสงค์ด้านต่างๆ

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 ในพื้นที่ตำบลทุ่งกล้วยและตำบลภูซาง อำเภอภูซาง 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 หนองปลาสรวย 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 นองช้างคื่น 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 เพื่อนำมาวิเคราะห์จัดทำเป็นสัมประสิทธิ์การผลิตพืชที่ต้องการใช้ในรูปแบบจำลอง

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) ในวิธีการแรกผู้ใช้งานจะต้องระบุค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ก่อนที่คำนวณหาคำตอบที่เหมาะสม 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 (เบญจวรรณ และคณะ, 2552) พร้อมทั้งกำหนดค่าเบี่ยงเบนที่ยอมรับได้ (d_j) จากผลลัพธ์ที่เหมาะสมของแต่ละวัตถุประสงค์ $Z(O_j)$ จากนั้นคำนวณหาผลลัพธ์จากการ 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)

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

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

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 ข้อมูลในการทำน้าหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ในการจัดที่ดินเพื่อการเกษตรในกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ข้อมูลพื้นฐานของทางจังหวัดลำพูน และ ข้อมูลที่ได้วิเคราะห์จากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในด้านการชะล้างพังทลายของดิน การใช้น้ำ 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) และผลผลิตภาพของการใช้น้ำเพื่อการเกษตร (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 และผลผลิตภาพของการใช้น้ำเพื่อการเกษตร 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

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

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

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

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

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

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

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

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

และทุกช่วงเวลา k ($k=1..36$) (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 นักวิเคราะห์จะนำค่าเป้าหมายใหม่ที่ผู้ตัดสินใจประสงค์จะให้ยืดหยุ่นขึ้นไปคำนวณใหม่แบบจำลองจะให้ผลลัพธ์ใหม่ซึ่งนักวิเคราะห์จะนำไปเสนอให้ผู้ตัดสินใจพิจารณาว่าพึงพอใจหรือไม่ 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

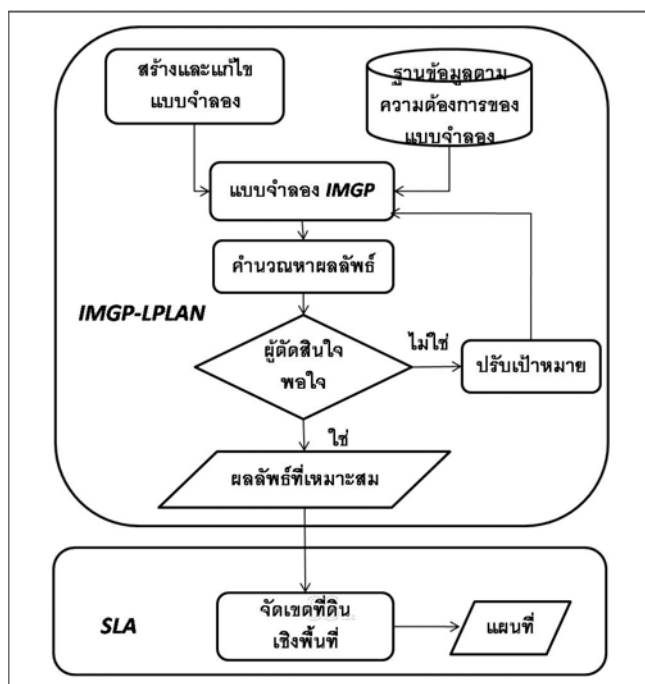
นอกจากนี้ (Lu et al., 2004) ได้บูรณาการแบบจำลองพืชเข้ากับแบบจำลอง IMGP เพื่อใช้ในการจัดการ ทรัพยากรที่ดินบนที่ราบสูงในประเทศจีน พร้อมกับดัดแปลงวิธีการหาผลลัพธ์จากแบบจำลองที่มีหลายเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยล่าสุดที่เป็นความพยายามที่จะบูรณาการ IMGP เข้ากับ GIS เพื่อสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ 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 เพื่อแสดงผลการจัดเขตที่ดินในรูปแบบที่ด้วยระบบ GIS (รูปที่ 5.1)



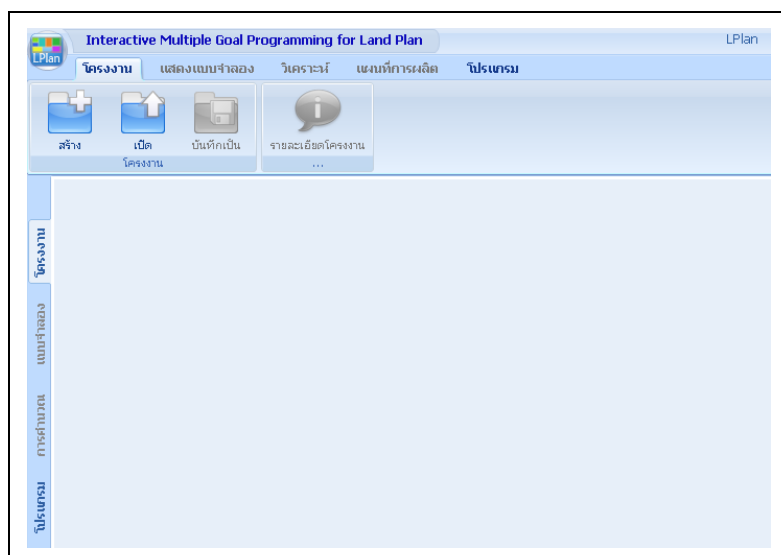
รูปที่ 5.1 กระบวนการสำคัญในการพัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการที่ดินแบบหลายวัตถุประสงค์

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	คำอธิบายกลุ่มข้อจำกัด
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.)

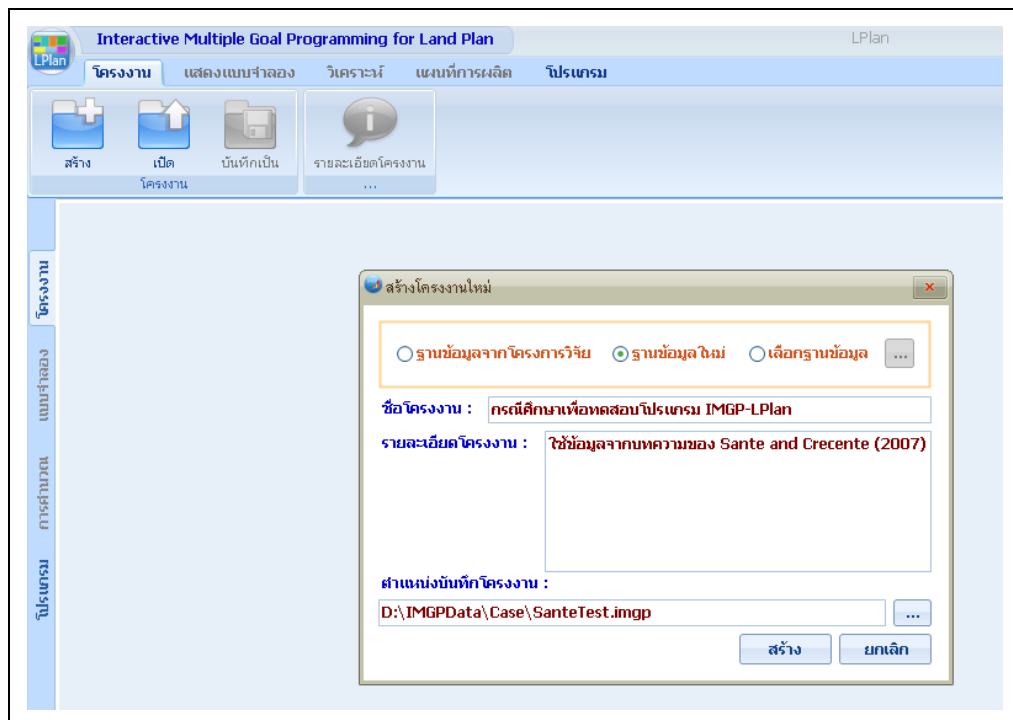
	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1											
2	ชื่อหน่วยงาน	คำอธิบายนโยบาย			ชื่อวัตถุประสงค์	SceEco	SceSoc	SceEnv			
3	SceEco	เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม			GM	1	3	5			
4	SceSoc	สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม			PC	2	4	6			
5	SceEnv	สิ่งแวดล้อม > สังคม > เศรษฐกิจ			RE	3	1	3			
6					AL	4	2	4			
7					AC	5	5	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.)

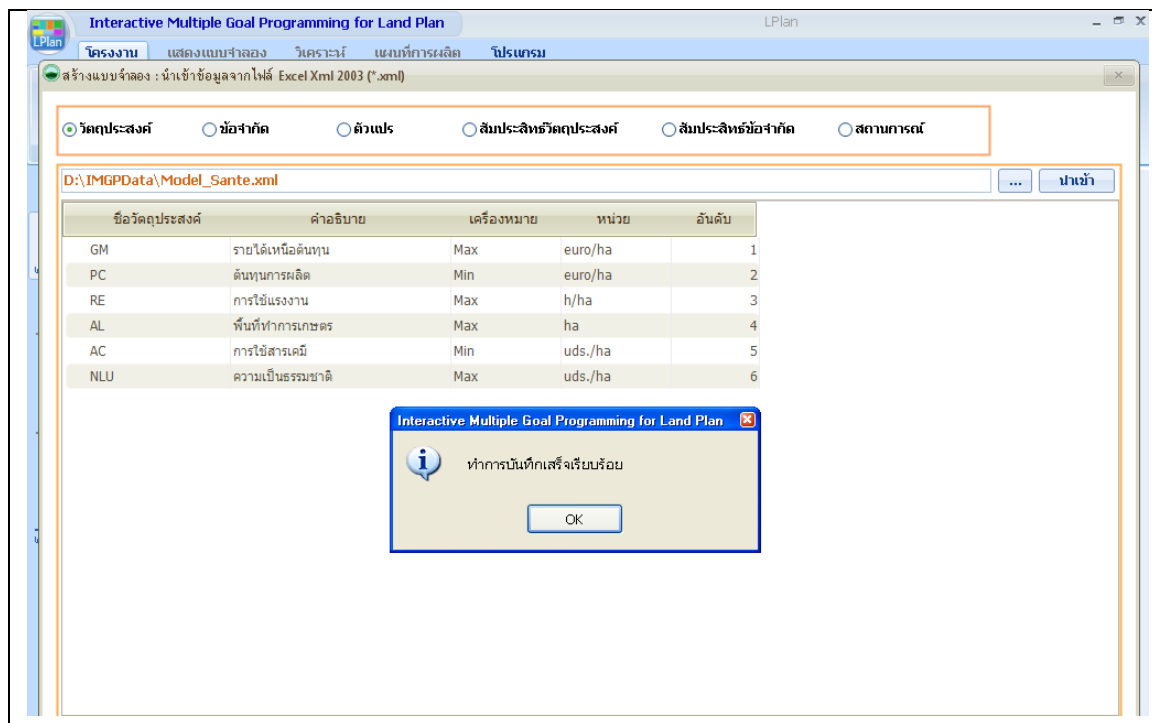
รูปที่ 5.4 การเตรียมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Excel โดยจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของวัตถุประสงค์และข้อจำกัด (ก.) และ คำนวณน้ำหนักความสำคัญของสถานการณ์แบบต่างๆ (ข.)

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

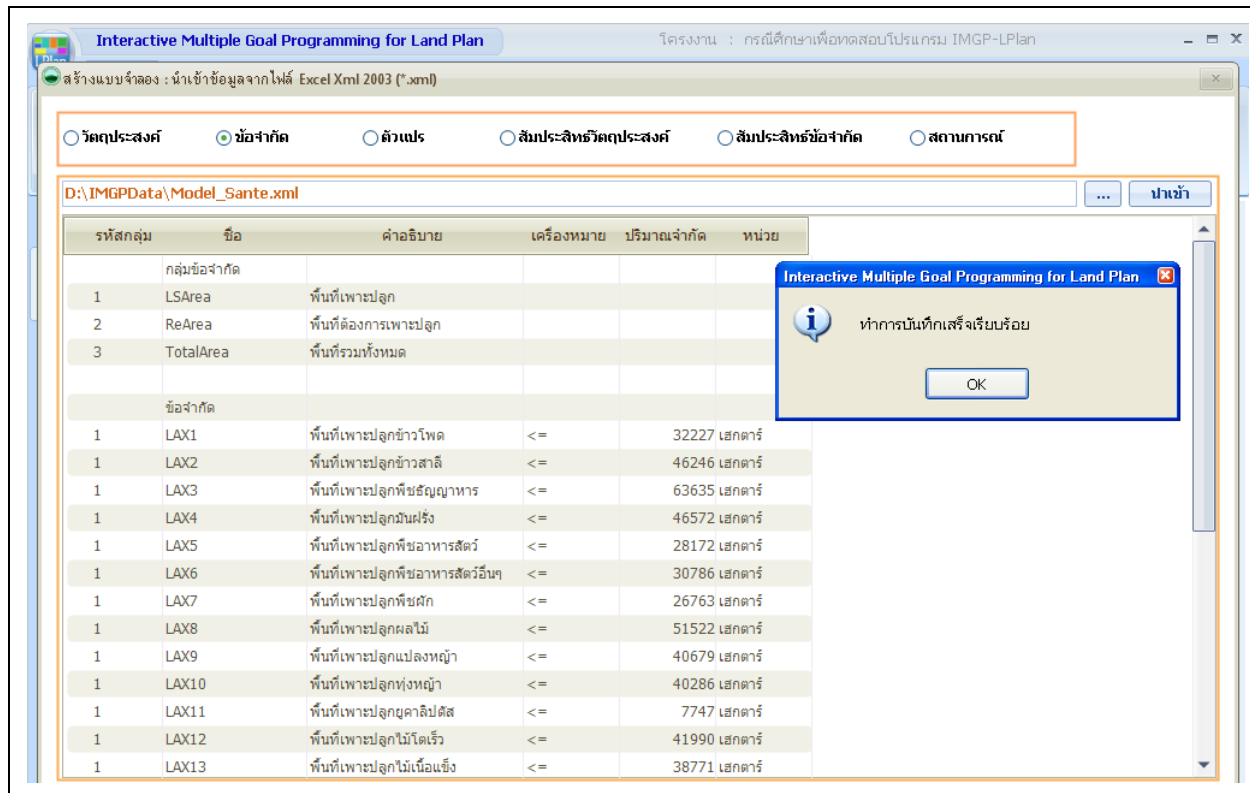


รูปที่ 5.5 หน้าต่านำเข้าโครงการใหม่จากฐานข้อมูลใหม่

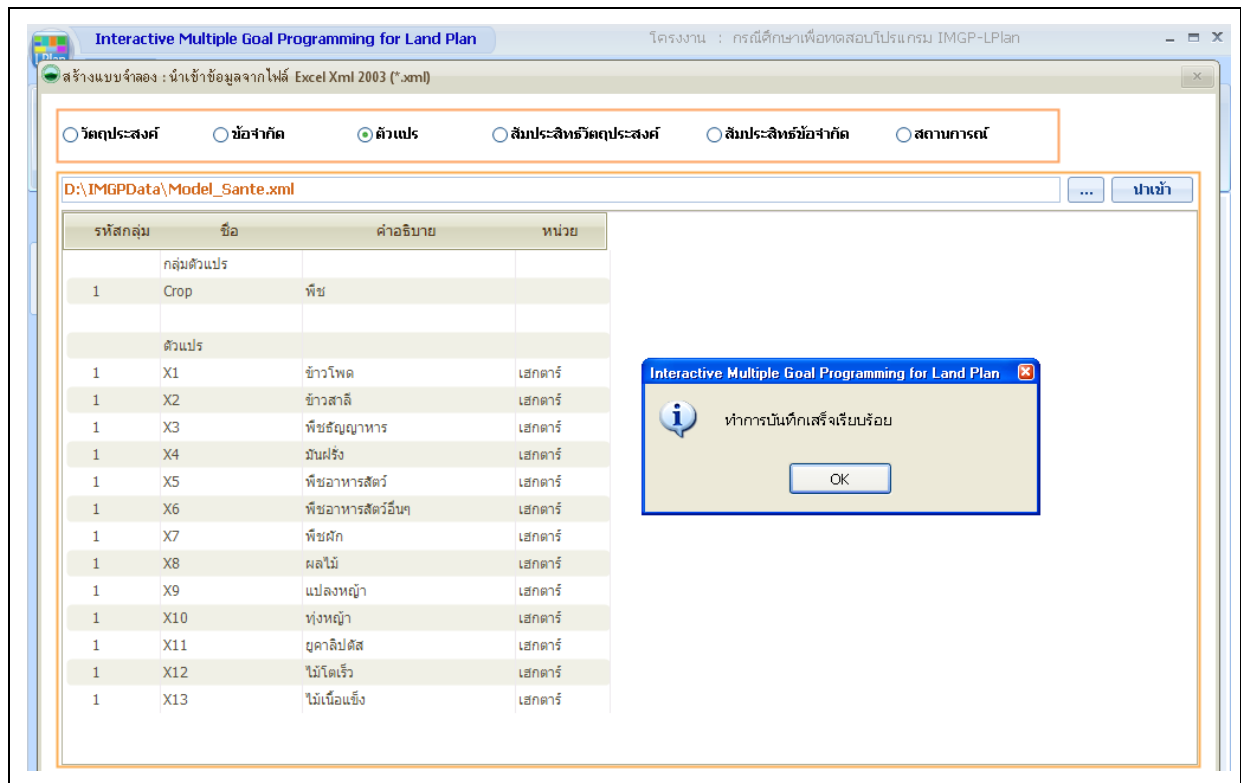


รูปที่ 5.6 หน้าต่านำเข้าชุดข้อมูลวัตถุประสงค์จากไฟล์ Excel (.xml)

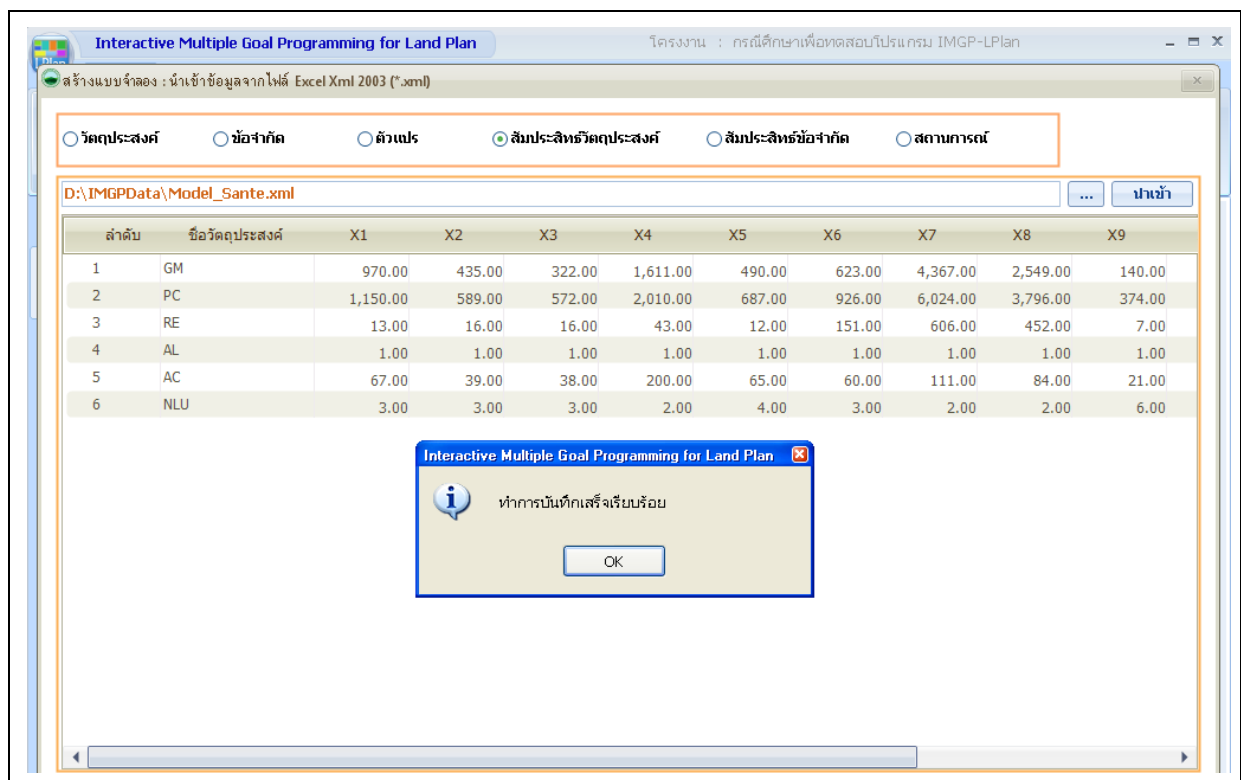
หลังจากนั้นผู้ใช้จึงนำเข้าชุดข้อมูลข้อจำกัด (รูปที่ 5.7) ตัวแปรตัดสินใจ (รูปที่ 5.8) ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการวัตถุประสงค์ (รูปที่ 5.9) ค่าประสิทธิภาพของสมการข้อจำกัด (รูปที่ 5.10) และค่าน้ำหนักความสำคัญที่จะใช้ในวิธีการ IWGP ค่าเบี่ยงเบนที่จะใช้ในวิธีการของ Lu และค่าผ่อนปรนที่จะใช้ในวิธีการจำลองแบบ STEP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



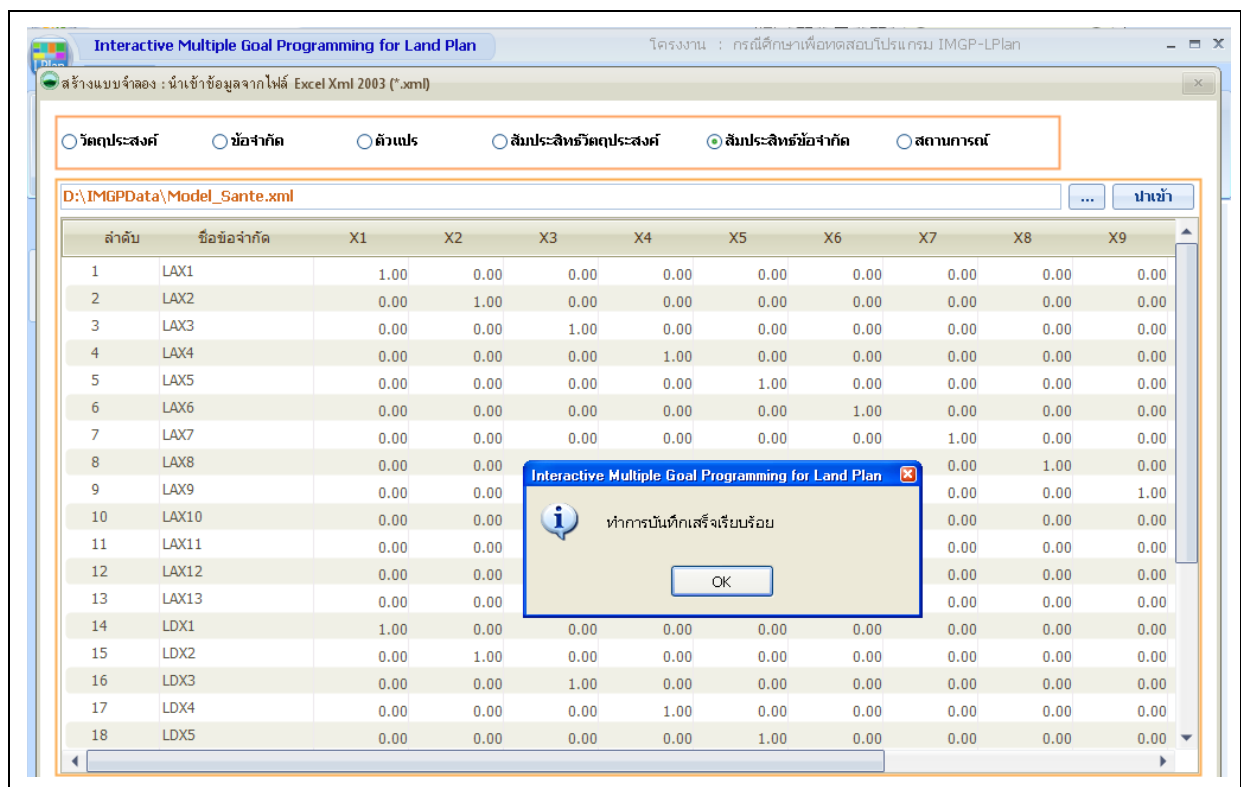
รูปที่ 5.7 หน้าต่างแสดงการนำเข้าชุดข้อมูลข้อจำกัดจากไฟล์ Excel (.xml)



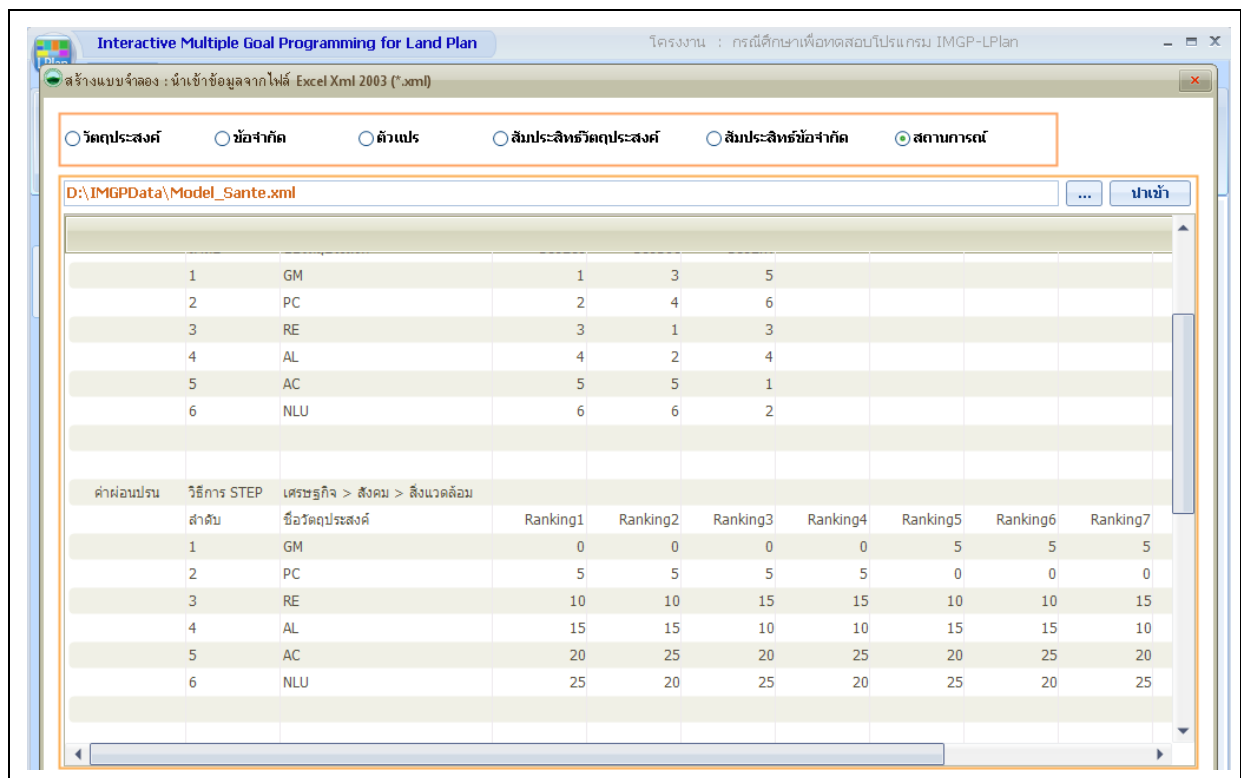
รูปที่ 5.8 หน้าต่างแสดงการนำเข้าชุดข้อมูลตัวแปรตัดสินใจจากไฟล์ Excel (.xml)



รูปที่ 5.9 หน้าต่างแสดงการนำเข้าชุดข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ของสมการวัตถุประสงค์จากไฟล์ Excel (.xml)



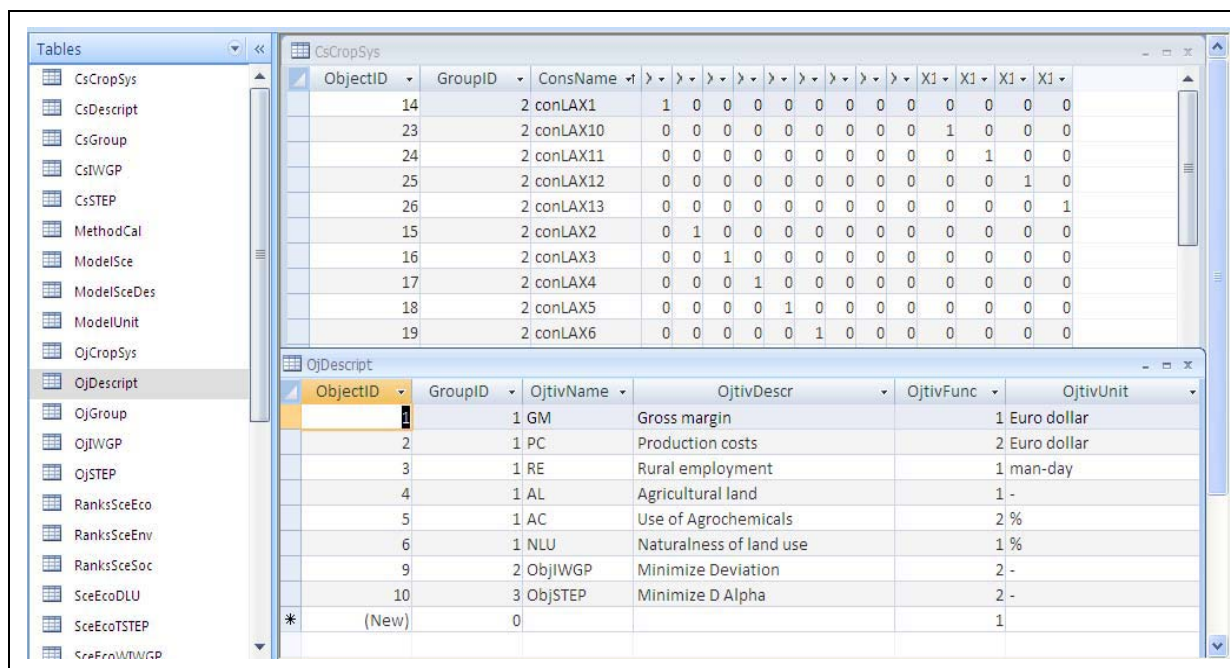
รูปที่ 5.10 หน้าต่างแสดงการนำเข้าชุดข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ของสมการข้อจำกัดจากไฟล์ Excel (.xml)



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

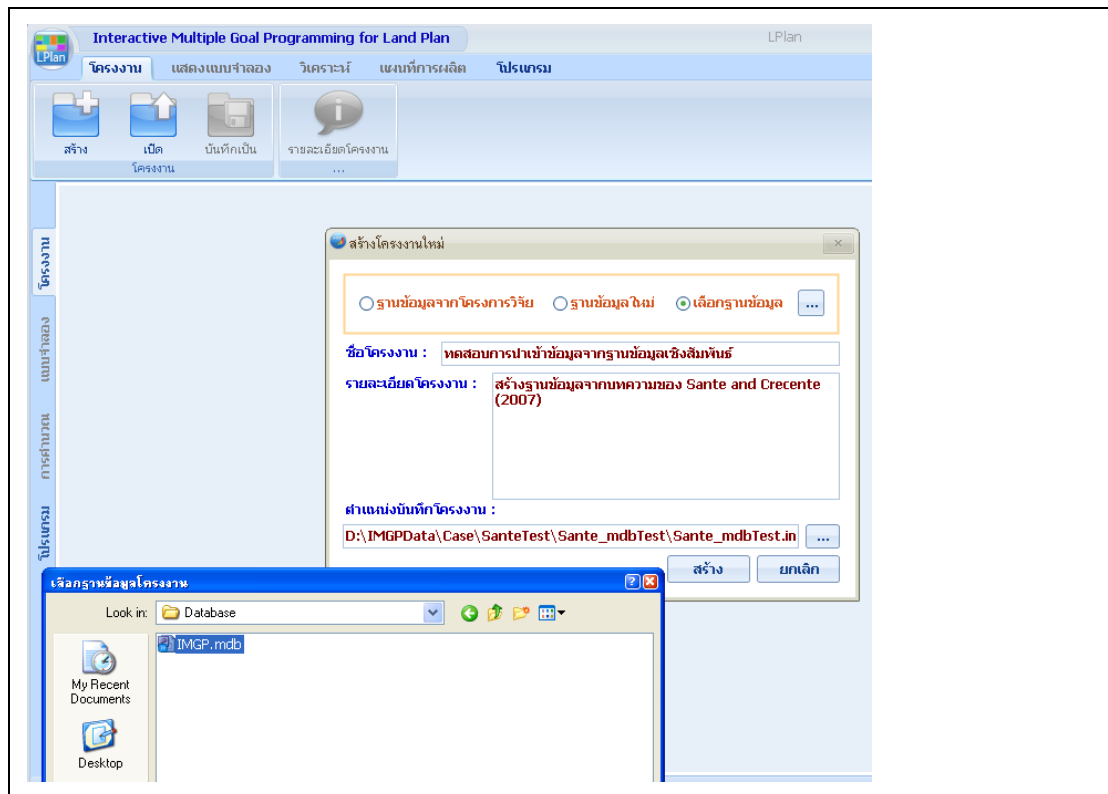


ObjectID	GroupID	ConsName										X1	X1	X1	X1
14	2	conLAX1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	2	conLAX10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
24	2	conLAX11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
25	2	conLAX12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
26	2	conLAX13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15	2	conLAX2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	2	conLAX3	0	0	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



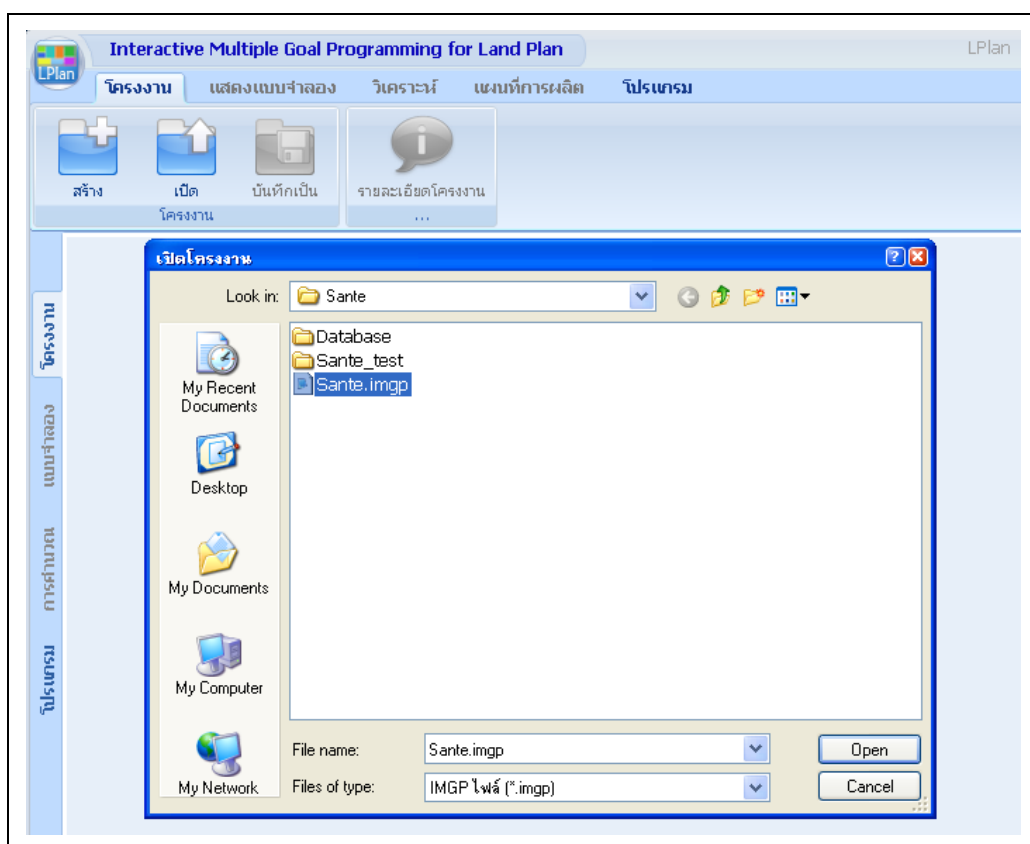
รูปที่ 5.13 หน้าต่างแสดงการสร้างโครงการโดยการนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ .mdb ของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

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

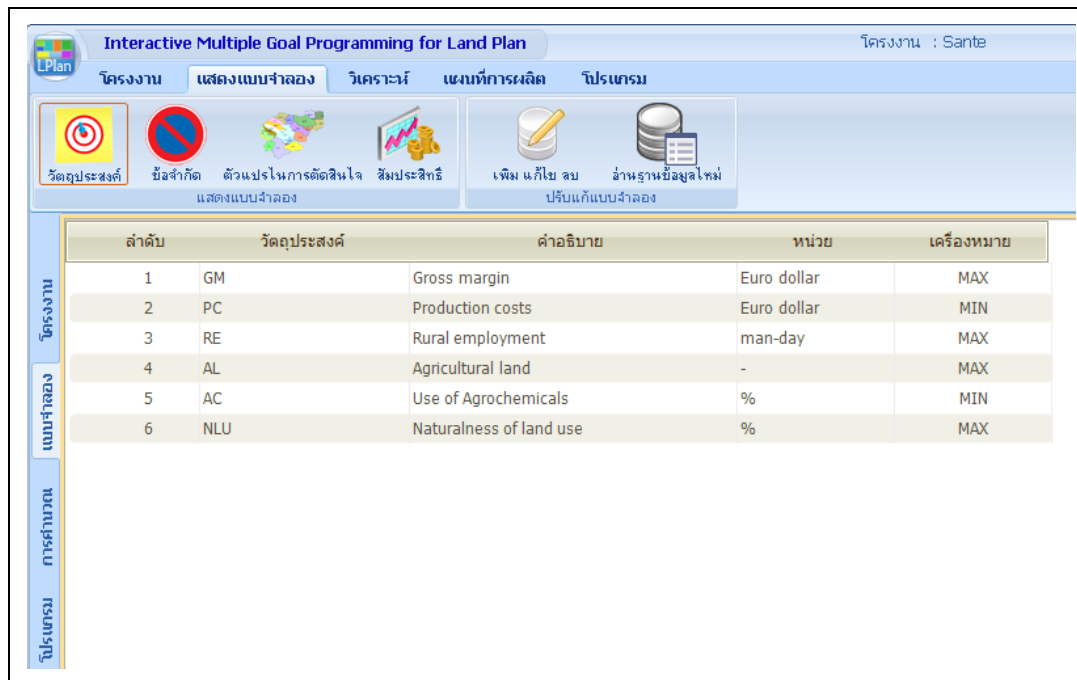
5.2.1.2 การเปิดโครงการเดิม

ในกรณีที่ได้อัปโหลดโครงการไว้เรียบร้อยแล้ว ไม่ว่าจะผ่านหน้าการนำเข้าจากไฟล์ .xml หรือ ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ดังได้อธิบายข้างบน ผู้ใช้สามารถเปิดโครงการนั้นมาตรวจสอบ แก้ไข และจำลองสถานการณ์ได้โดยเลือกเมนูโครงการและกดไอคอน “เปิด” โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างให้ผู้เลือกไฟล์ที่จัดเก็บโครงการ (รูปที่ 5.15) ในตัวอย่างนี้จะเปิดโครงการที่จัดเก็บข้อมูลชุดทดสอบจากบทความของ Santé and Crecente (2007) การจัดเก็บโครงการที่สร้างเสร็จแล้วจะเก็บในรูปไฟล์เดอร์ ภายในไฟล์เดอร์จะมีไฟล์เดอร์ย่อยชื่อ “Database” ที่ภายในมีตารางของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่จัดเก็บข้อมูลต่างๆที่จำเป็นในการสร้างและคำนวณหาผลลัพธ์ของแบบจำลอง IMGP นอกจากนี้ยังมีไฟล์นามสกุล .imgp ที่จัดเก็บรายละเอียดที่ผู้ใช้ระบุในขั้นตอนการสร้างโครงการ



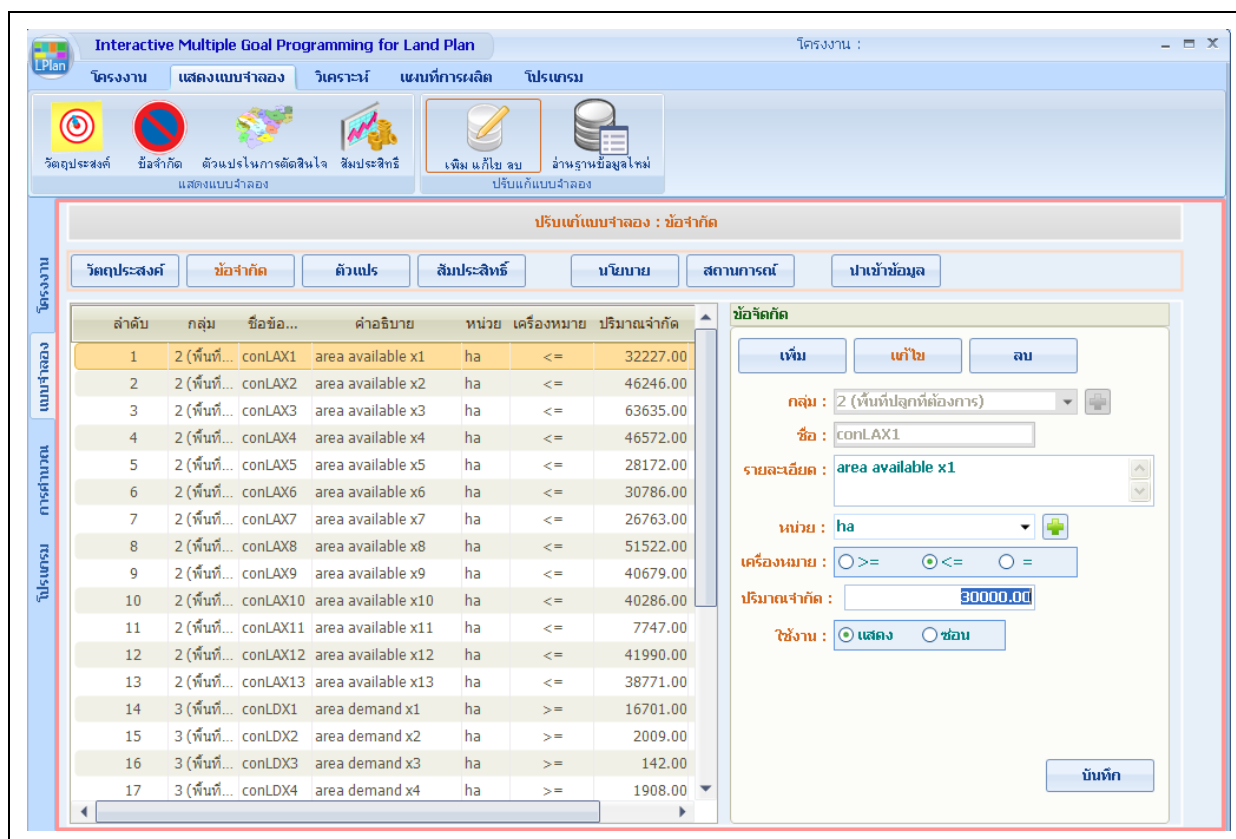
รูปที่ 5.15 หน้าต่างเลือกฐานข้อมูลในโครงการเดิมที่ใช้ทดสอบแบบจำลอง IMGP

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

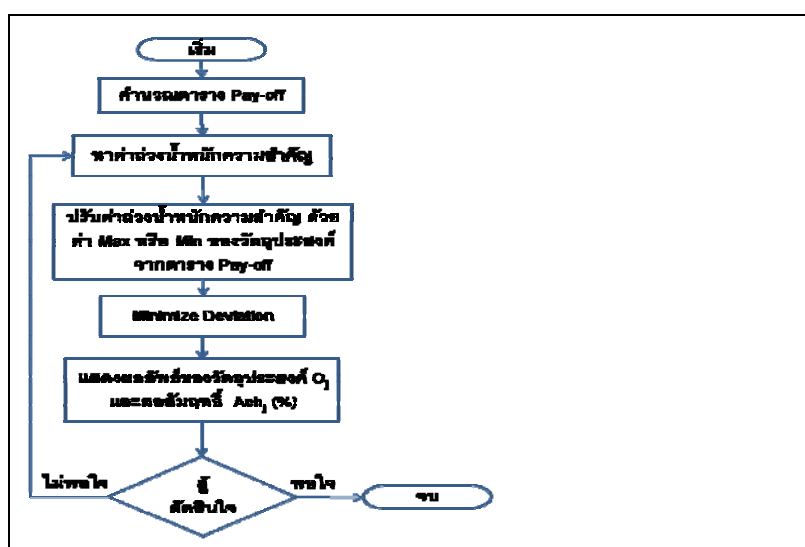


รูปที่ 5.17 หน้าต่างแก้ไขข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง IMGP

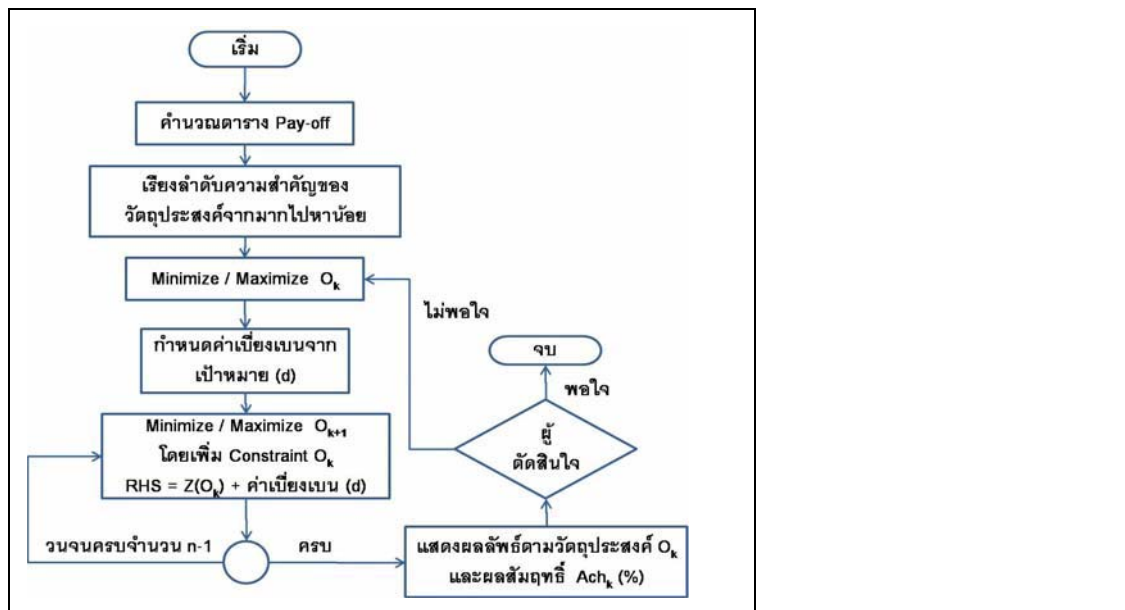
โปรแกรม *IMGP-LPlan* อำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลที่นำเข้าแล้วในแบบจำลอง เมื่อผู้ใช้เลือกเมนู “แสดงแบบจำลอง” แล้วกดไอคอน “เพิ่ม แก้ไข ลด” โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างปรับแก้แบบจำลอง โดยผู้ใช้สามารถเลือกองค์ประกอบของแบบจำลองที่ต้องการแก้ไข ตัวอย่างในรูปที่ 5.17 เป็นการแก้ไขข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง 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

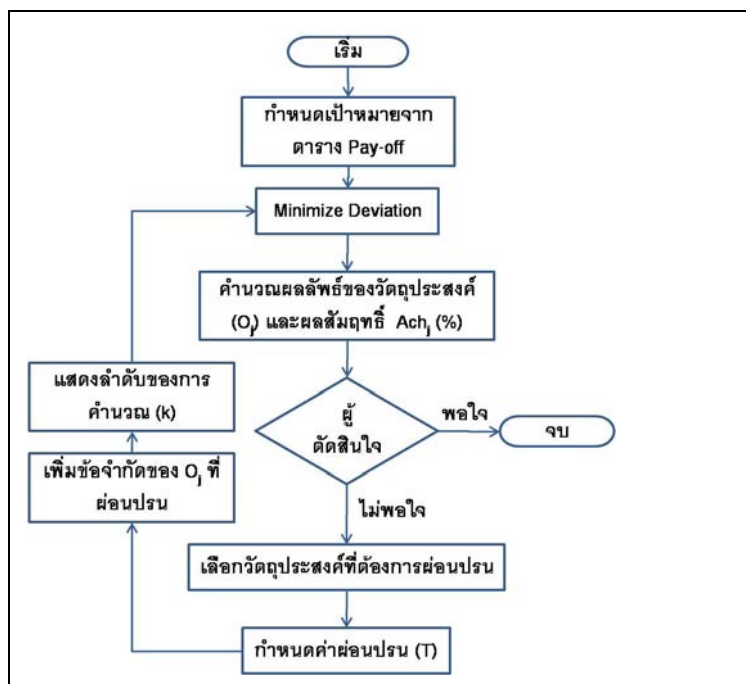
หลังจากที่สร้างแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์และข้อจำกัดของแบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ที่สร้างขึ้น คณะนักวิจัยได้พัฒนาส่วนการวิเคราะห์ในโปรแกรม *IMGP-LPlan* ให้ผู้ใช้สามารถเลือกวิธีการวิเคราะห์ คำนวณน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ค่าเบี่ยงเบนจากเป้าหมาย 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*



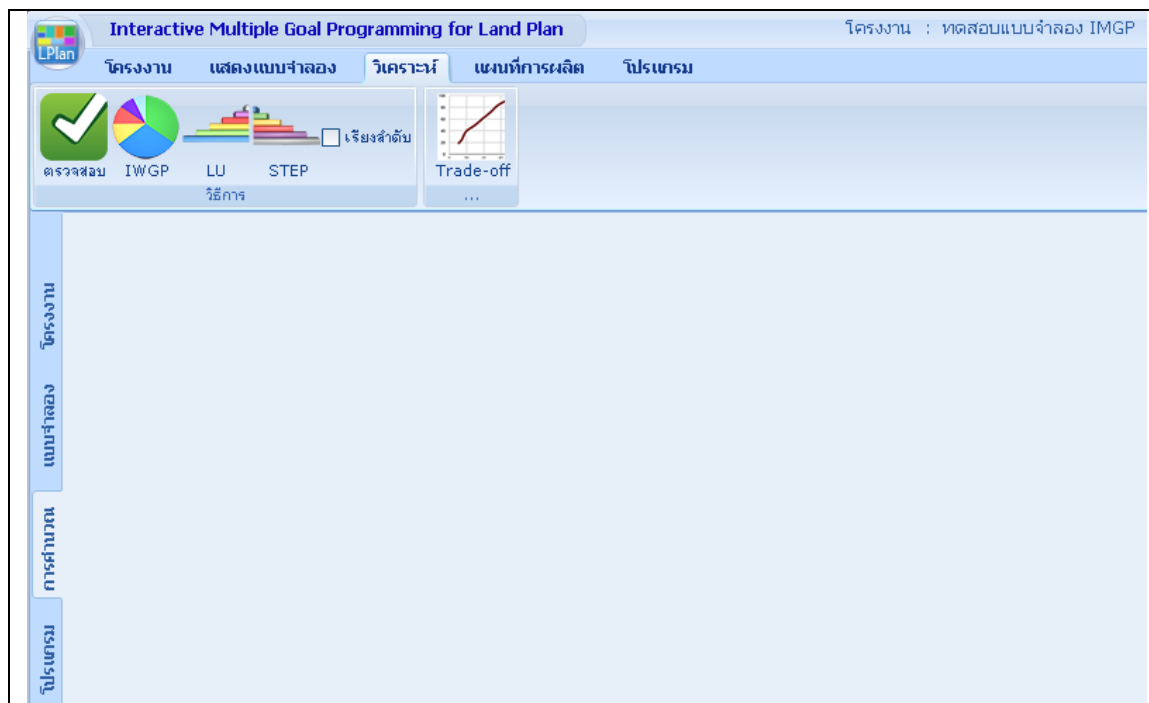
รูปที่ 5.19 ขั้นตอนการการจำลองหาแผนการผลิตที่เหมาะสมโดยวิธีการ Lu et al. (2004)



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

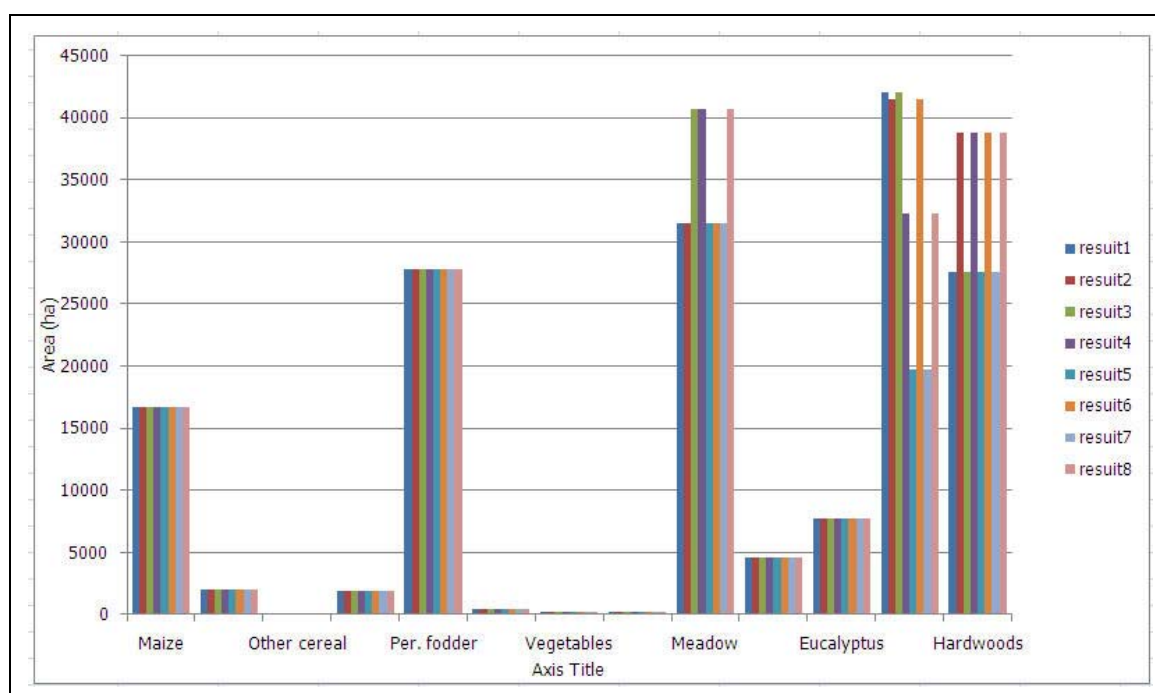
LINDO API เป็นโปรแกรม Solver ที่บริษัทผู้ผลิต *LINGO 11* พัฒนาขึ้นสำหรับผู้ที่ต้องการจะพัฒนา GUI ให้ผู้ใช้สามารถกำหนด วัตถุประสงค์ ค่าตัวแปรตัดสินใจ ข้อจำกัด และค่าพารามิเตอร์อื่นที่ต้องการในการคำนวณผลลัพธ์ของแบบจำลองโดยวิธีการต่างๆดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้พัฒนาสามารถใช้ภาษา Visual Basic.NET ในการพัฒนาหน้าต่างการใช้งานต่างๆที่จำเป็นสำหรับการนำเข้าข้อมูล 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

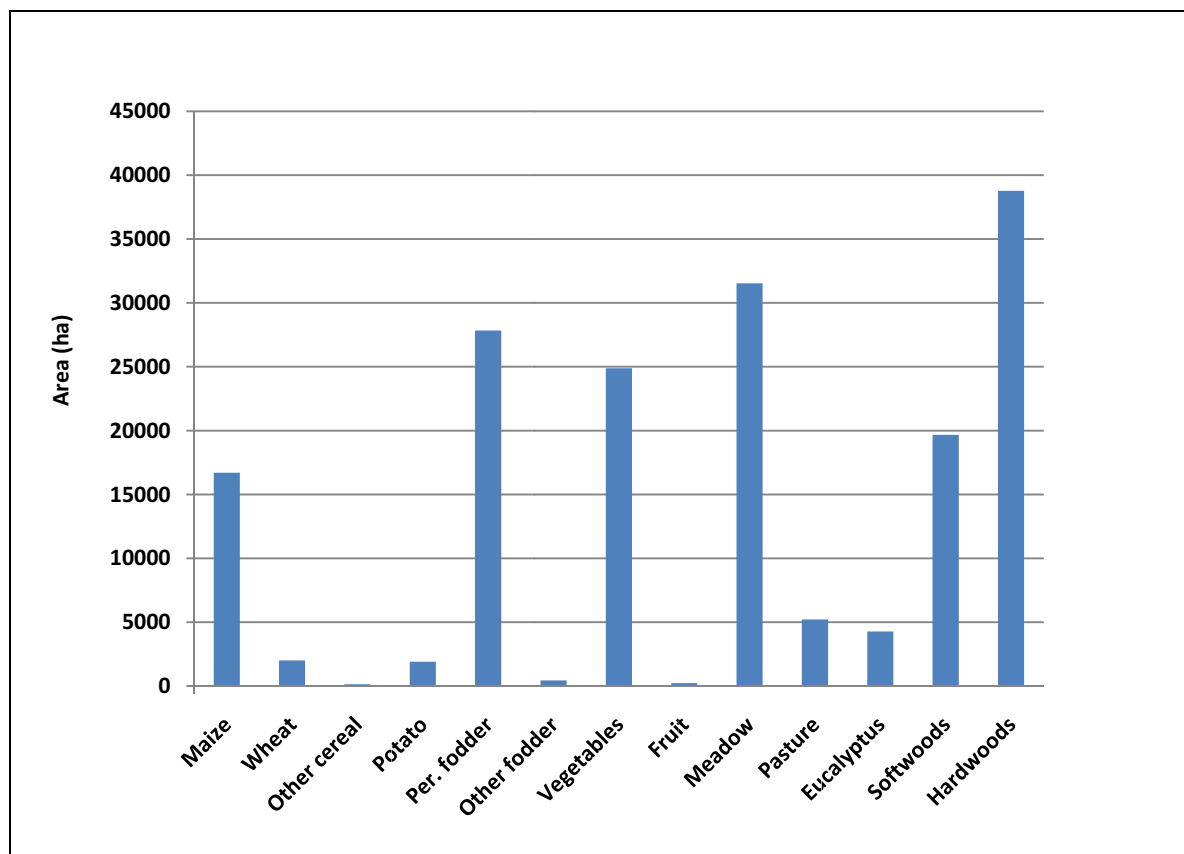
รูปที่ 5.22 เป็นผลลัพธ์จากการจำลองทางเลือกที่เหมาะสมในการใช้ที่ดินโดยใช้ข้อมูลทดสอบตามวิธีการ WGP ด้วยโปรแกรม *LINGO11* ในกรณีนี้สถานการณ์เป็นนโยบายที่เน้น เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม โดยมีการให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์และการเรียงลำดับความสำคัญของสถานการณ์ตาม ภาคผนวก ค ตารางที่ 1 ส่วน ภาคผนวก 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)

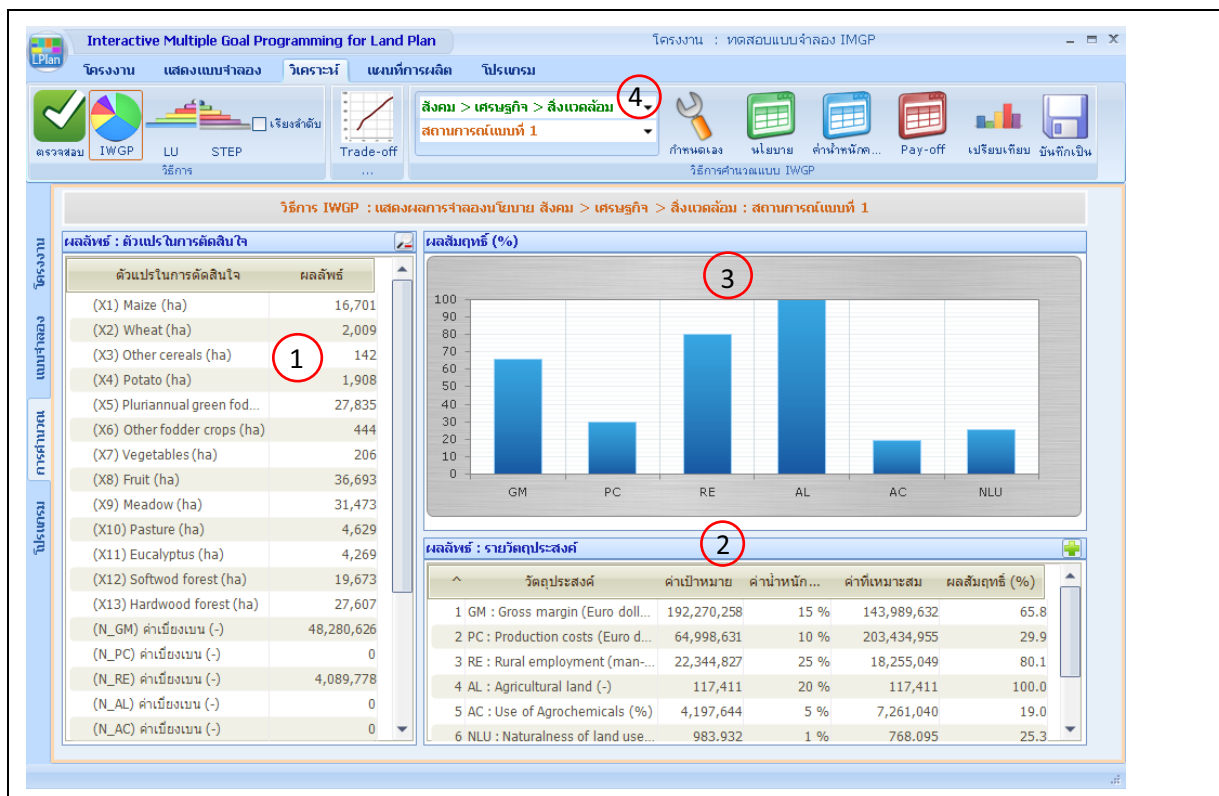
รูปที่ 5.24 แสดงตัวอย่างค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ในสถานการณ์แบบต่างๆ ที่ให้ความสำคัญของนโยบายด้าน เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ผู้ใช้อาจเลือกชุดทางเลือกใดมาแสดงก็ได้ตามสถานการณ์ที่ต้องการ รูปที่ 5.25 ในหน้าต่างส่วนที่ ④ เป็นชุดของสถานการณ์ที่ให้น้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน เศรษฐกิจ > 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

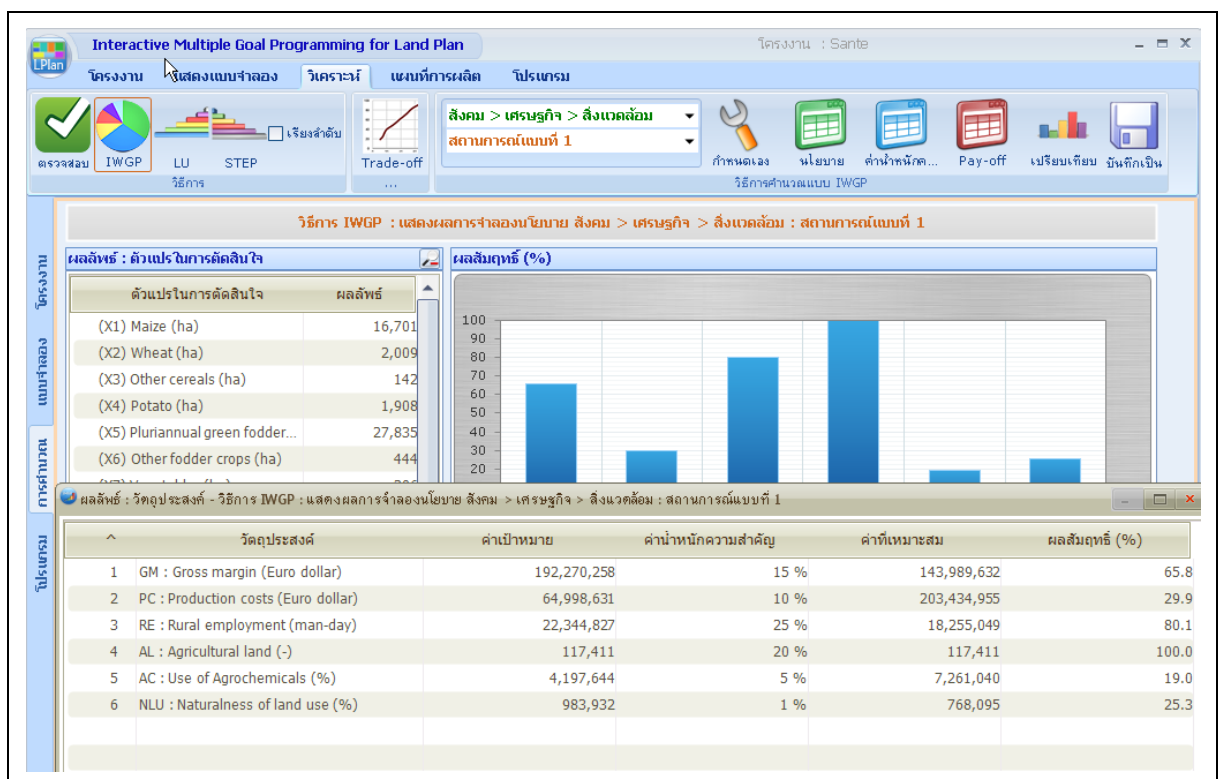
วัตถุประสงค์	Gross margin	Production costs	Rural employment	Agricultural land	Use of Agrochemicals	Naturalness of land...
สถานการณ์แบบที่ 1	25	20	15	10	5	1
สถานการณ์แบบที่ 2	25	20	15	10	1	5
สถานการณ์แบบที่ 3	25	20	10	15	5	1
สถานการณ์แบบที่ 4	25	20	10	15	1	5
สถานการณ์แบบที่ 5	20	25	15	10	5	1
สถานการณ์แบบที่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

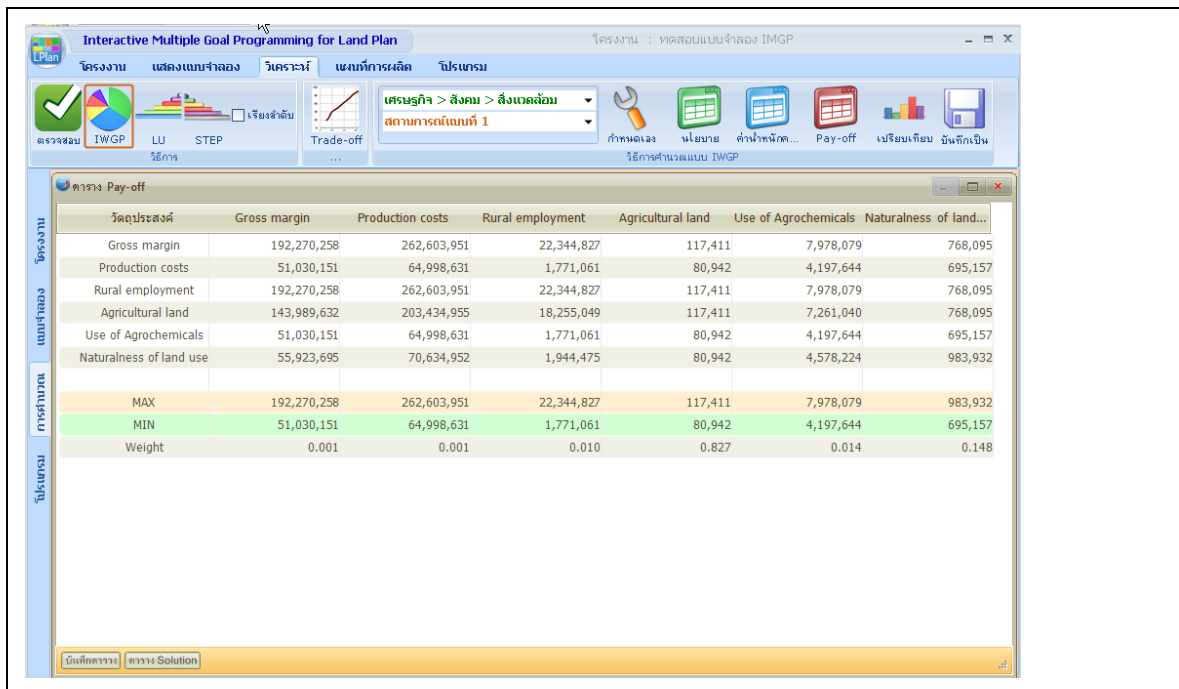
ผู้ใช้อาจเลือกดูผลลัพธ์ของการจัดที่ดินที่เหมาะสมที่สุดจากสถานการณ์ที่ 1 ได้จากช่องเลือกสถานการณ์ โปรแกรมจะคำนวณและแสดงผลลัพธ์ในหน้าต่างแสดงผลลัพธ์ที่มีอยู่ 3 ส่วน (รูปที่ 5.25) ส่วนที่หนึ่ง ① เป็นส่วนแสดง ค่าตัวแปรตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุด ในกรณีชุดข้อมูลทดสอบคือค่าพื้นที่เพาะปลูกของแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน 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

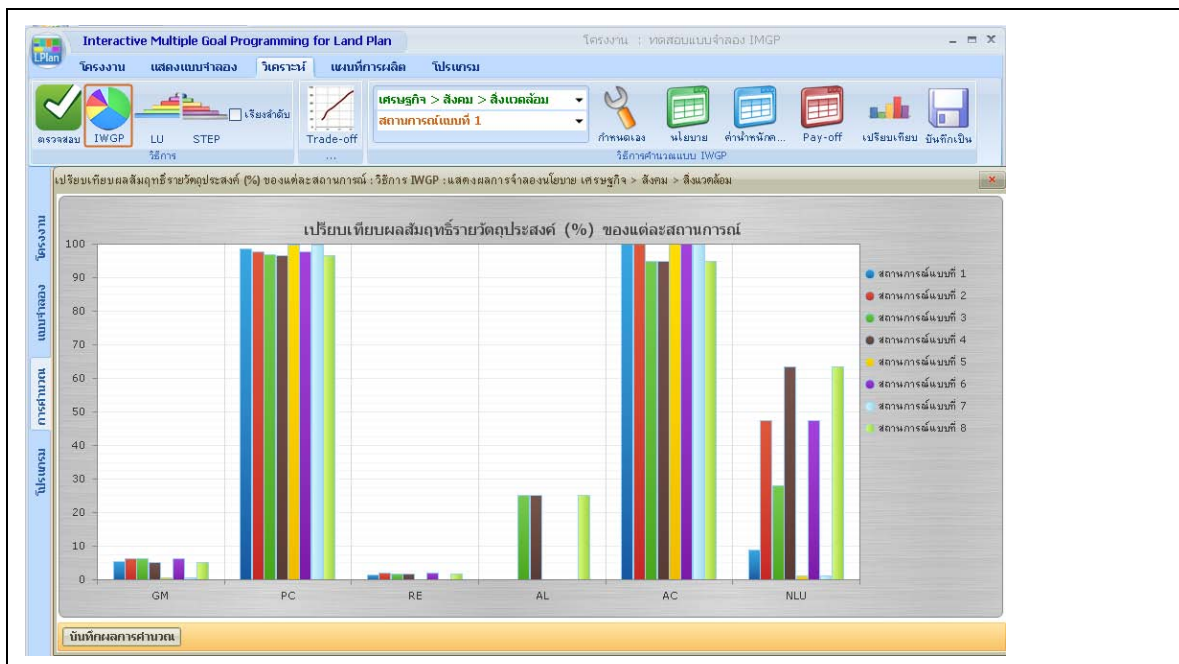


รูปที่ 5.26 หน้าต่างขยายส่วนแสดงผลของวัตถุประสงค์และผลสัมฤทธิ์ตามสถานการณ์แบบที่ 1 ของนโยบาย
เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการ IWGP



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)

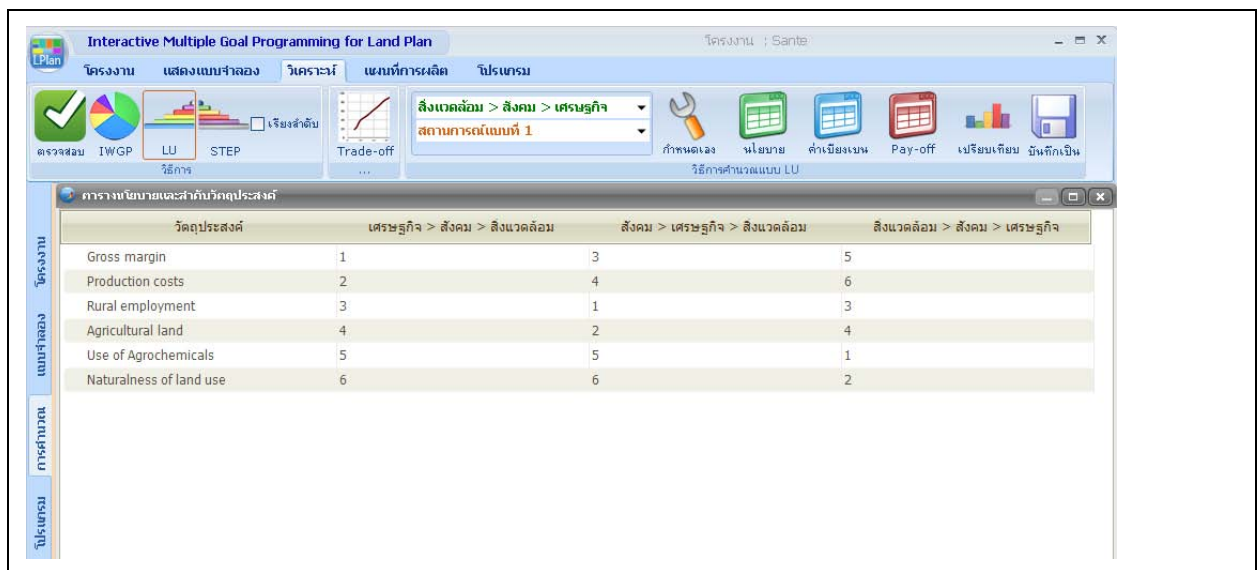
วัตถุประสงค์	คำอธิบาย	ค่าน้ำหนักความสำคัญ (%)
GM	Gross margin	22
PC	Production costs	18
RE	Rural employment	15
AL	Agricultural land	10
AC	Use of Agrochemicals	7
NLU	Naturalness of land use	3

รูปที่ 5.29 หน้าต่างแสดงการกำหนดค่าความสำคัญของวัตถุประสงค์ตามความต้องการของผู้ใช้เมื่อใช้วิธีการ IWGP

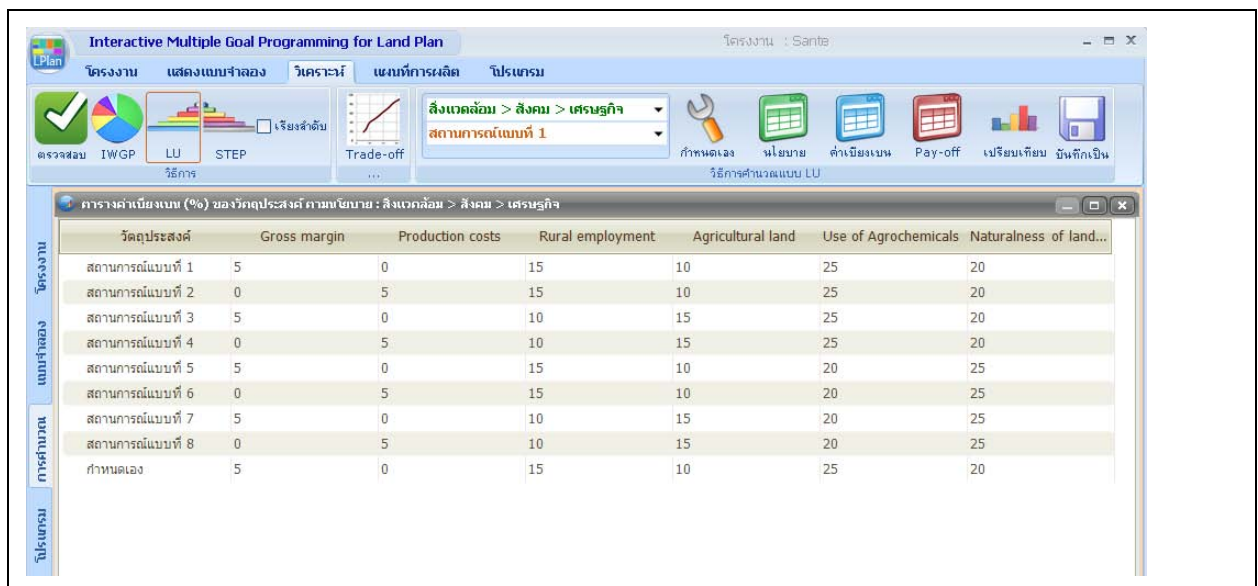
เมื่อเทียบผลที่ได้จากการใช้วิธีการ IWGP เพื่อหาค่าตัวแปรตัดสินใจ และผลสัมฤทธิ์โดยใช้ชุดข้อมูลในรายงานของ Santé and Crecente (2007) พบว่าได้ค่าตรงกัน เห็นได้จากการเปรียบเทียบกราฟแท่งแสดงการจัดสรรพื้นที่เพาะปลูกของการใช้ที่ดินประเภทต่างใน รูปที่ 5.23 กับ ภาคผนวก ค รูปที่ 3 และจากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์สำหรับสถานการณ์ทุกแบบดังแสดงในรูปที่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

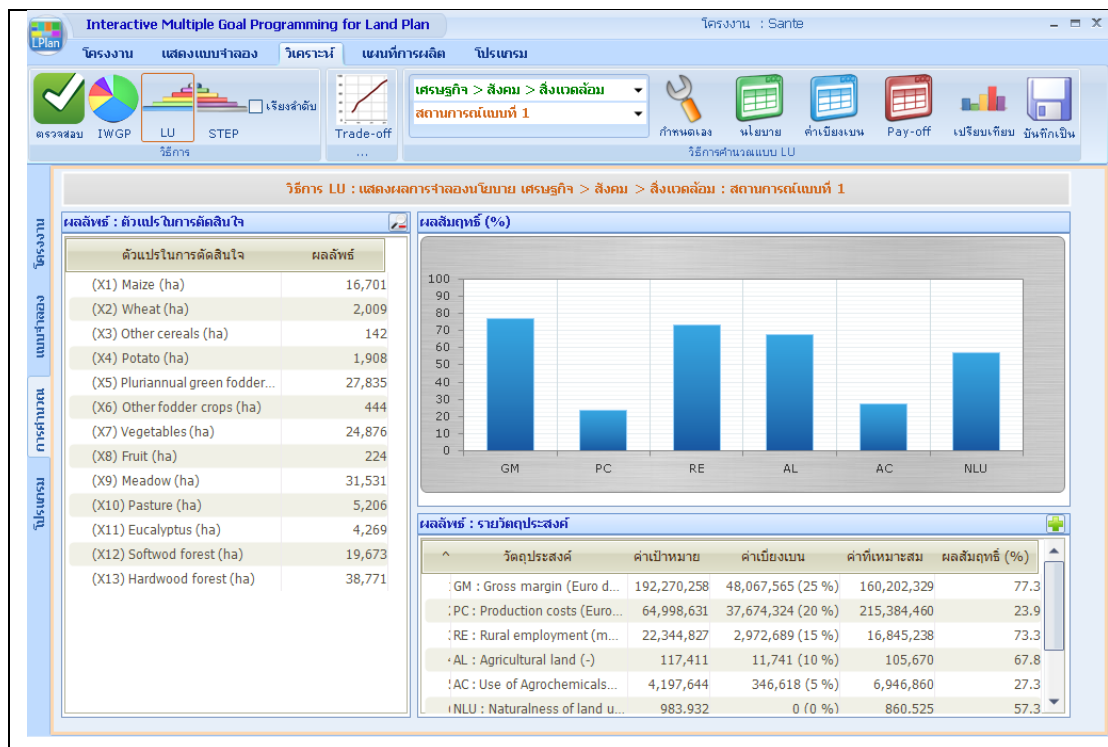


รูปที่ 5.30 หน้าต่างแสดงการกำหนดลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ในแต่ละสถานการณ์เชิงนโยบายในวิธีการของ Lu

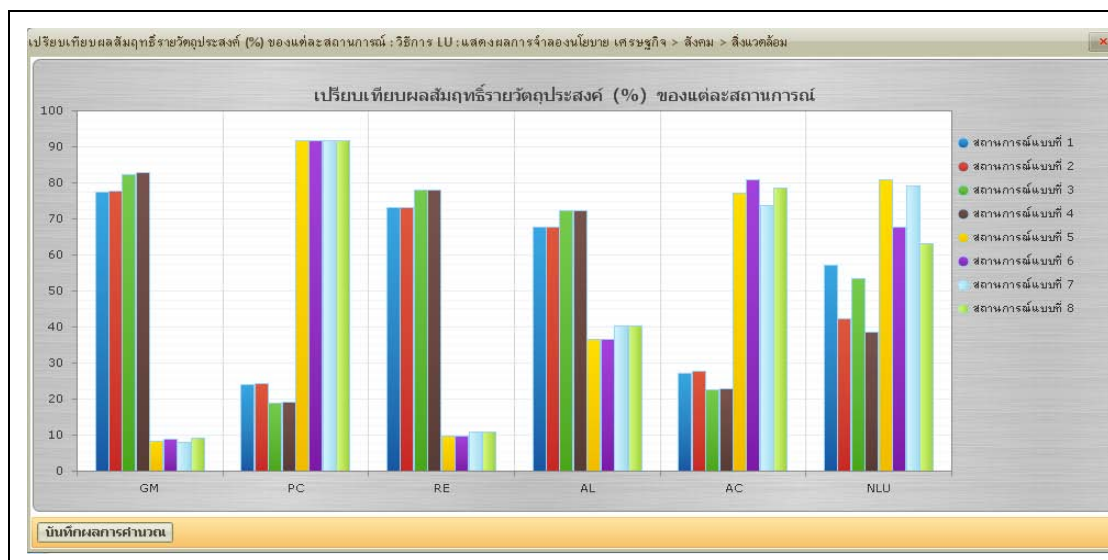


รูปที่ 5.31 หน้าต่างแสดงค่าเบี่ยงเบนที่ยอมรับได้จากเป้าหมายของแต่ละวัตถุประสงค์ในวิธีการของ Lu

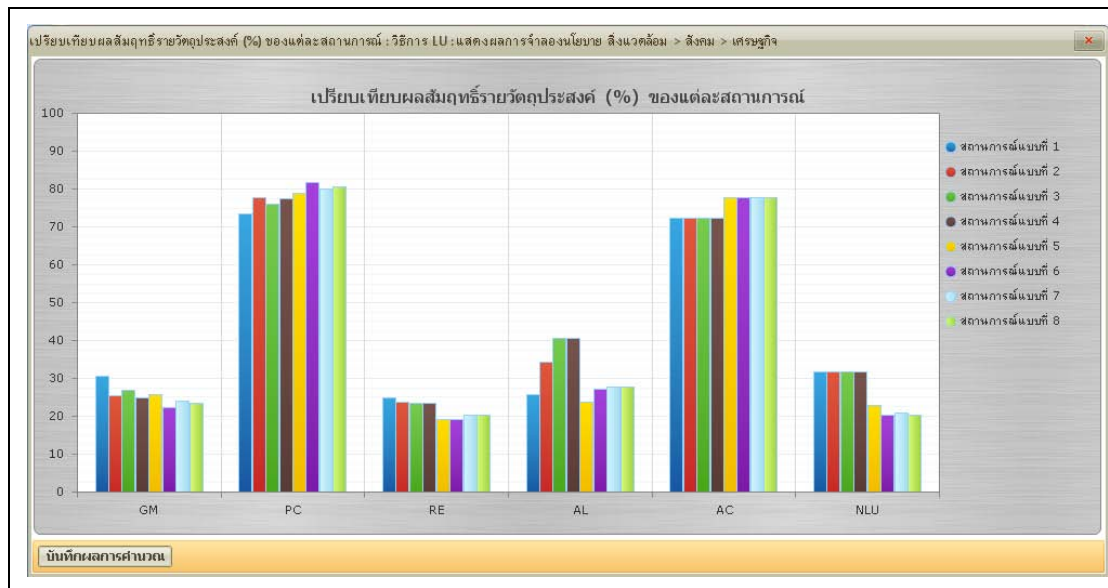
วิธีการของ Lu มีจุดเด่นที่ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์แต่ละตัว และนำค่านี้ไปใช้ในการกำหนดเป้าหมายของวัตถุประสงค์ที่ใช้เป็นข้อจำกัดตั้งรายละเอียดที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นวิธีการนี้จึงเป็นการขยายพื้นที่ของการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมให้แก่วัตถุประสงค์ที่มีความสำคัญรองลงมา โดยการผ่อนปรนเป้าหมายของวัตถุประสงค์ที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่า (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

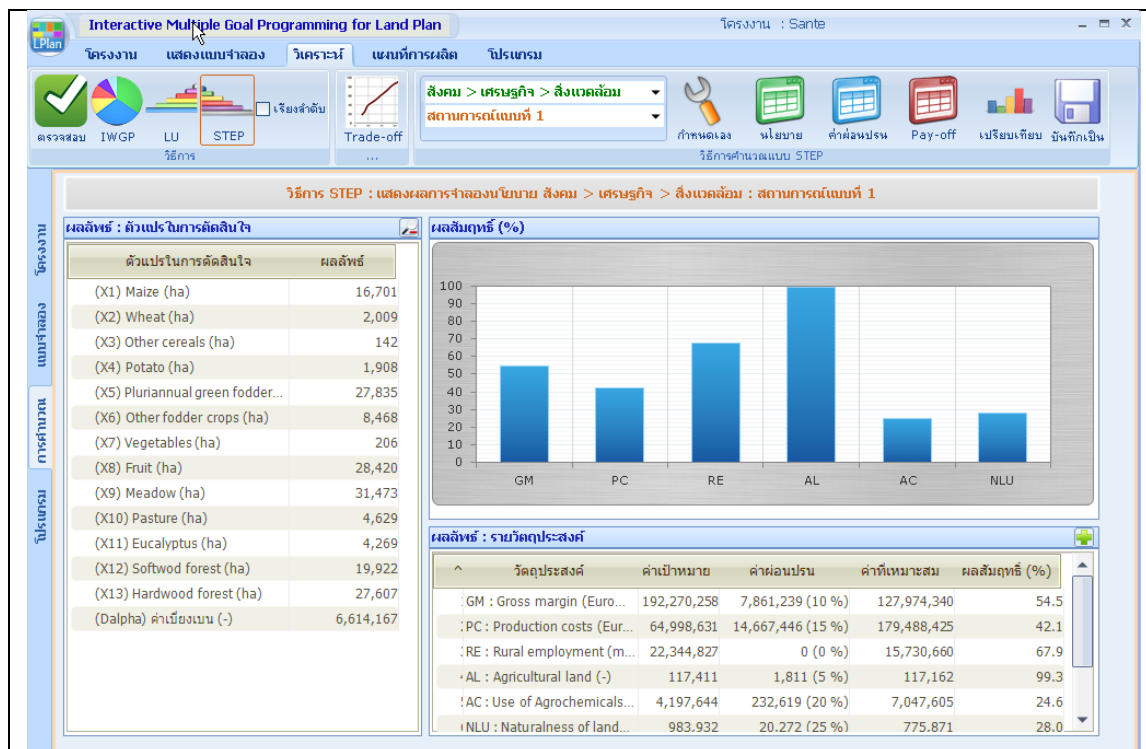
ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์ที่ได้จากการใช้วิธีการ STEP ในโปรแกรม *IMGP-LPlan* กับโปรแกรม *RULES* ตามนโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม

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 สิ่งคอม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม



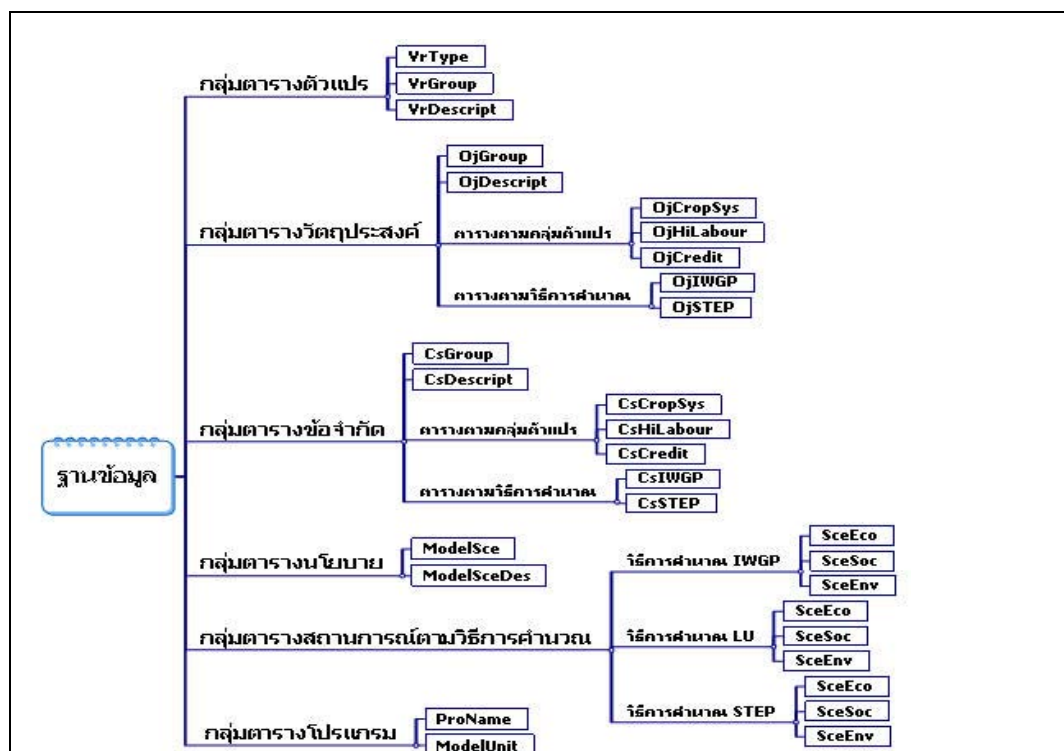
รูปที่ 5.37 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการวางแผนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทุกสถานการณ์ ตามนโยบายความสำคัญด้าน สิ่งคอม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม

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* ซึ่งเป็นรูปแบบของตารางข้อมูลที่สะดวกต่อการนำเข้า 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
- ผลิตภาพน้ำชลประทานโดยรวมสูงสุด (Maximization of total irrigation water productivity (IWP) คณะนักวิจัยได้ปรับวัตถุประสงค์ข้อนี้จากเดิมคือการใช้น้ำชลประทานต่ำสุด เพราะประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชเป็นค่าที่ชี้วัดความเหมาะสมในการจัดแผนการใช้ที่ดินได้ดีกว่า ค่า IWP แสดงค่าเป็นผลตอบแทนสุทธิต่อลบ.เมตรของน้ำชลประทานที่ใช้ในการปลูกพืช
- การใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชต่ำสุด
- การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่ต่ำสุด
- การชะล้างพังทลายของดินต่ำสุด

สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม เป็นภาพเหตุการณ์เชิงนโยบายที่ให้ความสำคัญของผลลัพธ์ด้านสังคมมากที่สุด รองลงมาเป็นด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์จะเรียงกันดังนี้

การจ้างงานสูงสุด

- ใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตรกรรมรวมสูงสุด
- ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด
- ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด
- ผลิตภาพน้ำชลประทานโดยรวมสูงสุด
- 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

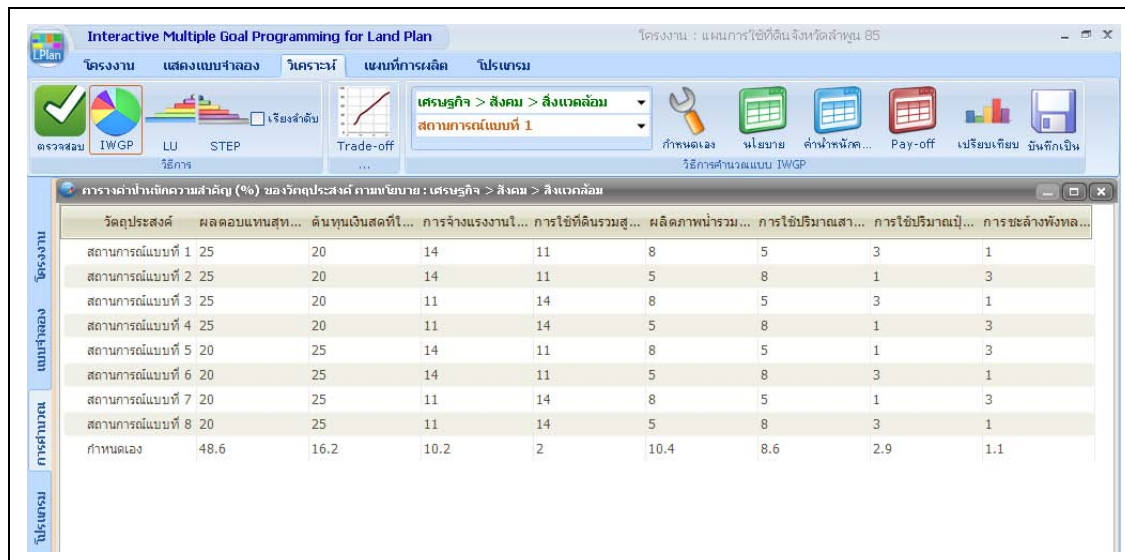
6.2 ผลลัพธ์จากวิธีการ IWGP

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

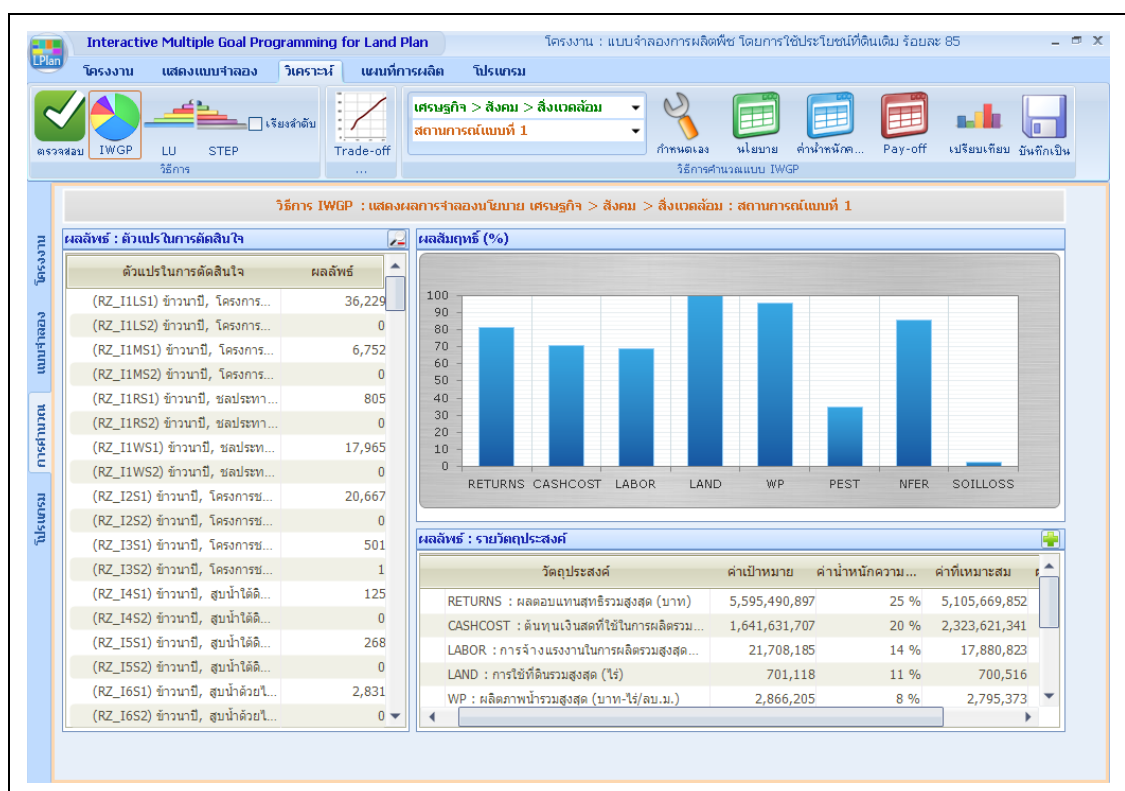
รูปที่ 6.3 แสดงผลลัพธ์จากการเลือกสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม หน้าต่างแสดงผลของค่าตัวแปรตัดสินใจ (เนื้อที่เพาะปลูกของแต่ละระบบพืช) ได้ 2 รูปแบบคือแยกตามหน่วยทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) ดังในรูป 6.3 หรือ สรุปตามระบบพืช (รูปที่ 6.4) สำหรับค่าที่เหมาะสมของแต่ละวัตถุประสงค์แสดงเป็นตารางด้านล่างของรูป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

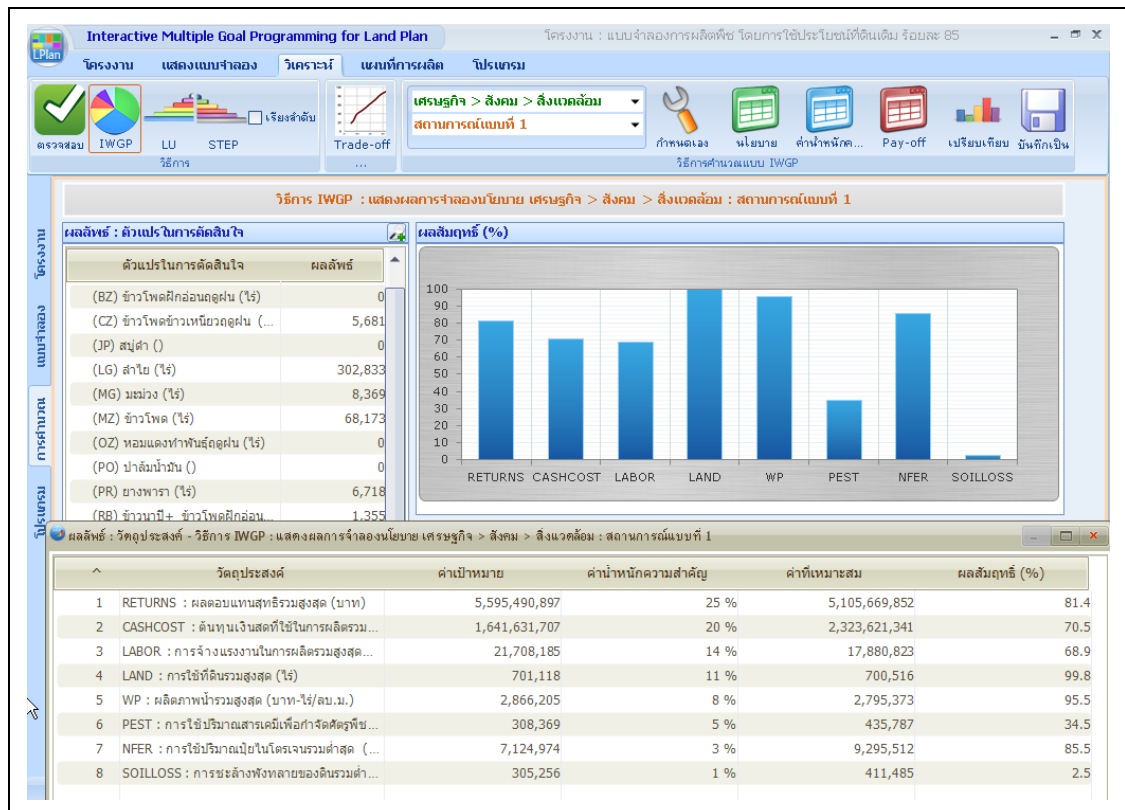


รูปที่ 6.2 ค่าน้ำหนักของสถานการณ์แบบต่างๆตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ในวิธีการ IWGP



รูปที่ 6.3 ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดตามวิธีการ IWGP จากการเลือกสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย

เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม



รูปที่ 6.4 ผลลัพธ์แสดงเนื้อหาที่เพาะปลูกรายระบบพืชและตารางขยายค่าที่เหมาะสมและผลสัมฤทธิ์ราย

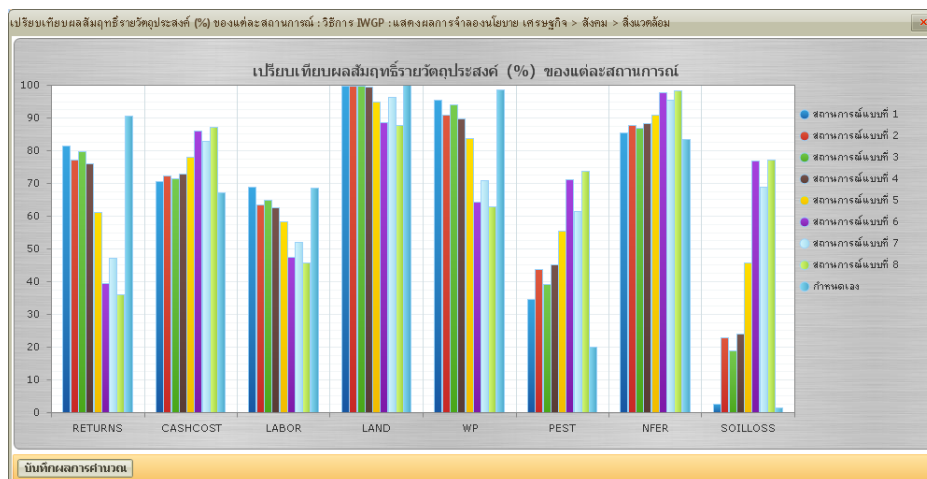
วัตถุประสงค์

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)

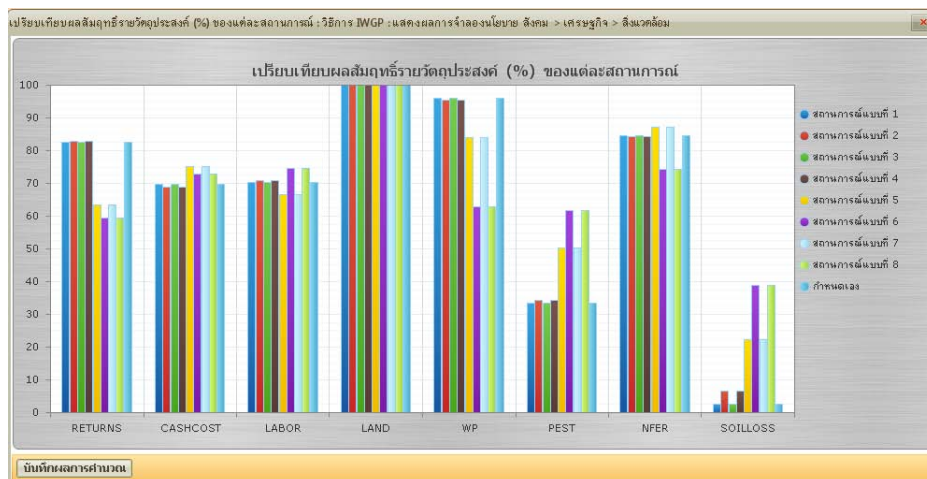
วัตถุประสงค์	ผลตอบแทน...	ต้นทุนเงินสด...	การใช้ที่ดินร...	การจ้างแรง...	การชะล้าง...	การใช้ปริมาณ...	การใช้ปริมาณ...	ผลผลิตภาพน้ำ...
ผลตอบแทน...	5,595,490,897	3,248,823,767	701,118	19,524,481	414,198	479,242	14,244,289	2,559,266
ต้นทุนเงินสด...	2,957,613,096	1,641,631,707	429,723	9,421,134	305,256	308,369	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

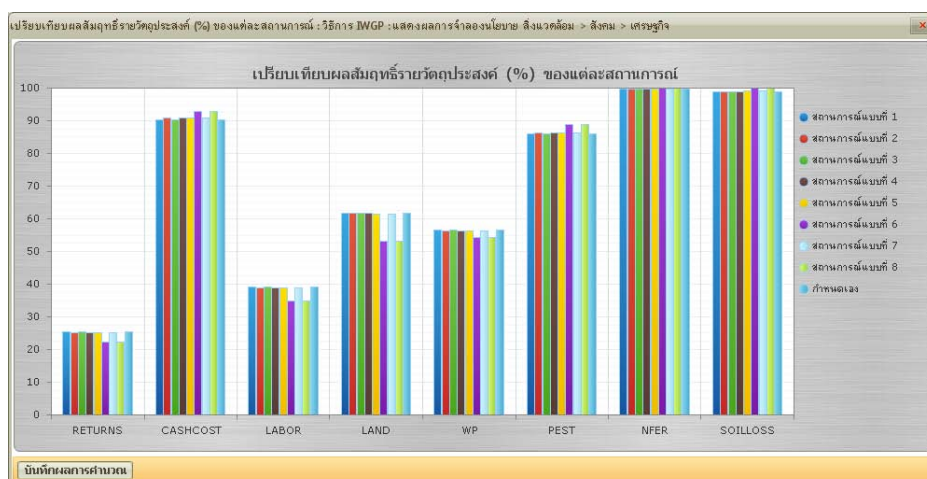
(ก)



(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

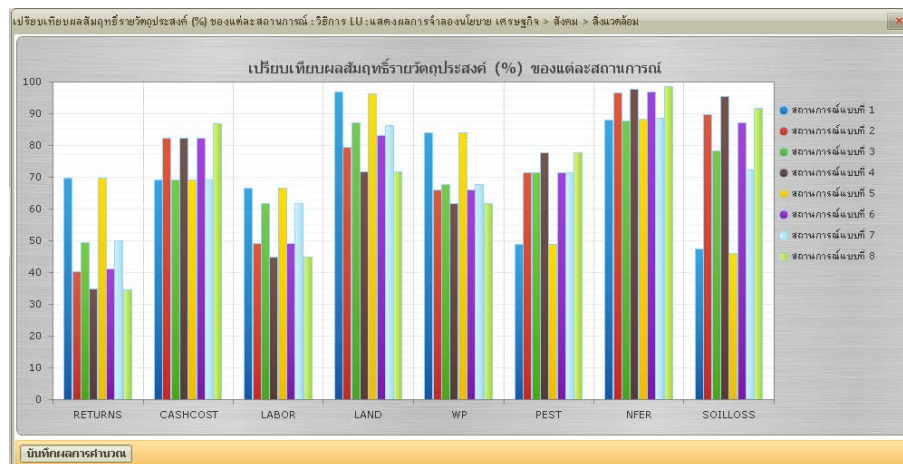
วิธีการของ Lu คำนวณข้ออ่อนไหวต่อค่าเบี่ยงเบน (Deviation) จากเป้าหมายที่ใช้เป็นตัวกำหนดสถานการณ์แบบต่างๆ โดยเฉพาะสถานการณ์ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (รูปที่ 6.7 ก) ในขณะที่ผลลัพธ์จากแบบจำลองที่วิเคราะห์โดยวิธีการ Lu แสดงให้เห็นว่าสถานการณ์แบบต่างๆตามนโยบายที่เน้นด้าน สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม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

6.4 ผลลัพธ์จากวิธีการ STEP

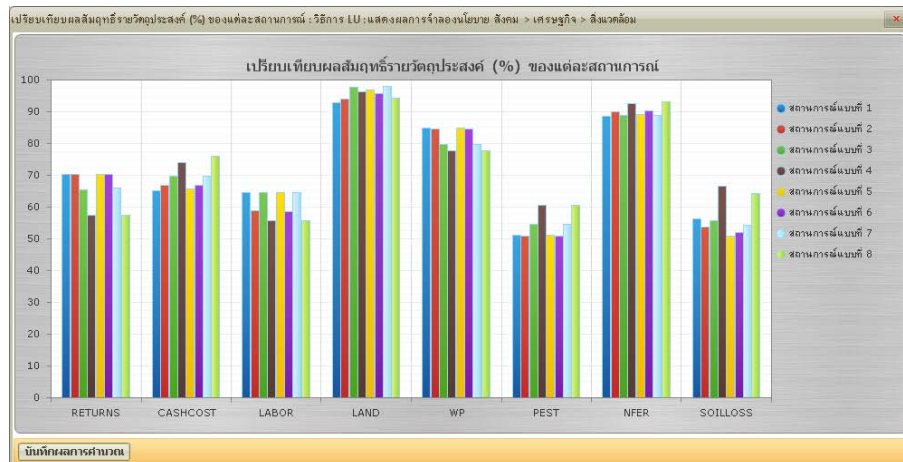
วิธีการ STEP ตอบสนองต่อการให้ค่าผ่อนปรนแก่วัตถุประสงค์ได้ดี นอกจากนี้ยังให้ผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์สอดคล้องกับค่าผ่อนปรนที่ให้แก่วัตถุประสงค์ในแต่ละนโยบาย กล่าวคือ ในนโยบายที่เน้นความสำคัญด้านเศรษฐกิจมากกว่าด้านอื่น ผลสัมฤทธิ์ด้านผลตอบแทนสุทธิรวมอยู่ระหว่างร้อยละ 64-74 และต้นทุนการผลิตที่เป็นเงินสดสูงกว่าร้อยละ 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

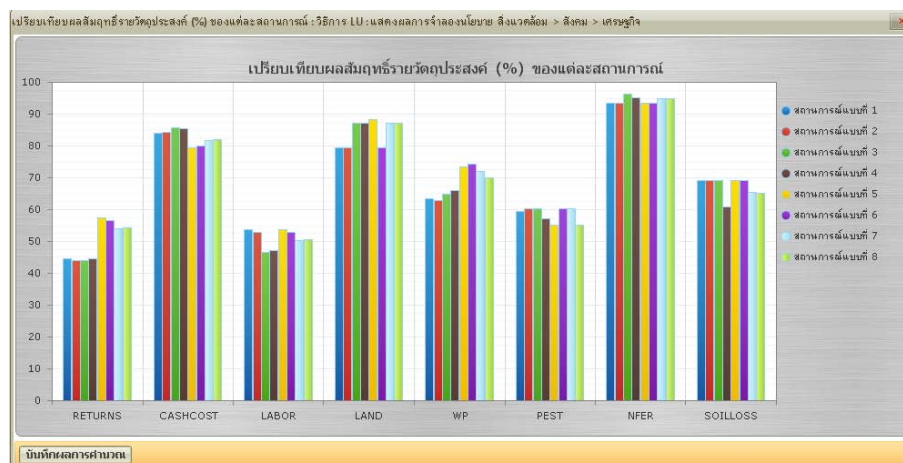
(ก)



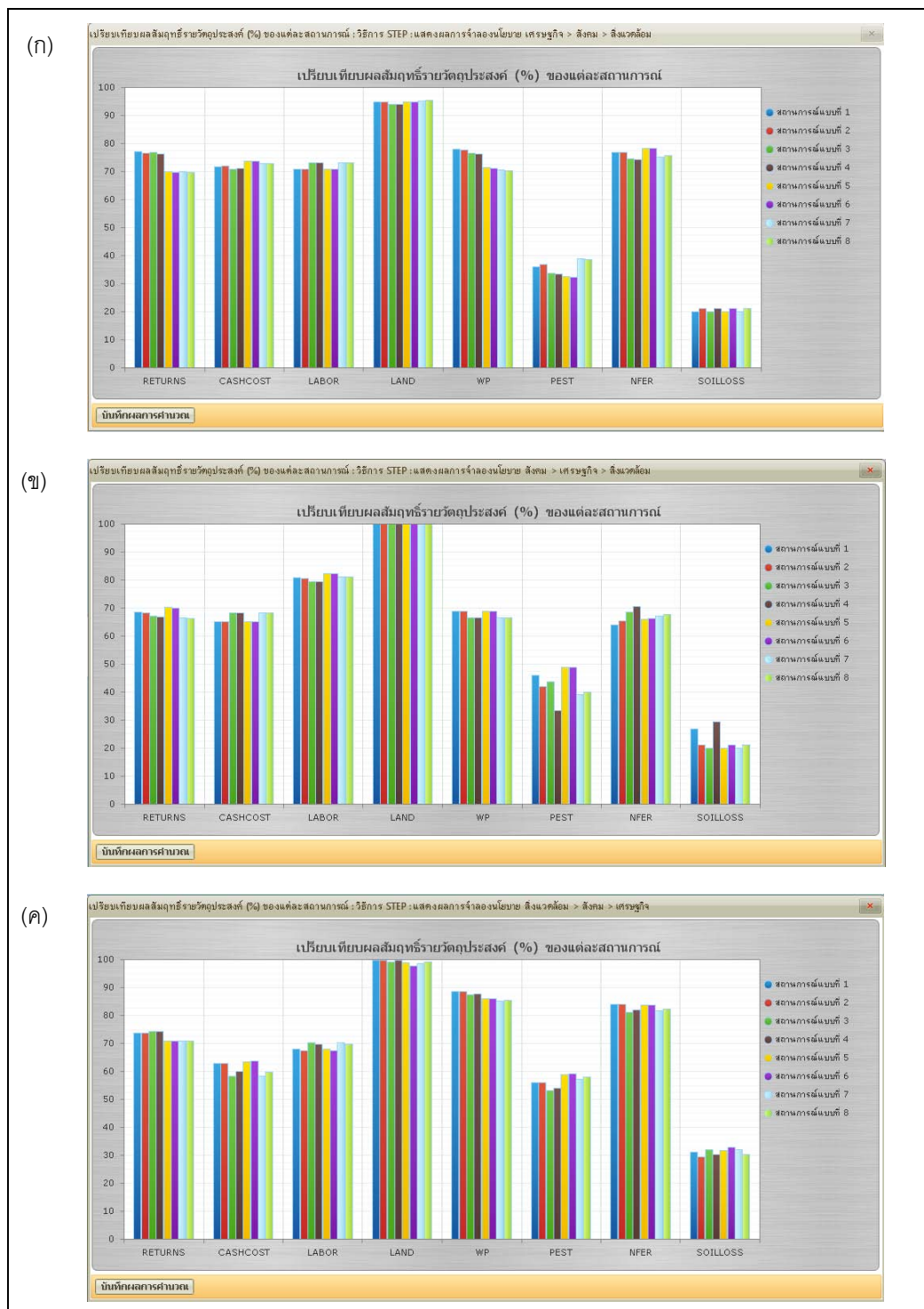
(ข)



(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	77
4	CASHCOST	ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด (บาท)	1641631707	2	2294080063	72
5	LABOR	การจ้างแรงงานในการผลิตรวมสูงสุด (คน-วัน)	21708185	8	18113728	71
6	LAND	การใช้ที่ดินรวมสูงสุด (ไร่)	701118	5	687549	95
7	WP	ผลิตภาพน้ำรวมสูงสุด (บาท-ไร่/อบ.ม.)	2866205	11	2519686	78
8	PEST	การใช้ปริมาณสารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด (กิโลกรัม)	308369	14	432954	36
9	NFER	การใช้น้ำปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนรวมต่ำสุด (กิโลกรัม)	7124974	20	10596088	77
10	SOILLOSS	การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด (ตัน/ปี)	305256	25	392490	20

รูปที่ 6.9 ผลลัพธ์ค่าวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมจากการการวิเคราะห์แบบจำลองตามวิธีการ STEP ที่จัดเก็บในไฟล์ xml และเปิดแสดงผลใน Excel

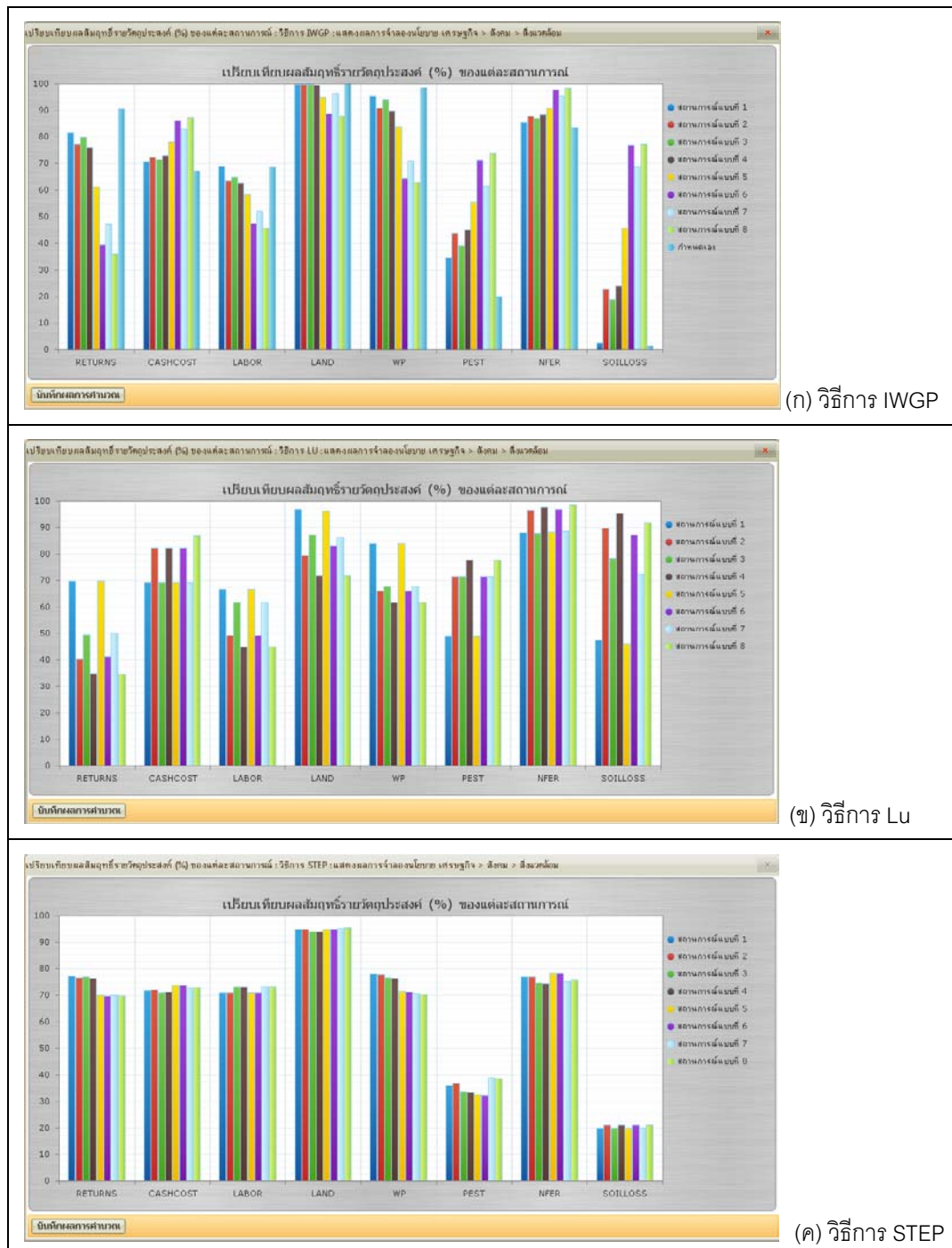
215	ชื่อระบบพืช	ผลลัพธ์
217	(BZ) ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูฝน (ไร่)	36928
218	(CZ) ข้าวโพดข้าวเหนียวฤดูฝน (ไร่)	5681
219	(JP) สบู่ดำ (ไร่)	0
220	(LG) ลำไย (ไร่)	273762
221	(MG) มะม่วง (ไร่)	8318
222	(MZ) ข้าวโพด (ไร่)	68173
223	(OZ) หอมแดงท่าพันธุ์ฤดูฝน (ไร่)	0
224	(PO) ปาล์มน้ำมัน (ไร่)	0
225	(PR) ยางพารา (ไร่)	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

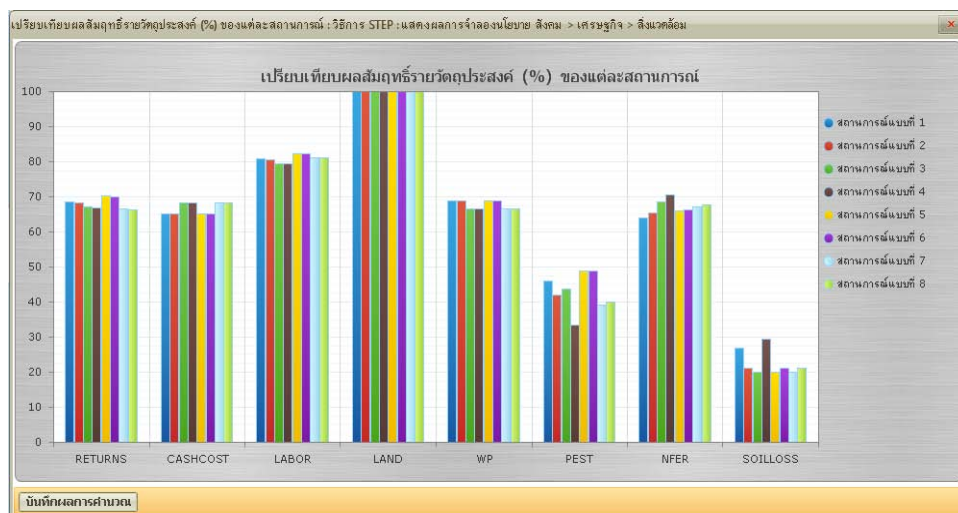
วัตถุประสงค์	สถานการณ์แบบที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ผลตอบแทนสุทธิรวม (ล้านบาท)	4,765.1	4,760.5	4,728.9	4,717.7	4,813.7	4,806.0	4,714.2	4,702.7
ต้นทุนเงินสดรวม (ล้านบาท)	2,450.1	2,449.2	2,378.0	2,377.1	2,450.1	2,449.2	2,378.0	2,377.0
การจ้างแรงงานรวม (ล้านคน-วัน)	19.3	19.3	19.2	19.2	19.5	19.5	19.4	19.4
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

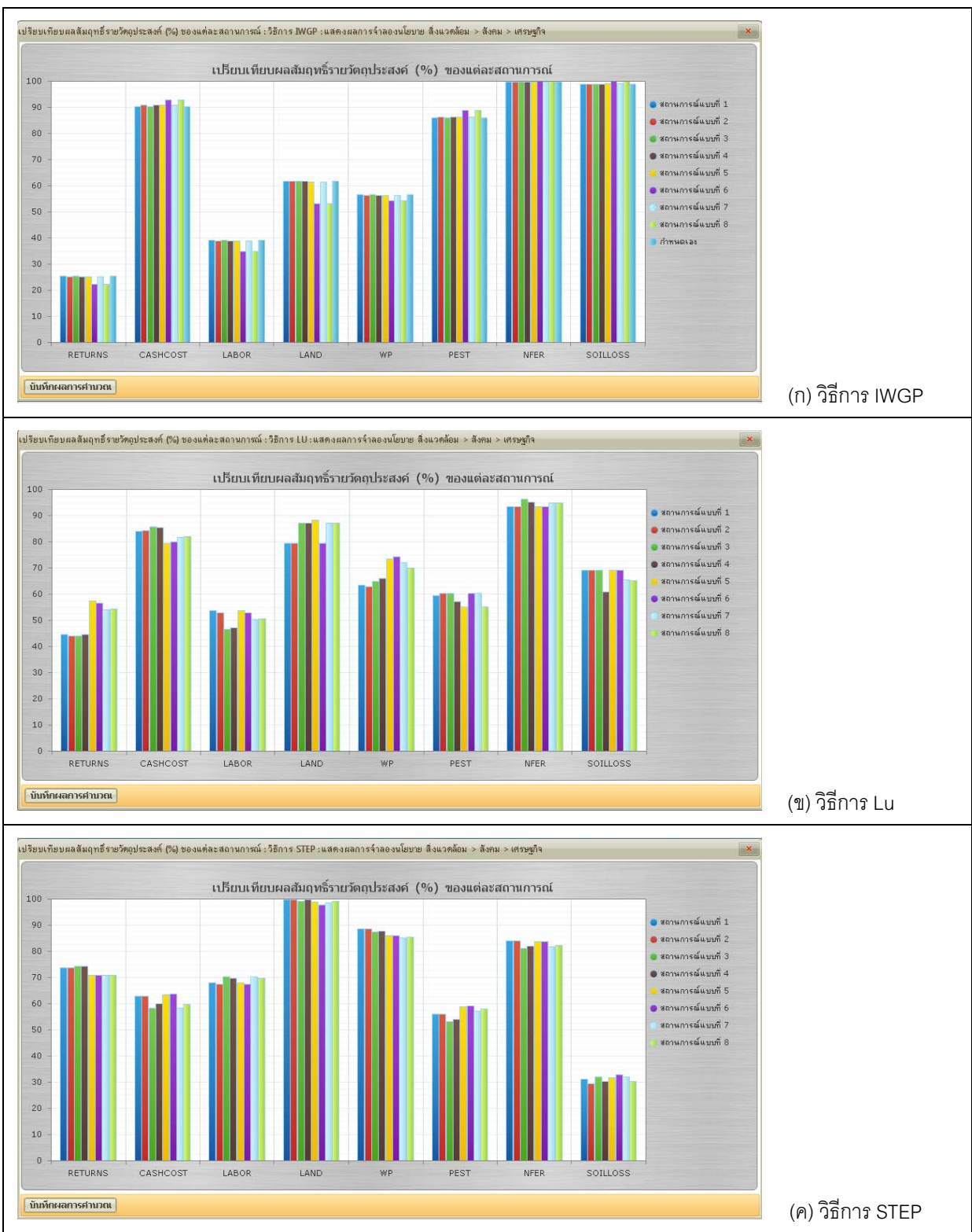


(ข) วิธีการ Lu



(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

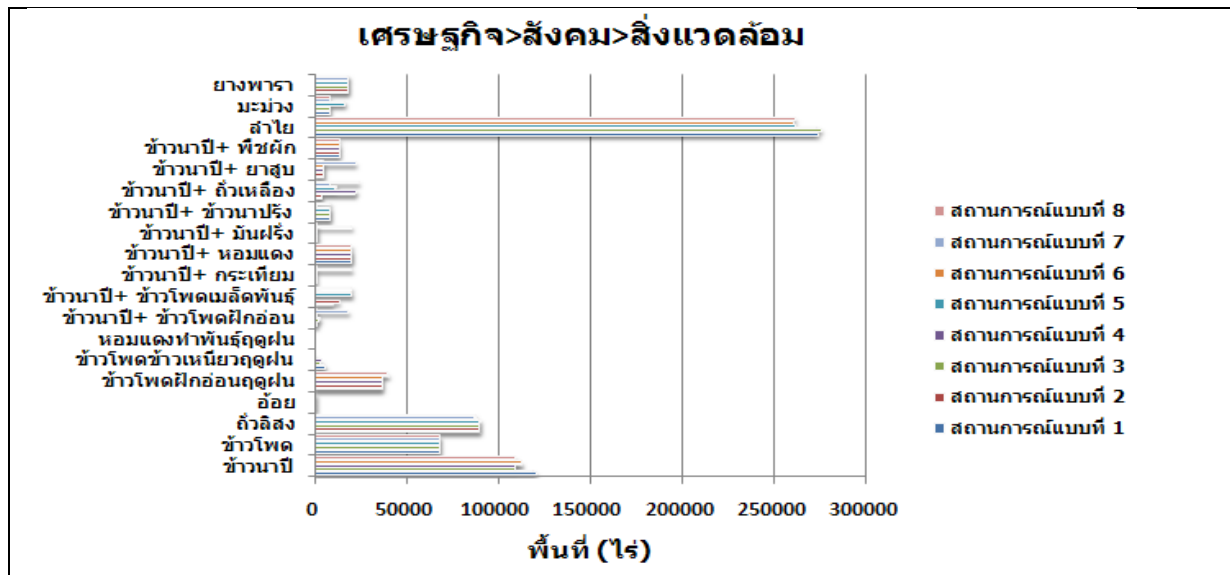
เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่เหมาะสมสำหรับวัตถุประสงค์ต่างๆเมื่อใช้นโยบายและสถานการณ์จำลองต่างๆโดยวิธีการ STEP (ตารางที่ 6.4-6.6) พบว่านโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ให้ผลตอบแทนสุทธิตั้งแต่ 4,999.0 ล้านบาท ในสถานการณ์ที่ 1 (รูป 6.4) และค่าต่ำสุดที่ 4,794.6 ในสถานการณ์ที่ 8 นโยบายที่ให้ผลตอบแทนสุทธิต่ำสุดลงมาได้แก่ 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

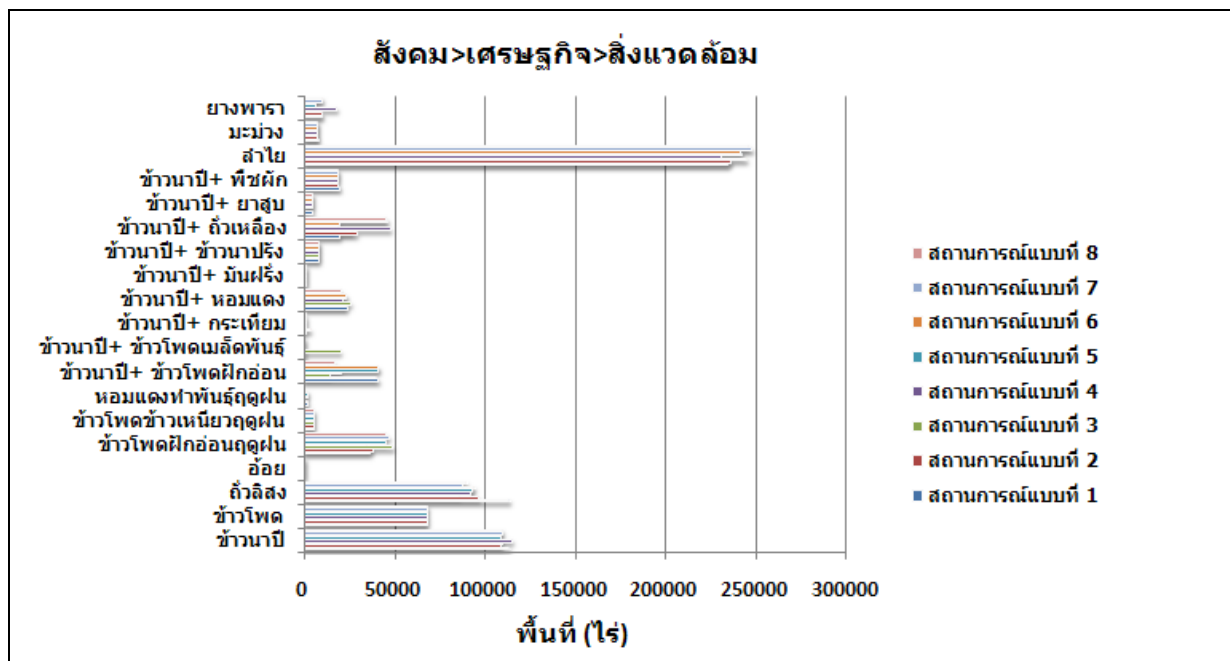
6.6 ผลลัพธ์ด้านตัวแปรการตัดสินใจ

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

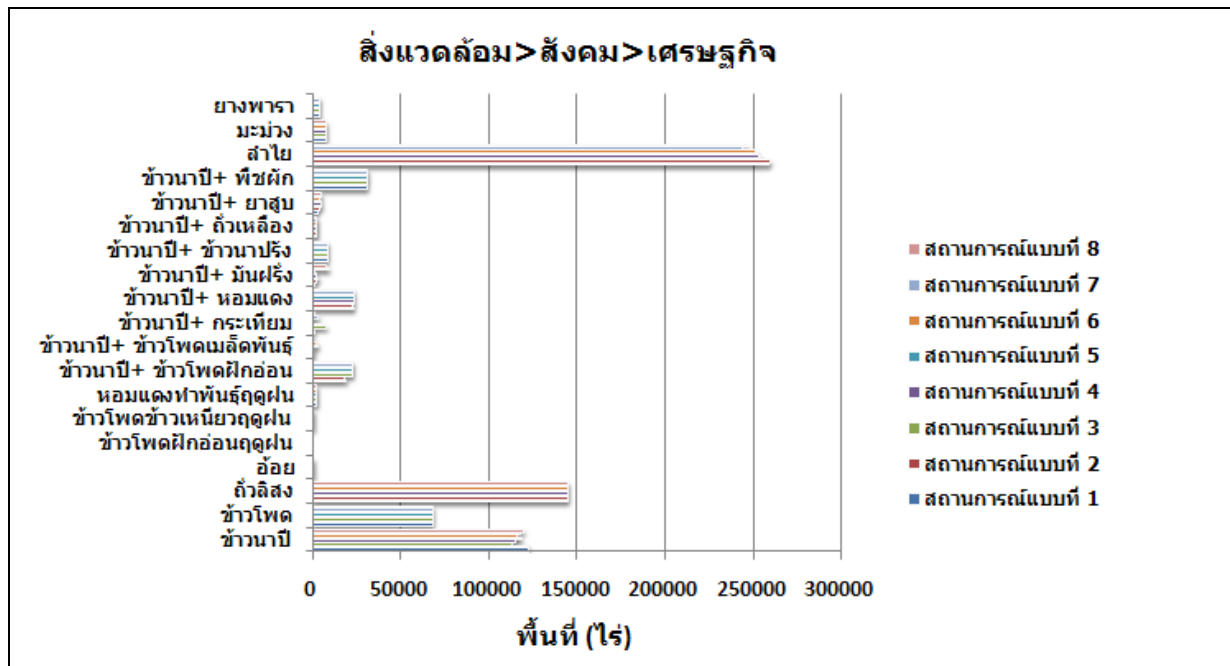
รูปที่ 6.14 รูปที่ 6.15 และรูปที่ 6.16 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่เป็นพื้นที่เพาะปลูกแต่ละระบบพืชในแต่ละสถานการณ์ตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม นโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ นโยบาย สิ่งแวดล้อม>เศรษฐกิจ>สังคม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าระบบพืชที่มีเนื้อที่เพาะปลูกมากที่สุดของทุกนโยบายได้แก่ลำไย รองลงมาได้แก่ข้าวนาปี 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* ผู้ใช้ต้องสร้างโครงการใหม่โดยเพิ่มพืชทั้งสองเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจ 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

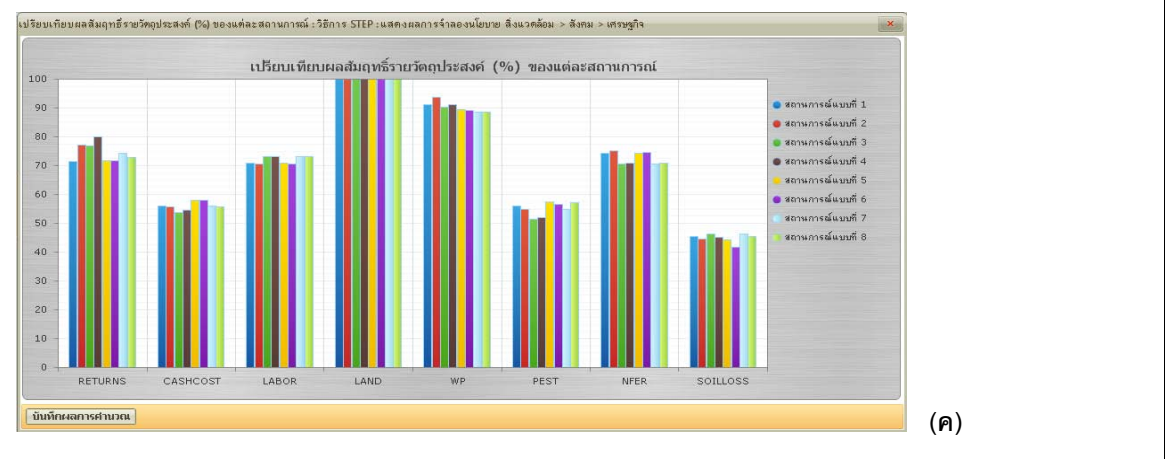
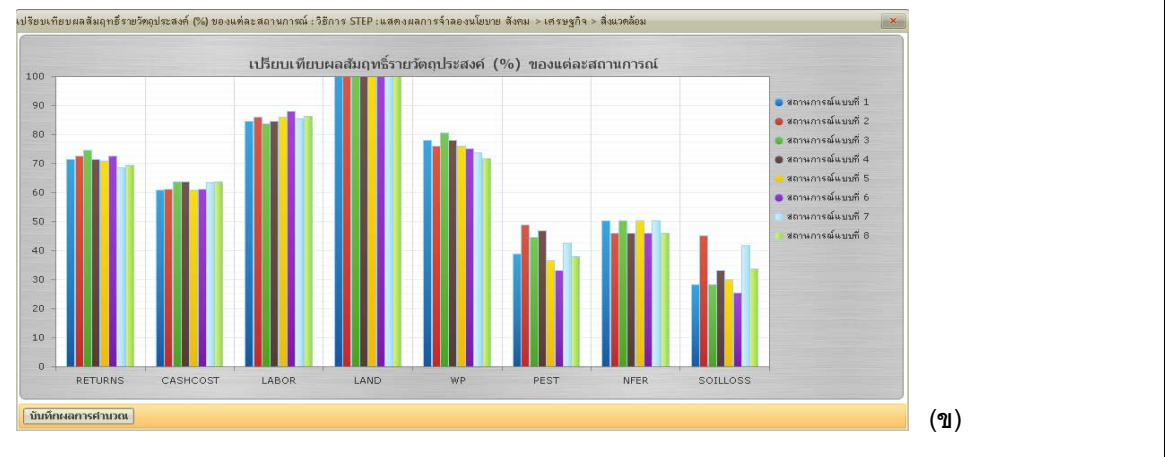
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์รายวัตถุประสงค์ (%) ของแต่ละสถานการณ : วิธีการ STEP แสดงผลการจำลองนโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์รายวัตถุประสงค์ (%) ของแต่ละสถานการณ

วัตถุประสงค์	สถานการณที่ 1	สถานการณที่ 2	สถานการณที่ 3	สถานการณที่ 4	สถานการณที่ 5	สถานการณที่ 6	สถานการณที่ 7	สถานการณที่ 8
RETURNS	75	78	72	79	73	72	73	73
CASHCOST	66	67	65	65	68	69	68	68
LABOR	75	75	75	78	78	75	78	78
LAND	98	98	98	98	98	98	98	95
WP	73	77	74	74	75	72	72	72
PEST	33	31	33	32	32	33	33	33
NFER	52	55	50	48	52	55	50	45
SOILLOSS	32	27	20	22	23	23	32	27

บันทึกผลการคำนวณ

(ก)



141

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

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

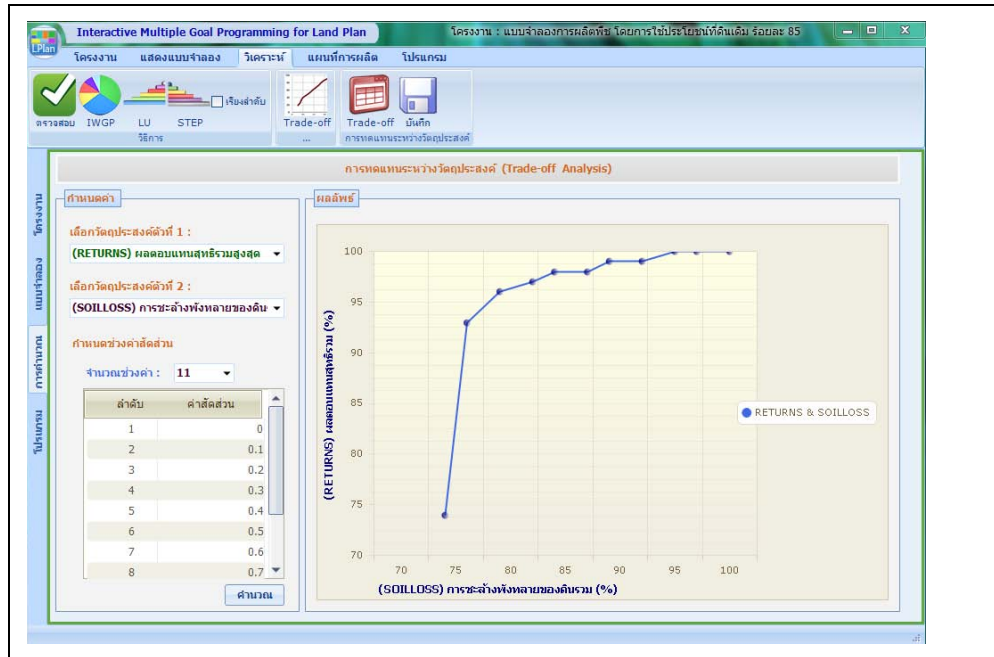
$$obv = (OV/MOV) \times 100 \quad (6.3)$$

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

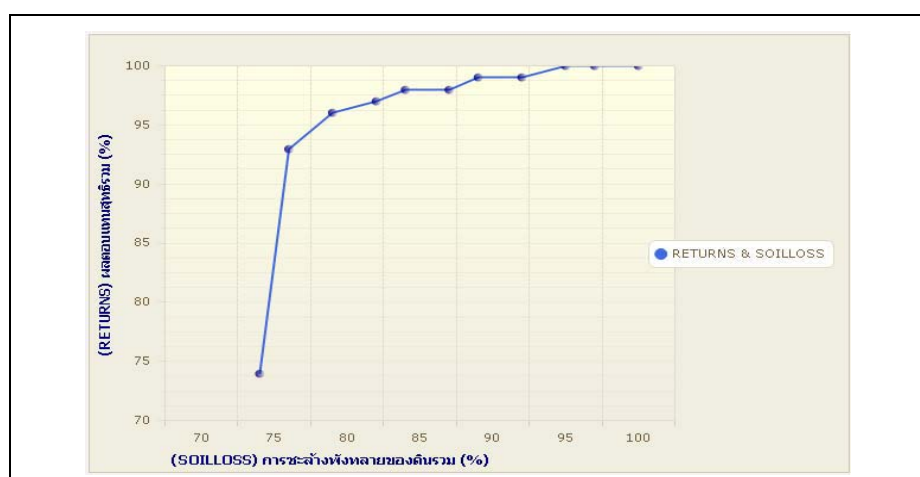
6.8.2 ผลการวิเคราะห์การทดแทนกัน

ในการวิเคราะห์การทดแทน ได้ทำการวิเคราะห์การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ทั้งสามด้านที่ละคู่ คือ การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจกับด้านสิ่งแวดล้อม วัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจกับด้านสังคม และ วัตถุประสงค์ด้านสังคมกับด้านสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาเลือกวัตถุประสงค์ย่อยบางคู่ของแต่ละด้านมาพิจารณาค่าการทดแทนกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก. การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

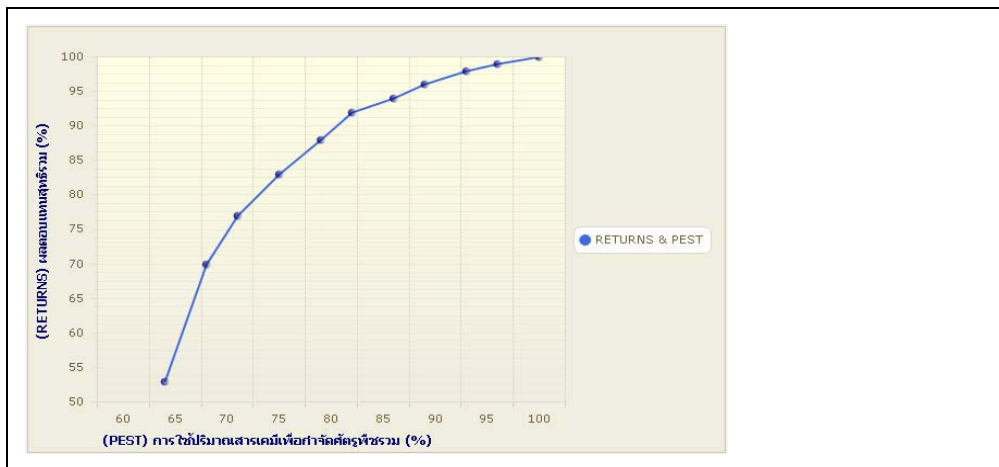
การวิเคราะห์การทดแทนกันของวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ได้เลือกผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุดซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ย่อยด้านเศรษฐกิจมาคำนวณหาการทดแทนกับวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม 3 วัตถุประสงค์ย่อย คือ การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด ปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุดและปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวมต่ำสุด

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)

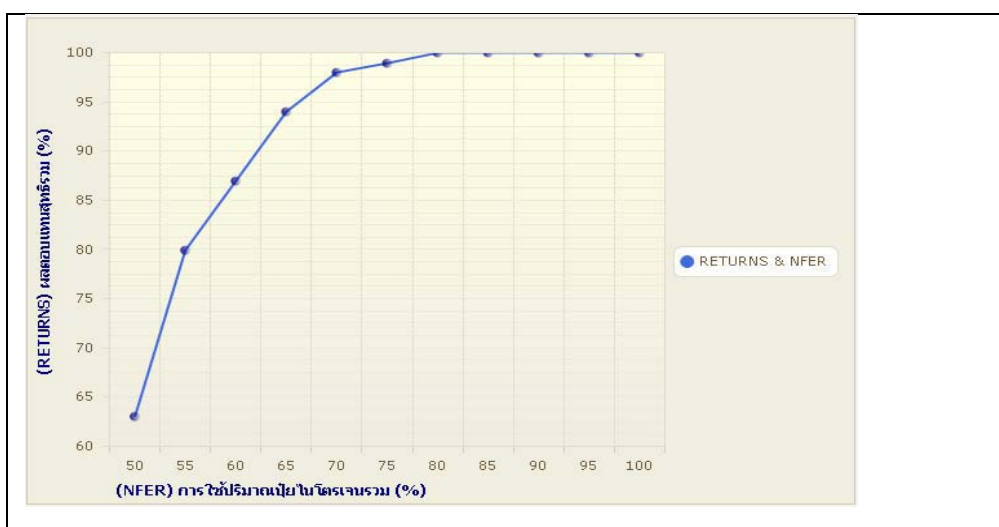


รูปที่ 6.22 การทดแทนกันระหว่างผลตอบแทนสุทธิและการชะล้างพังทลายของดินรวม

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



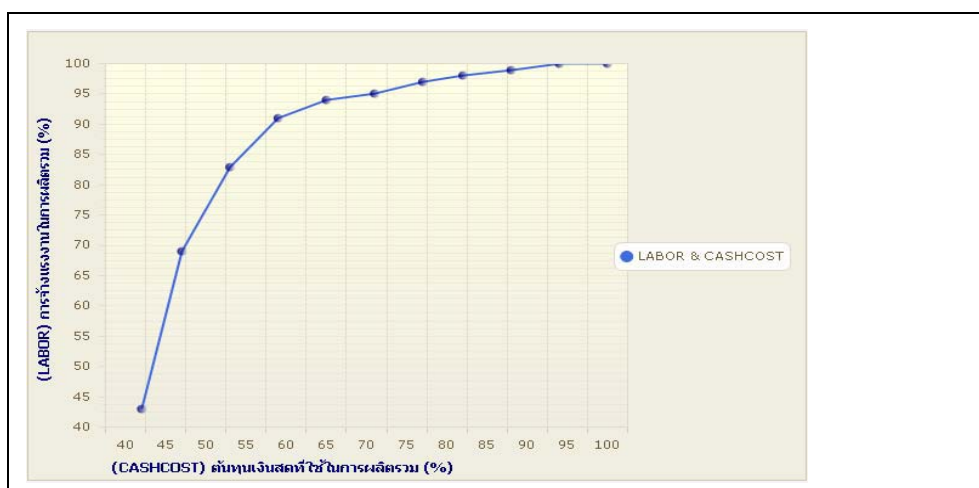
รูปที่ 6.24 การทดแทนกันระหว่างผลตอบแทนสุทธิและปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวม

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)

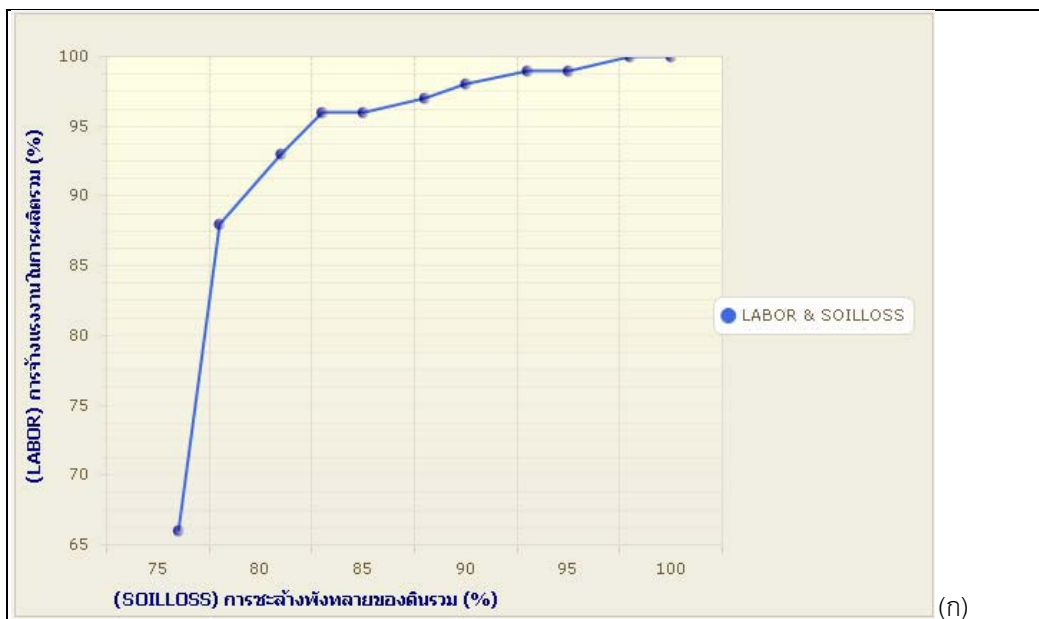
จะเห็นได้ว่าต้นทุนเงินสดในการผลิตรวมสามารถลดลงได้มากถึง 30-40% โดยส่งผลกระทบต่อเพียงเล็กน้อยต่อการใช้ที่ดินรวมและการจ้างแรงงานในภาพรวม แต่ถ้าต้องการจะลดต้นทุนเงินสดลงไปมากกว่า 40% แล้วจะส่งผลกระทบต่อการใช้ที่ดินและการจ้างแรงงาน

ค. การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

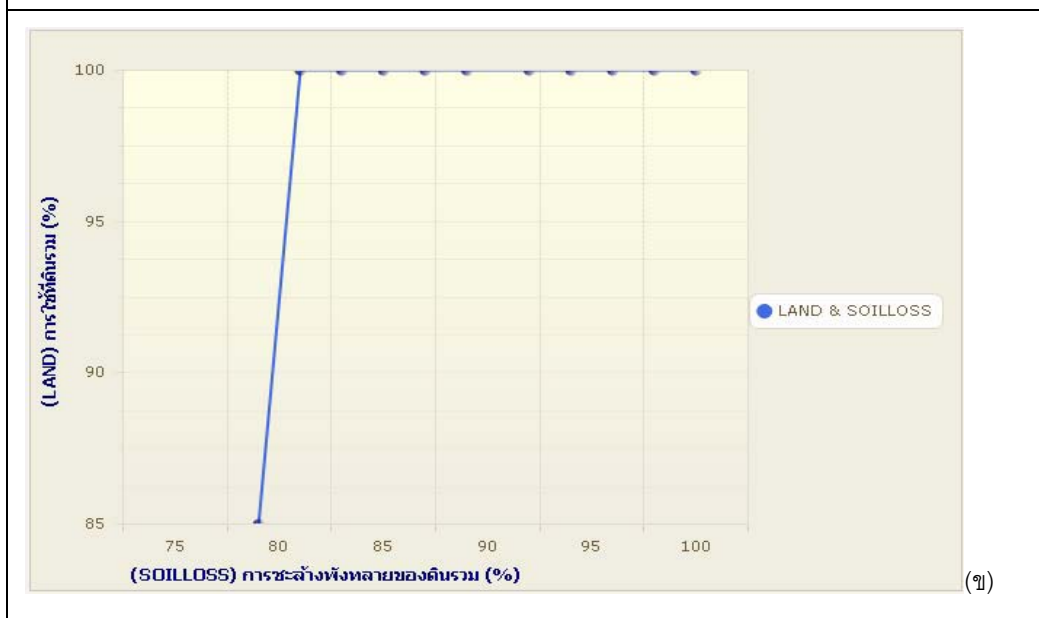
การวิเคราะห์การทดแทนกันของวัตถุประสงค์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ใช้วัตถุประสงค์ย่อยทั้งสองข้อของวัตถุประสงค์ด้านสังคม ซึ่งได้แก่ การจ้างแรงงานในการผลิตรวมสูงสุดและการใช้ที่ดินรวมสูงสุด ในการคำนวณหาค่าการทดแทนกันกับวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม 3 วัตถุประสงค์ย่อย คือ การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด ปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุดและปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวมต่ำสุด

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)

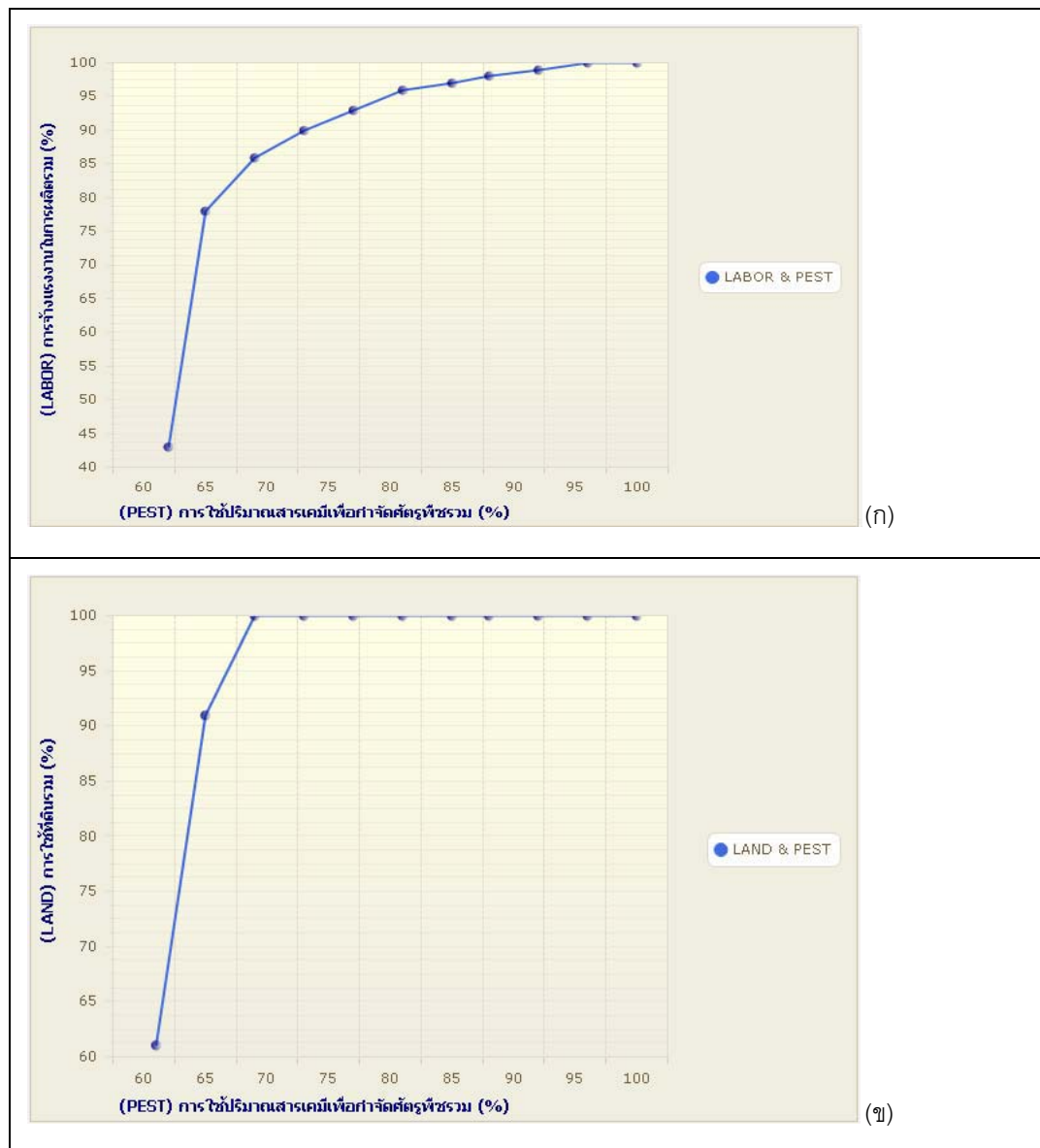


(ก)



(ข)

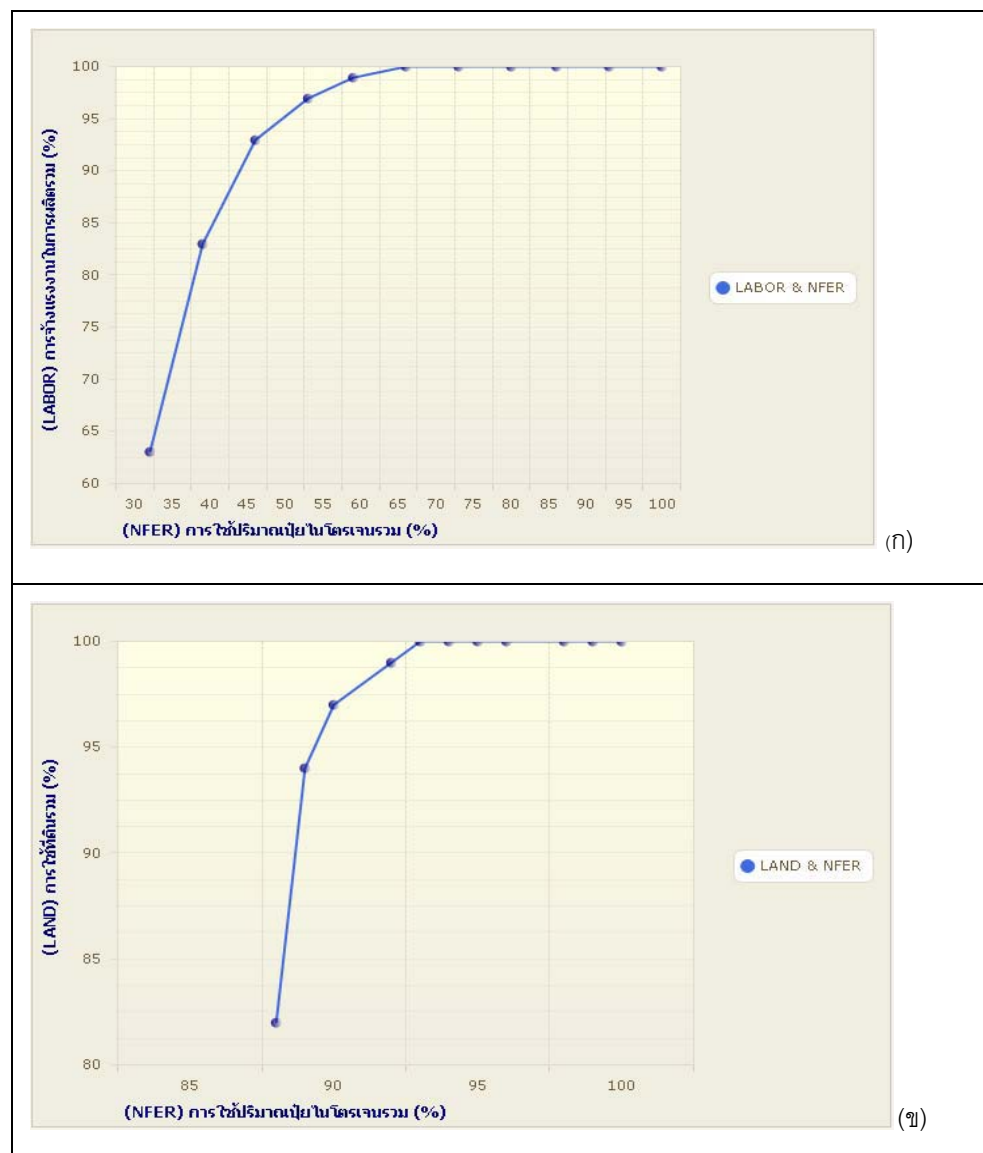
รูปที่ 6.27 การทดแทนกันระหว่างการจ้างแรงงานในการผลิต (ก) หรือการใช้ที่ดินรวม (ข) และการชะล้างพังทลายของดินรวม



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) แต่ไม่ว่าจะระบุว่าควรปลูกที่ใดในจังหวัดลำพูน 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

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) - SLA

ขั้นตอนการวิจัย > ขั้นตอน > ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัย 1

ขั้นตอนการวิจัย 1

ลำดับขั้นตอน	ชื่อการวิจัย	LRU	พื้นที่ปลูกจริง (ไร่)	พื้นที่ขี้นก (ไร่)	พื้นที่เป้าหมาย (ไร่)	พื้นที่ได้ผลผลิต (ไร่)	พื้นที่ได้ผลผลิต (%)
1	ลำไย	LC_11LS1	8,495.15	42,352.62	10,848.12	0	0
2	ลำไย	LC_11LS2	2,803.48	3,276.29	3,276.29	0	0
3	ลำไย	LC_11LS3	556.04	955.03	482.72	0	0
4	ลำไย	LC_11MS1	27,444.34	45,736.25	23,295.47	0	0
5	ลำไย	LC_11MS2	1,182.98	1,278.87	1,002.96	0	0
6	ลำไย	LC_11MS3	52.07	51.73	43.94	0	0
7	ลำไย	LC_11RS1	7,422.23	16,411.84	11,062.77	0	0
8	ลำไย	LC_11RS2	1,906.98	4,275.83	1,612.72	0	0
9	ลำไย	LC_11RS3	17.89	21.52	14.83	0	0
10	ลำไย	LC_11WS1	58,935.85	125,695.07	49,991.22	0	0
11	ลำไย	LC_11WS2	13,290.41	16,733.02	11,247.46	0	0
12	ลำไย	LC_11WS3	759.82	831.13	651.06	0	0
13	ลำไย	LC_12S1	71,983.41	115,246.62	84,568.18	0	0
14	ลำไย	LC_12S2	29,803.91	42,276.98	29,263.67	0	0
15	ลำไย	LC_12S3	1,069.97	1,345.46	906.60	0	0
16	ลำไย	LC_12S1	1,894.11	3,283.67	2,330.32	0	0
17	ลำไย	LC_12S2	190.58	217.64	217.64	0	0
18	ลำไย	LC_14S1	337.71	691.57	284.86	0	0
19	ลำไย	LC_14S2	112.32	160.79	94.96	0	0
20	ลำไย	LC_15S1	604.35	1,088.12	510.88	0	0
21	ลำไย	LC_15S2	68.82	85.89	57.28	0	0
22	ลำไย	LC_15S3	13.63	13.63	11.93	0	0
23	ลำไย	LC_16S1	5,833.48	11,928.79	7,801.30	0	0
24	ลำไย	LC_16S2	816.67	948.32	690.66	0	0
25	จำพวกอื่น	RZ_11LS1	35,416.37	53,854.30	30,036.30	0	0
26	จำพวกอื่น	RZ_11MS1	7,958.97	47,391.15	6,752.27	0	0
27	จำพวกอื่น	RZ_11RS1	954.43	12,917.81	805.23	0	0
28	จำพวกอื่น	RZ_11WS1	21,211.39	120,669.57	17,964.58	0	0
29	จำพวกอื่น	RZ_12S1	24,351.28	110,681.04	36,352.24	0	0
30	จำพวกอื่น	RZ_12S2	9.00	16,362.58	3,027.41	0	0
31	จำพวกอื่น	RZ_13S1	593.29	3,330.89	500.52	0	0
32	จำพวกอื่น	RZ_13S2	0.00	147.24	0.66	0	0
33	จำพวกอื่น	RZ_14S1	150.20	595.97	125.40	0	0

สมการเชิงเส้น

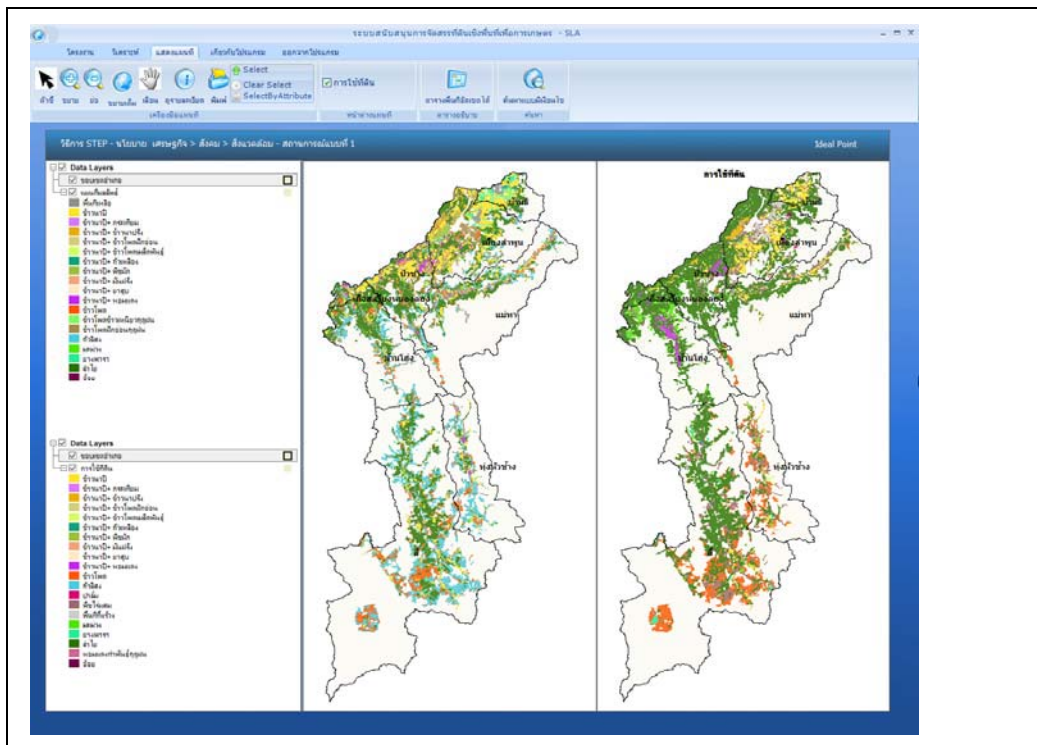
สมการเชิงเส้น: 1/3TRF_VJMPG_Modelใหม่18March11eco_soc_env_B5_Oil.shp

ลำดับความสำคัญ...	ชนิดการใช้ที่ดิน	LRU	พื้นที่ปลูกปัจจุบัน ...	พื้นที่ใช้ประโยชน์เหมาะสม > 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	62.81
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	1,312.48	99.90
16	ส่ว	LG_12S1	1,894.11	3,283.67	2,330.32	2,324.37	99.74
17	ส่ว	LG_12S2	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	88.82	88.89	88.53	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

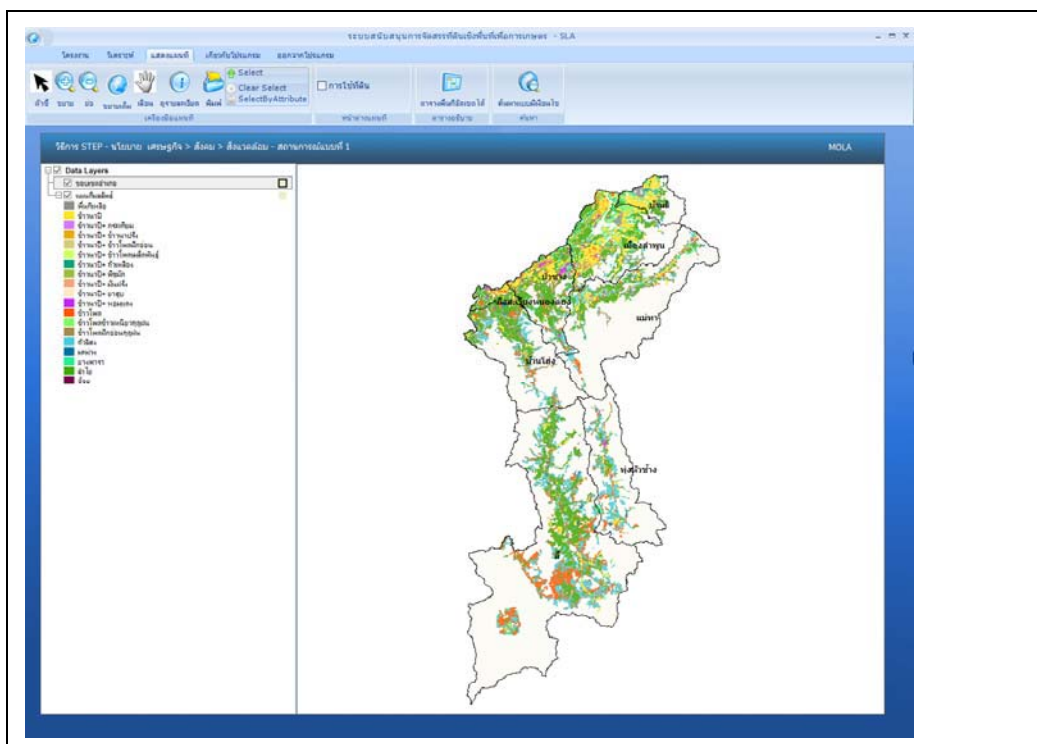
รูปที่ 6.31 ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตรโดยใช้วิธีการ MOLA ในโปรแกรม SLA

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

ขั้นตอนสุดท้ายคือการแสดงผลลัพธ์ของการจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตรเป็นแผนที่ ซึ่งทำได้โดยเลือกเมนูแสดงแผนที่ โปรแกรม SLA จะใช้คำสั่งของ MapWindow GIS เพื่อเรียกแสดงผลของการจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตรเป็นแผนที่ ผู้ใช้อาจเรียกแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีอยู่เพื่อนำมาแสดงเปรียบเทียบกับแผนที่ผลลัพธ์ได้ดังแสดงในรูปที่ 6.32 ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากวิธีการจัดสรรที่ดินแบบ IPA ของสถานการณ์แบบที่ 1 ตามนโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม เปรียบเทียบกับแผนที่การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรปี 2551 สำหรับรูปที่ 6.33 เป็นการแสดงผลลัพธ์ของสถานการณ์เดียวกันแต่จัดสรรที่ดินด้วยวิธีการ 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 ส่วนการปลูกสับปะรดทำให้พืชในเขตอาศัยน้ำฝนเปลี่ยนแปลงไป

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

โปรแกรม *IMGP-LPlan* สามารถให้ผลการวิเคราะห์การทดแทนกันระหว่างวัตถุประสงค์เพื่อดูว่าการยอมให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์ใดๆ มีค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้จะส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ที่ได้ของวัตถุประสงค์อื่นอย่างไร บางครั้งการยอมให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์หนึ่งเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายเพียงเล็กน้อยอาจทำให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์อื่นดีขึ้นอย่างมาก ในขณะที่การพยายามทำให้ผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์หนึ่งเข้าใกล้ค่าเป้าหมายมากขึ้นอาจส่งผลกระทบอย่างมากต่อผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์อื่นได้ เช่น ถ้ากำหนดให้ผลตอบแทนสุทธิสามารถเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายสูงสุดได้ 5% จะทำให้สามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ถึง 12% หรือสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนได้กว่า 33% แต่ถ้าต้องการลดปริมาณการใช้สารเคมีไปมากกว่านั้นจะส่งผลกระทบอย่างมากต่อผลตอบแทนสุทธิรวม ยกเว้นกรณีการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับสูงกว่า 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-

LPlan อยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ประการหนึ่งของผู้เข้าร่วมประชุมคือ กลุ่มงานระดับวางแผน พัฒนาการเกษตรในระดับจังหวัดหรือกลุ่มจังหวัด ควรนำไปใช้และผลักดันให้มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย รวมทั้งต้องมีความต่อเนื่องในการป้อนข้อมูลเพื่อการใช้ประโยชน์ น่าจะมีการตั้งเป็นคณะทำงานในระดับจังหวัด ที่จะต้องรับผิดชอบในเรื่องการจัดเก็บข้อมูลให้ทันสมัย และเสนอแนะให้มีการนำเสนอในจังหวัดลำพูนและพื้นที่ข้างเคียงเพื่อเป็นต้นแบบ และเกิดแนวคิดในการต่อยอดงานวิจัยให้เกิดประโยชน์เป็นรูปธรรมมากขึ้น (รายละเอียดการประชุม และผลการประเมินแสดงในภาคผนวก ข)

โครงการฯ จึงได้จัดประชุมเสนอผลการวิจัยแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในระดับจังหวัดอีกครั้งหนึ่ง ในวันอังคารที่ 5 เมษายน 2554 ณ โรงแรมลำพูนวิล อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน โดยมีตัวแทนผู้เข้าร่วมประชุมในระดับหัวหน้าหน่วยงาน และผู้ปฏิบัติงานด้านวิเคราะห์นโยบายและแผน นักวิชาการเกษตร นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร วิศวกรชลประทาน นายช่างชลประทาน จากสำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดลำพูน สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดลำพูน โครงการชลประทานลำพูน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม รวมทั้งตัวแทนจากสำนักงานประมงจังหวัดลำพูน และสำนักงานตรวจบัญชีสหกรณ์ลำพูน ที่ให้ความสนใจเข้าร่วมประชุมด้วย รวม 22 คน นอกจากนี้ ยังมีหัวหน้าหน่วยงานและผู้แทนจากหน่วยงานในจังหวัดกำแพงเพชรอีก 6 คน ได้แก่ เกษตรจังหวัดกำแพงเพชร ผู้แทนหัวหน้าหน่วยงานจากสำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดกำแพงเพชร สำนักงานพัฒนาที่ดินจังหวัดกำแพงเพชร โครงการชลประทานกำแพงเพชร และศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวกำแพงเพชร ที่ได้ทราบข่าวการจัดประชุมและมีความสนใจเข้าร่วมรับฟัง เพื่อต้องการพิจารณานำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในจังหวัดกำแพงเพชร รวมกับนักวิจัยจากโครงการฯ และผู้สนใจอื่นอีก 10 คน เป็นจำนวนผู้เข้าร่วมประชุมทั้งสิ้น 38 คน

ในการประชุมได้นำเสนอวัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินงาน และประโยชน์ของการใช้ผลงานวิจัย แสดงผลระบบการจัดเขตที่ดินเพื่อการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์อย่างมีส่วนร่วม (IMGP-LPlan) และระบบการจัดเขตที่ดินเชิงพื้นที่โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (SLA) แก่ผู้ร่วมประชุม ซึ่งได้รับความสนใจเป็นอย่างดี มีการตอบข้อซักถามและอภิปรายแนวทางการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยร่วมกับผู้เข้าประชุม รวมทั้งได้ให้ที่ประชุมประเมินผลในด้านความเข้าใจต่อวัตถุประสงค์ การทำงานของของโปรแกรม IMGP-LPlan และโปรแกรม SLA ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำผลงานวิจัยจากโครงการไปใช้วางแผนการจัดที่ดินเพื่อประโยชน์ทางเกษตร และการนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อหน่วยงานต่างๆ จากผลการประเมิน ผู้เข้าร่วมประชุมมีความพึงพอใจต่อการประชุมเสนอผลงานวิจัยครั้งนี้ในระดับมากร้อยละ 83.3 และระดับปานกลาง ร้อยละ 16.7 ผู้ร่วมประชุมมีความเข้าใจต่อโครงการนี้ในด้านวัตถุประสงค์ และการใช้ประโยชน์ในระดับมาก ร้อยละ 66.7 ส่วนความเข้าใจต่อการทำงานของโปรแกรม IMGP-LPlan และโปรแกรม SLA ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง คือร้อยละ 79 และ ร้อยละ 75 ตามลำดับ ผู้ร่วมประชุมเห็นว่ามีความเป็นไปได้มากในการนำผลงานวิจัยจากโครงการไปใช้วางแผนการจัดที่ดินทางเกษตรร้อยละ 83.3 มีความเป็นไปได้มากในการนำผลงานวิจัยจากโครงการนี้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์กับหน่วยงานต่างๆ ร้อยละ 79.2 และมีความต้องการระดับมาก (ร้อยละ 75) ที่ประสงค์ให้มีการฝึกอบรมเพิ่มเติมในหน่วยงาน ในด้านการผลักดันให้มีการนำผลงานวิจัยไปใช้ในทางปฏิบัติ ผู้ร่วมประชุม 8 คน เห็นว่าควรนำเสนอผลงานวิจัยให้ผู้บริหารระดับจังหวัด เช่นผู้ว่าราชการจังหวัด หรือผู้บริหารระดับสูงสุดของ

องค์กรซึ่งเป็นผู้กำหนดนโยบายตัวจริงได้รับทราบ และตระหนักถึงความสำคัญในการนำโปรแกรมหรือข้อมูลไปใช้อย่างจริงจัง เพื่อร่วมกันกำหนดนโยบายหรือทิศทางในการขับเคลื่อน และผู้บริหารควรกำหนดให้หน่วยงานราชการในจังหวัดถือเป็นนโยบายและให้ความร่วมมือนำไปปฏิบัติ ตลอดจนควรมีการฝึกอบรม/ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้เจ้าหน้าที่ของจังหวัดได้ทดลองใช้โปรแกรมจริง เพื่อให้เข้าใจในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (รายละเอียดในภาคผนวก ข) ซึ่งจากการนำเสนอผลงานให้จังหวัดลำพูนในคราวนี้ ทางจังหวัดได้แสดงความสนใจที่จะให้คณะนักวิจัยไปนำเสนอในระดับหัวหน้าหน่วยงานระดับจังหวัดอีกครั้งหนึ่ง ส่วนคณะหัวหน้าหน่วยงาน ของ จังหวัดกำแพงเพชร ได้เห็นความสำคัญของผลงานของโครงการและได้อยู่ในระหว่างการทำโครงการเสนอต่อผู้ว่าราชการจังหวัดเพื่อมีกิจกรรมการใช้ประโยชน์ในลำดับต่อไป

อาจสรุปได้ว่า โครงการวิจัย “การจัดที่ดินทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์” ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรที่มีศักยภาพในการใช้งานในหลายระดับ ไม่เฉพาะกับการใช้งานในระดับจังหวัดเท่านั้น ระบบดังกล่าวอาจนำไปใช้ประโยชน์ในระดับอื่นๆ เช่น ระดับโครงการชลประทาน ระดับลุ่มน้ำ และระดับเฉพาะพื้นที่อื่นๆได้ แต่ต้องมีคณะทำงานเชิงสหสาขาวิชาที่เข้าใจกลไกการทำงานของโปรแกรม *IMGP-LPlan* และปรับปรุงให้ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ให้ทันสมัย ดังนั้นจึงควรต้องมีการฝึกอบรมเพิ่มเติมโดยคณะนักวิจัยในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- ชาญชัย แสงชโยสวัสถ์ วรวิรุภรณ์ วีระจิตต์ เมธี เอกะสิงห์ วัฒนา พัฒนากาว และสมจินต์ วานิชเสถียร. 2548. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน : การจำแนกระบบนิเวศเกษตรและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ถาวร อ่อนประไพ, เมธี เอกะสิงห์, เบญจพรรณ เอกะสิงห์, ชาญชัย แสงชโยสวัสถ์, เฉลิมพล สำราญพงษ์. 2551. ระบบวิเคราะห์ทางเลือกสำหรับการประกอบอาชีพเกษตรกรรมตามฐานทรัพยากรในลุ่มน้ำ. สนับสนุนทุนวิจัยโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว), (ข้อมูลเบื้องต้นจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2551)
- บัณฑิต ต้นศิริ และ คำรณ ไทรพิง. 2542. คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์
- เบญจพรรณ เอกะสิงห์ กุศล ทองงาม ธัญยา พรหมบุรมย์ ศุภกิจ สิ้นไชยกุล และนฤมล ทินราช. 2548. ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: ประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรดินและน้ำชลประทาน. สนับสนุนทุนวิจัยโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)(ข้อมูลเบื้องต้นจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545 – 47)
- พันธ์ ขำเกลี้ยง. 2547. คู่มือการจำแนกระดับความต้องการปัจจัยสำหรับพืชเศรษฐกิจรายพันธุ์ สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์
- เมธี เอกะสิงห์ ชาฤทธิ์ สุ่มเหม และเฉลิมพล สำราญพงษ์. 2548. การพัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผนการจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ (รศทก.). ใน เมธี เอกะสิงห์ และคณะ (บรรณาธิการ) รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: การใช้ทรัพยากรและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ระบบกลาง). ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. น.203-231
- เมธี เอกะสิงห์ ชาญชัย แสงชโยสวัสถ์ เฉลิมพล สำราญพงษ์ ปิ่นเพชร สุกุลสองบุญศิริ ประภัตร พันธ์สมพงษ์ ชาฤทธิ์ สุ่มเหม วัฒนา พัฒนากาว จัตรนภา พรหมานนท์. 2548. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการระยะที่1: การใช้ทรัพยากรและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ(ระบบกลาง). ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เมธี เอกะสิงห์,เฉลิมพล สำราญพงษ์, ชาญชัย แสงชโยสวัสถ์,ประภัตร พันธ์สมพงษ์, และเทวินทร์ แก้วมูลเมือง. 2551. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการพัฒนาระบบวิเคราะห์แบบหลายหลักเกณฑ์เชิงพื้นที่เพื่อใช้ในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.127 หน้า

- เมธี เอกะสิงห์ เฉลิมพล สำราญพงษ์ ชาญชัย แสงชัยสวัสดิ์ ประภัสสร พันธสมพงษ์ และเทวินทร์ แก้วเมืองมูล. 2551. ระบบวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ที่ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ ใน รายงานการสัมมนา ระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 4 ระหว่างวันที่ 27-28 พฤษภาคม 2551 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติเอ็มเพรส เชียงใหม่, หน้า 75-89
- ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์. 2528. คู่มือการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตพืช ปศุสัตว์ และสัตว์น้ำ. คณะเศรษฐศาสตร์ และบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน . 2554. ข้อมูลพื้นที่ทำการเกษตรรายตำบล ปี 2552 จังหวัดลำพูน.
http://www.lamphun.doae.go.th/index_lamphun.html
- _____. 2554. สถิติการเพาะปลูก เก็บเกี่ยวพืช จังหวัดลำพูน ปี 2552. <http://lamphun.doae.go.th/stat52.xls>
- _____. 2554. การผลิตไม่ผลไม่ยืนต้นจังหวัดลำพูน ปี 2552.
http://www.lamphun.doae.go.th/index_lamphun.html
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดลำพูน. 2554. จำนวนประชากรและจำนวนแรงงานปี 2552.
<http://www.moac-info.net/modules/reports/R105.php>
- สำนักงานจังหวัดลำพูน .2554. สภาวะเศรษฐกิจจังหวัดลำพูน. <http://www.lamphun.go.th/intro.php?topicid=4>
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2548. การวิเคราะห์หารูปแบบฟาร์มผลิตพืชที่เหมาะสม กรณีศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ ขอนแก่น ลพบุรี สงขลา. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Agrell, P.J., A. Stam, and G.n.W. Fischer. 2004. Interactive multiobjective agro-ecological land use planning: The Bungoma region in Kenya. *European Journal of Operational Research* 158:194-217.
- Apai, B., and C. Navanugraha. 2004. An integrative agricultural land evaluation and classification for sustainable land-use in Uthai Thani province. *Thammasat Inst. J. Sc. Tech.* 9(2): 17-26.
- Azapagic, A. and R. Cliff, 1999. Life cycle assessment and multiobjective optimisation. *J. Clean Prod* 7:135-143.
- Baja, S., D.M. Chapman, and D. Dragovich. 2002. A conceptual model for defining and assessing land management units using a fuzzy modeling approach in GIS environment. *Environmental Management* 29:647-661.
- Braimoh, A.K., P.L.G. Vlek, and A. Stein. 2004. Land evaluation for maize based on fuzzy set and interpolation. *Environmental Management* 33:226-238.
- Castella, J.-C., S. Pheng Kam, et al. 2007. Combining top-down and bottom-up modelling approaches of land use/cover change to support public policies: Application to sustainable management of natural resources in northern Vietnam. *Land Use Policy* 24(3): 531-545.

- Cohon, J.L. 1978. *Multiobjective Programming and Planning*. Academic Press, New York.
- de Wit, C.T., H. van Keulen, N.G. Seligman, and I. Spharim. 1988. Application of interactive multiple goal programming techniques for analysis and planning of regional agricultural development. *Agricultural Systems* 26:211-230.
- FAO. 1976. *Land Evaluation*. FAO, Rome.
- Goicoechea, A., Hansen, D.R., Duckstein, L. 1982. *Multiobjective Decision Analysis with Engineering and Business Applications* John Wiley & Sons, New York.
- Jianbo, L., W. Zhaoqian, and F.W.T. Penning de Vries. 2002. Application of interactive multiple goal programming for red soil watershed development: a case study of Qingshishan watershed. *Agricultural Systems* 73:313-324.
- Kam, S.P., N.V. Nhan, T.P. Tuong, C.T. Hoanh, V.T. Be Nam, and A. Maunahan. 2006. Applying the resource management domain (RMD) concept to land and water use management in the coastal zone: Case study of Bac Lieu province, Vietnam, p. 193-206, *In* C.T. Hoanh, et al., (eds). *Environment and Livelihoods in Tropical Coastal Zones Managing Agriculture–Fishery–Aquaculture Conflicts*. CAB International.
- Klemperer, W. D. 1996. *Forest Resource Economics and Finance*. New York: McGraw-Hill International.
- Laborte, A.G., M.K. Van Ittersum, and M.M. Van den Berg. 2007. Multi-scale analysis of agricultural development: A modelling approach for Ilocos Norte, Philippines. *Agricultural Systems* 94:862-873.
- Lu, C.H., M.K. van Ittersum, and R. Rabbinge. 2004. A scenario exploration of strategic land use options for the Loess Plateau in northern China. *Agricultural Systems* 79:145-170.
- Maes, W.H., W.M.J. Achten, B. Ruebens, D. Raes, R. Samson, and B. Muys. 2009. Plant-water relationships and growth strategies of *Jatropha curcas* L. seedlings under different levels of drought stress. *Journal of Arid Environments* 73:877-884.
- Malczewski, J. 2004. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in Planning* 62:3-65.
- Oost, K.V., G. Govers, and P. Desmet. 2000. Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. *Landscape Ecology* 15(6) : 577 - 589.
- Patcharanuntawat, P., Bhaktikul, K., Navanugraha, C., and Kongjun, T. 2007. Optimization for cash crop planning using genetic algorithm: A case study of Upper Mun Basin, Nakhon Ratchasima province. International Network for Water and Ecosystem in Paddy Fields *INWEPF 4th Steering Meeting and Symposium*: July 5-7, 2007 The Emerald Hotel Bangkok, Thailand.

- Ponsioen, T. C., H. Hengsdijk, J. Wolf, M.K. van Ittersum, R.P. Rotter, Tran Thuc Son, A.G. Laborte. 2006. TechnoGIN, a tool for exploring and evaluating resource use efficiency of cropping systems in East and Southeast Asia. *Agricultural Systems* 87(1): 80-100.
- Praneetvatakul, S., and A. Sirijinda. 2007. Sustainable Farming Systems Planning Using Goal Programming in Northern Thailand, p. 263-276, *In* L. H. F. Heidhues, et al., (eds). *Sustainable Land Use in Mountainous Regions of Southeast Asia: Meeting the Challenges of Ecological, Socio-Economic and Cultural Diversity*. Springer.
- Roetter, R.P., C.T. Hoanh, A.G. Laborte, H. Van Keulen, M.K. Van Ittersum, C. Dreiser, C.A. Van Diepen, N. De Ridder, and H.H. Van Laar. 2005. Integration of Systems Network (SysNet) tools for regional land use scenario analysis in Asia. *Environmental Modelling & Software* 20:291-307.
- Romero, C., and T. Rehman. 2003. The interactive multiple criteria decision-making approach, p. 79-102, *In* *Multicriteria Analysis for Agricultural Decisions*. Elsevier.
- Samranpong, C., B. Ekasingh, and M. Ekasingh. 2009. Economic land evaluation for agricultural resource management in Northern Thailand. *Environmental Modelling & Software* 24:1381-1390.
- Santé-Riveira, I., R. Crecente-Maseda, and D. Miranda-Barros. 2008. GIS-based planning support system for rural land-use allocation. *Computers and Electronics in Agriculture* 63:257-273.
- Santé, I., and R. Crecente. 2007. LUSE, a decision support system for exploration of rural land use allocation: Application to the Terra Cha district of Galicia (N.W. Spain). *Agricultural Systems* 94:341-356.
- van Ittersum, M.K., R.P. Roetter, H. van Keulen, N. de Ridder, C.T. Hoanh, A.G. Laborte, P.K. Aggarwal, A.B. Ismail, and A. Tawang. 2004. A systems network (SysNet) approach for interactively evaluating strategic land use options at sub-national scale in South and South-east Asia. *Land Use Policy* 21:101-113.

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก หน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU)

ภาคผนวก ก ตารางที่ 1 รายละเอียดหน่วยแผนที่การจัดการทรัพยากรสำหรับการเก็บค่าสัมประสิทธิ์

LRU	รายละเอียด	จำนวน Polygons
RZ01	ข้าวนาปี,โครงการชลประทานขนาดใหญ่,0-5%	849
RZ02	ข้าวนาปี,โครงการชลประทานขนาดกลาง,0-5%	244
RZ03	ข้าวนาปี,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,0-5%	121
RZ04	ข้าวนาปี,ชลประทานฝาย,0-5%	1079
RZ05	ข้าวนาปี,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	939
RZ06	ข้าวนาปี,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินลึก (>=50m),0-5%	100
RZ07	ข้าวนาปี,สุมน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	44
RZ08	ข้าวนาปี,สุมน้ำได้ดินลึก (>=50m),0-5%	74
RZ09	ข้าวนาปี,สุมน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	125
RZ10	ข้าวนาปี,อาศัยน้ำฝน,0-5%	1607
RG01	ข้าวนาปี+กระเทียม,ชลประทานฝาย,0-5%	48
RG02	ข้าวนาปี+กระเทียม,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	32
RG03	ข้าวนาปี+กระเทียม,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินลึก (>=50m),0-	2
RG04	ข้าวนาปี+กระเทียม,สุมน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	4
RG05	ข้าวนาปี+กระเทียม,สุมน้ำได้ดินลึก (>=50m),0-5%	1
RG06	ข้าวนาปี+กระเทียม,สุมน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	6
RG07	ข้าวนาปี+กระเทียม,อาศัยน้ำฝน,0-5%	12
RR01	ข้าวนาปี+ข้าวนาปรัง,โครงการชลประทานขนาดกลาง,0-5%	105
RR02	ข้าวนาปี+ข้าวนาปรัง,ชลประทานฝาย,0-5%	26
RR03	ข้าวนาปี+ข้าวนาปรัง,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	9
RR04	ข้าวนาปี+ข้าวนาปรัง,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินลึก (>=50m),0-	5
RR05	ข้าวนาปี+ข้าวนาปรัง,สุมน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	34
RM01	ข้าวนาปี+ข้าวโพด,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,0-5%	5
RM02	ข้าวนาปี+ข้าวโพด,ชลประทานฝาย,0-5%	12
RM03	ข้าวนาปี+ข้าวโพด,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	1
RM04	ข้าวนาปี+ข้าวโพด,สุมน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	1
RM05	ข้าวนาปี+ข้าวโพด,อาศัยน้ำฝน,0-5%	48
RB01	ข้าวนาปี+ข้าวโพดฝักอ่อน,ชลประทานฝาย,0-5%	76
RB02	ข้าวนาปี+ข้าวโพดฝักอ่อน,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินตื้น	49
RB03	ข้าวนาปี+ข้าวโพดฝักอ่อน,สุมน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	1
RB04	ข้าวนาปี+ข้าวโพดฝักอ่อน,อาศัยน้ำฝน,0-5%	2
RS01	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,โครงการชลประทานขนาดกลาง,0-5%	1
RS02	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,0-5%	3
RS03	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,ชลประทานฝาย,0-5%	157
RS04	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	18

ภาคผนวก ก ตารางที่ 1 (ต่อ) รายละเอียดหน่วยแผนที่การจัดการทรัพยากรสำหรับการเก็บค่าสัมประสิทธิ์

LRU	รายละเอียด	จำนวน Polygons
RS05	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	1
RS06	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	12
RS07	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,อาศัยน้ำฝน,0-5%	20
RV01	ข้าวนาปี+พืชผัก,โครงการชลประทานขนาดใหญ่,0-5%	23
RV02	ข้าวนาปี+พืชผัก,โครงการชลประทานขนาดกลาง,0-5%	17
RV03	ข้าวนาปี+พืชผัก,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,0-5%	33
RV04	ข้าวนาปี+พืชผัก,ชลประทานฝาย,0-5%	213
RV05	ข้าวนาปี+พืชผัก,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	82
RV06	ข้าวนาปี+พืชผัก,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m),0-5%	2
RV07	ข้าวนาปี+พืชผัก,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	16
RV08	ข้าวนาปี+พืชผัก,อาศัยน้ำฝน,0-5%	152
RP01	ข้าวนาปี+มันฝรั่ง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,0-5%	1
RP02	ข้าวนาปี+มันฝรั่ง,ชลประทานฝาย,0-5%	140
RP03	ข้าวนาปี+มันฝรั่ง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	18
RP04	ข้าวนาปี+มันฝรั่ง,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	2
RP05	ข้าวนาปี+มันฝรั่ง,อาศัยน้ำฝน,0-5%	53
RT01	ข้าวนาปี+ยาสูบ,โครงการชลประทานขนาดใหญ่,0-5%	56
RT02	ข้าวนาปี+ยาสูบ,ชลประทานฝาย,0-5%	4
RT03	ข้าวนาปี+ยาสูบ,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	7
RT04	ข้าวนาปี+ยาสูบ,อาศัยน้ำฝน,0-5%	1
RO01	ข้าวนาปี+หอมแดง,โครงการชลประทานขนาดกลาง,0-5%	25
RO02	ข้าวนาปี+หอมแดง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,0-5%	30
RO03	ข้าวนาปี+หอมแดง,ชลประทานฝาย,0-5%	481
RO04	ข้าวนาปี+หอมแดง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	104
RO05	ข้าวนาปี+หอมแดง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m),0-5%	89
RO06	ข้าวนาปี+หอมแดง,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	3
RO07	ข้าวนาปี+หอมแดง,สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m),0-5%	3
RO08	ข้าวนาปี+หอมแดง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	35
RO09	ข้าวนาปี+หอมแดง,อาศัยน้ำฝน,0-5%	1
MZ01	ข้าวโพด,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,0-5%	82
MZ02	ข้าวโพด,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,5-20%	59
MZ03	ข้าวโพด,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,> 20%	1
MZ04	ข้าวโพด,ชลประทานฝาย,0-5%	66
MZ05	ข้าวโพด,ชลประทานฝาย,5-20%	39

ภาคผนวก ก ตารางที่ 1 (ต่อ) รายละเอียดหน่วยแผนที่การจัดการทรัพยากรสำหรับการเก็บค่าสัมประสิทธิ์

LRU	รายละเอียด	จำนวน Polygons
MZ06	ข้าวโพด,ชลประทานฝาย,> 20%	1
MZ07	ข้าวโพด,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	340
MZ08	ข้าวโพด,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินตื้น (<50m),5-20%	348
MZ09	ข้าวโพด,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินตื้น (<50m),> 20%	27
MZ10	ข้าวโพด,สุมน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	11
MZ11	ข้าวโพด,สุมน้ำได้ดินตื้น (<50m),5-20%	6
MZ12	ข้าวโพด,สุมน้ำได้ดินลึก (>=50m),0-5%	3
MZ13	ข้าวโพด,สุมน้ำได้ดินลึก (>=50m),5-20%	1
MZ14	ข้าวโพด,อาศัยน้ำฝน,0-5%	925
MZ15	ข้าวโพด,อาศัยน้ำฝน,5-20%	985
MZ16	ข้าวโพด,อาศัยน้ำฝน,> 20%	53
SZ01	ถั่วลิสง,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	4
SZ02	ถั่วลิสง,อาศัยน้ำฝน,0-5%	28
SZ03	ถั่วลิสง,อาศัยน้ำฝน,5-20%	32
OZ01	หอมแดงฤดูฝน,ชลประทานฝาย,0-5%	2
OZ02	หอมแดงฤดูฝน,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	1
OZ03	หอมแดงฤดูฝน,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินลึก (>=50m),0-5%	2
SC01	อ้อย,โครงการชลประทานขนาดใหญ่,0-5%	20
SC02	อ้อย,โครงการชลประทานขนาดใหญ่,5-20%	14
SC03	อ้อย,อาศัยน้ำฝน,0-5%	4
SC04	อ้อย,อาศัยน้ำฝน,5-20%	1
MG01	มะม่วง,โครงการชลประทานขนาดใหญ่,0-5%	7
MG02	มะม่วง,โครงการชลประทานขนาดใหญ่,5-20%	2
MG03	มะม่วง,โครงการชลประทานขนาดใหญ่,> 20%	3
MG04	มะม่วง,โครงการชลประทานขนาดกลาง,0-5%	3
MG05	มะม่วง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,0-5%	19
MG06	มะม่วง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,5-20%	3
MG07	มะม่วง,ชลประทานฝาย,0-5%	24
MG08	มะม่วง,ชลประทานฝาย,5-20%	11
MG09	มะม่วง,ชลประทานฝาย,> 20%	2

ภาคผนวก ก ตารางที่ 1 (ต่อ) รายละเอียดหน่วยแผนที่การจัดการทรัพยากรสำหรับการเก็บค่าสัมประสิทธิ์

LRU	รายละเอียด	จำนวน Polygons
MG10	มะม่วง,โครงการชลประทาน + ฐานน้ำใต้ดินตื้น (<50m),0-5%	205
MG11	มะม่วง,โครงการชลประทาน + ฐานน้ำใต้ดินตื้น (<50m),5-20%	64
MG12	มะม่วง,โครงการชลประทาน + ฐานน้ำใต้ดินตื้น (<50m),> 20%	1
MG13	มะม่วง,ฐานน้ำใต้ดินตื้น (<50m),0-5%	1
MG14	มะม่วง,ฐานน้ำใต้ดินตื้น (<50m),5-20%	3
MG15	มะม่วง,ฐานน้ำใต้ดินลึก (>=50m),0-5%	21
MG16	มะม่วง,ฐานน้ำใต้ดินลึก (>=50m),5-20%	2
MG17	มะม่วง,ฐานน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	14
MG18	มะม่วง,ฐานน้ำด้วยไฟฟ้า,5-20%	2
MG19	มะม่วง,อาศัยน้ำฝน,0-5%	165
MG20	มะม่วง,อาศัยน้ำฝน,5-20%	91
MG21	มะม่วง,อาศัยน้ำฝน,> 20%	2
PR01	ยางพารา,โครงการชลประทานขนาดใหญ่,0-5%	7
PR02	ยางพารา,โครงการชลประทานขนาดใหญ่,5-20%	3
PR03	ยางพารา,โครงการชลประทานขนาดกลาง,0-5%	1
PR04	ยางพารา,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,0-5%	2
PR05	ยางพารา,ชลประทานฝาย,0-5%	1
PR06	ยางพารา,โครงการชลประทาน + ฐานน้ำใต้ดินตื้น (<50m),0-5%	17
PR07	ยางพารา,โครงการชลประทาน + ฐานน้ำใต้ดินตื้น (<50m),5-20%	5
PR08	ยางพารา,ฐานน้ำใต้ดินตื้น (<50m),5-20%	1
PR09	ยางพารา,ฐานน้ำใต้ดินลึก (>=50m),0-5%	1
PR10	ยางพารา,ฐานน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	2
PR11	ยางพารา,อาศัยน้ำฝน,0-5%	64
PR12	ยางพารา,อาศัยน้ำฝน,5-20%	55
LG01	ลำไย,โครงการชลประทานขนาดใหญ่,0-5%	653
LG02	ลำไย,โครงการชลประทานขนาดใหญ่,5-20%	174
LG03	ลำไย,โครงการชลประทานขนาดใหญ่,> 20%	79
LG04	ลำไย,โครงการชลประทานขนาดกลาง,0-5%	448
LG05	ลำไย,โครงการชลประทานขนาดกลาง,5-20%	63
LG06	ลำไย,โครงการชลประทานขนาดกลาง,> 20%	8

ภาคผนวก ก ตารางที่ 1 (ต่อ) รายละเอียดหน่วยแผนที่การจัดการทรัพยากรสำหรับการเก็บค่าสัมประสิทธิ์

LRU	รายละเอียด	จำนวน Polygons
LG07	ลำไย,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,0-5%	289
LG08	ลำไย,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,5-20%	177
LG09	ลำไย,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ,> 20%	3
LG10	ลำไย,ชลประทานฝาย,0-5%	2190
LG11	ลำไย,ชลประทานฝาย,5-20%	951
LG12	ลำไย,ชลประทานฝาย,> 20%	109
LG13	ลำไย,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	3658
LG14	ลำไย,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินตื้น (<50m),5-20%	2214
LG15	ลำไย,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินตื้น (<50m),> 20%	244
LG16	ลำไย,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินลึก (>=50m),0-5%	275
LG17	ลำไย,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินลึก (>=50m),5-20%	39
LG18	ลำไย,โครงการชลประทาน + สุ่มน้ำได้ดินลึก (>=50m),> 20%	3
LG19	ลำไย,สุมน้ำได้ดินตื้น (<50m),0-5%	61
LG20	ลำไย,สุมน้ำได้ดินตื้น (<50m),5-20%	25
LG21	ลำไย,สุมน้ำได้ดินตื้น (<50m),> 20%	1
LG22	ลำไย,สุมน้ำได้ดินลึก (>=50m),0-5%	127
LG23	ลำไย,สุมน้ำได้ดินลึก (>=50m),5-20%	16
LG24	ลำไย,สุมน้ำได้ดินลึก (>=50m),> 20%	3
LG25	ลำไย,สุมน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	244
LG26	ลำไย,สุมน้ำด้วยไฟฟ้า,5-20%	79
LG27	ลำไย,อาศัยน้ำฝน,0-5%	1166
LG28	ลำไย,อาศัยน้ำฝน,5-20%	714
LG29	ลำไย,อาศัยน้ำฝน,> 20%	39

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข การเก็บข้อมูลการผลิตของเกษตรกรตามหน่วยทรัพยากรที่ดิน Land Resource Unit, LRU

ภาคผนวก ข ตารางที่ 1 รายละเอียดการวางแผนเก็บข้อมูลภาคสนาม

LRU	อธิบาย LRU	พื้นที่ปลูกตามแผนที่การใช้ประโยชน์ (ไร่)	แผนการเก็บข้อมูลสนาม (จำนวนตัวอย่าง)
RZ01	ข้าวนาปี,โครงการชลประทาน,0-5%	87,465.63	145
RZ02	ข้าวนาปี,โครงการชลประทาน,5-20%	2,224.86	15
RZ03	ข้าวนาปี,โครงการชลประทาน,>20%	566.26	4
RZ04	ข้าวนาปี,โครงการชลประทาน+สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),0-5%	183.17	4
RZ05	ข้าวนาปี,โครงการชลประทาน+สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),5-20%	82.57	4
RZ06	ข้าวนาปี,โครงการชลประทาน+สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),>20%	9.04	4
RZ07	ข้าวนาปี,โครงการชลประทาน+สูบน้ำใต้ดิน(>= 50 m.),0-5%	187.55	4
RZ08	ข้าวนาปี,โครงการชลประทาน+สูบน้ำใต้ดิน(>= 50 m.),5-20%	20.84	4
RZ09	ข้าวนาปี,สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),0-5%	730.80	5
RZ10	ข้าวนาปี,สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),5-20%	115.42	4
RZ11	ข้าวนาปี,สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),>20%	19.80	4
RZ12	ข้าวนาปี,สูบน้ำใต้ดิน(>= 50 m.),0-5%	347.75	4
RZ13	ข้าวนาปี,สูบน้ำใต้ดิน(>= 50 m.),5-20%	77.16	4
RZ14	ข้าวนาปี,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	4,800.14	32
RZ15	ข้าวนาปี,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า,5-20%	12.44	4
RZ16	ข้าวนาปี,อาศัยน้ำฝน,0-5%	22,289.64	74
RZ17	ข้าวนาปี,อาศัยน้ำฝน,5-20%	1,789.72	12
RZ18	ข้าวนาปี,อาศัยน้ำฝน,>20%	315.81	4
	รวมข้าวนาปี	121,238.59	331
MZ01	ข้าวโพด,โครงการชลประทาน,0-5%	1,960.26	13
MZ02	ข้าวโพด,โครงการชลประทาน,5-20%	662.26	4
MZ03	ข้าวโพด,โครงการชลประทาน,>20%	4.45	2
MZ04	ข้าวโพด,สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),0-5%	37.63	4
MZ05	ข้าวโพด,สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),5-20%	48.70	4
MZ06	ข้าวโพด,สูบน้ำใต้ดิน(>= 50 m.),0-5%	112.63	4
MZ07	ข้าวโพด,สูบน้ำใต้ดิน(>= 50 m.),5-20%	57.18	4
MZ08	ข้าวโพด,อาศัยน้ำฝน,0-5%	25,922.41	64
MZ09	ข้าวโพด,อาศัยน้ำฝน,5-20%	10,089.64	34
MZ10	ข้าวโพด,อาศัยน้ำฝน,>20%	8,702.22	29
	รวมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	47,597.40	162
SZ01	ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,อาศัยน้ำฝน,0-5%	1,053.71	8
SZ02	ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,อาศัยน้ำฝน,5-20%	315.67	4
	รวมถั่วเหลือง	1,369.37	12

ภาคผนวก ข ตารางที่ 1 (ต่อ) รายละเอียดการวางแผนเก็บข้อมูลภาคสนาม

LRU	อธิบาย LRU	พื้นที่ปลูกตาม แผนที่การใช้ ประโยชน์ (ไร่)	แผนการเก็บ ข้อมูลสนาม (จำนวน ตัวอย่าง)
RR03	ข้าวนาปี+ข้าวนาปรัง,โครงการชลประทาน+สูบน้ำได้ดิน(≥ 50 m.),0-5%	18.17	4
RR04	ข้าวนาปี+ข้าวนาปรัง,สูบน้ำได้ดิน(< 50 m.),0-5%	98.26	4
RR05	ข้าวนาปี+ข้าวนาปรัง,สูบน้ำได้ดิน(≥ 50 m.),0-5%	750.36	5
RR06	ข้าวนาปี+ข้าวนาปรัง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	366.84	4
RR07	ข้าวนาปี+ข้าวนาปรัง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า,5-20%	35.03	4
RR08	ข้าวนาปี+ข้าวนาปรัง,อาศัยน้ำฝน,0-5%	73.09	4
	รวมข้าวนาปี + ข้าวนาปรัง	10,304.71	59
RO01	ข้าวนาปี+หอมแดง,โครงการชลประทาน,0-5%	6,889.31	23
RO02	ข้าวนาปี+หอมแดง,โครงการชลประทาน,5-20%	106.91	4
RO03	ข้าวนาปี+หอมแดง,สูบน้ำได้ดิน(< 50 m.), $>20\%$	3.58	4
RO04	ข้าวนาปี+หอมแดง,โครงการชลประทาน+สูบน้ำได้ดิน(< 50 m.),0-5%	34.54	4
RO05	ข้าวนาปี+หอมแดง,โครงการชลประทาน+สูบน้ำได้ดิน(< 50 m.),5-20%	17.25	4
RO06	ข้าวนาปี+หอมแดง,โครงการชลประทาน+สูบน้ำได้ดิน(≥ 50 m.),0-5%	134.75	4
RO07	ข้าวนาปี+หอมแดง,สูบน้ำได้ดิน(< 50 m.),0-5%	4,601.10	16
RO08	ข้าวนาปี+หอมแดง,สูบน้ำได้ดิน(< 50 m.),5-20%	163.69	4
RO09	ข้าวนาปี+หอมแดง,สูบน้ำได้ดิน(≥ 50 m.),0-5%	7,397.83	25
RO10	ข้าวนาปี+หอมแดง,สูบน้ำได้ดิน(≥ 50 m.),5-20%	251.90	4
RO11	ข้าวนาปี+หอมแดง,สูบน้ำได้ดิน(≥ 50 m.), $>20\%$	5.32	4
RO12	ข้าวนาปี+หอมแดง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	683.33	5
RO13	ข้าวนาปี+หอมแดง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า,5-20%	35.64	4
RO14	ข้าวนาปี+หอมแดง,อาศัยน้ำฝน,0-5%	19.68	4
RO15	ข้าวนาปี+หอมแดง,อาศัยน้ำฝน,5-20%	19.71	4
	รวมข้าวนาปี + หอมแดง	20,364.55	113

ภาคผนวก ข ตารางที่ 1 (ต่อ) รายละเอียดการวางแผนเก็บข้อมูลภาคสนาม

LRU	อธิบาย LRU	พื้นที่ปลูกตามแผนที่ การใช้ประโยชน์ (ไร่)	แผนการเก็บ ข้อมูลสนาม (จำนวน ตัวอย่าง)
RG01	ข้าวนาปี+กระเทียม,โครงการชลประทาน,0-5%	7.51	4
RG02	ข้าวนาปี+กระเทียม,สูบน้ำได้ดิน(< 50 m.),0-5%	613.16	6
RG03	ข้าวนาปี+กระเทียม,สูบน้ำได้ดิน(< 50 m.),5-20%	34.47	4
RG04	ข้าวนาปี+กระเทียม,สูบน้ำได้ดิน(>= 50 m.),0-5%	202.14	4
RG05	ข้าวนาปี+กระเทียม,สูบน้ำได้ดิน(>= 50 m.),5-20%	3.73	4
RG06	ข้าวนาปี+กระเทียม,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	63.52	4
RG07	ข้าวนาปี+กระเทียม,อาศัยน้ำฝน,0-5%	157.03	4
RG08	ข้าวนาปี+กระเทียม,อาศัยน้ำฝน,5-20%	8.43	4
	รวมข้าวนาปี+ กระเทียม	1,089.99	34
RB01	ข้าวนาปี+ข้าวโพดฝักอ่อน,โครงการชลประทาน,0-5%	287.29	4
RB02	ข้าวนาปี+ข้าวโพดฝักอ่อน,โครงการชลประทาน,5-20%	39.11	4
RB03	ข้าวนาปี+ข้าวโพดฝักอ่อน,อาศัยน้ำฝน,>20%	7.88	4
RB04	ข้าวนาปี+ข้าวโพดฝักอ่อน,โครงการชลประทาน+สูบน้ำได้ดิน(< 50	1.24	4
RB05	ข้าวนาปี+ข้าวโพดฝักอ่อน,สูบน้ำได้ดิน(< 50 m.),0-5%	383.83	4
RB06	ข้าวนาปี+ข้าวโพดฝักอ่อน,สูบน้ำได้ดิน(< 50 m.),5-20%	14.34	4
RB07	ข้าวนาปี+ข้าวโพดฝักอ่อน,อาศัยน้ำฝน,0-5%	156.24	4
RB08	ข้าวนาปี+ข้าวโพดฝักอ่อน,อาศัยน้ำฝน,5-20%	34.72	4
	รวมข้าวนาปี+ ข้าวโพดฝักอ่อน	924.66	32
RS01	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,โครงการชลประทาน,0-5%	698.20	7
RS02	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,โครงการชลประทาน,5-20%	89.75	4
RS03	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,สูบน้ำได้ดิน(< 50 m.),0-5%	1,676.74	17
RS04	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,สูบน้ำได้ดิน(< 50 m.),5-20%	162.13	4
RS05	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,สูบน้ำได้ดิน(>= 50 m.),0-5%	296.55	4
RS06	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,สูบน้ำได้ดิน(>= 50 m.),5-20%	14.51	4
RS07	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	66.07	4
RS08	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า,5-20%	46.13	4

ภาคผนวก ข ตารางที่ 1 (ต่อ) รายละเอียดการวางแผนเก็บข้อมูลภาคสนาม

LRU	อธิบาย LRU	พื้นที่ปลูกตามแผนที่ การใช้ประโยชน์ (ไร่)	แผนการเก็บ ข้อมูลสนาม (จำนวน ตัวอย่าง)
RS09	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,อาศัยน้ำฝน,0-5%	141.02	4
RS10	ข้าวนาปี+ถั่วเหลือง,อาศัยน้ำฝน,5-20%	16.95	4
	รวมข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง	3,208.05	56
RP01	ข้าวนาปี+มันฝรั่ง,โครงการชลประทาน,0-5%	5.56	4
RP02	ข้าวนาปี+มันฝรั่ง,สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),0-5%	204.40	4
RP03	ข้าวนาปี+มันฝรั่ง,สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),5-20%	13.35	4
RP04	ข้าวนาปี+มันฝรั่ง,อาศัยน้ำฝน,0-5%	2.42	4
	รวมข้าวนาปี+ มันฝรั่ง	225.74	16
RT01	ข้าวนาปี+ยาสูบ,โครงการชลประทาน,0-5%	2,404.93	16
RT02	ข้าวนาปี+ยาสูบ,โครงการชลประทาน,5-20%	100.65	4
RT03	ข้าวนาปี+ยาสูบ,โครงการชลประทาน,>20%	3.17	4
RT04	ข้าวนาปี+ยาสูบ,โครงการชลประทาน+สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),0-5%	19.68	4
RT05	ข้าวนาปี+ยาสูบ,โครงการชลประทาน+สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),5-20%	2.28	4
RT06	ข้าวนาปี+ยาสูบ,อาศัยน้ำฝน,0-5%	13.91	4
	รวมข้าวนาปี + ยาสูบ	2,544.61	36
RV01	ข้าวนาปี+พืชผัก,โครงการชลประทาน,0-5%	428.09	10
RV02	ข้าวนาปี+พืชผัก,โครงการชลประทาน,5-20%	125.58	4
RV03	ข้าวนาปี+พืชผัก,โครงการชลประทาน,>20%	12.26	4
RV04	ข้าวนาปี+พืชผัก,โครงการชลประทาน+สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),0-5%	16.33	4
RV05	ข้าวนาปี+พืชผัก,สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),0-5%	474.09	10
RV06	ข้าวนาปี+พืชผัก,สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),5-20%	38.02	4
RV07	ข้าวนาปี+พืชผัก,สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),>20%	11.34	4
RV08	ข้าวนาปี+พืชผัก,สูบน้ำใต้ดิน(>= 50 m.),0-5%	593.82	12
RV09	ข้าวนาปี+พืชผัก,สูบน้ำใต้ดิน(>= 50 m.),5-20%	21.57	4
RV10	ข้าวนาปี+พืชผัก,อาศัยน้ำฝน,0-5%	75.06	4
RV11	ข้าวนาปี+พืชผัก,อาศัยน้ำฝน,5-20%	1.19	4
	รวมข้าวนาปี + พืชผัก	1,797.35	64

ภาคผนวก ข ตารางที่ 1 (ต่อ) รายละเอียดการวางแผนเก็บข้อมูลภาคสนาม

LRU	อธิบาย LRU	พื้นที่ปลูกตามแผนที่ การใช้ประโยชน์ (ไร่)	แผนการเก็บ ข้อมูลสนาม (จำนวน ตัวอย่าง)
LG01	ลำไย,โครงการชลประทาน,0-5%	24,389.62	82
LG02	ลำไย,โครงการชลประทาน,5-20%	2,010.19	8
LG03	ลำไย,โครงการชลประทาน,>20%	499.83	4
LG04	ลำไย,โครงการชลประทาน+สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),0-5%	126.59	4
LG05	ลำไย,โครงการชลประทาน+สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),5-20%	30.18	4
LG06	ลำไย,โครงการชลประทาน+สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),>20%	6.02	4
LG07	ลำไย,โครงการชลประทาน+สูบน้ำใต้ดิน(>= 50 m.),0-5%	94.87	4
LG08	ลำไย,โครงการชลประทาน+สูบน้ำใต้ดิน(>= 50 m.),5-20%	23.28	4
LG09	ลำไย,สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),0-5%	12,915.10	43
LG10	ลำไย,สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),5-20%	4,124.93	14
LG11	ลำไย,สูบน้ำใต้ดิน(< 50 m.),>20%	537.88	4
LG12	ลำไย,สูบน้ำใต้ดิน(>= 50 m.),0-5%	20,664.19	70
LG13	ลำไย,สูบน้ำใต้ดิน(>= 50 m.),5-20%	2,200.86	15
LG14	ลำไย,สูบน้ำใต้ดิน(>= 50 m.),>20%	347.49	4
LG15	ลำไย,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า,0-5%	2,335.29	16
LG16	ลำไย,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า,5-20%	672.55	4
LG17	ลำไย,อาศัยน้ำฝน,0-5%	18,071.24	60
LG18	ลำไย,อาศัยน้ำฝน,5-20%	8,231.30	27
LG19	ลำไย,อาศัยน้ำฝน,>20%	611.74	4
	รวม ลำไย	97,893.15	375
	รวม 119 LRU		1290

ภาคผนวก ค

ภาคผนวก ค ชุดข้อมูลเพื่อการทดสอบ

ภาคผนวก ค ตารางที่ 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินได้จากการสำรวจปี ค.ศ. 2001

ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่ระดับความเหมาะสม >0.7 (ha)	พื้นที่ปลูกปี 2001 (ha)
X1 Maize	32227	16701
X2 Wheat	46246	2009
X3 Other cereals	63635	142
X4 Potato	46572	1908
X5 Perennial fodder	28172	227835
X6 Other fodders	30786	444
X7 Vegetables	26763	206
X8 Fruit	51522	224
X9 Meadow	40679	31473
X10 Pasture	40286	4629
X11 Eucalyptus	7747	4269
X12 Softwoods	41990	19673
X13 Hardwoods	38771	27607

ที่มา: Santé-Riveira, et al. (2008)

ภาคผนวก ค ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์การผลิตที่ใช้ในสมการวัดอุปสงค์ของแบบจำลองที่ใช้ทดสอบ

Decision variables	Gross margin (€/ha)	Production costs (€/ha)	Labour needs (h/ha)	Fertilizer needs (kg/ha)	Biocide needs (treatments/ha)	Naturalness
X1 Maize	70	1150	13	1	67	3
X2 Wheat	435	589	16	1	39	3
X3 Other cereals	9322	572	16	1	38	3
X4 Potato	1611	2010	43	1	200	2
X5 Perennial fodder	490	687	12	1	65	4
X6 Other fodders	623	926	151	1	60	3
X7 Vegetables	4367	6024	606	1	111	2
X8 Fruit	2549	3796	452	1	84	2
X9 Meadow	140	374	7	1	21	6
X10 Pasture	140	157	2	0	15	7
X11 Eucalyptus	303	87	5	0	0.26	1
X12 Softwoods	293	106	13	0	0.09	1
X13 Hardwoods	121	149	11	0	0.09	10

ที่มา: Santé and Crecente (2007)


```

Model:
sets:
    setVars/@ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante_iwgp.xls','Vars')/ : resuit1, resuit2, resuit3, resuit4,
    resuit5, resuit6, resuit7, resuit8, IWGP1, IWGP2, IWGP3, IWGP4, IWGP5, IWGP6, IWGP7, IWGP8;
    setConsMax/@ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante_iwgp.xls','ConsMax')/ : rhsMax;
    setConsMin/@ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante_iwgp.xls','ConsMin')/ : rhsMin;
    setConsVarsMax(setConsMax, setVars) : coeffMax;
    setConsVarsMin(setConsMin, setVars) : coeffMin;

endsets

data:
    IWGP1, IWGP2, IWGP3, IWGP4, IWGP5, IWGP6, IWGP7, IWGP8 =
    @ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante_iwgp.xls','IWGP',
    'IWGP2', 'IWGP3', 'IWGP4', 'IWGP5', 'IWGP6', 'IWGP7', 'IWGP8');
    rhsMax = @ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante_iwgp.xls','rhsMax');
    rhsMin = @ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante_iwgp.xls','rhsMin');
    coeffMax = @ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante_iwgp.xls','CoeffMax');
    coeffMin = @ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante_iwgp.xls','CoeffMin');

enddata

submodel R1:
    Min = @sum(setVars(i) : resuit1(i) * IWGP1(i));
    @for( setConsMax(i) : @sum( setConsVarsMax(i, j) : resuit1(j) * coeffMax(i, j)) >= rhsMax(i));
    @for( setConsMin(i) : @sum( setConsVarsMin(i, j) : resuit1(j) * coeffMin(i, j)) <= rhsMin(i));
endsubmodel

submodel R2:
    min = @sum(setVars(i) : resuit2(i) * IWGP2(i));
    @for( setConsMax(i) : @sum( setConsVarsMax(i, j) : resuit2(j) * coeffMax(i, j)) >= rhsMax(i));
    @for( setConsMin(i) : @sum( setConsVarsMin(i, j) : resuit2(j) * coeffMin(i, j)) <= rhsMin(i));
endsubmodel

submodel R3:
    min = @sum(setVars(i) : resuit3(i) * IWGP3(i));
    @for( setConsMax(i) : @sum( setConsVarsMax(i, j) : resuit3(j) * coeffMax(i, j)) >= rhsMax(i));
    @for( setConsMin(i) : @sum( setConsVarsMin(i, j) : resuit3(j) * coeffMin(i, j)) <= rhsMin(i));
endsubmodel

submodel R4:
    min = @sum(setVars(i) : resuit4(i) * IWGP4(i));
    @for( setConsMax(i) : @sum( setConsVarsMax(i, j) : resuit4(j) * coeffMax(i, j)) >= rhsMax(i));
    @for( setConsMin(i) : @sum( setConsVarsMin(i, j) : resuit4(j) * coeffMin(i, j)) <= rhsMin(i));
endsubmodel

submodel R5:
    min = @sum(setVars(i) : resuit5(i) * IWGP5(i));
    @for( setConsMax(i) : @sum( setConsVarsMax(i, j) : resuit5(j) * coeffMax(i, j)) >= rhsMax(i));
    @for( setConsMin(i) : @sum( setConsVarsMin(i, j) : resuit5(j) * coeffMin(i, j)) <= rhsMin(i));
endsubmodel

submodel R6:
    min = @sum(setVars(i) : resuit6(i) * IWGP6(i));
    @for( setConsMax(i) : @sum( setConsVarsMax(i, j) : resuit6(j) * coeffMax(i, j)) >= rhsMax(i));
    @for( setConsMin(i) : @sum( setConsVarsMin(i, j) : resuit6(j) * coeffMin(i, j)) <= rhsMin(i));
endsubmodel

submodel R7:
    min = @sum(setVars(i) : resuit7(i) * IWGP7(i));
    @for( setConsMax(i) : @sum( setConsVarsMax(i, j) : resuit7(j) * coeffMax(i, j)) >= rhsMax(i));
    @for( setConsMin(i) : @sum( setConsVarsMin(i, j) : resuit7(j) * coeffMin(i, j)) <= rhsMin(i));
endsubmodel

submodel R8:

```

ภาคผนวก ค รูปที่ 1 โปรแกรมที่เขียนด้วย LINGO11 เพื่อใช้คำนวณหาผลลัพธ์ของแผนการใช้ที่ดินตามวิธีการ IWGP โดยใช้ข้อมูลทดสอบ

```

|      min = @sum(setVars(i) : resuit8(i) * IWGP8(i));
      @for( setConsMax(i) : @sum (setConsVarsMax(i, j) : resuit8(j) * coeffMax(i, j)) >= rhsMax(i));
      @for( setConsMin(i) : @sum (setConsVarsMin(i, j) : resuit8(j) * coeffMin(i, j)) <= rhsMin(i));
endsubmodel

calc:
      @solve(R1);
      @ole('D:\IMGPData\lingoModel\sante_iwgp.xls','Result') = resuit1 ;

      @solve(R2);
      @ole('D:\IMGPData\lingoModel\sante_iwgp.xls','Result2') = resuit2 ;

      @solve(R3);
      @ole('D:\IMGPData\lingoModel\sante_iwgp.xls','Result3') = resuit3 ;

      @solve(R4);
      @ole('D:\IMGPData\lingoModel\sante_iwgp.xls','Result4') = resuit4 ;

      @solve(R5);
      @ole('D:\IMGPData\lingoModel\sante_iwgp.xls','Result5') = resuit5 ;

      @solve(R6);
      @ole('D:\IMGPData\lingoModel\sante_iwgp.xls','Result6') = resuit6 ;

      @solve(R7);
      @ole('D:\IMGPData\lingoModel\sante_iwgp.xls','Result7') = resuit7 ;

      @solve(R8);
      @ole('D:\IMGPData\lingoModel\sante_iwgp.xls','Result8') = resuit8 ;
endcalc

```

ภาคผนวก ค รูปที่ 1 (ต่อ) โปรแกรมที่เขียนด้วย LINGO11 เพื่อใช้คำนวณหาผลลัพธ์ของแผนการใช้ที่ดินตามวิธีการ IWGP โดยใช้ข้อมูลทดสอบ

```

Model:

SETS:
    setVar/@ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls','Var')/ : GM, PC, RE, AC, AL, NLU, LandAva,
        LandDem, LandArea1, LandArea2, LandArea3, LandArea4, LandArea5, LandArea6 ;
    SetRHS/RHS/ : RHSGM, RHSPC, RHSRE, RHSAC, RHSAL, RHSNLU;
    setObj/@ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls','Objective')/ : Dev;
endsets

DATA:
    totalArea = 173589 ;
    GM, PC, RE, AC, AL, NLU, LandAva, LandDem = @ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls', 'GM', 'PC',
        'RE', 'AC', 'AL', 'NLU', 'LandAva', 'LandDem' );
    Dev = @ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls', 'Dev');
EndData

submodel Oj1:
    max = @sum (setvar(c1) : LandArea1 (c1) * GM (c1));

    !Constraints;
    @For ( setvar (x1) : LandArea1 (x1) <= LandAva (x1));
    @FOR (setvar (x2) : LandArea1 (x2) >= LandDem (x2));
    @sum (setvar (x3) : LandArea1 (x3)) <= totalArea ;
endsubmodel

submodel Oj2:
    !Min PC;
    Min = @sum ( setvar (c2) : LandArea2 (c2) * PC (c2)) ;

    !Constraints
    @sum (setvar(c1) : LandArea2 (c1) * GM (c1)) >= RHSGM(1) * (1 - Dev(1));
    @For ( setvar (x1) : LandArea2 (x1) <= LandAva (x1) );
    @FOR (setvar (x2) : LandArea2 (x2) >= LandDem (x2));
    @sum (setvar (x3) : LandArea2 (x3)) <= totalArea ;
endsubmodel

submodel Oj3:
    !MAX RE;
    Max = @sum (setvar (c2) : LandArea3 (c2) * RE (c2)) ;

    !Constraints;
    @sum (setvar (c2) : LandArea3 (c2) * PC (c2)) <= RHSPC(1) * (1 + Dev(2));
    @sum (setvar(c1) : LandArea3 (c1) * GM (c1)) >= RHSGM(1) * (1 - Dev(1));
    @For ( setvar (x1) : LandArea3 (x1) <= LandAva (x1) );
    @FOR (setvar (x2) : LandArea3 (x2) >= LandDem (x2));
    @sum (setvar (x3) : LandArea3 (x3)) <= totalArea ;
endsubmodel

submodel Oj4:
    !Max AL;
    Max = @sum ( setvar (c2) : LandArea4 (c2) * AL (c2)) ;

    !Constraints;
    @sum (setvar (c2) : LandArea4 (c2) * RE (c2)) >= RHSRE(1) * (1 - Dev(3));
    @sum (setvar (c2) : LandArea4 (c2) * PC (c2)) <= RHSPC(1) * (1 + Dev(2));
    @sum (setvar(c1) : LandArea4 (c1) * GM (c1)) >= RHSGM(1) * (1 - Dev(1));
    @For ( setvar (x1) : LandArea4 (x1) <= LandAva (x1) );
    @FOR (setvar (x2) : LandArea4 (x2) >= LandDem (x2));
    @sum (setvar (x3) : LandArea4 (x3)) <= totalArea ;
endsubmodel

submodel Oj5:

```

ภาคผนวก ค รูปที่ 2 โปรแกรมที่เขียนด้วย LINGO11 เพื่อใช้คำนวณหาผลลัพธ์ของแผนการใช้ที่ดินตามวิธีการ Lu โดย
ใช้ข้อมูลทดสอบ

```

!Min AC;
Min = @sum (setvar (c2) : LandArea5 (c2) * AC (c2)) ;

!Constraints;
@sum (setvar (c2) : LandArea5 (c2) * AL (c2)) >= RHSAL(1) * (1 - Dev(4));
@sum (setvar (c2) : LandArea5 (c2) * RE (c2)) >= RHSRE(1)* (1 - Dev(3));
@sum (setvar (c2) : LandArea5 (c2) * PC (c2)) <= RHSPC(1) * (1 + Dev(2));
@sum (setvar(c1) : LandArea5 (c1) * GM (c1)) >= RHSGM(1) * (1 - Dev(1));
@For ( setvar (x1) : LandArea5 (x1) <= LandAva (x1) );
@FOR (setvar (x2) : LandArea5 (x2) >= LandDem (x2));
@sum (setvar (x3) : LandArea5 (x3)) <= totalArea ;
endsubmodel

submodel Oj6:
!Max NLU;
max = @sum (setvar (c2) : LandArea6 (c2) * NLU (c2)) ;

!Constraints;
@sum (setvar (c2) : LandArea6 (c2) * AC (c2)) <= RHSAC(1) * (1 + Dev(5));
@sum (setvar (c2) : LandArea6 (c2) * AL (c2)) >= RHSAL(1) * (1 - Dev(4));
@sum (setvar (c2) : LandArea6 (c2) * RE (c2)) >= RHSRE(1) * (1 - Dev(3));
@sum (setvar (c2) : LandArea6 (c2) * PC (c2)) <= RHSPC(1) * (1 + Dev(2));
@sum (setvar(c1) : LandArea6 (c1) * GM (c1)) >= RHSGM(1) * (1 - Dev(1));
@For ( setvar (x1) : LandArea6 (x1) <= LandAva (x1) );
@FOR (setvar (x2) : LandArea6 (x2) >= LandDem (x2));
@sum (setvar (x3) : LandArea6 (x3)) <= totalArea ;
endsubmodel

calc:
@solve(Oj1);

@ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls', 'LandArea') = LandArea1 ;

RHSGM = @ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls', 'runOj1') ;

@solve(Oj2);

@ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls', 'LandArea2') = LandArea2 ;

RHSPC = @ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls', 'runOj2') ;

@solve(Oj3);

@ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls', 'LandArea3') = LandArea3 ;

RHSRE = @ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls', 'runOj3') ;

@solve(Oj4);

@ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls', 'LandArea4') = LandArea4 ;

RHSA = @ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls', 'runOj4') ;

@solve(Oj5);

@ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls', 'LandArea5') = LandArea5 ;

RHSA = @ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls', 'runOj5') ;

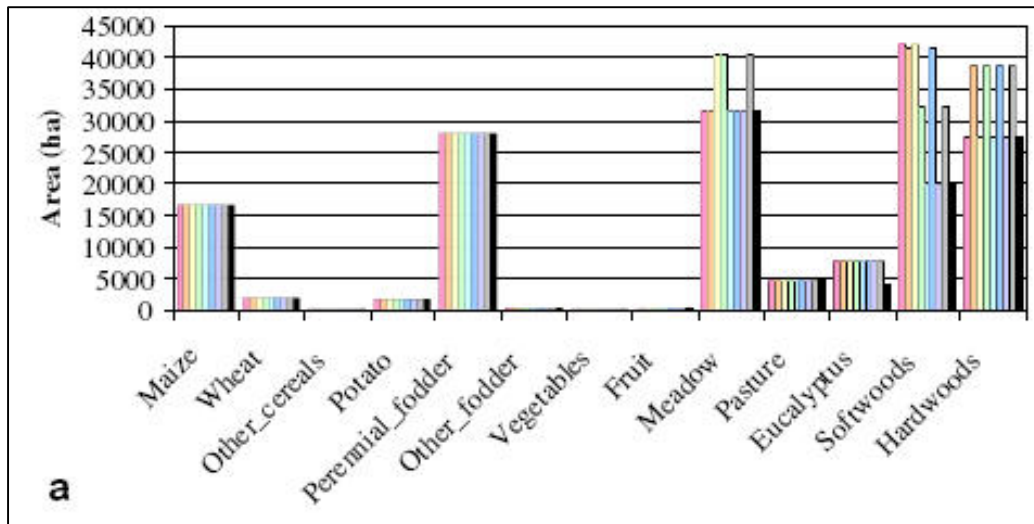
@solve(Oj6);

@ole('D:\IMGPDData\lingoModel\sante.xls', 'LandArea6') = LandArea6 ;

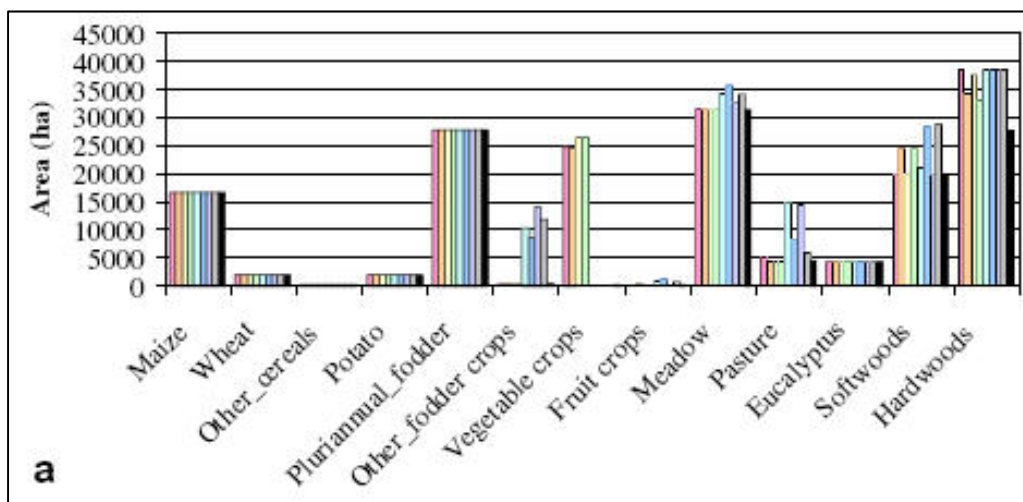
endcalc
end

```

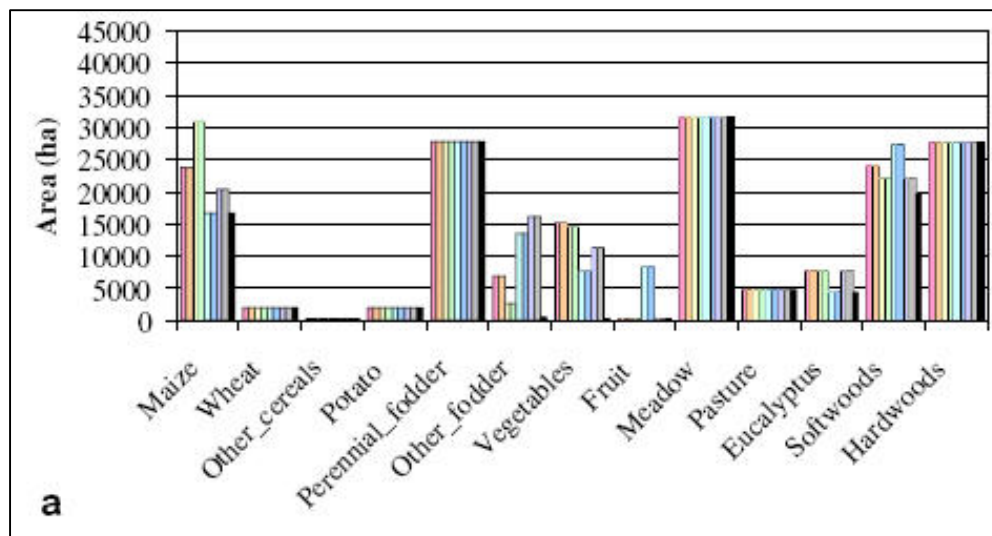
ภาคผนวก ค รูปที่ 2 (ต่อ) โปรแกรมที่เขียนด้วย LINGO11 เพื่อใช้คำนวณหาผลลัพธ์ของแผนการใช้ที่ดินตามวิธีการ Lu โดยใช้ข้อมูลทดสอบ



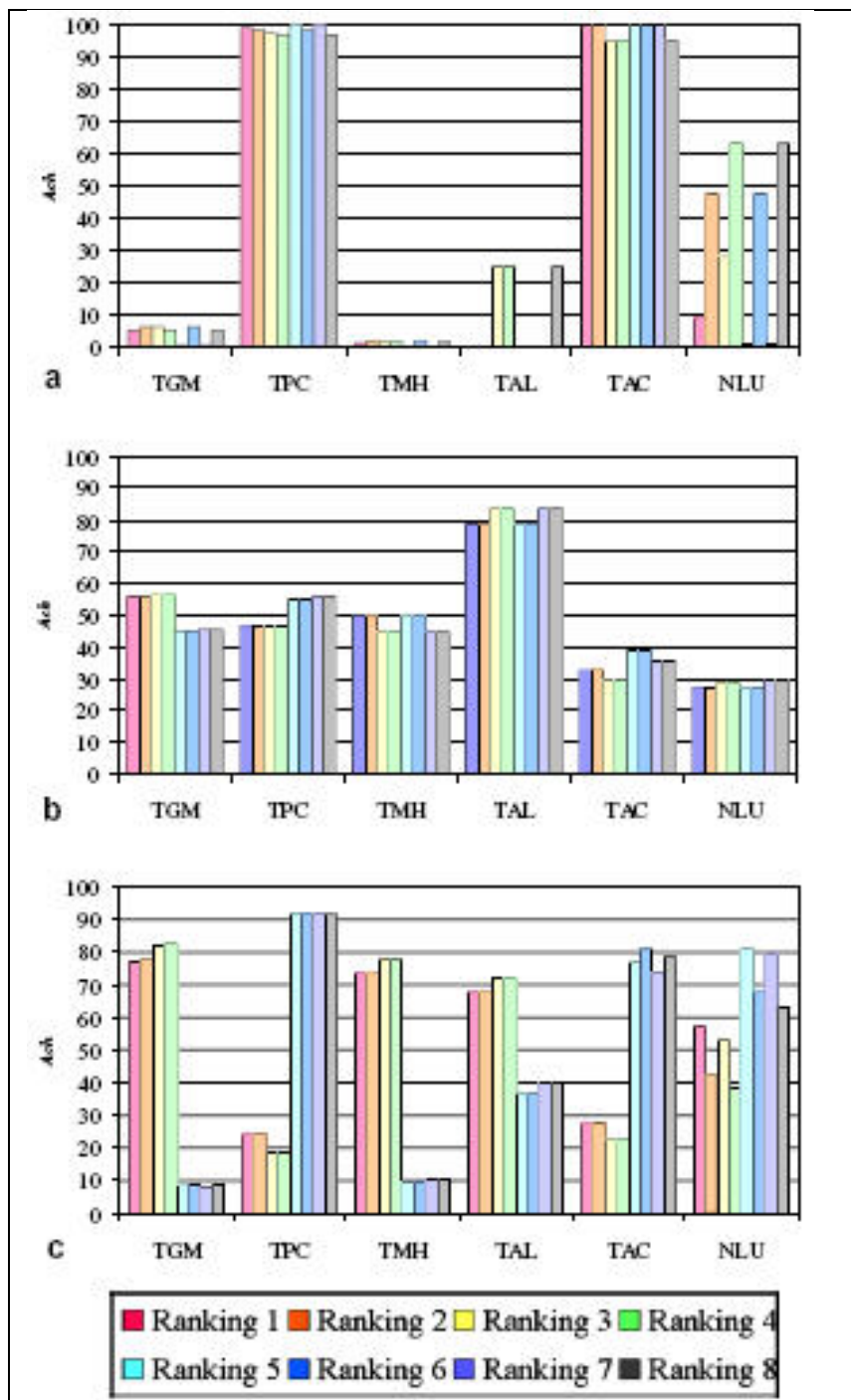
ภาคผนวก ค รูปที่ 3 ผลลัพธ์ของการใช้ที่ดินที่เหมาะสมตามสถานการณ์ Econ>Soc>Env โดยใช้ข้อมูลชุดทดสอบและคำนวณโดยวิธีการ IWGP (Santé and Crecente, 2007)



ภาคผนวก ค รูปที่ 4 ผลลัพธ์ของการใช้ที่ดินที่เหมาะสมตามสถานการณ์ Econ>Soc1>Env โดยใช้ข้อมูลชุดทดสอบและคำนวณโดยวิธีการ Lu et al. (Santé and Crecente, 2007)



ภาคผนวก ค รูปที่ 5 ผลลัพธ์ของการใช้ที่ดินที่เหมาะสมตามสถานการณ์ Econ>Soc>Env โดยใช้ข้อมูลชุดทดสอบและคำนวณโดยวิธีการ STEP (Santé and Crecente, 2007)



ภาคผนวก รูปที่ 6 ผลสัมฤทธิ์จากการใช้วิธีการ IWGP, STEP, และ Lu เมื่อใช้นโยบาย Econ > Soc > Env (Santé and Crecente (2004))

ภาคผนวก ง

ภาคผนวก ง ตารางฐานข้อมูลจัดเก็บข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรม *IMGP*

กลุ่มตารางจัดเก็บตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 1 ตาราง VrType สำหรับจัดเก็บข้อมูลชนิดของตัวแปร

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
VarType	Integer	-	รหัสชนิดตัวแปร (ห้ามซ้ำกัน)
VarTypeDescr	Text	255	คำอธิบายชนิดตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 2 ตาราง VrGroup สำหรับจัดเก็บข้อมูลกลุ่มตัวแปร

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
VarType	Integer	-	รหัสชนิดตัวแปร (ห้ามซ้ำกัน)
GroupID	Integer	-	รหัสกลุ่มตัวแปร (ห้ามซ้ำกัน)
GroupName	Text	10	ชื่อกลุ่มตัวแปร
GroupDescr	Text	255	คำอธิบายกลุ่มตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 3 ตาราง VrDescript สำหรับจัดเก็บข้อมูลรายละเอียดของตัวแปร

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
VarType	Integer	-	รหัสชนิดตัวแปร (ห้ามซ้ำกัน)
GroupID	Integer	-	รหัสกลุ่มตัวแปร (ห้ามซ้ำกัน)
VarName	Text	10	ชื่อตัวแปร (ห้ามซ้ำกัน)
VarDescr	Text	255	คำอธิบายตัวแปร
VarUnit	Text	255	หน่วยของตัวแปร
VarUse	Integer	-	สถานะตัวแปร (1 = ใช้งาน, 0 = ไม่ใช้งาน)
Crop	Text	2	ชื่อระบบพืชของตัวแปร (เฉพาะกลุ่มตัวแปรระบบพืช)
Irrigation	Text	3	ชื่อระบบชลประทานของตัวแปร (เฉพาะกลุ่มตัวแปรระบบพืช)
Slope	Text	2	ชื่อชั้นความลาดชันของตัวแปร (เฉพาะกลุ่มตัวแปรระบบพืช)

กลุ่มตารางจัดเก็บวัตถุประสงค์

ภาคผนวก ง ตารางที่ 4 ตาราง OjGroup สำหรับจัดเก็บข้อมูลกลุ่มวัตถุประสงค์

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
GroupID	Integer	-	รหัสกลุ่มวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
GroupDescr	Text	255	คำอธิบายกลุ่มวัตถุประสงค์

ภาคผนวก ง ตารางที่ 5 ตาราง OjDescript สำหรับจัดเก็บข้อมูลรายละเอียดวัตถุประสงค์

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
GroupID	Integer	-	รหัสกลุ่มวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
OjtivDescr	Text	255	คำอธิบายวัตถุประสงค์
OjtivFunc	Integer	-	Function ของวัตถุประสงค์ (1 = Max, 2 = Min)
OjtivUnit	Text	255	หน่วยของวัตถุประสงค์
OjtivPrio	Integer	-	ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
OjtivUse	Integer	-	สถานะตัวแปร (1 = ใช้งาน, 0 = ไม่ใช้งาน)

ตารางกลุ่มวัตถุประสงค์ ตามกลุ่มตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 6 ตาราง OjCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
GroupID	Integer	-	รหัสกลุ่มวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
RZ_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I1LS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I1MS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I1RS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I2S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I3S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I3S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I4S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I5S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I6S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I7S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MZ_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MZ_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 6 ตาราง OjCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช (ต่อ)

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
MZ_I7S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
SZ_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
SZ_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
SZ_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I6S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1LS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1MS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1RS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I2S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I3S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 6 ตาราง OjCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช (ต่อ)

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
RO_I4S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I5S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I2S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I1MS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RP_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RP_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RP_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RP_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 6 ตาราง OjCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช (ต่อ)

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
RT_I1LS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1MS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1RS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I2S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I4S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RV_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RV_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RV_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RV_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RV_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RV_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
CZ_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
CZ_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
CZ_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
OZ_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
OZ_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
OZ_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
OZ_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
OZ_I4S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 6 ตาราง OjCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช (ต่อ)

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OZ_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
OZ_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RC_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RC_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RC_I4S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RC_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RC_I5S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RC_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RC_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RB_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RB_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RB_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
BZ_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
BZ_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
SC_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
SC_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1LS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1LS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1MS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1MS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1RS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1RS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 6 ตาราง OjCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช (ต่อ)

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
LG_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1WS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I2S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I2S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I3S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I3S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I4S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I5S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I5S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I6S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I7S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1LS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1MS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1RS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1WS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 6 ตาราง OjCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช (ต่อ)

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
MG_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I3S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I5S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I7S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
PR_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
PR_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
PR_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
PR_I7S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 7 ตาราง OjHiLabour สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรด้านแรงงาน

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
GroupID	Integer	-	รหัสกลุ่มวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
HL1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL4	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL5	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL6	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL7	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL8	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 7 ตาราง OjHiLabour สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรด้านแรงงาน (ต่อ)

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
HL9	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL10	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL11	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL12	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL13	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL14	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL15	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL16	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL17	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL18	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL19	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL20	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL21	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL22	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL23	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL24	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL25	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL26	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL27	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL28	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL29	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL30	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL31	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL32	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL33	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL34	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL35	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL36	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 8 ตาราง OjCredit สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรด้านสินเชื่อ

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
GroupID	Integer	-	รหัสกลุ่มวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
FCREDIT1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
FCREDIT2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
FCREDIT3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
FCREDIT4	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
IFCREDIT1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ตารางกลุ่มวัตถุประสงค์ ตารางตามวิธีการคำนวณ

ภาคผนวก ง ตารางที่ 9 ตาราง OjIWGP สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรที่ใช้ในวิธีการ IWGP

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
GroupID	Integer	-	รหัสกลุ่มวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
N_Returns	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
N_Cashcost	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
N_Land	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
N_Labour	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
N_Soilloss	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
N_Pest	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
N_Nfer	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
N_WP	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_Returns	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_Cashcost	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_Land	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_Labour	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_Soilloss	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_Pest	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_Nfer	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_WP	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 10 ตาราง OjSTEP สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรที่ใช้ในวิธีการ STEP

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
GroupID	Integer	-	รหัสกลุ่มวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
DAlpha	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ตารางข้อจำกัด

ภาคผนวก ง ตารางที่ 11 ตาราง CsGroup สำหรับจัดเก็บกลุ่มข้อจำกัด

ชื่อ Field	จัดเก็บข้อมูล
GroupID	รหัสกลุ่มข้อจำกัด (ห้ามซ้ำกัน)
GroupName	ชื่อกลุ่มข้อจำกัด (ตัวอักษรภาษาอังกฤษไม่เกิน 10 ตัว และชื่อห้ามซ้ำกัน)
GroupDescr	คำอธิบายกลุ่มข้อจำกัด

ภาคผนวก ง ตารางที่ 12 ตาราง CsDescript สำหรับจัดเก็บรายละเอียดข้อจำกัด

ชื่อ Field	จัดเก็บข้อมูล
GroupID	รหัสกลุ่มข้อจำกัด (ห้ามซ้ำกัน)
ConsName	ชื่อข้อจำกัด (ตัวอักษรภาษาอังกฤษไม่เกิน 10 ตัว และชื่อห้ามซ้ำกัน)
ConsDescr	คำอธิบายข้อจำกัด
ConsSymb	Function ข้อจำกัด ("G" = มากกว่าหรือเท่ากับ, "L" = น้อยกว่าหรือเท่ากับ, "E" = เท่ากับ)
ConsRHS	ปริมาณจำกัด ของข้อจำกัด
ConsUnit	หน่วยของข้อจำกัด
ConsUsed	สถานะตัวแปร (1 = ใช้งาน, 0 = ไม่ใช้งาน)

ตารางตามกลุ่มตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 13 ตาราง CsCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช ของ
ข้อจำกัดในแบบจำลอง

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
GroupID	Integer	-	รหัสกลุ่มข้อจำกัด (ห้ามซ้ำกัน)
ConsName	Text	10	ชื่อข้อจำกัด (ห้ามซ้ำกัน)
RZ_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I1LS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I1MS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I1RS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I2S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I3S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I3S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I4S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I5S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I6S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RZ_I7S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MZ_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 13 ตาราง CsCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช ของ
ข้อจำกัดในแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
MZ_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MZ_I7S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
SZ_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
SZ_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
SZ_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I6S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RR_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1LS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1MS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1RS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I2S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 13 ตาราง CsCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช ของ
ข้อจำกัดในแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
RO_I3S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I4S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I5S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RO_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I2S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RG_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I1MS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RS_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RP_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RP_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 13 ตาราง CsCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช ของ
ข้อจำกัดในแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
RP_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RP_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1LS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1MS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1RS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I2S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I4S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RT_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RV_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RV_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RV_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RV_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RV_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RV_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
CZ_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
CZ_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
CZ_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
OZ_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 13 ตาราง CsCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช ขอ
ข้อจำกัดในแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OZ_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
OZ_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
OZ_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
OZ_I4S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
OZ_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
OZ_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RC_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RC_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RC_I4S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RC_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RC_I5S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RC_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RC_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RB_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RB_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
RB_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
BZ_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
BZ_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
SC_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
SC_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1LS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1LS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1MS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 13 ตาราง CsCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช ของ
ข้อจำกัดในแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
LG_I1MS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1RS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1RS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I1WS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I2S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I2S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I3S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I3S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I4S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I5S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I5S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I6S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I6S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
LG_I7S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1LS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1MS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 13 ตาราง CsCropSys สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรระบบพืช ของ
ข้อจำกัดในแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
MG_I1MS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1RS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1RS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1WS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1WS2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I1WS3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I2S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I3S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I4S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I5S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I5S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
MG_I7S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
PR_I1LS1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
PR_I7S1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
PR_I7S2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
PR_I7S3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 14 ตาราง CsHiLabour สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของข้อจำกัดด้านแรงงาน

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
GroupID	Integer	-	รหัสกลุ่มข้อจำกัด (ห้ามซ้ำกัน)
ConsName	Text	10	ชื่อข้อจำกัด (ห้ามซ้ำกัน)
HL1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL4	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL5	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL6	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL7	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL8	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL9	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL10	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL11	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL12	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL13	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL14	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL15	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL16	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL17	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL18	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL19	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL20	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL21	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL22	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL23	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL24	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 14 ตาราง CsHiLabour สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของข้อจำกัดด้านแรงงาน (ต่อ)

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
HL25	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL26	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL27	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL28	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL29	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL30	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL31	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL32	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL33	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL34	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL35	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
HL36	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 15 ตาราง CsCredit สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของข้อจำกัดด้านสินเชื่อ

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
GroupID	Integer	-	รหัสกลุ่มข้อจำกัด (ห้ามซ้ำกัน)
ConsName	Text	10	ชื่อข้อจำกัด (ห้ามซ้ำกัน)
FCREDIT1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
FCREDIT2	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
FCREDIT3	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
FCREDIT4	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
IFCREDIT1	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ตารางตามวิธีการคำนวณ

ภาคผนวก ง ตารางที่ 16 ตาราง CsiWGP สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรในวิธีการ IWGP

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
GroupID	Integer	-	รหัสกลุ่มข้อจำกัด (ห้ามซ้ำกัน)
ConsName	Text	10	ชื่อข้อจำกัด (ห้ามซ้ำกัน)
N_Returns	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
N_Cashcost	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
N_Land	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
N_Labour	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
N_Soilloss	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
N_Pest	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
N_NFer	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
N_WP	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_Returns	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_Cashcost	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_Land	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_Labour	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_Soilloss	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_Pest	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_NFer	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร
P_WP	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

ภาคผนวก ง ตารางที่ 17 ตาราง CsSTEP สำหรับจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรในวิธีการ STEP

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
GroupID	Integer	-	รหัสกลุ่มข้อจำกัด (ห้ามซ้ำกัน)
ConsName	Text	10	ชื่อข้อจำกัด (ห้ามซ้ำกัน)
DAlpha	Double	-	สัมประสิทธิ์ของตัวแปร

กลุ่มตารางนโยบาย

ภาคผนวก ง ตารางที่ 18 ตาราง ModelSceDes สำหรับจัดเก็บสถานการณ์ระดับนโยบาย

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
SceName	Text	10	ชื่อสถานการณ์ระดับนโยบาย (ห้ามซ้ำกัน)
SceDes	Text	255	คำอธิบายสถานการณ์ระดับนโยบาย

ภาคผนวก ง ตารางที่ 19 ตาราง ModelSce สำหรับจัดเก็บลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ในสถานการณ์

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
SceEco	Integer	-	ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ในนโยบาย เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม (ห้ามซ้ำกัน)
SceSoc	Integer	-	ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ในนโยบาย สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม (ห้ามซ้ำกัน)
SceEnv	Integer	-	ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ในนโยบาย สิ่งแวดล้อม > สังคม > เศรษฐกิจ (ห้ามซ้ำกัน)
SceUser	Integer	-	ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ในนโยบายผู้กำหนดเอง (ห้ามซ้ำกัน)

กลุ่มตารางสถานการณ์ตามวิธีการคำนวณ

กลุ่มตารางวิธีการคำนวณ IWGP

ภาคผนวก ง ตารางที่ 20 ตาราง SceEcoWIWGP จัดเก็บค่าน้ำหนักความสำคัญของสถานการณ์นโยบาย

เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
Ranking1	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 1
Ranking2	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 2
Ranking3	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 3
Ranking4	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 4
Ranking5	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 5
Ranking6	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 6
Ranking7	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 7
Ranking8	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 8
RankingC	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์กำหนดเอง

ภาคผนวก ง ตารางที่ 21 ตาราง SceSocWIWGP จัดเก็บค่าน้ำหนักความสำคัญของสถานการณ์นโยบาย

สังคม > เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
Ranking1	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 1
Ranking2	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 2
Ranking3	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 3
Ranking4	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 4
Ranking5	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 5
Ranking6	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 6
Ranking7	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 7
Ranking8	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 8
RankingC	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์กำหนดเอง

ภาคผนวก ง ตารางที่ 22 ตาราง SceEnvWIWGP จัดเก็บค่าน้ำหนักความสำคัญของสถานการณ์ในนโยบาย

สิ่งแวดล้อม > สังคม > เศรษฐกิจ

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
Ranking1	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 1
Ranking2	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 2
Ranking3	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 3
Ranking4	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 4
Ranking5	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 5
Ranking6	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 6
Ranking7	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 7
Ranking8	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 8
RankingC	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์กำหนดเอง

ภาคผนวก ง ตารางที่ 23 ตาราง SceUserWIWGP จัดเก็บค่าน้ำหนักความสำคัญของสถานการณ์ในนโยบาย

ผู้กำหนดเอง

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
Ranking1	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 1
Ranking2	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 2
Ranking3	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 3
Ranking4	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 4
Ranking5	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 5
Ranking6	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 6
Ranking7	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 7
Ranking8	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 8
RankingC	Double	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์กำหนดเอง

กลุ่มตารางวิธีการคำนวณ LU

ภาคผนวก ง ตารางที่ 24 ตาราง SceEcoDLU จัดเก็บค่าเบี่ยงเบนของสถานการณ์นโยบาย เศรษฐกิจ >

สังคม > สิ่งแวดล้อม

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
Ranking1	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 1
Ranking2	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 2
Ranking3	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 3
Ranking4	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 4
Ranking5	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 5
Ranking6	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 6
Ranking7	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 7
Ranking8	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 8
RankingC	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์กำหนดเอง

ภาคผนวก ง ตารางที่ 25 ตาราง SceSocDLU จัดเก็บค่าเบี่ยงเบนของสถานการณ์นโยบาย สังคม >

เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
Ranking1	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 1
Ranking2	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 2
Ranking3	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 3
Ranking4	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 4
Ranking5	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 5
Ranking6	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 6
Ranking7	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 7
Ranking8	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 8
RankingC	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์กำหนดเอง

ภาคผนวก ง ตารางที่ 26 ตาราง SceEnvDLU จัดเก็บค่าเบี่ยงเบนของสถานการณ์นโยบาย สิ่งแวดล้อม >

สังคม > เศรษฐกิจ

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
Ranking1	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 1
Ranking2	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 2
Ranking3	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 3
Ranking4	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 4
Ranking5	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 5
Ranking6	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 6
Ranking7	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 7
Ranking8	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 8
RankingC	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์กำหนดเอง

ภาคผนวก ง ตารางที่ 27 ตาราง SceUserDLU จัดเก็บค่าเบี่ยงเบนของสถานการณ์นโยบาย ผู้ใช้กำหนดเอง

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
Ranking1	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 1
Ranking2	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 2
Ranking3	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 3
Ranking4	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 4
Ranking5	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 5
Ranking6	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 6
Ranking7	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 7
Ranking8	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 8
RankingC	Double	-	ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์กำหนดเอง

กลุ่มตารางวิธีการคำนวณ STEP

ภาคผนวก ง ตารางที่ 28 ตาราง SceEcoTSTEP จัดเก็บค่าผ่อนปรนของสถานการณ์นโยบาย เศรษฐกิจ >

สังคม > สิ่งแวดล้อม

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
Ranking1	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 1
Ranking2	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 2
Ranking3	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 3
Ranking4	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 4
Ranking5	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 5
Ranking6	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 6
Ranking7	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 7
Ranking8	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 8
RankingC	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์กำหนดเอง

ภาคผนวก ง ตารางที่ 29 ตาราง SceSocTSTEP จัดเก็บค่าผ่อนปรนของสถานการณ์นโยบาย สังคม >

เศรษฐกิจ > สิ่งแวดล้อม

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
Ranking1	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 1
Ranking2	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 2
Ranking3	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 3
Ranking4	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 4
Ranking5	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 5
Ranking6	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 6
Ranking7	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 7
Ranking8	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 8
RankingC	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์กำหนดเอง

ภาคผนวก ง ตารางที่ 30 ตาราง SceEnvTSTEP จัดเก็บค่าผ่อนปรนของสถานการณ์นโยบาย สิ่งแวดล้อม >

สังคม > เศรษฐกิจ

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
Ranking1	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 1
Ranking2	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 2
Ranking3	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 3
Ranking4	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 4
Ranking5	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 5
Ranking6	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 6
Ranking7	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 7
Ranking8	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 8
RankingC	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์กำหนดเอง

ภาคผนวก ง ตารางที่ 31 ตาราง SceUserTSTEP จัดเก็บค่าผ่อนปรนของสถานการณ์นโยบาย ผู้ใช้กำหนด

เอง

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
OjtivName	Text	10	ชื่อวัตถุประสงค์ (ห้ามซ้ำกัน)
Ranking1	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 1
Ranking2	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 2
Ranking3	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 3
Ranking4	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 4
Ranking5	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 5
Ranking6	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 6
Ranking7	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 7
Ranking8	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์ที่ 8
RankingC	Double	-	ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์ ในสถานการณ์กำหนดเอง

กลุ่มตารางโปรแกรม

ภาคผนวก ง ตารางที่ 32 ตาราง ProName สำหรับจัดเก็บชื่อโปรแกรม

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
ProNameTH	Text	255	ชื่อโปรแกรมภาษาไทย
ProNameEN	Text	255	ชื่อโปรแกรมภาษาอังกฤษ

ภาคผนวก ง ตารางที่ 33 ตาราง ModelUnit สำหรับจัดเก็บหน่วยวัดของข้อมูลที่จัดเก็บ

ชื่อ Field	ชนิด Field	ขนาด Field	จัดเก็บข้อมูล
Unit	Text	255	ชื่อหน่วยในแบบจำลอง (ห้ามซ้ำกัน)

วัตถุประสงค์

ภาคผนวก ง ตารางที่ 34 วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง

ชื่อวัตถุประสงค์	คำอธิบายวัตถุประสงค์
RETURNS	ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด
CASHCOST	ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด
LAND	การใช้ที่ดินรวมสูงสุด
LABOUR	การจ้างแรงงานในการผลิตรวมสูงสุด
SOILLOSS	การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด
PEST	การใช้ปริมาณสารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด
NFER	การใช้ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนรวมต่ำสุด
WP	ผลิตภาพน้ำชลประทานรวมสูงสุด

ข้อมูลตัวแปรในการตัดสินใจ

ภาคผนวก ง ตารางที่ 35 ตารางข้อมูลตัวแปรในการตัดสินใจของแบบจำลอง

ชื่อตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร
RZ_I1LS1	ข้าวนาปี, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
RZ_I1LS2	ข้าวนาปี, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
RZ_I1MS1	ข้าวนาปี, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
RZ_I1MS2	ข้าวนาปี, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
RZ_I1RS1	ข้าวนาปี, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
RZ_I1RS2	ข้าวนาปี, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
RZ_I1WS1	ข้าวนาปี, ชลประทานฝาย, 0-5%
RZ_I1WS2	ข้าวนาปี, ชลประทานฝาย, 5-20%
RZ_I2S1	ข้าวนาปี, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%
RZ_I2S2	ข้าวนาปี, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
RZ_I3S1	ข้าวนาปี, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินลึก(>=50m), 0-5%
RZ_I3S2	ข้าวนาปี, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินลึก(>=50m), 5-20%
RZ_I4S1	ข้าวนาปี, สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
RZ_I4S2	ข้าวนาปี, สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
RZ_I5S1	ข้าวนาปี, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 0-5%
RZ_I5S2	ข้าวนาปี, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 5-20%
RZ_I6S1	ข้าวนาปี, สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 0-5%
RZ_I6S2	ข้าวนาปี, สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
RZ_I7S1	ข้าวนาปี, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
RZ_I7S2	ข้าวนาปี, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
RZ_I7S3	ข้าวนาปี, อาศัยน้ำฝน, >20%
MZ_I7S1	ข้าวโพด, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
MZ_I7S2	ข้าวโพด, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
MZ_I7S3	ข้าวโพด, อาศัยน้ำฝน, >20%
SZ_I1MS1	ถั่วเหลืองหรือถั่วลิสง, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
SZ_I7S1	ถั่วเหลืองหรือถั่วลิสง, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
SZ_I7S2	ถั่วเหลืองหรือถั่วลิสง, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
RR_I1LS1	ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
RR_I1RS1	ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
RR_I1WS1	ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,ชลประทานฝาย, 0-5%
RR_I2S1	ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%

ภาคผนวก ง ตารางที่ 35 ตารางข้อมูลตัวแปรในการตัดสินใจของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร
RR_I4S1	ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
RR_I5S1	ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 0-5%
RR_I6S1	ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 0-5%
RR_I6S2	ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
RR_I7S1	ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,อาศัยน้ำฝน, 0-5%
RO_I1LS1	ข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
RO_I1LS2	ข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
RO_I1MS1	ข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
RO_I1MS2	ข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
RO_I1RS1	ข้าวนาปี+ หอมแดง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
RO_I1RS2	ข้าวนาปี+ หอมแดง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
RO_I1WS1	ข้าวนาปี+ หอมแดง,ชลประทานฝาย, 0-5%
RO_I1WS2	ข้าวนาปี+ หอมแดง,ชลประทานฝาย, 5-20%
RO_I2S1	ข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%
RO_I2S2	ข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
RO_I3S1	ข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินลึก(>=50m), 0-5%
RO_I4S1	ข้าวนาปี+ หอมแดง,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
RO_I4S2	ข้าวนาปี+ หอมแดง,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
RO_I5S1	ข้าวนาปี+ หอมแดง,สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 0-5%
RO_I5S2	ข้าวนาปี+ หอมแดง,สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 5-20%
RO_I6S1	ข้าวนาปี+ หอมแดง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 0-5%
RG_I1LS1	ข้าวนาปี+ กระเทียม,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
RG_I1MS1	ข้าวนาปี+ กระเทียม,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
RG_I1RS1	ข้าวนาปี+ กระเทียม,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
RG_I1WS1	ข้าวนาปี+ กระเทียม,ชลประทานฝาย, 0-5%
RG_I1WS2	ข้าวนาปี+ กระเทียม,ชลประทานฝาย, 5-20%
RG_I2S1	ข้าวนาปี+ กระเทียม,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%
RG_I2S2	ข้าวนาปี+ กระเทียม,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
RG_I4S1	ข้าวนาปี+ กระเทียม,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%

ภาคผนวก ง ตารางที่ 35 ตารางข้อมูลตัวแปรในการตัดสินใจของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร
RG_I6S1	ข้าวนาปี+ กระเทียม,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 0-5%
RS_I1LS1	ข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
RS_I1MS1	ข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
RS_I1MS2	ข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
RS_I1RS1	ข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
RS_I1WS1	ข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,ชลประทานฝาย, 0-5%
RS_I1WS2	ข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,ชลประทานฝาย, 5-20%
RS_I2S1	ข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%
RS_I6S1	ข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 0-5%
RP_I1LS1	ข้าวนาปี+ มันฝรั่ง,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
RP_I1MS1	ข้าวนาปี+ มันฝรั่ง,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
RP_I1RS1	ข้าวนาปี+ มันฝรั่ง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
RP_I1WS1	ข้าวนาปี+ มันฝรั่ง,ชลประทานฝาย, 0-5%
RT_I1LS1	ข้าวนาปี+ ยาสูบ,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
RT_I1LS2	ข้าวนาปี+ ยาสูบ,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
RT_I1MS1	ข้าวนาปี+ ยาสูบ,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
RT_I1MS2	ข้าวนาปี+ ยาสูบ,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
RT_I1RS1	ข้าวนาปี+ ยาสูบ,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
RT_I1RS2	ข้าวนาปี+ ยาสูบ,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
RT_I1WS1	ข้าวนาปี+ ยาสูบ,ชลประทานฝาย, 0-5%
RT_I1WS2	ข้าวนาปี+ ยาสูบ,ชลประทานฝาย, 5-20%
RT_I2S1	ข้าวนาปี+ ยาสูบ,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%
RT_I2S2	ข้าวนาปี+ ยาสูบ,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
RT_I4S1	ข้าวนาปี+ ยาสูบ,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
RT_I4S2	ข้าวนาปี+ ยาสูบ,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
RT_I7S1	ข้าวนาปี+ ยาสูบ,อาศัยน้ำฝน, 0-5%
RV_I1LS1	ข้าวนาปี+ พืชผัก,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
RV_I1MS1	ข้าวนาปี+ พืชผัก,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
RV_I1RS1	ข้าวนาปี+ พืชผัก,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
RV_I1WS1	ข้าวนาปี+ พืชผัก,ชลประทานฝาย, 0-5%
RV_I4S1	ข้าวนาปี+ พืชผัก,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
RV_I5S1	ข้าวนาปี+ พืชผัก,สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 0-5%

ภาคผนวก ง ตารางที่ 35 ตารางข้อมูลตัวแปรในการตัดสินใจของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร
CZ_I1LS1	ข้าวโพดข้าวเหนียวฤดูฝน, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
CZ_I4S1	ข้าวโพดข้าวเหนียวฤดูฝน, สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
CZ_I6S1	ข้าวโพดข้าวเหนียวฤดูฝน, สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 0-5%
OZ_I1MS1	หอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
OZ_I1WS1	หอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน, ชลประทานฝาย, 0-5%
OZ_I2S1	หอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%
OZ_I4S1	หอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน, สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
OZ_I4S2	หอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน, สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
OZ_I5S1	หอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 0-5%
OZ_I6S1	หอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน, สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 0-5%
RC_I1WS1	ข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์,ชลประทานฝาย, 0-5%
RC_I4S1	ข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
RC_I4S2	ข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
RC_I5S1	ข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์,สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 0-5%
RC_I5S2	ข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์,สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 5-20%
RC_I7S1	ข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์,อาศัยน้ำฝน, 0-5%
RC_I7S2	ข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์,อาศัยน้ำฝน, 5-20%
RB_I1WS1	ข้าวนาปี+ ข้าวโพดฝักอ่อน,ชลประทานฝาย, 0-5%
RB_I1WS2	ข้าวนาปี+ ข้าวโพดฝักอ่อน,ชลประทานฝาย, 5-20%
RB_I2S1	ข้าวนาปี+ ข้าวโพดฝักอ่อน,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%
BZ_I7S1	ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูฝน, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
BZ_I7S2	ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูฝน, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
SC_I7S1	อ้อย, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
SC_I7S2	อ้อย, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
LG_I1LS1	ลำไย, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
LG_I1LS2	ลำไย, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
LG_I1LS3	ลำไย, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, >20%
LG_I1MS1	ลำไย, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
LG_I1MS2	ลำไย, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
LG_I1MS3	ลำไย, โครงการชลประทานขนาดกลาง, >20%
LG_I1RS1	ลำไย, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
LG_I1RS2	ลำไย, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%

ภาคผนวก ง ตารางที่ 35 ตารางข้อมูลตัวแปรในการตัดสินใจของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร
LG_I1RS3	ลำไย, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, >20%
LG_I1WS1	ลำไย, ชลประทานฝาย, 0-5%
LG_I1WS2	ลำไย, ชลประทานฝาย, 5-20%
LG_I1WS3	ลำไย, ชลประทานฝาย, >20%
LG_I2S1	ลำไย, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%
LG_I2S2	ลำไย, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
LG_I2S3	ลำไย, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), >20%
LG_I3S1	ลำไย, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินลึก(>=50m), 0-5%
LG_I3S2	ลำไย, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินลึก(>=50m), 5-20%
LG_I4S1	ลำไย, สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
LG_I4S2	ลำไย, สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
LG_I5S1	ลำไย, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 0-5%
LG_I5S2	ลำไย, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 5-20%
LG_I5S3	ลำไย, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), >20%
LG_I6S1	ลำไย, สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 0-5%
LG_I6S2	ลำไย, สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
LG_I7S1	ลำไย, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
LG_I7S2	ลำไย, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
LG_I7S3	ลำไย, อาศัยน้ำฝน, >20%
MG_I1LS1	มะม่วง, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
MG_I1LS3	มะม่วง, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, >20%
MG_I1MS1	มะม่วง, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
MG_I1MS3	มะม่วง, โครงการชลประทานขนาดกลาง, >20%
MG_I1RS1	มะม่วง, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
MG_I1RS3	มะม่วง, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, >20%
MG_I1WS1	มะม่วง, ชลประทานฝาย, 0-5%
MG_I1WS2	มะม่วง, ชลประทานฝาย, 5-20%
MG_I1WS3	มะม่วง, ชลประทานฝาย, >20%
MG_I2S1	มะม่วง, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%
MG_I3S1	มะม่วง, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินลึก(>=50m), 0-5%
MG_I4S1	มะม่วง, สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
MG_I5S1	มะม่วง, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 0-5%
MG_I5S3	มะม่วง, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), >20%

ภาคผนวก ง ตารางที่ 35 ตารางข้อมูลตัวแปรในการตัดสินใจของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร
MG_I7S1	มะม่วง, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
MG_I7S2	มะม่วง, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
MG_I7S3	มะม่วง, อาศัยน้ำฝน, >20%
PR_I1LS1	ยางพารา, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
PR_I7S1	ยางพารา, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
PR_I7S2	ยางพารา, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
PR_I7S3	ยางพารา, อาศัยน้ำฝน, >20%
HL1	การจ้างแรงงาน Month1 1-10 วันของเดือน
HL2	การจ้างแรงงาน Month1 11-20วันของเดือน
HL3	การจ้างแรงงาน Month1 21-30วันของเดือน
HL4	การจ้างแรงงาน Month2 1-10 วันของเดือน
HL5	การจ้างแรงงาน Month2 11-20 วันของเดือน
HL6	การจ้างแรงงาน Month2 21-30วันของเดือน
HL7	การจ้างแรงงาน Month3 1-10วันของเดือน
HL8	การจ้างแรงงาน Month3 11-20วันของเดือน
HL9	การจ้างแรงงาน Month3 21-30วันของเดือน
HL10	การจ้างแรงงาน Month4 1-10วันของเดือน
HL11	การจ้างแรงงาน Month4 11-20วันของเดือน
HL12	การจ้างแรงงาน Month4 21-30วันของเดือน
HL13	การจ้างแรงงาน Month5 1-10วันของเดือน
HL14	การจ้างแรงงาน Month5 11-20วันของเดือน
HL15	การจ้างแรงงาน Month5 21-30วันของเดือน
HL16	การจ้างแรงงาน Month6 1-10วันของเดือน
HL17	การจ้างแรงงาน Month6 11-20วันของเดือน
HL18	การจ้างแรงงาน Month6 21-30วันของเดือน
HL19	การจ้างแรงงาน Month7 1-10วันของเดือน
HL20	การจ้างแรงงาน Month7 11-20วันของเดือน
HL21	การจ้างแรงงาน Month7 21-30วันของเดือน
HL22	การจ้างแรงงาน Month8 1-10วันของเดือน
HL23	การจ้างแรงงาน Month8 11-20วันของเดือน
HL24	การจ้างแรงงาน Month8 21-30 วันของเดือน
HL25	การจ้างแรงงาน Month9 1-10 วันของเดือน
HL26	การจ้างแรงงาน Month9 11-20 วันของเดือน

ภาคผนวก ง ตารางที่ 35 ตารางข้อมูลตัวแปรในการตัดสินใจของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร
HL27	การจ้างแรงงาน Month9 21-30 วันของเดือน
HL28	การจ้างแรงงาน Month10 1-10วันของเดือน
HL29	การจ้างแรงงาน Month10 11-20 วันของเดือน
HL30	การจ้างแรงงาน Month10 21-30วันของเดือน
HL31	การจ้างแรงงาน Month11 1-10วันของเดือน
HL32	การจ้างแรงงาน Month11 11-20วันของเดือน
HL33	การจ้างแรงงาน Month11 21-30วันของเดือน
HL34	การจ้างแรงงาน Month12 1-10วันของเดือน
HL35	การจ้างแรงงาน Month12 11-20วันของเดือน
HL36	การจ้างแรงงาน Month12 21-30วันของเดือน
FCREDIT1	การใช้เงินทุนในระบบจาก ธกส.
FCREDIT2	การกู้ยืมเงินในระบบจาก สหกรณ์การเกษตร
FCREDIT3	การกู้ยืมเงินในระบบจากกองทุนหมู่บ้าน
FCREDIT4	การกู้ยืมในระบบจากแหล่งอื่น
IFCREDIT1	การกู้ยืมนอกระบบ

สมการข้อจำกัด

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง

ชื่อข้อจำกัด	คำอธิบายข้อจำกัด
HL	ข้อจำกัดด้านการจ้างแรงงานรวมทั้งจังหวัด
RICE	เงื่อนไขในการผลิตข้าวเพื่อบริโภคในครัวเรือน รวมทั้งจังหวัด
CAP	ข้อจำกัดด้านเงินทุนทั้งหมดรวมทั้งจังหวัด
FCREDIT1	ข้อจำกัดด้านการกู้ยืมจากเงินกู้ในระบบ จาก ธนาคารเกษตรและสหกรณ์ (ธกส) รวมทั้งจังหวัด
FCREDIT2	ข้อจำกัดด้านการกู้ยืมจากเงินกู้ในระบบ จาก สหกรณ์การเกษตร รวมทั้งจังหวัด
FCREDIT3	ข้อจำกัดด้านการกู้ยืมจากเงินกู้ในระบบ จากกองทุนหมู่บ้าน รวมทั้งจังหวัด
FCREDIT4	ข้อจำกัดด้านการกู้ยืมจากเงินกู้ในระบบ จากแหล่งอื่นๆ รวมทั้งจังหวัด
IFCREDIT1	ข้อจำกัดด้านการกู้ยืมจากเงินกู้ในระบบ รวมทั้งจังหวัด
A_RZ_I1LS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
A_RZ_I1MS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
A_RZ_I1RS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
A_RZ_I1WS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี, ชลประทานฝาย, 5-20%
A_RZ_I2S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
A_RZ_I3S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินลึก(>=50m), 5-20%
A_RZ_I4S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี, สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
A_RZ_I5S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 5-20%
A_RZ_I6S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี, สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
A_RZ_I7S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
A_MZ_I7S1	พื้นที่ปลูกข้าวโพด, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
A_MZ_I7S2	พื้นที่ปลูกข้าวโพด, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
A_MZ_I7S3	พื้นที่ปลูกข้าวโพด, อาศัยน้ำฝน, >20%
A_SZ_I7S1	พื้นที่ปลูกถั่วเหลือง-ถั่วลิสง, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
A_SZ_I7S2	พื้นที่ปลูกถั่วเหลือง-ถั่วลิสง, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
A_RR_I1MS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
A_RR_I1WS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,ชลประทานฝาย, 5-20%
A_RR_I2S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
A_RR_I6S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
A_RO_I1MS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
A_RO_I1RS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อข้อจำกัด	คำอธิบายข้อจำกัด
A_RO_I1WS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,ชลประทานฝ่าย, 5-20%
A_RO_I2S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
A_RO_I3S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินลึก(>=50m), 5-20%
A_RO_I4S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
A_RO_I5S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 5-20%
A_RO_I6S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
A_RG_I1WS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ กระเทียม,ชลประทานฝ่าย, 5-20%
A_RG_I2S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ กระเทียม,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
A_RG_I4S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ กระเทียม,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
A_RS_I1WS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,ชลประทานฝ่าย, 5-20%
A_RS_I2S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
A_RP_I1WS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ มันฝรั่ง,ชลประทานฝ่าย, 5-20%
A_RT_I2S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ ยาสูบ,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
A_RV_I1MS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ พืชผัก,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
A_RV_I1RS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ พืชผัก,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
A_RV_I1WS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ พืชผัก,ชลประทานฝ่าย, 5-20%
A_RV_I4S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ พืชผัก,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
A_RV_I5S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ พืชผัก,สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 5-20%
A_RB_I1WS1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ ข้าวโพดฝักอ่อน,ชลประทานฝ่าย, 5-20%
A_RB_I2S1	พื้นที่ปลูกข้าวนาปี+ ข้าวโพดฝักอ่อน,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
A_SC_I7S1	พื้นที่ปลูกอ้อย, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
A_SC_I7S2	พื้นที่ปลูกอ้อย, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
A_LG_I1LS1	พื้นที่ปลูกลำไย, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
A_LG_I1LS2	พื้นที่ปลูกลำไย, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
A_LG_I1LS3	พื้นที่ปลูกลำไย, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, >20%
A_LG_I1MS1	พื้นที่ปลูกลำไย, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
A_LG_I1MS2	พื้นที่ปลูกลำไย, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
A_LG_I1MS3	พื้นที่ปลูกลำไย, โครงการชลประทานขนาดกลาง, >20%
A_LG_I1RS1	พื้นที่ปลูกลำไย, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
A_LG_I1RS2	พื้นที่ปลูกลำไย, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
A_LG_I1RS3	พื้นที่ปลูกลำไย, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, >20%
A_LG_I1WS1	พื้นที่ปลูกลำไย, ชลประทานฝ่าย, 0-5%
A_LG_I1WS2	พื้นที่ปลูกลำไย, ชลประทานฝ่าย, 5-20%

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อกำหนดของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อข้อกำหนด	คำอธิบายข้อกำหนด
A_LG_I1WS3	พื้นที่ปลูกลำไย, ซลประทานฝาย, >20%
A_LG_I2S1	พื้นที่ปลูกลำไย, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%
A_LG_I2S2	พื้นที่ปลูกลำไย, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
A_LG_I2S3	พื้นที่ปลูกลำไย, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), >20%
A_LG_I3S1	พื้นที่ปลูกลำไย, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินลึก(>=50m), 0-5%
A_LG_I3S2	พื้นที่ปลูกลำไย, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินลึก(>=50m), 5-20%
A_LG_I4S1	พื้นที่ปลูกลำไย, สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
A_LG_I4S2	พื้นที่ปลูกลำไย, สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
A_LG_I5S1	พื้นที่ปลูกลำไย, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 0-5%
A_LG_I5S2	พื้นที่ปลูกลำไย, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 5-20%
A_LG_I5S3	พื้นที่ปลูกลำไย, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), >20%
A_LG_I6S1	พื้นที่ปลูกลำไย, สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 0-5%
A_LG_I6S2	พื้นที่ปลูกลำไย, สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
A_MG_I1RS1	พื้นที่ปลูกมะม่วง, ซลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
A_MG_I1WS1	พื้นที่ปลูกมะม่วง, ซลประทานฝาย, 0-5%
A_MG_I1WS2	พื้นที่ปลูกมะม่วง, ซลประทานฝาย, 5-20%
A_MG_I1WS3	พื้นที่ปลูกมะม่วง, ซลประทานฝาย, >20%
A_MG_I2S1	พื้นที่ปลูกมะม่วง, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
A_MG_I3S1	พื้นที่ปลูกมะม่วง, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินลึก(>=50m), 5-20%
A_MG_I5S1	พื้นที่ปลูกมะม่วง, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 0-5%
A_MG_I5S3	พื้นที่ปลูกมะม่วง, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), >20%
A_MG_I7S1	พื้นที่ปลูกมะม่วง, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
A_MG_I7S2	พื้นที่ปลูกมะม่วง, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
A_MG_I7S3	พื้นที่ปลูกมะม่วง, อาศัยน้ำฝน, >20%
A_PR_I1LS1	พื้นที่ปลูกยางพารา, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
A_PR_I7S1	พื้นที่ปลูกยางพารา, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
A_PR_I7S2	พื้นที่ปลูกยางพารา, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
A_PR_I7S3	พื้นที่ปลูกยางพารา, อาศัยน้ำฝน, >20%
GW1	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำได้ดิน Month1 1-10
GW2	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำได้ดิน Month1 11-20
GW3	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำได้ดิน Month1 21-30
GW4	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำได้ดิน Month2 1-10

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง (ต่อ)

[illegible]

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อกำหนดของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อข้อกำหนด	คำอธิบายข้อกำหนด
I1LS1	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานใหญ่, 0-5%
I1LS2	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานใหญ่, 5-20%
I1LS3	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานใหญ่, >20%
I1MS1	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานกลาง, 0-5%
I1MS2	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานกลาง, 5-20%
I1MS3	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานกลาง, >20%
I1RS1	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานจากอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
I1RS2	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานจากอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
I1RS3	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานจากอ่างเก็บน้ำ, >20%
I1WS1	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานจากฝาย, 0-5%
I1WS2	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานจากฝาย, 5-20%
I1WS3	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานจากฝาย, >20%
I2S1	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานและสูบน้ำใต้ดินลึก<50, 0-5%
I2S2	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานและสูบน้ำใต้ดินลึก<50, 5-20%
I2S3	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานและสูบน้ำใต้ดินลึก<50, >20%
I3S1	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานและสูบน้ำใต้ดินลึก≥50, 0-5%
I3S2	ข้อกำหนดด้านที่ดินชลประทานและสูบน้ำใต้ดินลึก≥50, 5-20%
I4S1	ข้อกำหนดด้านที่ดินสูบน้ำใต้ดินลึก<50, 0-5%
I4S2	ข้อกำหนดด้านที่ดินสูบน้ำใต้ดินลึก<50, 5-20%
I5S1	ข้อกำหนดด้านที่ดินสูบน้ำใต้ดินลึก≥50, 0-5%
I5S2	ข้อกำหนดด้านที่ดินสูบน้ำใต้ดินลึก≥50, 5-20%
I5S3	ข้อกำหนดด้านที่ดินสูบน้ำใต้ดินลึก≥50, >20%
I6S1	ข้อกำหนดด้านที่ดินสูบน้ำไฟฟ้า, 0-5%
I6S2	ข้อกำหนดด้านที่ดินสูบน้ำไฟฟ้า, 5-20%
I7S1	ข้อกำหนดด้านที่ดินน้ำฝน, 0-5%
I7S2	ข้อกำหนดด้านที่ดินน้ำฝน, 5-20%
I7S3	ข้อกำหนดด้านที่ดินน้ำฝน, >20%
L1	ข้อกำหนดด้านแรงงานที่ใช้ในการปลูกพืช Month1 1-10
L2	ข้อกำหนดด้านแรงงานที่ใช้ในการปลูกพืช Month1 11-20
L3	ข้อกำหนดด้านแรงงานที่ใช้ในการปลูกพืช Month1 21-30
L4	ข้อกำหนดด้านแรงงานที่ใช้ในการปลูกพืช Month2 1-10
L5	ข้อกำหนดด้านแรงงานที่ใช้ในการปลูกพืช Month2 11-20
L6	ข้อกำหนดด้านแรงงานที่ใช้ในการปลูกพืช Month2 21-30

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง (ต่อ)

[illegible]

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อข้อจำกัด	คำอธิบายข้อจำกัด
FCREDIT1	ข้อจำกัดด้านการกู้ยืมเงินในระบบจากธกส.
FCREDIT2	ข้อจำกัดด้านการกู้ยืมเงินในระบบจากสหกรณ์การเกษตร
FCREDIT3	ข้อจำกัดด้านการกู้ยืมในระบบจากกองทุนหมู่บ้าน
FCREDIT4	ข้อจำกัดด้านการกู้ยืมในระบบจากแหล่งอื่นๆ
IFCREDIT	ข้อจำกัดด้านการกู้ยืมในระบบจากเงินทุนนอกระบบ
LIW1	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month1 1-10
LIW2	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month1 11-20
LIW3	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month1 21-30
LIW4	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month2 1-10
LIW5	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month2 11-20
LIW6	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month2 21-30
LIW7	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month3 1-10
LIW8	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month3 11-20
LIW9	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month3 21-30
LIW10	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month4 1-10
LIW11	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month4 11-20
LIW12	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month4 21-30
LIW13	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month5 1-10
LIW14	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month5 11-20
LIW15	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month5 21-30
LIW16	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month6 1-10
LIW17	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month6 11-20
LIW18	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month6 21-30
LIW19	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month7 1-10
LIW20	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month7 11-20
LIW21	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month7 21-30
LIW22	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month8 1-10
LIW23	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month8 11-20
LIW24	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month8 21-30
LIW25	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month9 1-10
LIW26	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month9 11-20
LIW27	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month9 21-30
LIW28	ข้อจำกัดด้านการใช้น้ำโครงการชลประทานใหญ่ Month10 1-10

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง (ต่อ)

[illegible]

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง (ต่อ)

[illegible]

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง (ต่อ)

[illegible]

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง (ต่อ)

[illegible]

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง (ต่อ)

[illegible]

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อกำหนดของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อข้อกำหนด	คำอธิบายข้อกำหนด
EPW14	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month5 11-20
EPW15	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month5 21-30
EPW16	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month6 1-10
EPW17	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month6 11-20
EPW18	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month6 21-30
EPW19	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month7 1-10
EPW20	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month7 11-20
EPW21	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month7 21-30
EPW22	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month8 1-10
EPW23	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month8 11-20
EPW24	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month8 21-30
EPW25	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month9 1-10
EPW26	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month9 11-20
EPW27	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month9 21-30
EPW28	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month10 1-10
EPW29	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month10 11-20
EPW30	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month10 21-30
EPW31	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month11 1-10
EPW32	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month11 11-20
EPW33	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month11 21-30
EPW34	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month12 1-10
EPW35	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month12 11-20
EPW36	ข้อกำหนดด้านการใช้น้ำสูบน้ำด้วยไฟฟ้า Month12 21-30
S_RZ_I1LS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
S_RZ_I1LS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
S_RZ_I1MS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
S_RZ_I1MS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
S_RZ_I1RS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
S_RZ_I1RS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
S_RZ_I1WS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, ชลประทานฝาย, 0-5%
S_RZ_I1WS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, ชลประทานฝาย, 5-20%
S_RZ_I2S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%
S_RZ_I2S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อกำหนดของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อข้อกำหนด	คำอธิบายข้อกำหนด
S_RZ_I3S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, โครงการชลประทาน + ระบายน้ำได้ดินลึก(≥ 50 m), 0-5%
S_RZ_I3S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, โครงการชลประทาน + ระบายน้ำได้ดินลึก(≥ 50 m), 5-20%
S_RZ_I4S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, ระบายน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
S_RZ_I4S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, ระบายน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_RZ_I5S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, ระบายน้ำได้ดินลึก (≥ 50 m), 0-5%
S_RZ_I5S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, ระบายน้ำได้ดินลึก (≥ 50 m), 5-20%
S_RZ_I6S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, ระบายน้ำด้วยไฟฟ้า, 0-5%
S_RZ_I6S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, ระบายน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
S_RZ_I7S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
S_RZ_I7S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
S_RZ_I7S3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี, อาศัยน้ำฝน, >20%
S_MZ_I7S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวโพด, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
S_MZ_I7S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวโพด, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
S_MZ_I7S3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวโพด, อาศัยน้ำฝน, >20%
S_SZ_I1MS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกถั่วเหลือง-ถั่วลิสง, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
S_SZ_I7S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกถั่วเหลือง-ถั่วลิสง, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
S_SZ_I7S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกถั่วเหลือง-ถั่วลิสง, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
S_RR_I1LS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
S_RR_I1MS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
S_RR_I1RS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
S_RR_I1WS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,ชลประทานฝาย, 5-20%
S_RR_I2S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,โครงการชลประทาน + ระบายน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_RR_I4S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,ระบายน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_RR_I5S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,ระบายน้ำได้ดินลึก (≥ 50 m), 5-20%
S_RR_I6S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,ระบายน้ำด้วยไฟฟ้า, 0-5%
S_RR_I6S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,ระบายน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
S_RR_I7S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง,อาศัยน้ำฝน, 5-20%
S_RO_I1LS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
S_RO_I1LS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
S_RO_I1MS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
S_RO_I1MS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
S_RO_I1RS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อกำหนดของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อข้อกำหนด	คำอธิบายข้อกำหนด
S_RO_I1RS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
S_RO_I1WS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,ชลประทานฝาย, 0-5%
S_RO_I1WS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,ชลประทานฝาย, 5-20%
S_RO_I2S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%
S_RO_I2S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
S_RO_I3S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 5-20%
S_RO_I4S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
S_RO_I4S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_RO_I5S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 0-5%
S_RO_I5S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 5-20%
S_RO_I6S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ หอมแดง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
S_RG_I1LS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ กระเทียม,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
S_RG_I1MS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ กระเทียม,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
S_RG_I1RS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ กระเทียม,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
S_RG_I1WS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ กระเทียม,ชลประทานฝาย, 0-5%
S_RG_I1WS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ กระเทียม,ชลประทานฝาย, 5-20%
S_RG_I2S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ กระเทียม,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
S_RG_I2S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ กระเทียม,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_RG_I4S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ กระเทียม,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_RG_I6S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ กระเทียม,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
S_RS_I1LS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
S_RS_I1MS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
S_RS_I1MS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
S_RS_I1RS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
S_RS_I1WS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,ชลประทานฝาย, 0-5%
S_RS_I1WS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,ชลประทานฝาย, 5-20%

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อกำหนดของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อข้อกำหนด	คำอธิบายข้อกำหนด
S_RS_I2S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_RS_I6S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง-ถั่วลิสง,สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
S_RP_I1LS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ มันฝรั่ง,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
S_RP_I1MS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ มันฝรั่ง,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
S_RP_I1RS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ มันฝรั่ง,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
S_RP_I1WS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ มันฝรั่ง,ชลประทานฝาย, 5-20%
S_RT_I1LS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ยาสูบ,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
S_RT_I1LS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ยาสูบ,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
S_RT_I1MS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ยาสูบ,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
S_RT_I1MS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ยาสูบ,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
S_RT_I1RS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ยาสูบ,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
S_RT_I1RS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ยาสูบ,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
S_RT_I1WS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ยาสูบ,ชลประทานฝาย, 0-5%
S_RT_I1WS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ยาสูบ,ชลประทานฝาย, 5-20%
S_RT_I2S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ยาสูบ,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%
S_RT_I2S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ยาสูบ,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
S_RT_I4S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ยาสูบ,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
S_RT_I4S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ยาสูบ,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_RT_I7S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ยาสูบ,อาศัยน้ำฝน, 5-20%
S_RV_I1LS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ พืชผัก,โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
S_RV_I1MS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ พืชผัก,โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
S_RV_I1RS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ พืชผัก,ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
S_RV_I1WS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ พืชผัก,ชลประทานฝาย, 5-20%
S_RV_I4S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ พืชผัก,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_RV_I5S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ พืชผัก,สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 5-20%
S_CZ_I1LS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวฤดูฝน, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
S_CZ_I4S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวฤดูฝน, สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_CZ_I6S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวฤดูฝน, สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
S_OZ_I1MS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกหอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
S_OZ_I1WS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกหอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน, ชลประทานฝาย, 5-20%

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อกำหนดของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อข้อกำหนด	คำอธิบายข้อกำหนด
S_OZ_I2S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกหอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน, โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_OZ_I4S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกหอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน, สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
S_OZ_I4S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกหอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน, สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_OZ_I5S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกหอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน, สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 5-20%
S_OZ_I6S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกหอมแดงทำพันธุ์ฤดูฝน, สูบน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
S_RC_I1WS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์,ชลประทานฝาย, 5-20%
S_RC_I4S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
S_RC_I4S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์,สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_RC_I5S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์,สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 0-5%
S_RC_I5S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์,สูบน้ำได้ดินลึก (>=50m), 5-20%
S_RC_I7S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์,อาศัยน้ำฝน, 0-5%
S_RC_I7S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์,อาศัยน้ำฝน, 5-20%
S_RB_I1WS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวโพดฝักอ่อน,ชลประทานฝาย, 0-5%
S_RB_I1WS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวโพดฝักอ่อน,ชลประทานฝาย, 5-20%
S_RB_I2S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวนาปี+ ข้าวโพดฝักอ่อน,โครงการชลประทาน + สูบน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_BZ_I7S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวโพดฝักอ่อนฤดูฝน, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
S_BZ_I7S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวโพดฝักอ่อนฤดูฝน, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
S_SC_I7S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
S_SC_I7S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
S_LG_I1LS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกลำไย, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
S_LG_I1LS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกลำไย, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%
S_LG_I1LS3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกลำไย, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, >20%
S_LG_I1MS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกลำไย, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
S_LG_I1MS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกลำไย, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 5-20%
S_LG_I1MS3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกลำไย, โครงการชลประทานขนาดกลาง, >20%
S_LG_I1RS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกลำไย, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
S_LG_I1RS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกลำไย, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 5-20%
S_LG_I1RS3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกลำไย, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, >20%
S_LG_I1WS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกลำไย, ชลประทานฝาย, 0-5%
S_LG_I1WS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกลำไย, ชลประทานฝาย, 5-20%
S_LG_I1WS3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกลำไย, ชลประทานฝาย, >20%

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อกำหนดของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อข้อกำหนด	คำอธิบายข้อกำหนด
S_LG_I2S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, โครงการชลประทาน + ระบายน้ำได้ดินตื้น(<50m), 0-5%
S_LG_I2S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, โครงการชลประทาน + ระบายน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
S_LG_I2S3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, โครงการชลประทาน + ระบายน้ำได้ดินตื้น(<50m), >20%
S_LG_I3S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, โครงการชลประทาน + ระบายน้ำได้ดินลึก(>=50m), 0-5%
S_LG_I3S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, โครงการชลประทาน + ระบายน้ำได้ดินลึก(>=50m), 5-20%
S_LG_I4S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, ระบายน้ำได้ดินตื้น (<50m), 0-5%
S_LG_I4S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, ระบายน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_LG_I5S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, ระบายน้ำได้ดินลึก (>=50m), 0-5%
S_LG_I5S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, ระบายน้ำได้ดินลึก (>=50m), 5-20%
S_LG_I5S3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, ระบายน้ำได้ดินลึก (>=50m), >20%
S_LG_I6S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, ระบายน้ำด้วยไฟฟ้า, 0-5%
S_LG_I6S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, ระบายน้ำด้วยไฟฟ้า, 5-20%
S_LG_I7S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
S_LG_I7S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
S_LG_I7S3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกกล้วย, อาศัยน้ำฝน, >20%
S_MG_I1LS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 0-5%
S_MG_I1LS3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, >20%
S_MG_I1MS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, โครงการชลประทานขนาดกลาง, 0-5%
S_MG_I1MS3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, โครงการชลประทานขนาดกลาง, >20%
S_MG_I1RS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, 0-5%
S_MG_I1RS3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, ชลประทานอ่างเก็บน้ำ, >20%
S_MG_I1WS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, ชลประทานฝาย, 0-5%
S_MG_I1WS2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, ชลประทานฝาย, 5-20%
S_MG_I1WS3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, ชลประทานฝาย, >20%
S_MG_I2S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, โครงการชลประทาน + ระบายน้ำได้ดินตื้น(<50m), 5-20%
S_MG_I3S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, โครงการชลประทาน + ระบายน้ำได้ดินลึก(>=50m), 5-20%
S_MG_I4S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, ระบายน้ำได้ดินตื้น (<50m), 5-20%
S_MG_I5S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, ระบายน้ำได้ดินลึก (>=50m), 0-5%
S_MG_I5S3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, ระบายน้ำได้ดินลึก (>=50m), >20%
S_MG_I7S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
S_MG_I7S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
S_MG_I7S3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะม่วง, อาศัยน้ำฝน, >20%
S_PR_I1LS1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกยางพารา, โครงการชลประทานขนาดใหญ่, 5-20%

ภาคผนวก ง ตารางที่ 36 ตารางข้อมูลข้อจำกัดของแบบจำลอง (ต่อ)

ชื่อข้อจำกัด	คำอธิบายข้อจำกัด
S_PR_I7S1	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกยางพารา, อาศัยน้ำฝน, 0-5%
S_PR_I7S2	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกยางพารา, อาศัยน้ำฝน, 5-20%
S_PR_I7S3	พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกยางพารา, อาศัยน้ำฝน, >20%

ภาคผนวก จ

ภาคผนวกที่ จ สัมประสิทธิ์การผลิตการเกษตรที่สำคัญ ในพื้นที่ศึกษา

ภาคผนวก จ ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์การผลิตที่สำคัญของพืชอายุสั้นในพื้นที่ศึกษา จำแนกตาม LRU

พืชตาม LRU	ผลผลิตข้าว (กก./ไร่)	Total cash cost (บาท/ไร่)	ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ไร่)	ปริมาณ N ที่ใช้ (กก./ไร่)	ปริมาณสารเคมีออก ฤทธิ์ (กก./ไร่)
RZ_I1LS1	560.43	1716.56	2191.35	6.52	0.26
RZ_I1LS2	703.13	2875.74	2116.62	10.72	0.39
RZ_I1MS1	724.72	1825.72	2966.32	5.62	0.51
RZ_I1MS2	732.00	2642.24	2486.59	7.73	0.26
RZ_I1RS1	974.69	3343.52	2660.16	9.77	0.40
RZ_I1RS2	627.69	2747.89	2666.74	3.65	0.25
RZ_I1WS1	682.88	2508.84	2049.24	10.07	0.31
RZ_I1WS2	812.20	1441.22	3584.02	6.60	0.24
RZ_I2S1	868.46	1211.90	3159.23	1.47	0.23
RZ_I2S2	868.46	1211.90	3159.23	1.47	0.23
RZ_I3S1	701.20	1211.90	3159.23	2.37	0.14
RZ_I3S2	701.20	1441.66	3834.01	2.37	0.14
RZ_I4S1	564.19	2036.23	1256.22	4.97	0.38
RZ_I4S2	582.40	1569.70	2527.63	4.36	0.87
RZ_I5S1	626.46	2669.19	1316.69	7.69	0.29
RZ_I5S2	606.84	2941.56	428.23	11.43	0.82
RZ_I6S1	724.49	1978.25	2622.11	9.28	0.42
RZ_I6S2	598.69	2455.15	801.08	9.28	0.35
RZ_I7S1	705.60	1730.00	2212.45	9.29	0.22
RZ_I7S2	393.38	1057.45	1219.71	2.09	0.20
MZ_I7S1	0.00	2575.92	1569.60	12.70	0.71
MZ_I7S2	0.00	1859.78	1542.02	9.94	0.51
MZ_I7S3	0.00	2129.88	1699.50	10.06	0.46
SZ_I1MS1	0.00	949.57	4660.43	0.00	0.19
SZ_I7S1	0.00	1168.00	4442.00	0.00	0.17
SZ_I7S2	0.00	1126.57	3332.40	0.00	0.11
RR_I1LS1	1491.19	3617.17	6435.38	25.90	0.64
RR_I1MS1	1739.50	4144.79	7207.81	29.05	0.77
RR_I1RS1	1681.25	5147.40	4863.85	28.11	0.38
RR_I1WS1	1492.98	4239.84	5390.63	34.36	1.22
RR_I2S1	1535.06	6210.62	3589.38	26.65	0.94
RR_I4S1	1535.06	5182.27	3814.32	26.65	0.94
RR_I5S1	1628.18	3756.94	5359.50	26.59	0.32
RR_I6S1	1440.31	4515.87	5745.92	25.60	0.58
RR_I6S2	1395.64	3248.85	5335.96	28.41	0.83
RO_I1LS1	757.78	15004.42	10003.39	26.17	1.73
RO_I1LS2	698.18	14259.68	26225.40	22.54	0.73

ภาคผนวก จ ตารางที่ 1 สมประสิทธิ์การผลิตที่สำคัญของพืชอายุสั้นในพื้นที่ศึกษา จำแนกตาม LRU (ต่อ)

พืชตาม LRU	ผลผลิตข้าว (กก./ไร่)	Total cash cost (บาท/ไร่)	ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ไร่)	ปริมาณ N ที่ใช้ (กก./ไร่)	ปริมาณสารเคมีออก ฤทธิ์ (ลิตร/ไร่)
RO_I1MS1	757.78	17022.73	6084.69	26.17	1.73
RO_I1MS2	698.18	14881.60	11279.43	22.54	0.73
RO_I1RS1	757.78	16935.81	14146.46	26.17	1.73
RO_I1RS2	698.18	14259.68	26225.40	22.54	0.73
RO_I1WS1	665.16	17403.09	7924.23	22.95	2.15
RO_I1WS2	665.16	16385.00	14060.79	22.95	2.15
RO_I2S1	665.16	13477.85	11522.18	20.82	1.17
RO_I2S2	616.97	16687.50	3884.31	20.99	1.28
RO_I3S1	687.50	12573.07	7475.05	25.13	6.27
RO_I4S1	950.00	16637.22	5670.31	34.67	2.58
RO_I4S2	950.00	19972.87	4201.65	42.67	2.23
RO_I5S1	748.00	13939.56	6984.07	24.31	1.85
RO_I5S2	747.37	13405.94	11740.28	21.33	1.50
RO_I6S1	1170.00	14434.93	14846.12	21.24	1.18
RG_I1LS1	627.27	13414.07	11162.30	37.41	1.39
RG_I1MS1	627.27	12495.94	12141.40	37.41	1.39
RG_I1RS1	756.00	14082.99	8975.05	56.76	1.92
RG_I1WS1	562.32	11802.38	9720.08	48.14	1.53
RG_I1WS2	562.32	11802.38	9720.08	48.14	1.53
RG_I2S1	627.27	13414.07	11162.30	37.41	1.39
RG_I2S2	627.27	13414.07	11162.30	37.41	1.39
RG_I4S1	642.86	13441.57	11514.68	28.49	1.86
RG_I6S1	584.08	7365.46	10511.67	26.82	2.06
RS_I1LS1	798.80	2516.00	2194.30	22.26	0.54
RS_I1MS1	811.76	4142.51	8093.63	7.12	0.86
RS_I1MS2	811.76	4526.73	8897.95	8.67	1.09
RS_I1RS1	744.44	4240.32	2619.12	10.73	1.68
RS_I1WS1	777.20	5034.74	4204.13	8.08	1.73
RS_I1WS2	1784.62	7720.29	8197.55	9.54	2.16
RS_I2S1	798.80	2516.00	2194.30	22.26	0.54
RS_I6S1	584.08	4287.88	5833.26	8.40	1.49
RP_I1LS1	875.00	20250.00	21014.46	37.50	0.81
RP_I1MS1	875.00	19272.86	23334.79	37.50	0.81
RP_I1RS1	875.00	19272.86	20927.65	37.50	0.81
RP_I1WS1	715.33	14794.68	6716.31	35.49	0.53
RT_I1LS1	863.79	4728.26	5548.19	27.24	0.43
RT_I1LS2	863.79	4728.26	5548.19	27.24	0.43

ภาคผนวก จ ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์การผลิตที่สำคัญของพืชอายุสั้นในพื้นที่ศึกษา จำแนกตาม LRU (ต่อ)

พืชตาม LRU	ผลผลิตข้าว (กก./ไร่)	Total cash cost (บาท/ไร่)	ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ไร่)	ปริมาณ N ที่ใช้ (กก./ไร่)	ปริมาณสารเคมีออก ฤทธิ์ (ลิตร/ไร่)
RT_I1MS1	480.00	1400.00	1840.00	4.90	1.18
RT_I1MS2	480.00	1400.00	1840.00	4.90	1.18
RT_I1RS1	800.00	1457.60	1862.40	4.80	0.24
RT_I1RS2	800.00	1457.60	1862.40	4.80	0.24
RT_I1WS1	900.00	2809.98	2290.03	16.00	0.45
RT_I1WS2	900.00	2809.98	2290.03	16.00	0.45
RT_I2S1	1117.65	7067.41	7836.07	36.28	0.62
RT_I2S2	1106.67	1770.67	4544.90	24.13	0.52
RT_I4S1	894.59	7545.87	3760.44	27.96	1.22
RT_I4S2	600.00	4151.33	3326.19	16.77	0.20
RV_I1LS1	811.46	9941.08	8262.92	16.77	0.20
RV_I1MS1	328.00	8156.84	29057.24	21.83	1.48
RV_I1RS1	328.00	12594.56	11326.71	23.65	0.71
RV_I1WS1	960.00	14204.74	10741.81	409.73	1.70
RV_I4S1	697.60	12997.11	18954.05	38.46	2.61
RV_I5S1	160.00	8316.00	9641.03	19.40	0.29
CZ_I1LS1	0.00	2977.50	5924.87	21.25	1.13
CZ_I4S1	0.00	4010.71	5114.22	39.21	0.46
CZ_I6S1	0.00	2440.00	4196.57	21.25	0.33
OZ_I1MS1	0.00	13835.89	14587.85	21.88	0.87
OZ_I1WS1	0.00	8307.14	15264.14	1.95	0.96
OZ_I2S1	0.00	18604.75	13639.07	17.33	0.61
OZ_I4S1	0.00	16435.58	15521.38	19.79	1.58
OZ_I4S2	0.00	16551.36	17631.18	19.39	1.01
OZ_I6S1	0.00	14055.00	15927.64	19.50	1.19
RC_I1WS1	750.00	1504.99	2247.17	1.50	0.15
RC_I4S1	689.14	7349.19	11834.28	25.82	0.77
RC_I4S2	689.14	7349.19	11834.28	25.82	0.77
RC_I5S1	990.00	5957.29	9824.71	31.87	0.48
RC_I5S2	990.00	5957.29	9824.71	31.87	0.48
RB_I1WS1	592.00	3660.00	5486.70	34.90	0.10
RB_I1WS2	592.00	3709.00	4937.60	38.20	0.10
RB_I2S1	592.00	3660.00	5486.70	34.90	0.10
BZ_I7S1	0.00	2352.00	4710.00	38.20	0.01
BZ_I7S2	0.00	2044.00	4078.00	64.00	0.01
SC_I7S1	0.00	1766.65	2988.47	11.65	0.37
SC_I7S2	0.00	1678.38	2983.10	12.11	0.40

ภาคผนวก จ ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์การผลิตที่สำคัญของไม้ผล และพืชทางเลือกในพื้นที่ศึกษา จำแนกตาม LRU

พืชตาม LRU	Total cash cost (บาท/ไร่)	ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ไร่)	ปริมาณ N ที่ ใช้ (กก./ไร่)	ปริมาณสารเคมีออก ฤทธิ์ (ลิตร/ไร่)
LG_I1LS1	4460.00	10730.20	22.60	1.03
LG_I1LS2	4142.80	11578.60	12.20	0.83
LG_I1LS3	4693.90	4732.10	30.60	0.41
LG_I1MS1	3722.90	6445.80	12.70	0.67
LG_I1MS2	4142.80	11578.60	12.20	0.83
LG_I1MS3	4693.90	4732.10	30.60	0.41
LG_I1RS1	1401.50	3816.50	2.90	0.72
LG_I1RS2	4142.80	11578.60	12.20	0.83
LG_I1RS3	4693.90	4732.10	30.60	0.41
LG_I1WS1	3946.60	12334.70	14.80	0.74
LG_I1WS2	4142.80	11578.60	12.20	0.83
LG_I1WS3	4693.90	4732.10	30.60	0.41
LG_I2S1	4382.50	13207.10	19.70	0.61
LG_I2S2	2832.80	6688.00	10.50	0.94
LG_I2S3	2832.80	6688.00	10.50	0.94
LG_I3S1	4704.30	12378.10	37.10	1.54
LG_I3S2	4704.30	12378.10	37.10	1.54
LG_I4S1	4087.40	11334.30	13.30	1.19
LG_I4S2	1416.40	4833.30	5.80	0.34
LG_I5S1	4321.80	7935.60	13.90	0.63
LG_I5S2	4556.60	18137.90	14.10	0.62
LG_I5S3	3007.50	3540.00	6.70	0.53
LG_I6S1	3880.10	18083.30	12.40	0.97
LG_I6S2	4709.80	13469.20	11.40	0.91
LG_I7S1	2149.00	1974.60	7.10	0.61
LG_I7S2	2050.90	1939.20	7.10	0.54
LG_I7S3	1448.90	1454.50	5.30	0.55
MG_I1LS1	2031.00	4883.40	6.50	0.90
MG_I1LS3	1286.10	3342.30	5.00	0.80
MG_I1MS1	2031.00	4883.40	6.50	0.90
MG_I1MS3	1286.10	3342.30	5.00	0.80
MG_I1RS1	1952.00	5342.60	8.10	0.70
MG_I1RS3	1286.10	3342.30	5.00	0.80
MG_I1WS1	2110.10	4424.20	4.90	1.10
MG_I1WS2	1698.10	3883.25	4.95	0.95
MG_I1WS3	1286.10	3342.30	5.00	0.80
MG_I2S1	1266.00	3268.00	0.70	2.10
MG_I3S1	2981.90	4686.90	5.50	2.20
MG_I4S1	2668.10	8505.60	6.00	0.80

ภาคผนวก จ ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์การผลิตที่สำคัญของไม้ผล และพืชทางเลือกในพื้นที่ศึกษา จำแนกตาม LRU (ต่อ)

พืชตาม LRU	Total cash cost (บาท/ไร่)	ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ไร่)	ปริมาณ N ที่ ใช้ (กก./ไร่)	ปริมาณสารเคมีออก ฤทธิ์ (ลิตร/ไร่)
MG_I5S1	2962.90	9282.30	9.30	1.30
MG_I5S3	2582.10	3293.00	8.00	1.10
MG_I7S1	2576.10	7472.70	2.40	0.30
MG_I7S2	2783.60	7955.80	5.05	0.60
MG_I7S3	2991.10	8438.90	7.70	0.90
PR_I1LS1	2430.76	16446.12	21.65	2.12
PR_I7S1	2430.76	16446.12	21.65	2.12
PR_I7S2	2710.25	15764.38	25.03	2.12
PR_I7S3	2151.27	17127.86	18.27	1.61
PO_I1LS1	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I1LS2	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I1LS3	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I1MS1	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I1MS2	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I1MS3	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I1RS1	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I1RS2	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I1RS3	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I1WS1	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I1WS2	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I1WS3	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I2S1	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I2S2	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I2S3	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I3S1	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I3S2	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I4S1	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I4S2	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I5S1	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I5S2	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I5S3	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I6S1	4500.00	5744.97	12.60	1.00
PO_I6S2	4500.00	5744.97	12.60	1.00
JP_I1LS1	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I1LS2	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I1LS3	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I1MS1	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I1MS2	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I1MS3	1500.00	2172.43	7.50	1.00

ภาคผนวก จ ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์การผลิตที่สำคัญของไม้ผล และพืชทางเลือกในพื้นที่ศึกษา จำแนกตาม LRU (ต่อ)

พืชตาม LRU	Total cash cost (บาท/ไร่)	ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ไร่)	ปริมาณ N ที่ ใช้ (กก./ไร่)	ปริมาณสารเคมีออก ฤทธิ์ (ลิตร/ไร่)
JP_I1RS1	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I1RS2	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I1RS3	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I1WS1	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I1WS2	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I1WS3	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I2S1	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I2S2	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I2S3	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I3S1	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I3S2	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I4S1	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I4S2	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I5S1	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I5S2	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I5S3	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I6S1	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I6S2	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I7S1	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I7S2	1500.00	2172.43	7.50	1.00
JP_I7S3	1500.00	2172.43	7.50	1.00

ภาคผนวก จ ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนแรก

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	RZ_11LS1	RZ_11LS2	RZ_11MS1	RZ_11MS2	RZ_11RS1	RZ_11RS2	RZ_11WS1	RZ_11WS2	RZ_12S1	RZ_12S2	RZ_13S1	RZ_13S2	RZ_14S1	RZ_14S2	RZ_15S1	RZ_15S2	RZ_16S1
มกราคม 1-10	0.00	0.00	0.03	0.00	0.31	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.02
มกราคม 11-20	0.00	0.00	0.03	0.00	0.23	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.02
มกราคม 21-30	0.00	0.00	0.70	0.00	0.53	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.51
กุมภาพันธ์ 1-10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.05
กุมภาพันธ์ 11-20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.02
กุมภาพันธ์ 21-30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.05
มีนาคม 1-10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35
มีนาคม 11-20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
มีนาคม 21-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
เมษายน 1-10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
เมษายน 11-20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
เมษายน 21-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
พฤษภาคม 1-10	0.00	0.00	0.03	0.40	0.03	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
พฤษภาคม 11-	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
พฤษภาคม 21-	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.01	0.04	0.17	0.63	0.32
มิถุนายน 1-10	0.06	0.21	0.69	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.23	0.23	0.04	0.00	0.03	1.67	0.04
มิถุนายน 11-20	0.13	1.84	0.25	0.00	0.07	0.00	0.05	0.03	2.18	2.18	0.00	0.00	0.04	0.15	0.00	0.04	0.03
มิถุนายน 21-30	0.24	0.00	0.23	0.00	0.07	0.00	0.02	0.00	0.54	0.54	0.00	0.00	0.57	1.53	0.06	0.21	0.16

ภาคผนวก จ ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การให้แรงงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนแรก (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	RZ_L6S2	RZ_I7S1	RZ_I7S2	MZ_I7S1	MZ_I7S2	MZ_I7S3	SZ_I1MS1	SZ_I7S1	SZ_I7S2	RR_I1LS1	RR_I1MS1	RR_I1RS1	RR_I1WS1	RR_I2S1	RR_I4S1	RR_I5S1	RR_I6S1
มกราคม 1-10	0.00	0.00	0.00	0.25	0.15	0.45	0.00	0.00	0.00	0.13	0.39	2.54	0.67	0.11	0.11	0.73	0.49
มกราคม 11-20	0.00	0.00	0.00	0.21	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.23	0.83	0.35	0.62	0.11	0.11	0.32	0.10
มกราคม 21-30	0.00	0.00	0.00	0.43	0.18	0.46	0.00	0.00	0.00	0.15	0.89	0.58	0.18	0.83	0.83	0.30	0.04
กุมภาพันธ์ 1-10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	1.17	3.06	0.38	0.70	0.70	0.44	0.23
กุมภาพันธ์ 11-20	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.31	1.26	0.21	0.53	0.53	0.29	0.08
กุมภาพันธ์ 21-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.40	1.15	0.23	0.60	0.60	0.48	1.43
มีนาคม 1-10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.28	1.08	0.18	0.71	0.71	0.15	1.07
มีนาคม 11-20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.47	0.31	0.19	0.56	0.56	0.33	0.29
มีนาคม 21-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.32	0.25	0.15	0.54	0.54	0.26	0.50
เมษายน 1-10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.22	0.00	0.00	0.28	0.16	0.25	0.20	0.58	0.58	0.15	0.54
เมษายน 11-20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.17	0.18	0.42	0.16	0.24	0.24	0.33	0.24
เมษายน 21-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.87	0.00	0.00	0.13	0.21	0.25	0.06	0.16	0.16	0.22	0.22
พฤษภาคม 1-10	0.07	0.00	0.00	0.00	0.05	0.54	0.70	3.20	4.27	0.13	0.12	0.25	0.10	0.00	0.00	0.10	0.26
พฤษภาคม 11-	0.00	0.00	0.00	0.09	0.05	1.08	6.30	2.44	2.14	0.07	0.18	0.00	0.04	2.32	2.32	0.10	0.22
พฤษภาคม 21-	0.13	0.00	0.00	0.04	0.00	0.34	0.13	0.12	0.04	0.14	0.04	0.25	0.23	0.00	0.00	0.08	0.30
มิถุนายน 1-10	1.00	0.09	0.48	0.84	0.35	1.30	0.00	0.00	0.00	0.09	0.02	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.31
มิถุนายน 11-20	0.26	0.06	0.00	0.55	0.40	0.54	3.48	3.20	1.46	0.06	0.06	0.21	0.04	0.00	0.00	0.00	0.15
มิถุนายน 21-30	0.43	0.06	0.24	0.23	0.57	0.54	0.00	0.00	0.00	0.03	1.27	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.07

ภาคผนวก จ ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้จ่ายแรงงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนแรก (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	RR_16S2	RO_11LS1	RO_11LS2	RO_11MS1	RO_11MS2	RO_11RS1	RO_11RS2	RO_11WS1	RO_11WS2	RO_12S1	RO_12S2	RO_13S1	RO_14S1	RO_14S2	RO_15S1	RO_15S2	RO_16S1
มกราคม 1-10	0.00	2.23	2.96	2.23	2.96	2.23	2.96	1.34	1.34	3.01	3.34	7.83	3.55	5.28	2.47	1.91	0.89
มกราคม 11-20	0.00	2.83	3.47	2.83	3.47	2.83	3.47	2.15	2.15	5.39	5.80	13.00	3.71	4.07	9.67	4.55	0.67
มกราคม 21-30	0.06	3.65	5.43	3.65	5.43	3.65	5.43	2.44	2.44	3.19	4.07	0.00	4.03	3.95	3.04	5.97	1.08
กุมภาพันธ์ 1-10	0.04	1.60	2.94	1.60	2.94	1.60	2.94	3.34	3.34	1.88	3.07	0.00	1.23	0.17	3.02	3.23	5.81
กุมภาพันธ์ 11-20	0.94	2.66	0.34	2.66	0.34	2.66	0.34	3.61	3.61	0.33	0.00	0.00	0.77	0.36	1.54	3.41	0.98
กุมภาพันธ์ 21-30	2.06	2.60	2.98	2.60	2.98	2.60	2.98	3.55	3.55	0.58	0.00	0.00	1.32	0.77	4.66	9.83	2.62
มีนาคม 1-10	0.51	0.08	0.00	0.08	0.00	0.08	0.00	1.79	1.79	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.35	0.48	4.86
มีนาคม 11-20	0.20	0.93	0.00	0.93	0.00	0.93	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.14	3.57	1.60	0.08	0.00
มีนาคม 21-30	0.32	0.66	0.00	0.66	0.00	0.66	0.00	0.97	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.08	0.00
เมษายน 1-10	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.65	1.73	0.00
เมษายน 11-20	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
เมษายน 21-30	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
พฤษภาคม 1-10	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.68	1.68	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.06	2.87
พฤษภาคม 11-	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.85
พฤษภาคม 21-	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.14
มิถุนายน 1-10	0.05	0.48	2.51	0.48	2.51	0.48	2.51	0.14	0.14	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.12
มิถุนายน 11-20	0.04	0.47	1.06	0.47	1.06	0.47	1.06	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.91	0.22
มิถุนายน 21-30	0.00	0.25	0.57	0.25	0.57	0.25	0.57	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.43

ภาคผนวก จ ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนแรก (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	RG_11LS1	RG_11MS1	RG_11RS1	RG_11WS1	RG_11WS2	RG_12S1	RG_12S2	RG_14S1	RG_16S1	RS_11LS1	RS_11MS1	RS_11MS2	RS_11RS1	RS_11WS1	RS_11WS2	RS_12S1	RS_16S1
มกราคม 1-10	2.72	2.72	0.67	2.01	2.01	2.72	2.72	0.86	0.56	0.23	0.36	0.27	0.22	1.88	0.35	0.23	0.46
มกราคม 11-20	0.17	0.17	2.10	1.12	1.12	0.17	0.17	0.76	1.20	0.04	0.03	0.18	0.17	0.39	0.15	0.04	0.42
มกราคม 21-30	0.87	0.87	0.23	0.51	0.51	0.87	0.87	0.83	1.50	0.10	0.12	0.25	0.24	0.27	0.15	0.10	0.30
กุมภาพันธ์ 1-10	0.67	0.67	0.27	1.06	1.06	0.67	0.67	1.44	1.20	1.44	0.66	1.02	0.17	0.55	0.15	1.44	0.31
กุมภาพันธ์ 11-20	0.64	0.64	0.68	1.46	1.46	0.64	0.64	1.17	0.60	0.27	0.99	1.52	0.17	0.28	0.15	0.27	0.33
กุมภาพันธ์ 21-30	2.64	2.64	3.61	4.03	4.03	2.64	2.64	0.97	0.40	0.38	0.47	2.50	0.17	0.31	0.15	0.38	0.78
มีนาคม 1-10	0.45	0.45	0.29	0.51	0.51	0.45	0.45	10.27	4.60	1.53	1.56	2.28	0.24	0.49	0.15	1.53	0.26
มีนาคม 11-20	0.24	0.24	0.60	1.95	1.95	0.24	0.24	3.08	0.20	0.26	0.32	0.50	0.17	0.69	0.15	0.26	0.19
มีนาคม 21-30	1.21	1.21	0.45	0.36	0.36	1.21	1.21	0.00	6.00	0.24	0.50	0.64	2.57	2.56	2.92	0.24	1.01
เมษายน 1-10	0.46	0.46	0.22	0.07	0.07	0.46	0.46	0.00	0.00	1.43	0.35	0.55	0.10	0.46	0.00	1.43	1.21
เมษายน 11-20	0.00	0.00	0.60	1.69	1.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.41	0.64	1.50	0.25	0.00	0.18	1.00
เมษายน 21-30	1.76	1.76	3.06	1.12	1.12	1.76	1.76	0.00	0.00	1.01	0.94	1.45	0.10	0.32	0.00	1.01	0.61
พฤษภาคม 1-10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.12	0.18	0.00	0.04	0.00	0.09	0.00
พฤษภาคม 11-20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.24	1.91	0.00	0.01	0.00	0.00	0.71
พฤษภาคม 21-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.50	0.00
มิถุนายน 1-10	0.11	0.11	0.00	0.06	0.06	0.11	0.11	1.71	0.17	0.00	0.94	0.94	0.00	0.20	0.00	0.00	0.17
มิถุนายน 11-20	0.18	0.18	0.00	0.14	0.14	0.18	0.18	0.00	1.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.62	0.00	1.16
มิถุนายน 21-30	0.00	0.00	0.00	0.65	0.65	0.00	0.00	2.29	0.00	0.00	0.71	0.71	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00

ภาคผนวก จ ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้จ่ายแรงงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนแรก (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	RP_11LS1	RP_11MS1	RP_11RS1	RP_11WS1	RT_11LS1	RT_11LS2	RT_11MS1	RT_11MS2	RT_11RS1	RT_11RS2	RT_11WS1	RT_11WS2	RT_12S1	RT_12S2	RT_14S1	RT_14S2	RV_11LS1
มกราคม 1-10	2.16	2.16	2.16	4.51	1.70	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	3.40	0.84	0.80	1.52
มกราคม 11-20	1.33	1.33	1.33	2.60	1.15	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	15.00	0.72	0.00	1.10
มกราคม 21-30	0.54	0.54	0.54	0.68	0.69	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.60	0.59	0.80	0.63
กุมภาพันธ์ 1-10	1.47	1.47	1.47	1.21	1.07	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	2.00	0.78	2.10	0.73
กุมภาพันธ์ 11-20	0.60	0.60	0.60	0.49	1.03	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	1.00	0.55	0.80	1.11
กุมภาพันธ์ 21-30	0.81	0.81	0.81	1.20	1.25	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.34	2.40	0.15	0.00	1.02
มีนาคม 1-10	0.49	0.49	0.49	0.54	1.18	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	2.40	0.29	0.80	1.00
มีนาคม 11-20	3.78	3.78	3.78	9.68	1.21	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	2.40	0.56	1.60	0.88
มีนาคม 21-30	4.04	4.04	4.04	3.61	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	2.40	0.75	0.00	1.28
เมษายน 1-10	0.00	0.00	0.00	0.19	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	2.40	0.02	0.00	0.79
เมษายน 11-20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	0.00	0.73	0.00	0.78
เมษายน 21-30	0.00	0.00	0.00	0.19	0.69	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.21	0.00	0.76
พฤษภาคม 1-10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.21	0.00	0.22
พฤษภาคม 11-	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.21	0.00	0.06
พฤษภาคม 21-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73
มิถุนายน 1-10	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.20	0.25
มิถุนายน 11-20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.01
มิถุนายน 21-30	0.00	0.00	0.00	4.42	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	0.00	1.40	0.03

ภาคผนวก จ ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนแรก (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	RV_11MS1	RV_11RS1	RV_11WS1	RV_14S1	RV_15S1	CZ_11LS1	CZ_14S1	CZ_16S1	OZ_11MS1	OZ_11WS1	OZ_12S1	OZ_14S1	OZ_14S2	OZ_16S1	RC_11WS1	RC_14S1	RC_14S2
มกราคม 1-10	2.05	2.05	0.75	0.53	1.25	0.00	0.54	0.69	0.00	0.00	1.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.49
มกราคม 11-20	1.63	1.63	0.75	2.18	1.50	0.00	0.11	1.00	0.00	0.00	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09	1.09
มกราคม 21-30	3.35	3.35	0.75	1.30	0.00	0.00	2.79	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
กุมภาพันธ์ 1-10	3.90	3.90	0.56	0.30	2.05	0.00	0.11	5.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.12
กุมภาพันธ์ 11-20	4.00	4.00	0.83	2.20	1.50	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.27
กุมภาพันธ์ 21-30	1.90	1.90	0.33	2.90	0.75	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03
มีนาคม 1-10	1.00	1.00	1.54	0.55	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.27
มีนาคม 11-20	1.93	1.93	3.50	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	1.30
มีนาคม 21-30	3.33	3.33	1.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
เมษายน 1-10	0.67	0.67	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.05	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
เมษายน 11-20	0.93	0.93	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92	6.02	0.00	0.00	0.00	0.00
เมษายน 21-30	1.87	1.87	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	1.61	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00
พฤษภาคม 1-10	0.67	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29	1.75	0.46	0.00	0.08	0.13	0.13
พฤษภาคม 11-	1.47	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.91	1.99	0.37	0.00	3.33	1.10	1.10
พฤษภาคม 21-	0.93	0.93	2.40	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.00	2.05	7.24	0.41	18.75	0.00	0.00	0.00
มิถุนายน 1-10	0.93	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	2.00	0.51	0.27	0.00	5.16	1.47	1.47
มิถุนายน 11-20	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	4.54	0.41	0.21	0.00	0.14	0.00	0.00
มิถุนายน 21-30	0.00	0.00	0.00	1.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.58	1.33	5.81	0.00	0.14	0.00	0.00

ภาคผนวก จ ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้จ่ายแรงงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนแรก (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	RC_LS1	RC_LS2	RB_L1WS1	RB_L1WS2	RB_L2S1	BZ_L7S1	BZ_L7S2	SC_L7S1	SC_L7S2
มกราคม 1-10	0.75	0.75	2.64	2.52	2.64	0.00	0.00	0.30	0.34
มกราคม 11-20	0.12	0.12	2.50	2.38	2.50	0.00	0.00	0.30	0.34
มกราคม 21-30	0.00	0.00	2.15	2.05	2.15	0.00	0.00	0.30	0.34
กุมภาพันธ์ 1-10	0.02	0.02	2.01	1.91	2.01	0.00	0.00	0.26	0.29
กุมภาพันธ์ 11-20	0.04	0.04	1.68	1.60	1.68	0.00	0.00	0.26	0.29
กุมภาพันธ์ 21-30	0.01	0.01	1.50	1.43	1.50	0.00	0.00	0.26	0.29
มีนาคม 1-10	0.02	0.02	1.27	1.21	1.27	0.00	0.00	0.20	0.22
มีนาคม 11-20	0.08	0.08	0.61	0.59	0.61	0.00	0.00	0.20	0.22
มีนาคม 21-30	0.70	0.70	0.43	0.41	0.43	0.00	0.00	0.20	0.22
เมษายน 1-10	0.70	0.70	0.38	0.36	0.38	0.00	0.00	0.04	0.04
เมษายน 11-20	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04
เมษายน 21-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04
พฤษภาคม 1-10	1.57	1.57	0.00	0.00	0.00	1.44	1.18	0.14	0.16
พฤษภาคม 11-20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.18	1.77	0.14	0.16
พฤษภาคม 21-30	0.52	0.52	0.00	0.00	0.00	4.72	3.84	0.14	0.16
มิถุนายน 1-10	0.59	0.59	0.17	0.16	0.17	6.14	5.01	0.12	0.13
มิถุนายน 11-20	0.00	0.00	0.26	0.25	0.26	4.94	4.03	0.12	0.13
มิถุนายน 21-30	0.00	0.00	0.33	0.32	0.33	4.72	3.84	0.12	0.13

ภาคผนวก จ ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนที่ 2

หน่วย: คน/ไร่ต่อไร่

เดือน	RZ_11RS1	RZ_11RS2	RZ_11MS1	RZ_11MS2	RZ_11RS1	RZ_11RS2	RZ_11WS1	RZ_11WS2	RZ_12S1	RZ_12S2	RZ_13S1	RZ_13S2	RZ_14S1	RZ_14S2	RZ_15S1	RZ_15S2	RZ_16S1
กรกฎาคม 1-10	0.79	5.52	1.34	0.03	0.60	0.79	1.10	0.10	0.09	0.09	1.75	1.75	0.69	0.32	0.49	1.00	0.71
กรกฎาคม 11-20	0.43	0.72	0.31	0.04	0.47	0.56	0.34	0.29	0.08	0.08	0.75	0.75	1.00	1.29	0.09	0.06	0.57
กรกฎาคม 21-30	0.47	0.00	0.58	0.14	0.94	0.33	0.68	0.40	0.55	0.55	0.62	0.62	0.42	1.22	0.45	0.08	0.39
สิงหาคม 1-10	1.04	0.51	1.77	2.08	1.14	0.50	1.10	1.37	0.68	0.68	2.98	2.98	1.52	0.44	3.17	2.64	1.02
สิงหาคม 11-20	0.23	0.44	0.33	0.06	0.49	5.05	0.80	0.47	0.26	0.26	0.58	0.58	0.75	1.26	0.41	0.18	0.82
สิงหาคม 21-30	0.35	0.09	0.42	0.23	0.33	0.32	0.45	0.44	0.22	0.22	0.70	0.70	0.56	0.31	0.27	0.14	0.41
กันยายน 1-10	0.38	0.00	0.46	0.56	0.82	0.23	0.48	0.45	0.18	0.18	1.14	1.14	0.55	0.91	0.70	0.14	0.56
กันยายน 11-20	0.22	0.34	1.03	0.51	0.37	0.56	0.31	0.21	0.27	0.27	0.59	0.59	0.52	0.53	0.35	0.04	0.33
กันยายน 21-30	0.16	0.00	0.26	0.31	0.31	0.23	0.35	0.17	0.28	0.28	0.66	0.66	0.64	0.93	0.29	1.59	0.45
ตุลาคม 1-10	0.32	0.63	0.28	0.14	0.57	0.25	0.37	0.22	0.22	0.22	1.05	1.05	0.75	1.47	0.42	1.09	0.41
ตุลาคม 11-20	0.13	0.00	0.26	0.16	0.38	0.33	0.27	0.17	0.16	0.16	0.58	0.58	0.48	0.66	0.26	0.04	0.31
ตุลาคม 21-30	0.22	0.00	0.70	0.37	0.23	2.04	0.79	0.12	0.22	0.22	0.58	0.58	0.46	0.91	1.16	2.67	0.89
พฤศจิกายน 1-10	0.25	0.00	0.87	0.11	0.40	0.11	0.99	1.02	0.17	0.17	1.04	1.04	0.71	0.31	0.25	0.07	0.40
พฤศจิกายน 11-20	1.10	3.13	0.37	3.76	0.94	2.03	0.79	0.35	0.25	0.25	0.58	0.58	1.01	1.76	3.53	0.00	0.83
พฤศจิกายน 21-30	1.82	2.88	4.57	1.72	2.78	0.53	1.58	2.09	0.93	0.93	5.29	5.29	3.83	0.02	2.16	5.07	2.75
ธันวาคม 1-10	0.76	0.95	0.83	1.01	0.93	0.06	0.52	1.28	0.24	0.24	1.97	1.97	0.72	0.02	0.59	0.00	0.15
ธันวาคม 11-20	0.27	0.00	0.28	1.00	0.07	0.73	0.30	0.45	0.01	0.01	0.00	0.00	0.13	0.38	0.07	0.00	0.58
ธันวาคม 21-30	0.07	0.00	0.25	0.00	0.61	0.00	0.35	0.65	0.03	0.03	0.00	0.00	0.21	0.64	0.00	0.00	0.24
รวม	9.00	15.20	14.92	12.23	12.36	14.65	11.58	10.26	4.84	4.84	20.84	20.84	14.96	13.37	14.66	14.80	11.81

ภาคผนวก จ ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การดำเนินงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนที่ 2 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	RZ_16S2	RZ_17S1	RZ_17S2	MZ_17S1	MZ_17S2	MZ_17S3	SZ_11MS1	SZ_17S1	SZ_17S2	RR_11LS1	RR_11MS1	RR_11RS1	RR_11WS1	RR_12S1	RR_14S1	RR_15S1	RR_16S1
กรกฎาคม 1-10	0.57	0.80	2.05	0.62	0.38	0.95	0.00	0.00	0.00	0.32	0.26	4.62	0.43	0.23	0.23	0.17	0.54
กรกฎาคม 11-20	2.32	0.43	0.05	0.20	0.13	0.47	1.39	1.28	1.46	1.00	0.88	2.67	0.32	0.15	0.15	0.30	0.63
กรกฎาคม 21-30	0.40	0.73	0.41	0.23	0.13	0.06	0.00	0.00	0.00	0.53	1.30	0.73	0.34	0.23	0.23	0.23	0.07
สิงหาคม 1-10	0.53	1.50	0.80	0.13	0.23	0.23	0.00	0.00	2.95	1.27	1.22	0.81	1.07	0.39	0.39	0.69	2.35
สิงหาคม 11-20	1.97	0.23	0.05	0.17	0.17	0.18	2.70	2.48	5.03	0.37	0.40	0.55	0.26	0.20	0.20	0.29	0.31
สิงหาคม 21-30	0.34	0.54	0.11	0.10	0.19	0.07	1.01	4.93	3.93	0.20	0.38	0.55	0.24	1.06	1.06	0.48	0.31
กันยายน 1-10	0.30	0.36	0.15	0.09	0.25	0.05	0.00	8.00	7.14	0.47	0.19	0.45	0.10	0.46	0.46	0.24	0.52
กันยายน 11-20	0.30	0.22	0.14	0.07	0.04	0.74	0.00	0.00	0.31	0.20	0.14	0.25	0.12	0.45	0.45	0.22	0.26
กันยายน 21-30	0.34	0.17	0.10	0.09	0.05	0.08	0.00	0.00	0.14	0.12	0.19	0.32	0.06	0.46	0.46	0.42	0.20
ตุลาคม 1-10	0.45	0.28	0.11	0.07	0.03	0.46	1.74	1.60	0.00	0.19	0.18	0.09	0.09	0.18	0.18	0.13	0.22
ตุลาคม 11-20	0.37	0.33	0.04	0.11	0.04	0.44	0.00	0.00	0.00	0.17	0.12	0.09	0.08	0.13	0.13	0.16	0.28
ตุลาคม 21-30	0.53	0.34	0.50	0.13	0.31	0.61	0.00	0.00	0.00	0.11	0.21	0.09	0.08	0.32	0.32	0.26	0.16
พฤศจิกายน 1-10	0.14	0.21	0.31	0.18	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.14	0.09	0.05	0.20	0.20	0.12	0.15
พฤศจิกายน 11-20	0.63	0.96	1.36	0.13	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	1.11	4.58	0.07	0.53	0.53	0.18	0.10
พฤศจิกายน 21-30	2.38	1.76	2.83	0.47	0.43	0.35	3.83	3.52	0.00	1.00	1.06	3.27	0.20	0.07	0.07	0.21	0.72
ธันวาคม 1-10	0.13	0.98	0.36	0.18	0.83	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.21	0.10	0.03	0.03	0.25	0.23
ธันวาคม 11-20	0.78	0.49	0.62	0.55	0.48	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	0.25	0.11	0.03	0.03	0.28	0.13
ธันวาคม 21-30	0.92	0.46	0.72	0.79	0.40	1.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.49	0.42	0.16	2.88	2.88	0.35	0.16
รวม	13.40	10.80	10.71	4.31	4.55	6.72	10.67	21.81	20.96	6.19	10.43	20.04	3.88	7.99	7.99	4.99	7.33

ภาคผนวก จ ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนที่ 2 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	RR_LS2	RO_1LS1	RO_1LS2	RO_1MS1	RO_1MS2	RO_1RS1	RO_1RS2	RO_1WS1	RO_1WS2	RO_1S1	RO_1S2	RO_1S31	RO_1S41	RO_1S42	RO_1S51	RO_1S52	RO_1S61
กรกฎาคม 1-10	0.24	1.46	4.54	1.46	4.54	1.46	4.54	0.18	0.18	0.24	0.24	0.00	0.34	0.34	0.42	1.37	8.06
กรกฎาคม 11-20	0.77	0.62	3.11	0.62	3.11	0.62	3.11	0.70	0.70	0.00	0.00	0.00	0.88	0.88	0.24	0.53	0.92
กรกฎาคม 21-30	0.09	0.51	0.36	0.51	0.36	0.51	0.36	0.75	0.75	0.26	0.26	0.25	0.00	0.00	0.38	0.59	0.17
สิงหาคม 1-10	2.63	1.89	1.05	1.89	1.05	1.89	1.05	1.79	1.79	2.23	2.23	0.93	2.90	2.90	3.06	3.09	0.92
สิงหาคม 11-20	0.36	0.69	0.95	0.69	0.95	0.69	0.95	0.91	0.91	0.87	0.87	0.18	0.71	0.71	0.23	0.13	2.38
สิงหาคม 21-30	0.26	0.72	1.14	0.72	1.14	0.72	1.14	0.49	0.49	0.44	0.44	1.18	0.24	0.24	0.04	0.09	0.08
กันยายน 1-10	0.27	0.91	0.59	0.91	0.59	0.91	0.59	0.69	0.69	0.62	0.62	0.18	0.98	0.96	0.31	0.41	0.08
กันยายน 11-20	0.21	0.52	0.36	0.52	0.36	0.52	0.36	0.43	0.43	0.25	0.25	0.18	0.13	0.13	0.24	4.48	0.17
กันยายน 21-30	0.22	0.57	0.41	0.57	0.41	0.57	0.41	0.46	0.46	0.25	0.25	0.18	0.33	0.31	0.20	0.05	0.08
ตุลาคม 1-10	0.34	0.91	0.32	0.91	0.32	0.91	0.32	0.45	0.45	0.56	0.56	0.43	1.00	0.19	0.02	0.03	0.02
ตุลาคม 11-20	0.27	1.17	0.32	1.17	0.32	1.17	0.32	0.51	0.51	3.34	1.59	0.18	0.35	1.18	0.10	0.11	0.00
ตุลาคม 21-30	0.21	1.23	0.73	1.23	0.73	1.23	0.73	0.89	0.89	0.97	1.09	1.10	1.37	2.77	0.36	0.07	5.33
พฤศจิกายน 1-10	0.24	1.65	3.21	1.65	3.21	1.65	3.21	0.63	0.63	3.04	3.26	3.35	4.33	3.13	6.30	0.00	0.00
พฤศจิกายน 11-20	0.23	1.89	1.64	1.89	1.64	1.89	1.64	2.31	2.31	1.96	1.95	0.68	1.68	0.73	0.50	0.61	0.13
พฤศจิกายน 21-30	2.87	5.25	3.94	5.25	3.94	5.25	3.94	4.76	4.76	10.41	11.09	0.68	6.31	5.91	7.95	6.59	0.00
ธันวาคม 1-10	0.19	6.85	2.91	6.85	2.91	6.85	2.91	4.73	4.73	2.40	0.63	5.85	2.61	11.00	6.25	6.93	9.26
ธันวาคม 11-20	0.09	2.27	0.21	2.27	0.21	2.27	0.21	1.68	1.68	4.09	3.92	0.17	2.79	2.42	1.59	0.60	2.47
ธันวาคม 21-30	0.17	2.92	1.77	2.92	1.77	2.92	1.77	1.10	1.10	2.56	2.48	10.33	2.40	1.69	5.76	0.76	0.83
รวม	9.67	32.02	27.55	32.02	27.55	32.02	27.55	23.45	23.45	34.49	31.96	25.84	29.34	35.48	33.94	26.42	30.90

ภาคผนวก จ ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนที่ 2 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	RP_11LS1	RP_11MS1	RP_11RS1	RP_11WS1	RT_11LS1	RT_11LS2	RT_11MS1	RT_11MS2	RT_11RS1	RT_11RS2	RT_11WS1	RT_11WS2	RT_12S1	RT_12S2	RT_14S1	RT_14S2	RV_11LS1
กรกฎาคม 1-10	0.13	0.13	0.13	3.18	0.07	0.07	0.80	0.80	0.00	0.00	0.16	0.16	2.10	0.00	0.06	3.50	0.09
กรกฎาคม 11-20	0.31	0.31	0.31	0.47	0.49	0.49	3.20	3.20	3.10	3.10	0.00	0.00	0.10	0.13	0.40	0.10	0.57
กรกฎาคม 21-30	1.13	1.13	1.13	0.06	0.33	0.33	1.10	1.10	0.46	0.46	0.25	0.25	0.32	0.67	0.27	0.40	0.69
สิงหาคม 1-10	5.15	5.15	5.15	1.22	1.31	1.31	0.20	0.20	0.41	0.41	0.25	0.25	0.44	0.00	0.21	0.00	1.68
สิงหาคม 11-20	0.21	0.21	0.21	0.06	0.16	0.16	0.50	0.50	0.30	0.30	0.25	0.25	0.22	2.00	0.04	0.00	1.09
สิงหาคม 21-30	0.09	0.09	0.09	0.06	0.08	0.08	0.20	0.20	0.70	0.70	0.19	0.19	0.38	0.03	0.13	0.00	0.92
กันยายน 1-10	1.59	1.59	1.59	0.47	0.10	0.10	0.10	0.10	0.30	0.30	0.00	0.00	0.54	0.00	0.31	0.10	0.51
กันยายน 11-20	0.09	0.09	0.09	1.22	0.04	0.04	0.10	0.10	0.30	0.30	0.00	0.00	0.22	0.53	0.01	0.00	0.89
กันยายน 21-30	0.09	0.09	0.09	0.06	0.07	0.07	0.20	0.20	0.70	0.70	0.00	0.00	0.26	0.00	0.12	0.42	0.58
ตุลาคม 1-10	0.09	0.09	0.09	0.14	0.05	0.05	0.50	0.50	0.41	0.41	0.00	0.00	0.26	0.00	0.25	0.00	0.91
ตุลาคม 11-20	0.09	0.09	0.09	0.06	0.34	0.34	0.10	0.10	0.30	0.30	0.00	0.00	0.07	0.80	0.01	0.00	0.68
ตุลาคม 21-30	0.09	0.09	0.09	3.39	0.20	0.20	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.13	0.00	0.02	0.00	0.55
พฤศจิกายน 1-10	0.09	0.09	0.09	4.63	0.03	0.03	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.40	0.00	0.66	4.13	0.71
พฤศจิกายน 11-20	0.51	0.51	0.51	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.12	0.40	0.72	0.67	1.56
พฤศจิกายน 21-30	4.06	4.06	4.06	0.09	0.36	0.36	4.00	4.00	0.00	0.00	0.26	0.26	0.13	0.00	0.42	2.80	1.02
ธันวาคม 1-10	2.59	2.59	2.59	2.50	2.55	2.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	4.60	2.00	2.80	0.94
ธันวาคม 11-20	1.46	1.46	1.46	3.01	2.10	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75	1.60	0.41	5.47	1.46
ธันวาคม 21-30	0.38	0.38	0.38	4.30	1.70	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.55	0.00	0.69	0.00	1.02
รวม	18.10	18.10	18.10	24.88	10.01	10.01	11.00	11.00	7.91	7.91	1.36	1.36	10.37	10.77	6.71	20.39	15.86

ภาคผนวก จ ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้จ่ายแรงงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนที่ 2 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	RV_11MS1	RV_11RS1	RV_11WS1	RV_14S1	RV_15S1	CZ_11LS1	CZ_14S1	CZ_16S1	OZ_11MS1	OZ_11WS1	OZ_12S1	OZ_14S1	OZ_14S2	OZ_16S1	RC_11WS1	RC_14S1	RC_14S2
กรกฎาคม 1-10	0.00	0.00	0.00	2.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.72	0.00	0.00	0.00	0.57	1.21	1.21
กรกฎาคม 11-20	0.00	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.20	0.20
กรกฎาคม 21-30	0.00	0.00	0.00	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50	0.14	0.00	0.00	0.00	8.00	0.07	0.07	0.07
สิงหาคม 1-10	4.04	4.04	3.16	1.17	2.20	0.00	0.00	0.00	2.04	5.43	0.00	3.26	6.89	0.93	0.40	8.92	8.92
สิงหาคม 11-20	2.18	2.18	0.91	2.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.86	0.00	0.26	0.50	0.38	0.07	2.00	2.00
สิงหาคม 21-30	4.38	4.38	1.49	1.41	1.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.86	0.00	0.37	0.48	1.18	0.07	1.43	1.43
กันยายน 1-10	2.04	2.04	3.05	2.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	2.71	0.00	3.42	1.63	1.18	0.00	2.69	2.69
กันยายน 11-20	0.34	0.34	1.75	2.17	1.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.43	0.00	0.00	0.16	1.14	0.00	0.20	0.20
กันยายน 21-30	1.54	1.54	0.79	1.54	1.00	0.00	0.00	0.00	3.40	0.29	0.00	0.00	7.18	0.00	7.33	1.27	1.27
ตุลาคม 1-10	0.31	0.31	3.33	1.20	1.00	7.68	0.00	0.00	0.00	2.57	0.00	0.00	0.04	0.00	3.17	0.77	0.77
ตุลาคม 11-20	1.68	1.68	1.25	1.10	1.00	2.93	0.00	0.00	0.00	13.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10
ตุลาคม 21-30	0.94	0.94	1.41	1.61	1.20	2.43	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13
พฤศจิกายน 1-10	3.36	3.36	1.80	1.24	1.00	1.93	6.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10
พฤศจิกายน 11-20	1.98	1.98	0.91	1.26	2.10	1.43	1.07	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17
พฤศจิกายน 21-30	2.58	2.58	8.76	1.82	1.30	1.43	2.04	0.75	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	7.66	7.66
ธันวาคม 1-10	10.19	10.19	1.04	1.79	2.75	6.27	1.46	5.38	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	2.67	2.67
ธันวาคม 11-20	1.81	1.81	1.47	2.59	1.00	0.00	0.39	0.50	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	8.47	8.47
ธันวาคม 21-30	1.38	1.38	0.40	3.86	1.50	0.00	0.36	1.50	0.00	0.00	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18
รวม	38.76	38.76	31.53	32.62	20.25	24.09	12.25	8.13	14.61	27.00	3.09	7.32	16.88	12.79	11.75	38.23	38.23

ภาคผนวก จ ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตพืชอายุสั้นราย 10 วัน รอบ 6 เดือนที่ 2 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	RC_15S1	RC_15S2	RB_11WS1	RB_11WS2	RB_12S1	BZ_17S1	BZ_17S2	SC_17S1	SC_17S2
กรกฎาคม 1-10	0.75	0.75	0.80	0.76	0.80	3.83	3.12	0.04	0.04
กรกฎาคม 11-20	0.00	0.00	1.16	1.11	1.16	3.88	3.16	0.04	0.04
กรกฎาคม 21-30	0.50	0.50	1.54	1.47	1.54	4.11	3.35	0.04	0.04
สิงหาคม 1-10	7.37	7.37	1.71	1.63	1.71	5.03	4.10	0.00	0.00
สิงหาคม 11-20	0.56	0.56	1.90	1.81	1.90	4.70	3.83	0.00	0.00
สิงหาคม 21-30	1.78	1.78	0.24	0.23	0.24	3.58	2.92	0.00	0.00
กันยายน 1-10	0.31	0.31	0.31	0.29	0.31	2.99	2.44	0.02	0.02
กันยายน 11-20	0.00	0.00	0.23	0.22	0.23	0.00	0.00	0.02	0.02
กันยายน 21-30	2.14	2.14	0.33	0.31	0.33	0.00	0.00	0.02	0.02
ตุลาคม 1-10	0.30	0.30	0.41	0.39	0.41	0.00	0.00	0.08	0.09
ตุลาคม 11-20	0.22	0.22	0.20	0.19	0.20	0.00	0.00	0.08	0.09
ตุลาคม 21-30	0.13	0.13	0.19	0.18	0.19	0.00	0.00	0.08	0.09
พฤศจิกายน 1-10	0.13	0.13	0.50	0.47	0.50	0.00	0.00	0.20	0.22
พฤศจิกายน 11-20	0.13	0.13	2.07	1.97	2.07	0.00	0.00	0.20	0.22
พฤศจิกายน 21-30	8.26	8.26	3.12	2.97	3.12	0.00	0.00	0.20	0.22
ธันวาคม 1-10	0.48	0.48	2.14	2.04	2.14	0.00	0.00	0.40	0.45
ธันวาคม 11-20	0.17	0.17	1.45	1.38	1.45	0.00	0.00	0.40	0.45
ธันวาคม 21-30	0.17	0.17	1.45	1.38	1.45	0.00	0.00	0.40	0.45
รวม	23.40	23.40	19.75	18.80	19.75	28.12	22.91	2.21	2.50

ภาคผนวก จ ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตไม้ผล ไม้ยืนต้นและพืชทางเลื้อย 10 วัน รอบ 6 เดือนที่ 1

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	LG_1LR1	LG_1LR2	LG_1LR3	LG_1MS1	LG_1MS2	LG_1MS3	LG_1RS1	LG_1RS2	LG_1RS3	LG_1WS1	LG_1WS2	LG_1WS3	LG_1RS1	LG_1RS2	LG_1RS3	LG_1WS1	LG_1WS2	LG_1WS3	LG_1RS1	LG_1RS2	LG_1RS3	LG_1WS1	LG_1WS2	LG_1WS3	LG_1RS1	LG_1RS2	LG_1RS3	LG_1WS1	LG_1WS2	LG_1WS3
มกราคม 1-10	0.35	0.39	0.85	0.38	0.39	0.85	0.47	0.39	0.85	0.39	0.39	0.85	0.44	1.78	1.78	0.44	0.39	0.39	0.85	0.44	1.78	1.78	0.44	0.39	0.39	0.85	0.44	1.78	1.78	0.44
มกราคม 11-20	0.35	0.28	0.61	0.27	0.28	0.61	0.26	0.28	0.61	0.27	0.28	0.61	0.50	0.46	0.46	0.50	0.27	0.28	0.61	0.50	0.46	0.46	0.50	0.27	0.28	0.61	0.50	0.46	0.46	0.50
มกราคม 21-30	0.58	0.39	1.33	0.38	0.39	1.33	0.37	0.39	1.33	0.40	0.39	1.33	0.36	0.80	0.80	0.36	0.40	0.39	1.33	0.36	0.80	0.80	0.36	0.40	0.39	1.33	0.36	0.80	0.80	0.36
กุมภาพันธ์ 1-10	0.35	0.29	1.67	0.32	0.29	1.67	0.58	0.29	1.67	0.39	0.29	1.67	0.45	0.46	0.46	0.45	0.39	0.29	1.67	0.45	0.46	0.46	0.45	0.39	0.29	1.67	0.45	0.46	0.46	0.45
กุมภาพันธ์ 11-20	1.16	0.45	1.21	0.38	0.45	1.21	0.47	0.45	1.21	0.42	0.45	1.21	0.44	0.46	0.46	0.44	0.42	0.45	1.21	0.44	0.46	0.46	0.44	0.42	0.45	1.21	0.44	0.46	0.46	0.44
กุมภาพันธ์ 21-30	0.29	0.38	0.79	0.26	0.38	0.79	0.37	0.38	0.79	0.33	0.38	0.79	0.36	0.78	0.78	0.36	0.33	0.38	0.79	0.36	0.78	0.78	0.36	0.33	0.38	0.79	0.36	0.78	0.78	0.36
มีนาคม 1-10	0.49	0.33	1.72	0.45	0.33	1.72	0.53	0.33	1.72	0.47	0.33	1.72	0.61	0.56	0.56	0.61	0.47	0.33	1.72	0.61	0.56	0.56	0.61	0.47	0.33	1.72	0.61	0.56	0.56	0.61
มีนาคม 11-20	0.42	0.42	0.73	0.31	0.42	0.73	0.37	0.42	0.73	0.41	0.42	0.73	0.47	0.53	0.53	0.47	0.41	0.42	0.73	0.47	0.53	0.53	0.47	0.41	0.42	0.73	0.47	0.53	0.53	0.47
มีนาคม 21-30	0.58	0.39	1.79	0.41	0.39	1.79	0.53	0.39	1.79	0.42	0.39	1.79	0.38	0.91	0.91	0.38	0.42	0.39	1.79	0.38	0.91	0.91	0.38	0.42	0.39	1.79	0.38	0.91	0.91	0.38
เมษายน 1-10	0.38	0.35	1.72	2.45	0.35	1.72	0.63	0.35	1.72	0.52	0.35	1.72	0.78	0.68	0.68	0.78	0.52	0.35	1.72	0.78	0.68	0.68	0.78	0.52	0.35	1.72	0.78	0.68	0.68	0.78
เมษายน 11-20	0.64	0.42	1.45	0.61	0.42	1.45	0.53	0.42	1.45	0.47	0.42	1.45	0.71	0.59	0.59	0.71	0.47	0.42	1.45	0.71	0.59	0.59	0.71	0.47	0.42	1.45	0.71	0.59	0.59	0.71
เมษายน 21-30	0.38	0.29	0.91	0.39	0.29	0.91	0.42	0.29	0.91	0.38	0.29	0.91	0.50	1.01	1.01	0.50	0.38	0.29	0.91	0.50	1.01	1.01	0.50	0.38	0.29	0.91	0.50	1.01	1.01	0.50
พฤษภาคม 1-10	0.78	0.45	1.12	0.37	0.45	1.12	0.37	0.45	1.12	0.51	0.45	1.12	0.64	0.62	0.62	0.64	0.51	0.45	1.12	0.64	0.62	0.62	0.64	0.51	0.45	1.12	0.64	0.62	0.62	0.64
พฤษภาคม 11-20	5.07	0.21	0.73	0.25	0.21	0.73	0.27	0.21	0.73	0.36	0.21	0.73	0.73	0.14	0.14	0.73	0.36	0.21	0.73	0.73	0.14	0.14	0.73	0.36	0.21	0.73	0.73	0.14	0.14	0.73
พฤษภาคม 21-30	0.38	0.42	1.36	0.30	0.42	1.36	0.37	0.42	1.36	0.28	0.42	1.36	0.52	0.36	0.36	0.52	0.28	0.42	1.36	0.52	0.36	0.36	0.52	0.28	0.42	1.36	0.52	0.36	0.36	0.52
มิถุนายน 1-10	0.20	0.37	0.79	0.35	0.37	0.79	0.32	0.37	0.79	0.34	0.37	0.79	0.36	0.27	0.27	0.36	0.34	0.37	0.79	0.36	0.27	0.27	0.36	0.34	0.37	0.79	0.36	0.27	0.27	0.36
มิถุนายน 11-20	0.67	0.37	1.09	0.16	0.37	1.09	0.32	0.37	1.09	0.21	0.37	1.09	0.34	0.14	0.14	0.34	0.21	0.37	1.09	0.34	0.14	0.14	0.34	0.21	0.37	1.09	0.34	0.14	0.14	0.34
มิถุนายน 21-30	0.17	0.21	0.55	0.09	0.21	0.55	0.11	0.21	0.55	0.12	0.21	0.55	0.30	0.25	0.25	0.30	0.12	0.21	0.55	0.30	0.25	0.25	0.30	0.12	0.21	0.55	0.30	0.25	0.25	0.30

ภาคผนวก จ ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตไม้ผล ไม้ยืนต้นและพืชทางเลื้อย 10 วัน รอบ 6 เดือนที่ 1 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	LG_14S1	LG_14S2	LG_15S1	LG_15S2	LG_15S3	LG_16S1	LG_16S2	LG_17S1	LG_17S2	LG_17S3	MG_11LS1	MG_11LS3	MG_11MS1	MG_11MS3	MG_11RS1	MG_11RS3	MG_11WS1
มกราคม 1-10	0.76	0.22	0.10	0.53	2.12	0.16	0.31	0.02	0.01	0.05	0.13	0.55	0.50	0.55	0.13	0.55	0.50
มกราคม 11-20	0.52	0.44	0.42	0.83	0.75	0.48	0.44	0.18	0.02	0.00	0.00	0.42	0.00	0.42	0.00	0.42	0.00
มกราคม 21-30	1.07	0.41	0.51	1.16	1.10	0.44	0.61	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
กุมภาพันธ์ 1-10	0.62	0.45	0.54	0.94	0.75	0.50	0.46	0.17	0.12	0.00	0.13	0.55	0.50	0.55	0.13	0.55	0.50
กุมภาพันธ์ 11-20	0.72	0.56	0.53	0.62	0.81	0.51	0.61	0.09	0.03	0.00	0.00	0.42	0.00	0.42	0.00	0.42	0.00
กุมภาพันธ์ 21-30	0.62	0.28	0.45	0.47	1.04	0.33	0.43	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
มีนาคม 1-10	0.75	0.44	0.76	1.56	1.25	0.67	0.97	0.27	0.09	0.12	0.13	0.55	0.50	0.55	0.13	0.55	0.50
มีนาคม 11-20	0.71	0.40	0.53	0.50	0.75	0.50	0.45	0.13	0.02	0.00	0.00	0.42	0.00	0.42	0.00	0.42	0.00
มีนาคม 21-30	0.64	0.41	0.68	0.99	1.28	0.46	0.59	0.08	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
เมษายน 1-10	0.84	0.43	0.55	0.44	0.94	1.35	0.50	0.19	0.23	0.52	0.19	0.55	0.75	0.55	0.19	0.55	0.75
เมษายน 11-20	0.73	0.53	0.55	0.57	0.93	0.54	0.61	0.13	0.04	0.00	0.00	0.52	0.00	0.52	0.00	0.52	0.00
เมษายน 21-30	0.52	0.43	0.66	0.31	1.04	0.47	0.43	0.14	0.05	0.06	0.00	1.63	0.00	1.63	0.00	1.63	0.00
พฤษภาคม 1-10	0.57	0.40	0.44	0.49	0.85	0.69	0.65	0.42	0.25	1.56	0.13	0.63	0.50	0.63	0.13	0.63	0.50
พฤษภาคม 11-20	0.37	0.13	0.31	0.40	0.75	0.41	0.40	0.15	0.08	0.00	0.00	0.42	0.00	0.42	0.00	0.42	0.00
พฤษภาคม 21-30	0.47	0.18	0.57	0.37	0.93	0.40	0.55	0.11	0.15	0.00	0.13	0.13	0.00	0.13	0.13	0.13	0.00
มิถุนายน 1-10	0.47	0.19	0.59	0.44	1.17	0.65	0.43	0.25	0.15	0.43	1.50	0.59	0.50	0.59	1.50	0.59	0.50
มิถุนายน 11-20	0.37	0.15	0.32	0.48	0.46	0.54	0.92	0.18	0.02	0.00	0.50	0.42	0.00	0.42	0.50	0.42	0.00
มิถุนายน 21-30	0.31	0.06	0.25	0.28	0.46	0.34	0.30	0.09	0.03	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00

ภาคผนวก จ ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตไม้ผล ไม้ยืนต้นและพืชทางเลื้อย 10 วัน รอบ 6 เดือนที่ 1 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	MG_1WS2	MG_1WS3	MG_12S1	MG_13S1	MG_14S1	MG_15S1	MG_15S3	MG_17S1	MG_17S2	MG_17S3	PR_17S1	PR_17S2	PR_17S3	PO_17S1	PO_17S2	PO_17S3
มกราคม 1-10	0.50	0.55	0.33	1.00	0.83	0.33	1.33	0.18	0.18	0.09	1.21	1.21	0.99	0.17	0.17	0.17
มกราคม 11-20	0.00	0.42	0.46	0.40	0.78	0.25	1.33	0.05	0.05	0.00	1.01	1.01	0.90	0.79	0.79	0.79
มกราคม 21-30	0.00	0.00	0.33	0.80	0.67	0.17	0.00	0.27	0.27	0.00	1.07	1.07	0.99	0.79	0.79	0.79
กุมภาพันธ์ 1-10	0.50	0.55	0.33	0.40	0.80	0.30	1.33	0.00	0.00	0.36	0.02	0.02	0.40	0.17	0.17	0.17
กุมภาพันธ์ 11-20	0.00	0.42	0.33	0.80	0.71	0.17	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.79	0.79	0.79
กุมภาพันธ์ 21-30	0.00	0.00	0.33	0.40	0.63	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79	0.79	0.79
มีนาคม 1-10	0.50	0.55	0.33	0.40	1.10	0.30	2.67	0.09	0.09	0.18	0.03	0.03	0.01	0.17	0.17	0.17
มีนาคม 11-20	0.00	0.42	0.46	0.40	0.62	0.11	1.33	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.03	0.17	0.17	0.17
มีนาคม 21-30	0.00	0.00	0.33	0.80	0.63	0.09	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.79	0.79	0.79
เมษายน 1-10	0.75	0.55	0.33	0.40	1.05	0.31	1.33	0.09	0.09	0.00	0.16	0.16	0.20	0.79	0.79	0.79
เมษายน 11-20	0.00	0.52	0.33	0.80	0.66	0.22	1.33	0.09	0.09	0.00	0.10	0.10	0.14	0.17	0.17	0.17
เมษายน 21-30	0.00	1.63	0.33	0.40	0.62	0.08	0.00	0.18	0.18	0.00	0.32	0.32	0.16	0.79	0.79	0.79
พฤษภาคม 1-10	0.50	0.63	0.33	1.10	1.20	0.31	1.33	0.09	0.09	0.18	1.01	1.01	0.64	0.72	0.72	0.72
พฤษภาคม 11-20	0.00	0.42	0.33	0.40	0.62	0.18	1.33	0.18	0.18	0.00	0.74	0.74	0.57	0.09	0.09	0.09
พฤษภาคม 21-30	0.00	0.13	0.33	0.80	0.64	0.19	0.00	0.09	0.09	2.13	0.89	0.89	0.71	0.72	0.72	0.72
มิถุนายน 1-10	0.50	0.59	0.33	0.00	1.24	0.30	2.00	0.27	0.27	0.00	1.43	1.43	0.77	0.97	0.97	0.97
มิถุนายน 11-20	0.00	0.42	0.33	1.70	1.88	0.14	1.33	0.09	0.09	0.04	1.05	1.05	0.62	0.09	0.09	0.09
มิถุนายน 21-30	0.00	0.00	0.33	0.00	0.39	0.11	0.00	0.09	0.09	0.00	1.66	1.66	0.77	0.72	0.72	0.72

ภาคผนวก จ ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตไม้ผล ไม้ยืนต้นและพืชทางเลื้อย 10 วัน รอบ 6 เดือนที่ 1 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	PO_1MS1	PO_1MS2	PO_1MS3	PO_1RS1	PO_1RS2	PO_1RS3	PO_1WS1	PO_1WS2	PO_1WS3	PO_1S1	PO_1S2	PO_1S3	PO_1S1	PO_1S2	PO_1S3	PO_1S1	PO_1S2	PO_1S3	PO_1S1	PO_1S2	PO_1S3
มกราคม 1-10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
มกราคม 11-20	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
มกราคม 21-30	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
กุมภาพันธ์ 1-10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
กุมภาพันธ์ 11-20	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
กุมภาพันธ์ 21-30	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
มีนาคม 1-10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
มีนาคม 11-20	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
มีนาคม 21-30	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
เมษายน 1-10	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
เมษายน 11-20	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
เมษายน 21-30	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
พฤษภาคม 1-10	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
พฤษภาคม 11-20	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
พฤษภาคม 21-30	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
มิถุนายน 1-10	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
มิถุนายน 11-20	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
มิถุนายน 21-30	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72

ภาคผนวก จ ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตไม้ผล ไม้ยืนต้นและพืชทางเลื้อย 10 วัน รอบ 6 เดือนที่ 1 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	PO_15S2	PO_15S3	PO_16S1	PO_16S2	JP_11LS1	JP_11LS2	JP_11LS3	JP_11MS1	JP_11MS2	JP_11MS3	JP_11RS1	JP_11RS2	JP_11RS3	JP_11WS1	JP_11WS2	JP_11WS3	JP_12S1
มกราคม 1-10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
มกราคม 11-20	0.79	0.79	0.79	0.79	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
มกราคม 21-30	0.79	0.79	0.79	0.79	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
กุมภาพันธ์ 1-10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
กุมภาพันธ์ 11-20	0.79	0.79	0.79	0.79	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
กุมภาพันธ์ 21-30	0.79	0.79	0.79	0.79	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
มีนาคม 1-10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
มีนาคม 11-20	0.17	0.17	0.17	0.17	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
มีนาคม 21-30	0.79	0.79	0.79	0.79	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
เมษายน 1-10	0.79	0.79	0.79	0.79	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
เมษายน 11-20	0.17	0.17	0.17	0.17	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
เมษายน 21-30	0.79	0.79	0.79	0.79	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
พฤษภาคม 1-10	0.72	0.72	0.72	0.72	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
พฤษภาคม 11-20	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
พฤษภาคม 21-30	0.72	0.72	0.72	0.72	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
มิถุนายน 1-10	0.97	0.97	0.97	0.97	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
มิถุนายน 11-20	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
มิถุนายน 21-30	0.72	0.72	0.72	0.72	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

ภาคผนวก จ ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตไม้ผล ไม้ยืนต้นและพืชทางเลื้อย 10 วัน รอบ 6 เดือนที่ 1 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	JP_12S2	JP_12S3	JP_13S1	JP_13S2	JP_14S1	JP_14S2	JP_15S1	JP_15S2	JP_15S3	JP_16S1	JP_16S2	JP_17S1	JP_17S2	JP_17S3
มกราคม 1-10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
มกราคม 11-20	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
มกราคม 21-30	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
กุมภาพันธ์ 1-10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
กุมภาพันธ์ 11-20	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
กุมภาพันธ์ 21-30	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
มีนาคม 1-10	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
มีนาคม 11-20	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
มีนาคม 21-30	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
เมษายน 1-10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
เมษายน 11-20	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
เมษายน 21-30	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
พฤษภาคม 1-10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
พฤษภาคม 11-20	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
พฤษภาคม 21-30	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
มิถุนายน 1-10	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
มิถุนายน 11-20	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
มิถุนายน 21-30	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

ภาคผนวก จ ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตไม้ผล และพืชทางเลื้อย 10 วัน ในรอบ 6 เดือนที่ 2

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	LG_11RS1	LG_11RS2	LG_11RS3	LG_11MS1	LG_11MS2	LG_11MS3	LG_11RS1	LG_11RS2	LG_11RS3	LG_11MS1	LG_11MS2	LG_11MS3	LG_11RS1	LG_11RS2	LG_11RS3	LG_11WS1	LG_11WS2	LG_11WS3	LG_12S1	LG_12S2	LG_12S3	LG_13S1	LG_13S2
กรกฎาคม 1-10	0.00	1.43	0.12	1.22	1.43	0.12	0.32	1.43	0.12	1.43	0.12	0.70	1.43	0.12	0.03	0.18	0.18	0.18	0.03	0.18	0.18	0.14	0.14
กรกฎาคม 11-20	3.08	1.97	0.12	0.94	1.97	0.12	0.00	1.97	0.12	1.97	0.12	2.71	1.97	0.12	0.02	1.87	1.87	1.87	0.02	1.87	1.87	0.00	0.00
กรกฎาคม 21-30	3.29	3.18	9.35	3.52	3.18	9.35	0.00	3.18	9.35	3.18	3.18	5.11	3.18	9.35	2.15	4.29	4.29	4.29	2.15	4.29	4.29	16.43	16.43
สิงหาคม 1-10	8.18	6.35	7.76	4.15	6.35	7.76	11.96	6.35	7.76	6.35	6.35	5.55	6.35	7.76	6.35	0.37	0.37	0.37	6.35	0.37	0.37	0.79	0.79
สิงหาคม 11-20	0.49	2.33	3.67	1.51	2.33	3.67	0.26	2.33	3.67	2.33	2.33	2.27	2.33	3.67	2.93	9.89	9.89	9.89	2.93	9.89	9.89	4.82	4.82
สิงหาคม 21-30	3.27	1.67	0.12	1.31	1.67	0.12	0.63	1.67	0.12	1.67	0.12	0.91	1.67	0.12	4.81	0.58	0.58	0.58	4.81	0.58	0.58	1.07	1.07
กันยายน 1-10	0.63	0.50	0.15	0.64	0.50	0.15	6.30	0.50	0.15	0.50	0.50	1.16	0.50	0.15	0.58	0.25	0.25	0.25	0.58	0.25	0.25	0.00	0.00
กันยายน 11-20	0.02	0.10	0.12	0.15	0.10	0.12	0.11	0.10	0.12	0.10	0.10	0.44	0.10	0.12	0.33	0.07	0.07	0.07	0.33	0.07	0.07	0.00	0.00
กันยายน 21-30	0.20	0.79	0.30	0.20	0.79	0.30	0.53	0.79	0.30	0.79	0.30	0.39	0.79	0.30	0.01	1.05	1.05	1.05	0.01	1.05	1.05	0.00	0.00
ตุลาคม 1-10	0.14	0.04	0.24	0.49	0.04	0.24	1.16	0.04	0.24	0.04	0.04	0.24	0.04	0.24	0.00	0.11	0.11	0.11	0.00	0.11	0.11	0.29	0.29
ตุลาคม 11-20	0.12	0.05	0.12	0.17	0.05	0.12	0.00	0.05	0.12	0.05	0.05	0.36	0.05	0.12	0.03	0.49	0.49	0.49	0.03	0.49	0.49	0.00	0.00
ตุลาคม 21-30	0.23	0.08	0.24	0.05	0.08	0.24	0.00	0.08	0.24	0.08	0.08	0.15	0.08	0.24	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
พฤศจิกายน 1-10	0.37	0.34	1.93	0.35	0.34	1.93	0.37	0.34	1.93	0.34	0.34	0.29	0.34	1.93	0.44	0.61	0.61	0.61	0.44	0.61	0.61	0.61	0.61
พฤศจิกายน 11-20	0.32	0.23	0.61	0.30	0.23	0.61	0.26	0.23	0.61	0.23	0.23	0.37	0.23	0.61	0.44	0.46	0.46	0.46	0.44	0.46	0.46	0.54	0.54
พฤศจิกายน 21-30	0.64	0.32	1.21	0.28	0.32	1.21	0.37	0.32	1.21	0.32	0.32	1.21	0.37	0.32	0.36	0.78	0.78	0.78	0.36	0.78	0.78	0.64	0.64
ธันวาคม 1-10	0.35	0.43	0.97	0.28	0.43	0.97	0.47	0.43	0.97	0.28	0.43	0.97	0.47	0.43	0.47	0.57	0.57	0.57	0.47	0.57	0.57	0.54	0.54
ธันวาคม 11-20	0.64	0.39	1.09	0.32	0.39	1.09	0.37	0.39	1.09	0.32	0.39	1.09	0.37	0.39	0.44	0.46	0.46	0.46	0.44	0.46	0.46	0.64	0.64
ธันวาคม 21-30	0.35	0.22	0.73	0.22	0.22	0.73	0.37	0.22	0.73	0.22	0.22	0.73	0.37	0.22	0.42	0.78	0.78	0.78	0.42	0.78	0.78	0.54	0.54
รวม	22.32	20.42	28.85	16.10	20.42	28.85	23.48	20.42	28.85	21.82	20.42	28.85	21.82	20.42	28.85	19.84	22.81	22.81	19.84	22.81	22.81	27.05	27.05

ภาคผนวก จ ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตไม้ผล และพืชทางเลือกภายในรอบ 6 เดือนที่ 2 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	LG_14S1	LG_14S2	LG_15S1	LG_15S2	LG_15S3	LG_16S1	LG_16S2	LG_17S1	LG_17S2	LG_17S3	MG_11LS1	MG_11LS3	MG_11MS1	MG_11MS3	MG_11RS1	MG_11RS3	MG_11WS1
กรกฎาคม 1-10	0.38	0.14	0.54	0.91	0.57	0.25	0.32	0.58	0.65	0.08	2.00	0.70	2.00	0.70	2.00	0.70	2.00
กรกฎาคม 11-20	1.90	0.35	2.15	0.45	0.98	3.62	4.47	0.23	0.24	0.00	2.75	0.00	3.00	0.00	2.75	0.00	3.00
กรกฎาคม 21-30	3.58	1.60	3.22	0.08	3.84	15.45	0.71	2.93	1.61	0.78	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
สิงหาคม 1-10	5.93	3.64	3.28	1.35	3.05	9.67	4.53	2.74	3.91	1.28	0.50	1.16	0.00	1.16	0.50	1.16	0.00
สิงหาคม 11-20	1.57	0.27	2.04	0.80	0.51	1.20	1.79	0.95	1.16	2.85	0.63	0.00	0.50	0.00	0.63	0.00	0.50
สิงหาคม 21-30	0.95	0.14	1.05	0.85	0.62	0.64	0.34	3.99	0.44	0.00	0.50	0.75	0.00	0.75	0.50	0.75	0.00
กันยายน 1-10	2.07	0.85	1.08	0.52	0.53	3.22	0.53	1.55	0.65	0.26	0.00	0.13	0.00	0.13	0.00	0.13	0.00
กันยายน 11-20	0.32	0.10	0.47	0.19	0.46	0.27	0.22	0.55	0.12	0.03	0.06	0.00	0.25	0.00	0.06	0.00	0.25
กันยายน 21-30	0.28	0.13	0.55	0.27	0.40	0.56	0.18	0.61	0.14	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ตุลาคม 1-10	0.40	0.10	1.28	2.09	0.78	0.15	0.27	0.70	0.13	0.03	0.00	0.13	0.00	0.13	0.00	0.13	0.00
ตุลาคม 11-20	0.30	0.02	0.27	0.13	8.00	0.04	0.20	0.05	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ตุลาคม 21-30	0.43	0.00	0.15	2.07	2.99	0.11	0.26	0.16	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
พฤศจิกายน 1-10	0.51	0.52	0.63	4.49	1.38	0.38	6.20	0.19	0.05	0.19	0.13	0.55	0.50	0.55	0.13	0.55	0.50
พฤศจิกายน 11-20	0.53	0.42	0.43	0.33	0.81	0.36	0.86	0.10	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00	0.42	0.00	0.42	0.00
พฤศจิกายน 21-30	0.64	0.40	0.50	0.70	1.22	0.43	0.59	0.26	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ธันวาคม 1-10	0.72	0.80	0.84	0.57	0.75	0.43	0.68	0.12	0.09	0.03	0.13	0.55	0.50	0.55	0.13	0.55	0.50
ธันวาคม 11-20	0.72	0.91	0.55	0.53	0.81	0.50	0.71	0.11	0.06	0.00	0.00	0.42	0.00	0.42	0.00	0.42	0.00
ธันวาคม 21-30	0.48	0.91	0.50	1.91	1.04	0.34	3.32	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม	21.71	11.30	19.53	18.24	28.74	37.62	26.18	15.89	9.63	5.95	7.20	4.81	6.75	4.81	7.20	4.81	6.75

ภาคผนวก จ ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตไม้ผล และพืชทางเลืกราย 10 วัน ในรอบ 6 เดือนที่ 2 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	MG_1WS2	MG_1WS3	MG_12S1	MG_13S1	MG_14S1	MG_15S1	MG_15S3	MG_17S1	MG_17S2	MG_17S3	PR_1LS1	PR_17S1	PR_17S2	PR_17S3	PO_1LS1	PO_1LS2	PO_1LS3
กรกฎาคม 1-10	2.00	0.70	0.00	0.00	1.22	0.33	0.67	1.18	1.18	3.96	1.46	1.46	1.46	0.96	0.72	0.72	0.72
กรกฎาคม 11-20	3.00	0.00	0.31	1.20	1.26	0.64	0.00	0.23	0.23	0.00	1.20	1.20	1.20	0.73	0.09	0.09	0.09
กรกฎาคม 21-30	0.00	0.00	0.33	0.00	1.62	0.28	2.33	2.27	2.27	0.00	1.38	1.38	1.38	0.84	0.72	0.72	0.72
สิงหาคม 1-10	0.00	1.16	0.00	0.30	0.78	1.31	0.00	2.73	2.73	1.78	1.51	1.51	1.51	0.90	0.72	0.72	0.72
สิงหาคม 11-20	0.50	0.00	0.00	0.60	0.50	1.05	0.00	0.09	0.09	0.00	1.20	1.20	1.20	0.78	0.09	0.09	0.09
สิงหาคม 21-30	0.00	0.75	0.33	0.00	1.06	0.67	2.33	0.00	0.00	0.00	1.62	1.62	1.62	0.84	0.72	0.72	0.72
กันยายน 1-10	0.00	0.13	0.00	0.00	0.62	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	1.44	1.44	1.02	0.97	0.97	0.97
กันยายน 11-20	0.25	0.00	0.13	0.00	0.35	0.35	0.00	0.00	0.00	0.18	1.24	1.24	1.24	0.91	0.09	0.09	0.09
กันยายน 21-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.09	0.00	0.00	0.00	0.36	1.47	1.47	1.47	0.99	0.72	0.72	0.72
ตุลาคม 1-10	0.00	0.13	0.33	0.60	0.60	0.22	0.00	0.27	0.27	0.00	1.53	1.53	1.53	0.99	0.72	0.72	0.72
ตุลาคม 11-20	0.00	0.00	0.33	0.00	0.19	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28	1.28	1.28	0.86	0.09	0.09	0.09
ตุลาคม 21-30	0.00	0.00	0.33	0.00	0.30	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47	1.47	1.47	1.15	0.72	0.72	0.72
พฤศจิกายน 1-10	0.50	0.55	0.33	0.00	0.65	0.28	2.00	0.00	0.00	0.00	1.49	1.49	1.49	1.16	1.04	1.04	1.04
พฤศจิกายน 11-20	0.00	0.42	0.33	0.00	0.45	0.12	1.33	0.00	0.00	0.00	1.24	1.24	1.24	0.99	0.17	0.17	0.17
พฤศจิกายน 21-30	0.00	0.00	0.33	0.00	0.58	0.10	0.00	0.05	0.05	0.00	1.44	1.44	1.44	1.15	0.79	0.79	0.79
ธันวาคม 1-10	0.50	0.55	0.38	0.00	0.76	0.28	2.00	0.00	0.00	0.00	1.47	1.47	1.47	1.15	0.79	0.79	0.79
ธันวาคม 11-20	0.00	0.42	0.33	0.00	0.61	0.16	1.33	0.00	0.00	0.00	1.23	1.23	1.23	0.99	0.17	0.17	0.17
ธันวาคม 21-30	0.00	0.00	0.33	0.00	0.68	0.09	0.00	0.00	0.00	0.53	1.44	1.44	1.44	1.15	0.79	0.79	0.79
รวม	6.75	4.81	4.12	2.70	12.61	7.02	11.99	6.82	6.82	6.81	25.12	25.12	25.12	17.56	10.10	10.10	10.10

ภาคผนวก จ ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตไม้ผล และพืชทางเลือกกราย 10วัน ในรอบ 6 เดือนที่ 2 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	PO_1MS1	PO_1MS2	PO_1MS3	PO_1RS1	PO_1RS2	PO_1RS3	PO_1WS1	PO_1WS2	PO_1WS3	PO_12S1	PO_12S2	PO_12S3	PO_13S1	PO_13S2	PO_14S1	PO_14S2	PO_15S1
กรกฎาคม 1-10	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
กรกฎาคม 11-20	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
กรกฎาคม 21-30	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
สิงหาคม 1-10	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
สิงหาคม 11-20	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
สิงหาคม 21-30	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
กันยายน 1-10	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
กันยายน 11-20	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
กันยายน 21-30	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
ตุลาคม 1-10	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
ตุลาคม 11-20	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
ตุลาคม 21-30	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
พฤศจิกายน 1-10	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
พฤศจิกายน 11-20	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
พฤศจิกายน 21-30	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
ธันวาคม 1-10	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
ธันวาคม 11-20	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
ธันวาคม 21-30	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
รวม	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10

ภาคผนวก จ ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตไม้ผล และพืชทางเลือกทราย 10วัน ในรอบ 6 เดือนที่ 2 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	PO_15S2	PO_15S3	PO_16S1	PO_16S2	JP_11LS1	JP_11LS2	JP_11LS3	JP_11MS1	JP_11MS2	JP_11MS3	JP_11RS1	JP_11RS2	JP_11RS3	JP_11WS1	JP_11WS2	JP_11WS3	JP_12S1
กรกฎาคม 1-10	0.72	0.72	0.72	0.72	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
กรกฎาคม 11-20	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
กรกฎาคม 21-30	0.72	0.72	0.72	0.72	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
สิงหาคม 1-10	0.72	0.72	0.72	0.72	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
สิงหาคม 11-20	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
สิงหาคม 21-30	0.72	0.72	0.72	0.72	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
กันยายน 1-10	0.97	0.97	0.97	0.97	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
กันยายน 11-20	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
กันยายน 21-30	0.72	0.72	0.72	0.72	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
ตุลาคม 1-10	0.72	0.72	0.72	0.72	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
ตุลาคม 11-20	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
ตุลาคม 21-30	0.72	0.72	0.72	0.72	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
พฤศจิกายน 1-10	1.04	1.04	1.04	1.04	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
พฤศจิกายน 11-20	0.17	0.17	0.17	0.17	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
พฤศจิกายน 21-30	0.79	0.79	0.79	0.79	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
ธันวาคม 1-10	0.79	0.79	0.79	0.79	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
ธันวาคม 11-20	0.17	0.17	0.17	0.17	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
ธันวาคม 21-30	0.79	0.79	0.79	0.79	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
รวม	10.10	10.10	10.10	10.10	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74

ภาคผนวก จ ตารางที่ 6 คำสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตไม้ผล และพืชทางเลืกราย 10 วัน ในรอบ 6 เดือนที่ 2 (ต่อ)

หน่วย: วันทำงานต่อไร่

เดือน	JP_12S2	JP_12S3	JP_13S1	JP_13S2	JP_14S1	JP_14S2	JP_15S1	JP_15S2	JP_15S3	JP_16S1	JP_16S2	JP_17S1	JP_17S2	JP_17S3
กรกฎาคม 1-10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
กรกฎาคม 11-20	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
กรกฎาคม 21-30	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
สิงหาคม 1-10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
สิงหาคม 11-20	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
สิงหาคม 21-30	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
กันยายน 1-10	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
กันยายน 11-20	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
กันยายน 21-30	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
ตุลาคม 1-10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
ตุลาคม 11-20	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
ตุลาคม 21-30	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
พฤศจิกายน 1-10	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
พฤศจิกายน 11-20	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
พฤศจิกายน 21-30	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
ธันวาคม 1-10	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
ธันวาคม 11-20	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
ธันวาคม 21-30	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
รวม	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74

ภาคผนวก จ

ภาคผนวก จ บทความนำเสนอในที่ประชุมสัมมนา

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนการใช้ที่ดินที่มีหลายเป้าหมายแบบมีส่วนร่วม

A Decision Support System for Land Allocation Using Interactive Multiple Goal Programming¹

เมธี เอกะสิงห์² เทวินทร์ แก้วเมืองมูล² เบญจพรณ เอกะสิงห์^{2,3} จิรวรรณ กิจชัยเจริญ³ และวราภรณ์ ชัยวินิจ²

Methi Ekasingh², Tewin Keawmuangmoon², Benchaphun Ekasingh^{2,3},

Jirawan Kitchaicharoen³, and Waraporn Chaivinij²

บทคัดย่อ

โปรแกรม *IMGP-LPlan* เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร ซึ่งประกอบด้วยแบบจำลองแบบหลายเป้าหมายและฐานข้อมูลที่เป็น เพื่อให้ผู้ใช้สร้างแบบจำลอง กำหนดวัตถุประสงค์ ตัวแปรการตัดสินใจ ข้อจำกัดและสถานการณ์จำลองแบบต่างๆ โดยการกำหนดน้ำหนักความสำคัญ ค่าเบี่ยงเบน หรือค่าผ่อนปรนจากเป้าหมายที่ตั้งไว้ผ่านเมนูภาษาไทย โปรแกรมจะคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมสำหรับสถานการณ์แบบต่างๆ ในรูปตารางและกราฟที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ หากผลลัพธ์ยังไม่เป็นที่พอใจ ผู้ตัดสินใจสามารถปรับเปลี่ยนเป้าหมายเพื่อปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ที่สนใจ โปรแกรมจะคำนวณค่าผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์ใหม่ กระบวนการดังกล่าวจะดำเนินการซ้ำจนผลสัมฤทธิ์ในแต่ละวัตถุประสงค์เป็นที่พึงพอใจของผู้ตัดสินใจ ได้ทำการทดสอบโปรแกรมนี้โดยใช้ชุดข้อมูลจากบทความที่ได้ตีพิมพ์แล้ว ก่อนที่จะนำไปใช้งานจริงในการวางแผนเพื่อจัดเขตการใช้ที่ดินในจังหวัดลำพูน ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าการคำนวณผลลัพธ์ตามวิธีการ STEP ให้ผลสอดคล้องกับค่าผ่อนปรนของแต่ละวัตถุประสงค์ในสถานการณ์จำลองแบบต่างๆ โปรแกรมนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการใช้ที่ดินที่มีหลายเป้าหมายในสถานการณ์อื่นตั้งแต่ระดับฟาร์ม ลุ่มน้ำ และตั้งแต่ตำบลถึงจังหวัด หรือกว้างขวางกว่านั้น

คำสำคัญ: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ; การจัดเขตที่ดิน; แบบจำลองหลายเป้าหมาย

Abstract

IMGP-LPlan (Interactive Multiple Goal Programming for Land Use Planning) is a decision support system designed for solving multiple goal problems in agricultural land allocation. Its main components consist of an IMGP model formulated by users from necessary databases with well-defined objectives, decision variables, constraints and scenarios. Users may interact with the system by selecting the methods for solving the optimal solutions by defining scenarios, weights, deviation, or tolerance of targets in the model through Thai

¹ บทความนำเสนอในการประชุมวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติครั้งที่ 6 “ระบบเกษตรเพื่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม” วันที่ 16-18 สิงหาคม 2553 ณ โรงแรมเจ.บี อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

² ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (Multiple Cropping Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University) ³ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและส่งเสริมเผยแพร่การเกษตร (Department of Agricultural Economics and Agricultural Extension, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University)

language user interface. The optimal results of scenarios are displayed as tables and graphs to facilitate the selection of the optimal solution by decision makers. Targets may be modified if decision makers do not satisfy with the achievement rates of some objectives, the process is iterated until the final solution is reached. The program was tested for its algorithms by using a tested data set from the published article of the similar nature before implementing in the case study on land allocation in Lamphun province. The optimal solutions from the STEP method appeared to be more consistent with the assigned tolerances used to create scenarios than other methods. Therefore, STEP method was recommended for implementing in this study. This program is not restricted for use at the provincial level. It may be applied to other planning problems based on IMGP models at various scales from farm to watershed, from district to provincial levels and beyond.

Key Words: Decision support system; Land allocation; Interactive multiple goal programming

บทนำ

การจัดรูปแบบการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุดตามเป้าหมายหลายประการ เป็นงานวิจัยและพัฒนาเชิงบูรณาการที่ต้องการระบบที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมและแสดงผลลัพธ์สำหรับสถานการณ์ต่างๆต่อผู้ตัดสินใจ การพัฒนาระบบดังกล่าวเป็นการผสมผสานแนวคิดการวางแผนการใช้ที่ดินในชนบทของ van Ittersum et al. (2004); Lu et al. (2004) และ Santé and Crecente (2007) รวมทั้งวิธีการประเมินคุณภาพของที่ดินแบบหลายหลักเกณฑ์ที่ได้พัฒนาไว้แล้ว (เมธี และคณะ 2551) บทความนี้จะแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการประมวลผลหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objectives)) และผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนเป้าหมายได้หลายเป้าหมาย (Multiple goals) ซึ่งเป็นค่าเชิงปริมาณของวัตถุประสงค์ที่สนใจ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System, DSS) ที่มีลักษณะดังกล่าวเรียกว่า Interactive Multiple Goal Programming (IMGP) การนำแบบจำลอง IMGP มาใช้ในการวางแผนการจัดเขตที่ดินในประเทศไทยยังไม่มีที่ปรากฏ อย่างไรก็ตามได้มีการใช้แบบจำลองเชิงเส้นเพื่อวางแผนการปลูกพืชในระดับจังหวัดตัวอย่างในภาคต่างๆของประเทศ (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2548) ต่อมามีการใช้แบบจำลองหลายเป้าหมายที่ปราศจากส่วนที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ และไม่มีการบูรณาการผลลัพธ์เข้ากับ ระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System, GIS) เพื่อให้ผู้ตัดสินใจเห็นผลลัพธ์ของการจัดเขตที่ดินในรูปของแผนที่ (Praneetvatakul and Sirijinda, 2007)

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อจัดเขตการใช้ที่ดินในจังหวัดลำพูนให้สามารถใช้ทรัพยากรทางเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุดตามวัตถุประสงค์ที่ผู้ร่วมในการวางแผนช่วยกันกำหนด วัตถุประสงค์ดังกล่าวมีหลายวัตถุประสงค์และบางวัตถุประสงค์ขัดแย้งกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือวิเคราะห์ที่ทันสมัยและเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมในการพิจารณาผลลัพธ์เบื้องต้นและสามารถปรับเป้าหมายให้ยืดหยุ่นตามสภาพความขัดแย้งของวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ทุกฝ่ายยอมรับได้ว่าเป็นผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด โครงการวิจัยดังกล่าวมีองค์ประกอบหลายส่วน ตั้งแต่การจัดทำหน่วยแผนที่เพื่อการจัดการทรัพยากรและประเมินศักยภาพของทรัพยากรที่ดินในการผลิตพืชที่สำคัญในพื้นที่เป้าหมาย การสำรวจภาคสนามเพื่อรวบรวมข้อมูลและจัดทำค่าสัมประสิทธิ์การผลิตของแบบจำลอง IMGP

การประเมินคุณภาพที่ดินเพื่อใช้ในการจัดสรรประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตรในเชิงพื้นที่ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วย GIS อย่างไรก็ตามบทความนี้จะเน้นเฉพาะในส่วนของพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ร่วมวางแผนการใช้ที่ดิน เพื่อหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้แบบจำลอง IMGP

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

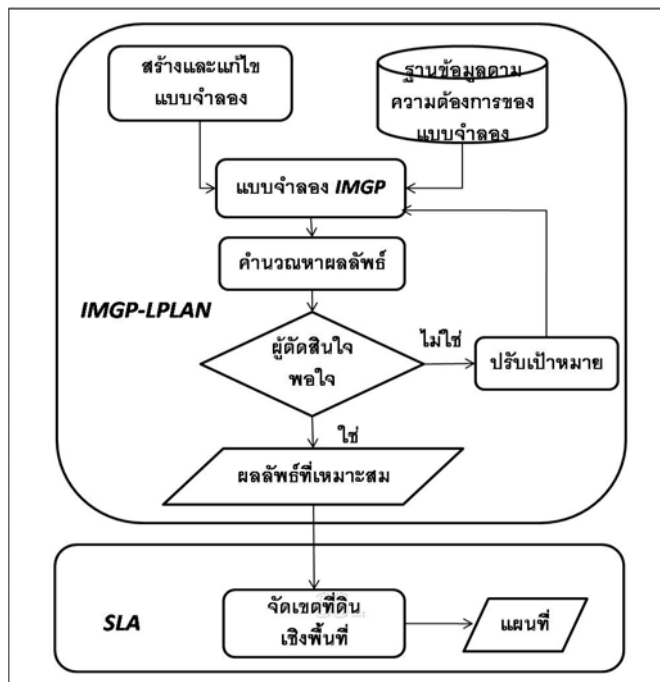
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ จัดทำแบบจำลองสำหรับสนับสนุนการหาทางเลือกในการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับสถานการณ์การตัดสินใจที่มีหลายวัตถุประสงค์และ เพื่อการพัฒนา DSS ในการจัดสรรการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้ที่มีหลายวัตถุประสงค์และเป้าหมาย โดยบูรณาการแบบจำลอง IMGP การประเมินคุณภาพที่ดิน และการจัดสรรที่ดินให้เหมาะสมกับหลายเป้าหมายอันเป็นผลลัพธ์ของ IMGP เข้าด้วยกัน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

นับตั้งแต่ (de Wit et al., 1988) ได้แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง IMGP สามารถนำไปใช้ในการวางแผนที่ดินเพื่อการเกษตรในเขตอาศัยน้ำฝนในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ได้มีนักวิจัยพัฒนาแบบจำลอง IMGP ให้สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศซึ่งเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จนแบบจำลอง IMGP มีการทำงานได้หลายรูปแบบ เพื่อวางแผนการใช้ที่ดินตั้งแต่ระดับตำบล ไปจนถึงจังหวัด (Laborte et al., 2007) และในระดับลุ่มน้ำ (Jianbo et al., 2002) การพัฒนาระบบที่เชื่อมโยงระหว่างแบบจำลอง และการแสดงผลในรูปแบบที่มีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับการเลือกโปรแกรมแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical programming) ที่จะนำมาใช้งาน และการพัฒนาโปรแกรมส่วนที่โต้ตอบกับผู้ใช้งาน (Graphic user interface, GUI) ตัวอย่างการใช้แบบจำลอง IMGP เพื่อวางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่ขนาดใหญ่ได้แก่ งานของ (Roetter et al., 2005) ซึ่งใช้ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับจังหวัดหรือรัฐในภูมิภาคเอเชีย เช่นในประเทศ อินเดีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และเวียดนาม โดยพัฒนาระบบการวางแผนและวิเคราะห์การใช้ที่ดิน (Land Use Planning and Analysis System, LUPAS) ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองพีชเพื่อประมาณการณ์ผลผลิตพืช และใช้โปรแกรม EXPRESS-MP (Dash Associates Ltd., 1997) ในการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากแบบจำลอง IMGP นอกจากนี้ (Lu et al., 2004) ได้บูรณาการแบบจำลองพีชเข้ากับแบบจำลอง IMGP เพื่อใช้ในการจัดการทรัพยากรที่ดินบนที่ราบสูงในประเทศจีน พร้อมกับดัดแปลงวิธีการหาผลลัพธ์จากแบบจำลองที่มีหลายเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยล่าสุดที่เป็นความพยายามที่จะบูรณาการ IMGP เข้ากับ GIS เพื่อสร้าง DSS ในการจัดเขตการใช้ที่ดินในระดับจังหวัดในประเทศสเปน (Santé and Crecente, 2007; Santé-Riveira et al., 2008)

กรอบแนวคิดหลักของงานวิจัยนี้คือการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการประมวลผลหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ และให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนเป้าหมายสำหรับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โปรแกรมดังกล่าวต่อไปนี้จะเรียกว่า *IMGP-LPlan* (Interactive Multiple Goal Programming for Land Use Planning) การพัฒนาโปรแกรม *IMGP-LPlan* ได้คำนึงถึงความสะดวกของนักวิเคราะห์และผู้ตัดสินใจในการกำหนดเป้าหมายและเลือกผลลัพธ์ที่เห็นว่าเหมาะสมที่สุดกับสถานการณ์ที่ต้องการหาคำตอบ ดังนั้น องค์ประกอบของโปรแกรม *IMGP-LPlan* จึงมีส่วนที่สำคัญคือ 1) ส่วนการนำเข้าข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองหลายเป้าหมาย 2) ส่วนการจำลองหาผลสัมฤทธิ์ สำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ 3) ส่วนการแสดงผลผลลัพธ์จากแบบจำลองเพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจพิจารณา 4) ส่วนที่ให้ผู้ตัดสินใจรับเป้าหมายสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ใหม่ 5) ส่วนรายงานค่าตัวแปรตัดสินใจจากผลลัพธ์ที่ผู้ตัดสินใจเลือกแล้วว่าน่าพอใจที่สุด และ 6) ส่วนเชื่อมโยงผลลัพธ์ที่ได้จาก *IMGP-LPlan* เข้ากับ

โปรแกรมจัดเขตการใช้ที่ดินเชิงพื้นที่ (Spatial Land Allocation, SLA) ซึ่งพัฒนาควบคู่กันไปในโครงการวิจัยอื่นซึ่งเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับงานวิจัยนี้ เพื่อจัดสรรประเภทการใช้ที่ดินที่เหมาะสมให้กับพื้นที่การเกษตรและแสดงผลเป็นแผนที่ด้วย GIS (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 กระบวนการสำคัญในการพัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการที่ดินที่มีหลายเป้าหมายแบบมีส่วนร่วม

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาโปรแกรม *IMGP-LPlan* คณะนักวิจัยได้ใช้โปรแกรม Visual Basic.NET เป็นเครื่องมือที่สร้าง GUI เป็นภาษาไทย เพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ในการกำหนดโครงสร้างของแบบจำลอง IMGP นอกจากนี้ยังใช้ในการเรียกใช้ Objects ของโปรแกรม *LINDO API 6.0* (<http://www.lindo.com>) เพื่อดำเนินการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามวิธีการต่างๆ ที่ใช้การจำลองแบบ IMGP รวมทั้งใช้ในการแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของตารางและกราฟ เพื่อให้ผู้ร่วมตัดสินใจพิจารณาผลลัพธ์ในสถานการณ์ที่กำหนดได้ง่าย คณะนักวิจัยยังได้ใช้โปรแกรม VB.NET ในการเขียน GUI ให้ผู้ตัดสินใจปรับเปลี่ยนเป้าหมายตามวิธีการต่างๆ จนได้ผลลัพธ์เป็นที่พอใจ ผลลัพธ์ที่ได้ถูกจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูล และส่งไปยังโปรแกรม *SLA* ในรูปแบบไฟล์ xml เพื่อนำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกับชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบ GIS เพื่อสร้างแผนที่ผลลัพธ์จากการจัดเขตที่ดินตามผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม *IMGP-LPlan* ก่อนจะนำไปใช้งานวางแผนการผลิตในจังหวัดลำพูน ได้ทำการทดสอบความถูกต้องของการเขียนโปรแกรมโดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบจากบทความของ Santé and Crecente (2007)

การจำลองหาผลลัพธ์ที่เหมาะสม

การวิเคราะห์หาผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากแบบจำลอง IMGP สามารถทำได้หลายวิธี คณะผู้วิจัยได้เลือกทดสอบวิธีการ IMGP 3 วิธีการได้แก่ วิธีการ a priori weighted goal programming, IWGP (Cohon, 1978; (Romero and Rehman, 2003) วิธีการที่พัฒนาโดย Lu (Lu et al., 2004) และ วิธีการ STEP (Santé and Crecente, 2007) เนื่องจากแต่ละวิธีมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้แตกต่างกัน ในแง่พื้นฐานความเข้าใจ และความสามารถของผู้ใช้ในการปรับเปลี่ยนความเบี่ยงเบนจากเป้าหมาย และความยืดหยุ่นในการใช้เพื่อวางแผนจัดเขตการใช้ที่ดิน แต่ละวิธีการมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

วิธีการให้น้ำหนักของวัตถุประสงค์ล่วงหน้า (IWGP)

แบบจำลองที่ใช้ในวิธีการนี้ประกอบด้วยฟังก์ชันวัตถุประสงค์ดังนี้

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

ภายใต้ข้อจำกัด

$$AX + Id^- - Id^+ = G \quad (2)$$

$$BX \leq C \quad (3)$$

$$X_j, d_g^-, d_g^+ \geq 0_j, \quad j = 1, \dots, n \text{ และ } g = 1, \dots, m \quad (4)$$

กำหนดให้ Z เป็นค่าของส่วนเบี่ยงเบนรวมจากวัตถุประสงค์เป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยมีค่าเบี่ยงเบนที่เป็นลบ (d_g^-) แสดงให้เห็นถึงค่าที่ทำให้ต่ำกว่าค่าเป้าหมายที่แบบจำลองตั้งไว้ และตัวแปรค่าเบี่ยงเบนที่เป็นบวก (d_g^+) แสดงให้เห็นถึงค่าที่ทำให้สูงกว่าค่าเป้าหมายที่แบบจำลองตั้งไว้ ส่วน w_g คือค่าน้ำหนักความสำคัญ หรือลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ที่ g สำหรับในสมการข้อจำกัด X เป็นกิจกรรมต่างๆ ในการวางแผนการใช้ที่ดิน โดยมี A เป็นค่าสัมประสิทธิ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตัดสินใจและเป้าหมาย (G) ส่วน I คือ Identity matrix นอกจากนี้ในแบบจำลองยังประกอบด้วย ค่าสัมประสิทธิ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิต (B) และจำนวนจำกัดของข้อจำกัดปัจจัยหรือเงื่อนไขต่างๆ (C) ส่วน n, m เป็นจำนวนกิจกรรมและวัตถุประสงค์ต่างๆ ในแบบจำลอง ตามลำดับ

วัตถุประสงค์ และค่า w_g ได้มาจากการประชุมหารือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ซึ่งมาจากหน่วยงานวางแผนระดับจังหวัดซึ่งได้ร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์ 3 ด้าน แต่ละด้านมีวัตถุประสงค์ย่อยรวมเป็นวัตถุประสงค์ทั้งหมด 8 ข้อ ได้แก่ วัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจ ประกอบด้วย 2 วัตถุประสงค์ย่อย คือ ผลตอบแทนสุทธิสูงสุด หน่วยเป็นบาท และต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตต่ำสุด หน่วยเป็นบาท วัตถุประสงค์ด้านสังคม ประกอบด้วย 2 วัตถุประสงค์ย่อย คือ การใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตรกรรมสูงสุด หน่วยเป็นไร่ และการจ้างงานสูงสุดในการผลิตตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน หน่วยเป็นคน-วัน วัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 4 วัตถุประสงค์ย่อย คือ การชะล้างพังทลายของดินต่ำสุด หน่วยเป็นตันต่อปี การใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชต่ำสุด หน่วยเป็นกิโลกรัมของสารออกฤทธิ์ (active ingredients) การใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่ต่ำสุด หน่วยเป็นกิโลกรัม N ต่อไร่ เนื่องจากปุ๋ยไนโตรเจนเป็นปุ๋ยที่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด และผลิตภาพน้ำชลประทานสูงสุด หน่วยเป็น บาท-ไร่ต่อลบ.ม.ของน้ำชลประทาน คำนวณได้จากสัดส่วนของผลตอบแทนต่อไร่ในการปลูกพืชต่อน้ำชลประทานที่ใช้

วัตถุประสงค์แต่ละวัตถุประสงค์อาจมีค่าถ่วงน้ำหนัก (W) ที่แตกต่างกันไป ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการของผู้มีส่วนได้เสียหรือผู้วิเคราะห์แบบจำลอง

กิจกรรมการปลูกพืชต่างๆในแบบจำลองมีประมาณ 165 กิจกรรม (แต่ละระบบพืช ในแต่ละ สภาพพื้นที่ และ สภาพน้ำ) กิจกรรมการจ้างแรงงานมี 36 ช่วงเวลา (12 เดือนๆ ละ 3 ช่วง) มีกิจกรรมการกักขัง 5 แหล่ง (ธกส. สหกรณ์ กองทุนหมู่บ้าน กลุ่มอาชีพ นอกกระบ) ค่าเบี่ยงเบนจากวัตถุประสงค์ j ที่เป็นลบมี 8 วัตถุประสงค์ ค่าเบี่ยงเบน วัตถุประสงค์ j ที่เป็นบวกมี 8 วัตถุประสงค์ รวม X_j ทั้งหมดคิดเป็น 222 ตัวแปร ส่วนข้อจำกัดมีทั้งหมด 577 สมการ

วิธีการวิเคราะห์แบบ IWGP เริ่มจากการคำนวณตาราง Pay-off ซึ่งเป็นตารางที่เก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการ maximize หรือ minimize วัตถุประสงค์หนึ่งๆ โดยไม่คำนึงถึงวัตถุประสงค์อื่นๆ เมื่อได้ตาราง Pay-off แล้วจึงทำการ กำหนดเป้าหมายของแต่ละวัตถุประสงค์จากค่าที่เหมาะสมที่สุด (Maximum หรือ Minimum) แล้วแต่วัตถุประสงค์ของ แบบจำลองแบบหลายวัตถุประสงค์ จากนั้นจึงกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ ขั้นตอนต่อไปเป็นการปรับ ค่าถ่วงน้ำหนักด้วยค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของผลลัพธ์ในตาราง Pay-off ก่อนที่จะหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมเบื้องต้นโดยใช้ ชุดคำสั่งหาคำตอบ (Solver) ของโปรแกรม *LINDO API* โดยมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์เป็นการวิเคราะห์หาค่าเบี่ยงเบนจาก วัตถุประสงค์ต่ำสุด (Minimize deviation) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงเป็นกราฟแท่งของอัตราผลสัมฤทธิ์ (Ach) ของแต่ละ วัตถุประสงค์ตามวิธีการที่อธิบายไว้ใน Santé and Crecente (2007)

หน้าต่างผลลัพธ์ของโปรแกรม IMGP จะช่วยให้ผู้ใช้พิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ง่ายและรวดเร็ว หากผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ เป็นที่น่าพอใจ ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ที่ละวัตถุประสงค์ หรือหลายวัตถุประสงค์ พร้อมกัน จากนั้นจึงคำนวณผลลัพธ์ใหม่จนเป็นที่พอใจของผู้มีส่วนได้เสียทุกฝ่าย

วิธีการของ Lu และคณะ

การวิเคราะห์หาชุดผลลัพธ์ที่เหมาะสมแบบ Lu et al. (2004) เริ่มจากการเรียงลำดับความสำคัญของ วัตถุประสงค์ ซึ่งในโครงการนี้ได้จากการประชุมผู้มีส่วนได้เสีย พร้อมทั้งกำหนดค่าเบี่ยงเบนที่ยอมรับได้ (d_j) จากผลลัพธ์ที่ เหมาะสมของแต่ละวัตถุประสงค์ $Z(O_j)$ จากนั้นคำนวณหาผลลัพธ์จากการ maximize หรือ minimize ฟังก์ชัน วัตถุประสงค์ที่มีลำดับความสำคัญสูงสุด (O_k) โดยแบบจำลองหลักคล้ายคลึงกับที่ใช้ในวิธีการ IWGP เมื่อได้ผลลัพธ์ที่ เหมาะสมหรือ $Z(O_k)$ แล้ว จึง maximize หรือ minimize ฟังก์ชันของวัตถุประสงค์ที่มีลำดับความสำคัญรองลงมา (O_{k+1}) โดยให้ O_k เป็นข้อจำกัดเพิ่มเติมในรูปแบบสมการข้อจำกัดดังสมการที่ (5) และ (6)

$$Z(O_{k+1}) \geq Z(O_k) - d_j \quad (\text{สำหรับกรณี maximization}) \quad (5)$$

$$Z(O_{k+1}) \geq Z(O_k) + d_j \quad (\text{สำหรับกรณี minimization}) \quad (6)$$

แล้วจึงคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมของวัตถุประสงค์ O_{k+1} ดำเนินในทำนองเดียวกันไปที่ละวัตถุประสงค์จนกว่าจะครบ วัตถุประสงค์ทั้งหมด จากนั้นคำนวณอัตราผลสัมฤทธิ์พร้อมแสดงผลเป็นกราฟแท่งเพื่อให้ผู้ร่วมตัดสินใจพิจารณาว่า พอใจหรือไม่เมื่อเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ หากยังไม่พอใจผู้ใช้สามารถปรับแก้ค่า d_j ใหม่ได้ โปรแกรม *IMGP-LPLan* จะ คำนวณผลลัพธ์ใหม่ให้ จนกระทั่งได้ผลลัพธ์เป็นที่พอใจของผู้เกี่ยวข้อง

วิธีการ STEP

วิธีการการวิเคราะห์แบบจำลองแบบ STEP (Cohon, 1978; Santé and Crecente, 2007) เริ่มจากการคำนวณตาราง Pay-off และจัดลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับวิธีการของ Lu และคณะ แต่การปรับเป้าหมายให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องพอใจกับกระบวนการตัดสินใจมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ หลังจากหาคำนวนผลลัพธ์รอบแรกและยังไม่เป็นที่น่าพอใจแล้ว วิธีการนี้ใช้ค่าผ่อนปรน (Tolerated percentage change, T) คิดเป็นอัตราร้อยละของผลสัมฤทธิ์ (Ach) เพื่อปรับเป้าหมายเพื่อคำนวณผลลัพธ์ใหม่จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องพอใจ คณะผู้วิจัยได้ใช้สมการที่ใช้ในงานของ Santé and Crecente (2007) เพื่อคำนวณหาค่า Ach และ T ส่วนแบบจำลองมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับที่ใช้ในสองวิธีการข้างต้น

การทดสอบโปรแกรม IMGP-LPlan

ก่อนที่จะนำโปรแกรม IMGP-LPlan ไปใช้งานกับข้อมูลจังหวัดลำพูน ได้ทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ชุดข้อมูลที่มีการตีพิมพ์แล้ว เนื่องจากคณะผู้วิจัยไม่สามารถหาชุดข้อมูลที่ใช้แบบจำลอง IMGP และได้ตีพิมพ์ในประเทศไทยได้ ดังนั้นจึงเลือกใช้ชุดข้อมูลของ Santé and Crecente (2007) และ Santé-Riveira et al.(2008) เพื่อใช้ในการทดสอบข้อมูลดังกล่าวเป็นการวางแผนการใช้ที่ดินในระดับตำบลในประเทศสเปน ครอบคลุมพื้นที่ขนาด 1,832 ตร.กม. พื้นที่ประกอบด้วยฟาร์มประเภทต่างๆเพื่อการผลิตไวน์ม พืชไร่ และระบบวนเกษตรรวม 13 ประเภทการใช้ที่ดิน และที่สำคัญงานวิจัยดังกล่าวใช้วิธีการ IWGP (Cohon, 1978) , วิธีการของ Lu (Lu et al., 2004), และ วิธีการ STEP (Santé and Crecente, 2007) ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เหมาะสมเพื่อวางแผนการใช้ที่ดิน

เพื่อให้แน่ใจว่าคำตอบที่ได้จากแบบจำลอง IWGP, Lu, และ STEP ถูกต้อง คณะผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองโดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบ และคำนวณผลลัพธ์ที่เหมาะสมในรูปของค่าตัวแปรตัดสินใจและค่าผลสัมฤทธิ์ (Achievement rate) โดยใช้โปรแกรม IMGP-LPlan ที่พัฒนาจากชุดคำสั่งในโปรแกรม LINDO API จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ตามรายงานของ Santé and Crecente (2007) หากผลลัพธ์จากโปรแกรม IMGP-LPlan ตรงกับผลลัพธ์ของ Santé and Crecente (2004) แสดงว่าการเขียนโปรแกรมเพื่อนำเข้าข้อมูล แสดงผลลัพธ์และวิเคราะห์หาผลลัพธ์ที่เหมาะสมทั้ง 3 วิธีการถูกต้อง

การจัดทำแบบจำลอง IMGP เพื่อการวางแผนการใช้ที่ดินในจังหวัดลำพูน

หลังจากที่ได้ทดสอบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม IMGP-LPlan แล้ว จึงได้นำโปรแกรมไปใช้วิเคราะห์การวางแผนการใช้ที่ดินโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม และแบบจำลองหลายเป้าหมายที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้ตามรายละเอียดดังกล่าวมาแล้วข้างต้น เนื่องจากแบบจำลองต้องการข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อระบุตัวแปรตัดสินใจวัตถุประสงค์ และข้อจำกัด ดังนั้นจึงได้จัดเก็บข้อมูลเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม MS Access ในรูปแบบของตารางข้อมูลที่สะดวกต่อการ นำเข้า แก้ไข เรียกใช้เพื่อการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น และจัดเก็บผลลัพธ์ที่ได้ก่อนเรียกนำไปแสดงผลในรูปตารางและกราฟบนหน้าจอภาพ

การสร้างภาพสถานการณ์เชิงนโยบาย (Scenarios)

เพื่อให้ผู้ตัดสินใจเห็นผลลัพธ์ในการจัดการใช้ที่ดินในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ในโครงการ ได้กำหนดภาพสถานการณ์ที่เป็นไปได้ 3 รูปแบบคือ 1) เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม เป็นสถานการณ์ที่ผู้วางแผนการใช้ที่ดินให้

ความสำคัญต่อวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจมากที่สุดรองลงมาเป็นด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมตามลำดับ ดังนั้นน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์จะเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อยดังนี้ ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด > ต้นทุนเงินสดรวมที่ใช้ในการผลิตต่ำสุด > การใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตรกรรมรวมสูงสุด > การจ้างงานรวมสูงสุดในการผลิตตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน > ผลผลิตภาพน้ำชลประทานโดยรวมสูงสุด > การใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชต่ำสุด > การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่ต่ำสุด > การชะล้างพังทลายของดินต่ำสุด 2) *สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม* เป็นภาพเหตุการณ์เชิงนโยบายที่ให้ความสำคัญของผลลัพธ์ด้านสังคมมากที่สุด รองลงมาเป็นด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์จะเรียงกันดังนี้การจ้างงานสูงสุด > ใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตรกรรมรวมสูงสุด > ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด > ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด > ผลผลิตภาพน้ำชลประทานโดยรวมสูงสุด > ใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด > ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณรวมที่ต่ำสุด > การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด และ 3) *สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ* เป็นสถานการณ์ที่ให้ความสำคัญต่อบริบทด้านสิ่งแวดล้อมสูงสุดและนโยบายด้านเศรษฐกิจต่ำสุด การเรียงลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์จึงเป็นดังต่อไปนี้ ผลผลิตภาพน้ำชลประทานโดยรวมสูงสุด > ใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด > ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณรวมที่ต่ำสุด > การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด > การจ้างงานรวมสูงสุด > ใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตรกรรมรวมสูงสุด > ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด > ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การสร้างและแก้ไขแบบจำลองในโปรแกรม *IMGP-Plan*

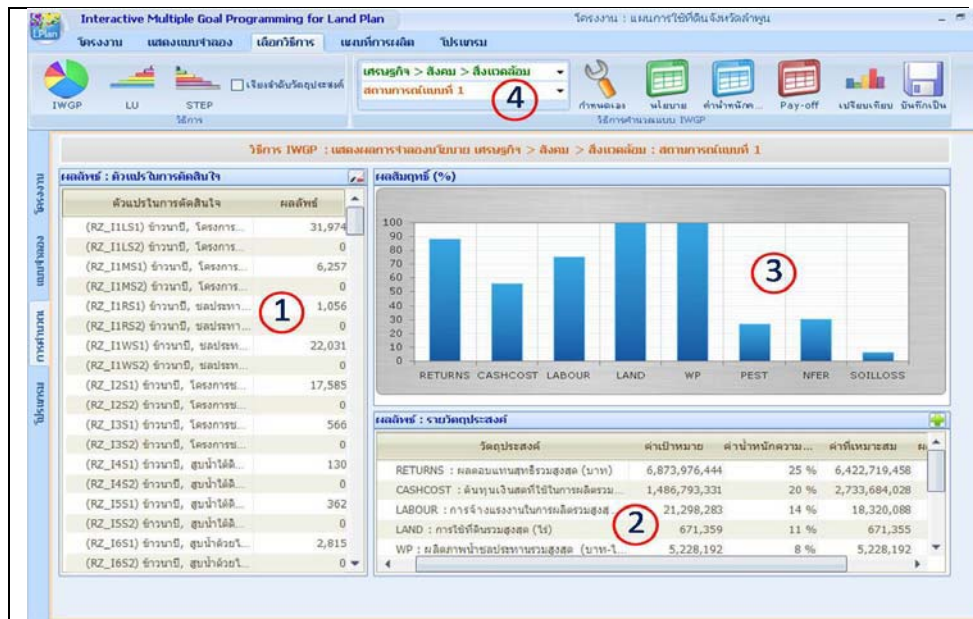
เมื่อเปิดโปรแกรม *IMGP-LPlan* จะมีเมนูหลัก ประกอบด้วย “โครงการ” “แสดงแบบจำลอง” “เลือกวิธีการ” “สร้างแผนที่การผลิต” และ “โปรแกรม” เมนู “โครงการ” ช่วยในการสร้างโครงการใหม่ เปิดโครงการที่สร้างไว้แล้ว บันทึกโครงการหลังจากแก้ไขข้อมูลอย่างหนึ่งอย่างใดและต้องการเก็บโครงการนั้นในชื่อเดิม หรืออาจ “บันทึกเป็น” โครงการที่ตั้งชื่อใหม่ได้ ถ้าผู้ใช้เลือกเมนู “แสดงแบบจำลอง” โปรแกรมจะแสดงเมนูย่อยเพื่อให้ผู้ใช้สร้างหรือแก้ไขแบบจำลอง โดยอาจเลือก แสดง เพิ่ม หรือแก้ไข วัตถุประสงค์ ตัวแปรตัดสินใจ ข้อจำกัด และค่าสัมประสิทธิ์การผลิต ได้ตามประสงค์ ผู้ใช้สามารถแก้ไขสมการข้อจำกัดได้โดยเลือกปุ่ม “แก้ไข” แล้วเลือก “ข้อจำกัด” พร้อมทั้งเลือกแถวของข้อจำกัดที่แก้ไข เมนู “เลือกวิธีการ” มีไว้สำหรับให้ผู้ใช้เลือกวิธีการคำนวณผลลัพธ์ที่เหมาะสมซึ่งโปรแกรมบรรจุไว้ 3 วิธีการ คือ IWGP วิธีการของ Lu และวิธีการ STEP

ผลการทดสอบวิธีการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมด้วยโปรแกรม *IMGP-LPlan* กับชุดข้อมูลทดสอบ

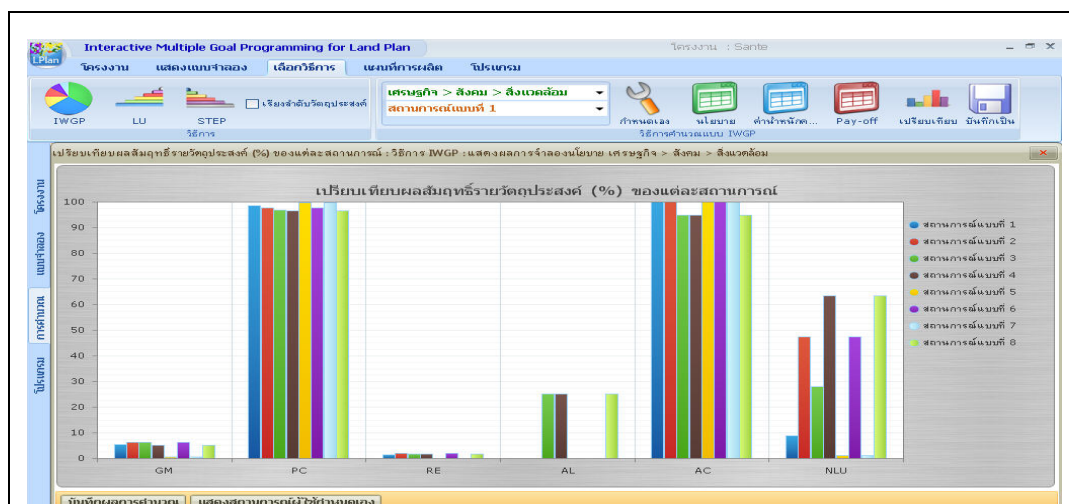
วิธีการ IWGP

ในการทดสอบได้ให้ค่าลำดับและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ในแต่ละสถานการณ์ ตามรายงานของ Santé and Crecente (2007) การเลือกนโยบายและสถานการณ์แบบต่างๆทำได้โดยเลือกจากกล่องเลือกสถานการณ์ ตัวอย่างในรูปที่ 2 เป็นการเลือกนโยบายที่ให้ความสำคัญต่อวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจสูงสุดและเป็นสถานการณ์แบบที่ 1 โปรแกรมจะคำนวณและแสดงผลไว้ในหน้าต่างแสดงผลที่มีอยู่ 3 ส่วน (รูปที่ 2) ส่วนที่ 1 เป็นส่วนแสดงค่าตัวแปรตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุด ในกรณีชุดข้อมูลทดสอบคือค่าพื้นที่เพาะปลูกของแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน ส่วนที่ 2 เป็นส่วนแสดงค่าผลลัพธ์ของแต่ละวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมที่สุดตามสถานการณ์ที่ 1 หน้าต่างส่วนนี้สามารถขยายให้เห็นค่าเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์เป็นตัวเลขที่ชัดเจนขึ้นได้ สำหรับส่วนที่ 3 เป็นการแสดงผล

สัมฤทธิ์จากการคำนวณของโปรแกรม IMGP ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่นำเสนอผลลัพธ์ให้แก่ผู้ร่วมตัดสินใจในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย ผลสัมฤทธิ์คำนวณได้จากสมการ (4) และ (5) โดยใช้ค่า $O_{j,max}$ และ $O_{j,min}$ จากตาราง Payoff หากผู้ตัดสินใจยังไม่พอใจที่ผลสัมฤทธิ์ยังไม่บรรลุเป้าหมาย ผู้ตัดสินใจอาจเลือกสถานการณ์แบบที่ 2, 3, ...8 ขึ้นมาแสดง แล้วพิจารณาเลือกสถานการณ์ที่มีผลสัมฤทธิ์ที่น่าพอใจที่สุด ซึ่งจะเป็นทางเลือกที่ควรใช้กับการวางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่เป้าหมาย การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของทุกสถานการณ์สามารถทำได้โดยเลือกไอคอน “เปรียบเทียบ” โปรแกรมจะแสดงผลสัมฤทธิ์ในรูปแบบกราฟแท่ง (รูปที่ 3) ซึ่งง่ายต่อการใช้ประกอบการตัดสินใจ เมื่อเทียบผลที่ได้จากการใช้วิธีการ IWGP เพื่อหาค่าตัวแปรตัดสินใจ และผลสัมฤทธิ์โดยใช้ชุดข้อมูลในรายงานของ Santé and Crecente (2007) พบว่าได้ค่าตรงกัน



รูปที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ของการจัดการที่ดินที่เหมาะสมโดยใช้วิธีการ IWGP ตามสถานการณ์แบบที่ 1 ของนโยบายที่ให้ความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม



รูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างวัตถุประสงค์ต่างๆตามวิธีการIWGP สำหรับทุกสถานการณ์ ตามนโยบายให้ความสำคัญของวัตถุประสงค์ด้าน เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม

วิธีการของ Lu

ในวิธีการนี้ต้องการปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้มากกว่าวิธี IWGP เพราะต้องกำหนดลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์และค่าเบี่ยงเบนที่ยอมรับได้ ซึ่งผู้ใช้สามารถเรียกแสดงได้ในโปรแกรม *IMGP-LPlan* หากต้องการแก้ไขสามารถเปลี่ยนแปลงค่าเบี่ยงเบนของแต่ละวัตถุประสงค์ และนำค่านี้ไปใช้ในการกำหนดเป้าหมายของวัตถุประสงค์ที่ใช้เป็นข้อจำกัดดังรายละเอียดที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นวิธีการนี้จึงเป็นการขยายพื้นที่ของการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมให้แก่วัตถุประสงค์ที่มีความสำคัญรองลงมา โดยการผ่อนปรนเป้าหมายของวัตถุประสงค์ที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่า (Lu et al., 2004) ทั้งนี้เพื่อวัตถุประสงค์ที่มีลำดับความสำคัญรองลงมาจะได้โอกาสมีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นได้ เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรม *IMGP* และวิธีการของ Lu ไปเปรียบเทียบกับรายงานของ Santé and Crecente (2007) ปรากฏว่าได้ผลตรงกัน ดังนั้นสรุปได้ว่าโปรแกรม *IMGP-LPlan* ให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องตามวิธีการของ Lu

วิธีการ STEP

วิธีการ STEP มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ผ่านค่าผ่อนปรนผลสัมฤทธิ์ (T) ของแต่ละวัตถุประสงค์ ซึ่งจะแสดงเป็นคำร้อยละ หรือเป็นค่าจำนวนจริงที่ผู้ใช้คิดว่ายอมรับให้แตกต่างจากผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์ได้ ได้ทำการทดสอบวิธีการ STEP โดยการใช้สถานการณ์และค่าผ่อนปรนเดียวกับที่ใช้ในรายงานของ (Santé' -Riveira et al., 2008) ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ขึ้นนโยบายด้าน เศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม ผลลัพธ์จากการจำลองด้วยโปรแกรม *IMGP-LPlan* เมื่อ

ตารางที่ 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
ต้นทุนเงินสตรวมที่ใช้ในการผลิต (€)	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

เทียบกับโปรแกรม *RULES* ที่ใช้ในการวางแผนจัดที่ดินตามวิธีการ *IMGP* ในรายงานของ Santé-Riveira et al., (2008) แสดงในตารางที่ 1 ในรูปแบบมูลค่าและผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์ที่ได้รับ จะเห็นว่าผลลัพธ์ของทั้งสองวิธีการเท่ากัน จึงอาจสรุปได้ว่าขั้นตอนคำนวณและการจัดการฐานข้อมูลของวิธีการ STEP ในโปรแกรม *IMGP-LPlan* ถูกต้องสามารถนำไปใช้งานกับแบบจำลองและฐานข้อมูลในจังหวัดลำพูนได้

ผลการจำลองระบบการเกษตรจังหวัดลำพูน

เพื่อความสะดวกในการนำเข้าสู่ข้อมูลในแบบจำลองและการแสดงผลได้จัดทำฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์สำหรับข้อมูลเหล่านี้ด้วยโปรแกรม MS Access โครงสร้างของฐานข้อมูลนี้ประกอบด้วยตารางที่จัดตามหมวดหมู่เพื่อนำไปใช้ในแบบจำลอง เช่นตารางจัดเก็บวัตถุประสงค์ ตัวแปรตัดสินใจ ข้อจำกัด ค่าสัมประสิทธิ์การผลิต ค่าน้ำหนักความสำคัญ ค่าเบี่ยงเบนจากเป้าหมาย และค่าผ่อนปรนที่ยอมรับได้ของแต่ละวัตถุประสงค์ที่จะต้องใช้ในการคำนวณผลลัพธ์จากแบบจำลองตามวิธีการต่างๆ เป็นต้น เนื่องจากวิธีการ IWGP วิธีการของ Lu และวิธีการ STEP ต้องการค่าถ่วงน้ำหนัก (w) ค่าเบี่ยงเบน (d) และค่าผ่อนปรน (T) ตามลำดับ เพื่อบรรณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมก่อนให้ผู้ตัดสินใจเลือก ดังนั้นจึงได้เตรียมชุดค่าดังกล่าวสำหรับแต่ละวิธีการ การกำหนดค่าเหล่านี้ได้จากการดัดแปลงค่าที่ใช้ในงานของ Santé and Crecente (2007) และ Lu et al. (2004) เพื่อให้เหมาะสมกับจำนวนและรายละเอียดของวัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้ ซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากงานของนักวิจัยดังกล่าว ดังตัวอย่างค่าผ่อนปรนสำหรับสถานการณ์แบบต่างๆในตารางที่ 2

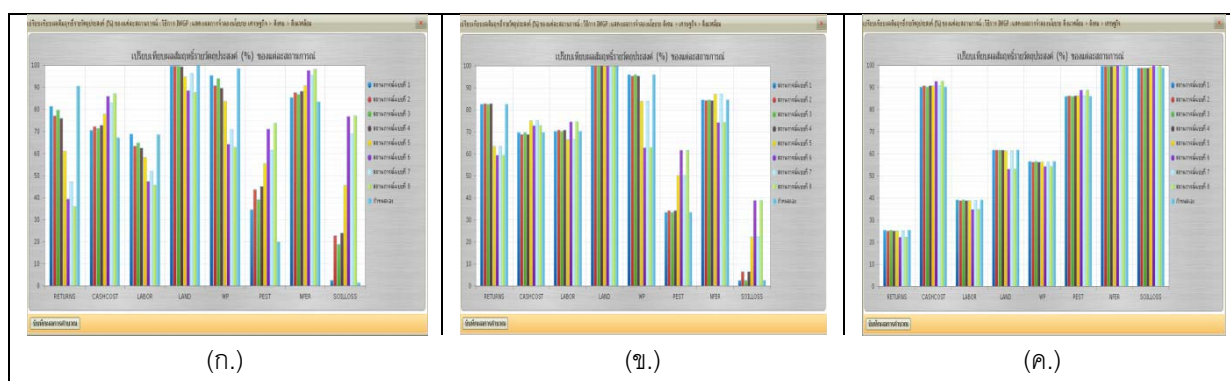
ตารางที่ 2 ค่าผ่อนปรน T (%) ของแต่ละวัตถุประสงค์ในการวางแผนการผลิตตามสถานการณ์แบบต่างๆตามนโยบาย ที่ให้ความสำคัญด้านเศรษฐกิจ > สังคม > สิ่งแวดล้อม

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	5	5	8	8	5	5	8	8
การใช้พื้นที่เกษตรรวมสูงสุด	8	8	5	5	8	8	5	5
ผลิตภาพน้ำชลประทานรวมสูงสุด	11	11	14	14	11	11	14	14
การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด	14	14	11	11	14	14	11	11
การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวมต่ำสุด	17	20	17	20	17	20	17	20
การสูญเสียดิน	20	17	20	17	20	17	20	17

ผลลัพธ์จากวิธีการ IWGP

การหาแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสมโดยวิธีการ IWGP ดำเนินการที่ละนโยบายซึ่งแต่ละนโยบายมีสถานการณ์ 8 แบบสร้างไว้ล่วงหน้าโดยใช้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ ในทางปฏิบัติผู้ใช้เปิดโครงการ "แผนการใช้ที่ดินจังหวัดลำพูน" ที่สร้างไว้แล้วในโปรแกรม *IMGP-LPlan* เปิดเมนูเลือกวิธีการ IWGP โปรแกรมจะแสดงวัตถุประสงค์ของแบบจำลองที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล หลังจากตรวจสอบค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละสถานการณ์และนโยบายแล้ว ผู้ใช้อาจเลือกนโยบายและสถานการณ์ใดๆเพื่อคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดของสถานการณ์นั้น เมื่อนำผลสัมฤทธิ์ทั้งหมดมาเปรียบเทียบกัน พบว่าวิธีการ IWGP ให้ผลสัมฤทธิ์ของสถานการณ์ที่ 5, 6, 7, และ 8 แตกต่างจากสถานการณ์ 1-4 อย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาวัตถุประสงค์ย่อยในนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (รูปที่ 4 ก.) และสังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม (รูปที่ 4 ข.) แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ของแบบจำลองที่วิเคราะห์โดยวิธี IWGP มีความอ่อนไหวมากต่อค่าถ่วงน้ำหนักของวัตถุประสงค์ย่อยด้านเศรษฐกิจในสร้างสถานการณ์จำลองแบบต่างๆ ปรากฏการณ์นี้

เกิดขึ้นในทิศทางเดียวกันกับนโยบายที่เน้นด้าน สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม (รูปที่ 4ข) แต่อัตราผลสัมฤทธิ์ของสถานการณ์ทั้ง 8 แบบในนโยบายด้าน สิ่งแวดล้อม>เศรษฐกิจ>สังคม (รูปที่ 4 ค.) มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักของวัตถุประสงค์น้อยกว่าในสถานการณ์ของสองนโยบายข้างต้น สำหรับสถานการณ์ที่ผู้กำหนดเองซึ่งให้ความสำคัญต่อผลตอบแทนสุทธิสูงผลสัมฤทธิ์ในด้านนี้และด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าสถานการณ์อื่น

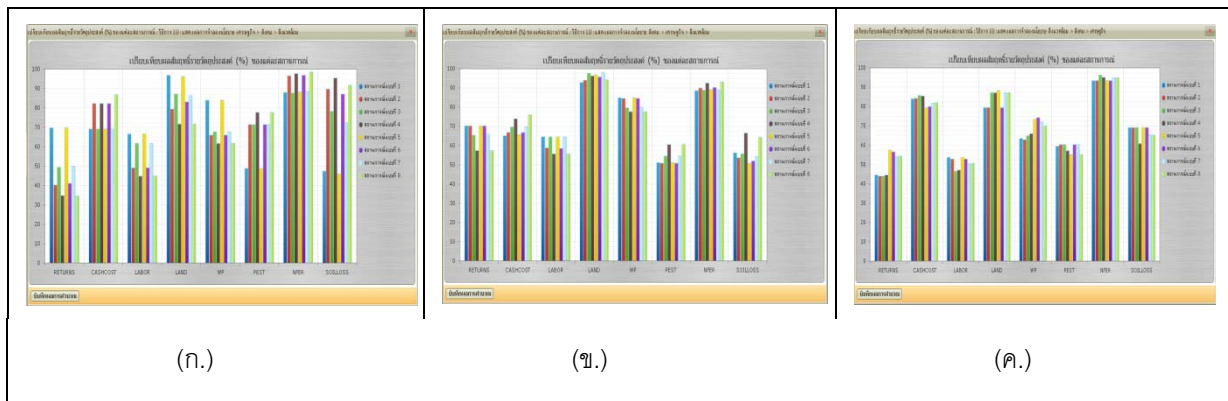


รูปที่ 4 ผลสัมฤทธิ์ของทุกสถานการณ์จากการใช้วิธีการ IWGP ในจังหวัดลำพูน ตามนโยบาย (ก) เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (ข) สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ (ค) สิ่งแวดล้อม>เศรษฐกิจ>สังคม

เมื่อพิจารณาการตอบสนองของแบบจำลอง IWGP ต่อการให้น้ำหนักความสำคัญของกลุ่มวัตถุประสงค์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์เปลี่ยนแปลงไปตามค่าน้ำหนักความสำคัญที่โปรแกรมกำหนดไว้ให้กับผู้ใช้ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนได้แก่นโยบายด้าน สิ่งแวดล้อม>เศรษฐกิจ>สังคม เนื่องจากกำหนดให้น้ำหนักความสำคัญด้านสิ่งแวดล้อมมาก แผนการผลิตจึงเน้นการใช้น้ำมีประสิทธิภาพสูง ใช้สารเคมีต่ำสุด ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่ำสุด และมีการชะล้างพังทลายต่ำสุด ผลลัพธ์ที่ตามมาคือมีการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรร้อยละ 60 หรือต่ำกว่าที่กำหนดเป็นเป้าหมาย (รูปที่ 4 ค) ทำให้มีการใช้แรงงานต่ำกว่าร้อยละ 40 ของเป้าหมาย และผลตอบแทนสุทธิต่ำกว่าร้อยละ 30 ของเป้าหมาย

ผลลัพธ์จากวิธีการ Lu

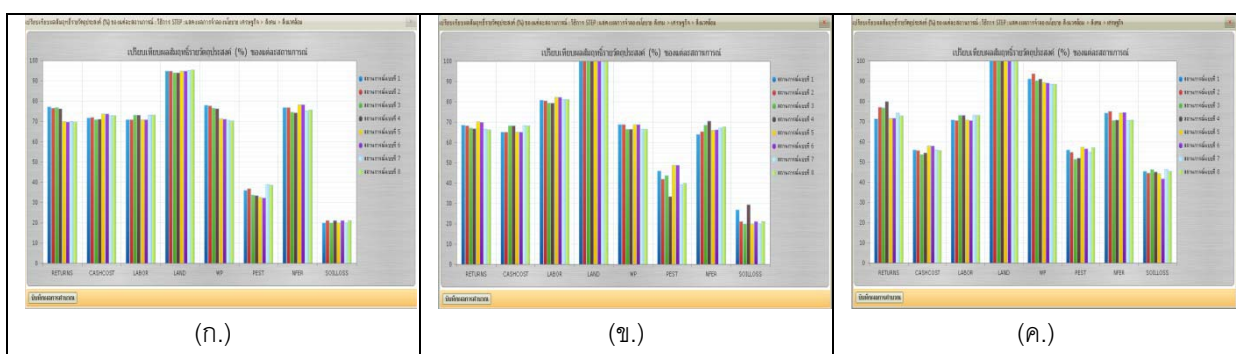
วิธีการของ Lu คำนวณข้อบกพร่องต่อค่าเบี่ยงเบน (Deviation) จากเป้าหมายที่ใช้เป็นตัวกำหนดสถานการณ์แบบต่างๆ โดยเฉพาะสถานการณ์ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (รูปที่ 5 ก.) ในขณะที่ผลลัพธ์จากแบบจำลองที่วิเคราะห์โดยวิธีการ Lu แสดงให้เห็นว่าสถานการณ์แบบต่างๆตามนโยบายที่เน้นด้าน สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม ให้ผลสัมฤทธิ์ที่ค่อนข้างมีความสมดุลกันเมื่อเทียบกับผลลัพธ์จากอีก 2 นโยบาย (รูปที่ 5 ข. และ 5 ค.) สถานการณ์ที่เน้นวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมมากกว่าด้านอื่นให้ผลสัมฤทธิ์สูงสำหรับวัตถุประสงค์การใช้สารเคมี ปุ๋ยไนโตรเจน การชะล้างพังทลายของดิน และต้นทุนการผลิต ในขณะที่ผลสัมฤทธิ์ด้านผลตอบแทนสุทธิ และการใช้แรงงานมีค่าค่อนข้างต่ำ ทำให้ผลิตภาพการใช้น้ำชลประทานต่ำไปด้วย



รูปที่ 5 ผลสัมฤทธิ์จากการใช้วิธีการ Lu ในจังหวัดลำพูน ตามนโยบาย (ก) เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (ข) สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ (ค) สิ่งแวดล้อม>เศรษฐกิจ>สังคม

ผลลัพธ์จากวิธีการ STEP

วิธีการ STEP ตอบสนองต่อการให้ค่าผ่อนปรนแก่วัตถุประสงค์ได้ดี นอกจากนี้ยังให้ผลสัมฤทธิ์ของแต่ละวัตถุประสงค์สอดคล้องกับค่าผ่อนปรนที่ให้แก่วัตถุประสงค์ในแต่ละนโยบาย กล่าวคือ ในนโยบายที่เน้นความสำคัญด้านเศรษฐกิจมากกว่าด้านอื่น ผลสัมฤทธิ์ด้านผลตอบแทนสุทธิรวมอยู่ระหว่างร้อยละ 64-74 และต้นทุนการผลิตที่เป็นเงินสดสูงกว่าร้อยละ 70 ในทุกสถานการณ์ (รูปที่ 6 ก.) ส่วนผลลัพธ์จากสถานการณ์ตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม (รูปที่ 6 ข.) ให้ผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ด้านการจ้างแรงงาน และการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรสูงกว่าสถานการณ์ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (รูปที่ 6 ก.) และนโยบายด้าน สิ่งแวดล้อม>เศรษฐกิจ>สังคม (รูปที่ 6 ก.) ในทำนองเดียวกันถ้าเปรียบเทียบผลลัพธ์จากสถานการณ์ตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>เศรษฐกิจ>สังคม (รูปที่ 6 ค.) พบว่าผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ด้านผลิตภาพของน้ำชลประทาน การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช การใช้ปุ๋ย N และการชะล้างพังทลาย มีค่าสูงกว่าวัตถุประสงค์เดียวกันในนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ลักษณะของกราฟผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการใช้วิธีการ STEP ในแต่ละสถานการณ์ไม่แตกต่างกันมาก ทำให้ง่ายต่อผู้ตัดสินใจในการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการจำลองแผนการใช้ที่ดิน และสามารถเลือกสถานการณ์ที่พึงพอใจมากที่สุด จากนั้นสามารถกลับไปเลือกนโยบายและสถานการณ์นั้นเพื่อคำนวณผลลัพธ์เฉพาะสถานการณ์นั้น โปรแกรม *IMGP-LPlan* จะแสดงผลลัพธ์ตัวแปรตัดสินใจ ผลลัพธ์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ และผลสัมฤทธิ์ ผู้ใช้สามารถจัดเก็บรายละเอียดเป็นไฟล์ Excel หรือ XML เพื่อนำไปวิเคราะห์รายละเอียดการใช้ทรัพยากรของสถานการณ์ที่เลือกไว้ต่อไป



รูปที่ 6 ผลสัมฤทธิ์จากการใช้วิธีการ STEP ในจังหวัดลำพูน ตามนโยบาย (ก) เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (ข) สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ (ค) สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ

การแสดงผลเป็นแผนที่

ผลลัพธ์ของตัวแปรตัดสินใจจากโปรแกรม *IMGP-LPlan* ไม่ว่าจะเป็นวิธีการใด จะได้เป็นค่าเนื้อที่ของระบบพืชต่างๆที่เป็นกิจกรรมในแบบจำลอง แต่ไม่อาจจะระบุว่าควรปลูกที่ใดในจังหวัดลำพูน ดังนั้นจึงต้องการการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ใน GIS เพื่อจัดสรรพื้นที่เหมาะสมตามความต้องการด้านคุณภาพที่ดินของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท กิจกรรมดังกล่าวเป็นงานหลักของโครงการวิจัยอีกโครงการหนึ่งของคณะนักวิจัยชุดเดียวกันนี้ ดังนั้น จึงไม่ขอก้าวในรายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์และการพัฒนาโปรแกรม *SLA* (Spatial land allocation) ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของโครงการดังกล่าว อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เห็นภาพการเชื่อมโยงระหว่างผลลัพธ์ของโปรแกรม *IMGP-LPlan* และ *SLA* จึงจะกล่าวถึงหลักการและผลจากการเชื่อมโยงระหว่าง 2 โปรแกรมโดยย่อ

การเชื่อมโยงระหว่าง *IMGP-LPlan* และ *SLA* สามารถทำได้ผ่านเมนูแสดงแผนที่ในโปรแกรม *IMGP-LPlan* ซึ่งผู้ใช้จะเรียกโปรแกรม *SLA* มาใช้งาน ต่อเมื่อผู้ตัดสินใจได้สถานการณ์ที่พอใจที่สุดแล้ว และผู้ใช้งานจะต้องจัดเก็บผลลัพธ์ของสถานการณ์นั้นเป็นไฟล์ .xml ดังนั้นเมื่อเปิดโปรแกรม *SLA* ไฟล์ .xml จะถูกเปิดแล้วแปลงเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่เชื่อมกับข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบ GIS ได้ เนื่องจากข้อมูลในไฟล์ .xml ประกอบด้วย ชื่อสถานการณ์ นโยบายหรือปรัชญาในการผลิต ชื่อหน่วยทรัพยากรที่ดิน (Land resource unit, LRU) เพื่อการผลิตพืช ชื่อระบบพืชและเนื้อที่เป้าหมายที่เหมาะสมที่สุด อันเป็นผลลัพธ์จากแบบจำลอง *IMGP* ดังนั้นโปรแกรม *SLA* จึงสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปจัดสรรพื้นที่เพาะปลูกให้โดยพิจารณาจากความเหมาะสมเชิงกายภาพของดิน ลำดับความสำคัญของพืช โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วย GIS ทั้งในระบบเวกเตอร์และราสเตอร์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง 2 ระบบ โปรแกรมสามารถให้ผู้ใช้งานจัดลำดับความสำคัญของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งใช้เป็นกฎเกณฑ์หนึ่งในการจัดสรรที่ดินเพื่อการเพาะปลูก

โปรแกรม *IMGP-LPlan* ได้รับการออกแบบให้สามารถใช้งานในโครงการวางแผนการใช้ที่ดินอื่นได้ ไม่ว่าจะเป็นระดับหมู่บ้าน โครงการชลประทาน ระดับลุ่มน้ำ หรือระดับกลุ่มจังหวัด เนื่องจากผู้ใช้งานสามารถกำหนด ตัวแปรตัดสินใจวัตถุประสงค์ และข้อจำกัดของแบบจำลองเองได้ โปรแกรมสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ในการเปลี่ยนนโยบาย คำนวณน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ เปลี่ยนสัมประสิทธิ์ต่างๆตามกิจกรรมที่อยู่ในแบบจำลอง ดังนั้นจึงมีศักยภาพในการใช้งานวางแผนการผลิตทางด้านการเกษตร การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ที่เป็นงานหลักประการหนึ่งของหลายหน่วยงาน

สรุป

โปรแกรม *IMGP-LPlan* ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนการวางแผนการผลิตทางเกษตร โดยใช้แบบจำลองการตัดสินใจแบบหลายเป้าหมาย (*IMGP*) และข้อมูลที่เป็นในการจัดทำสัมประสิทธิ์การผลิตในสมการวัตถุประสงค์และข้อจำกัดของแบบจำลอง *IMGP* ได้ทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรม *IMGP-LPlan* โดยใช้วิธีการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมของแบบจำลอง *IMGP* 3 วิธีการคือ *IWGP*, *Lu* และ *STEP* และใช้ชุดข้อมูลที่ตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติในการทดสอบ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการเขียนโปรแกรมเพื่อหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามวิธีการที่ทดสอบมีความถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการณีศึกษาที่ตีพิมพ์แล้ว ดังนั้นจึงมั่นใจได้ว่าโปรแกรม *IMGP-LPlan* ที่พัฒนาด้วยภาษา VisualBasic.NET และ มีส่วนการคำนวณหาผลลัพธ์ที่ใช้ชุดคำสั่งจากโปรแกรม *LINDO API* สามารถวิเคราะห์หาผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามวิธีการ *IMGP* ทั้ง 3 วิธีการได้ถูกต้อง

เมื่อนำโปรแกรม *IMGP-LPlan* ไปทดสอบหาแผนการผลิตทางเกษตรที่เหมาะสมในจังหวัดลำพูน โดยใช้สถานการณ์สมมุติจำนวน 24 แบบ ซึ่งกำหนดตามนโยบายหรือปรัชญาในการผลิต 3 แบบ คือ 1) เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม 2) สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และ 3) สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ โดยแต่ละนโยบายมี 8 สถานการณ์ ซึ่งมีความแตกต่างกันที่การให้น้ำหนักความสำคัญ ค่าเบี่ยงเบน หรือ ค่าผ่อนปรนของวัตถุประสงค์แล้วแต่วิธีการหาผลลัพธ์จากแบบจำลอง *IMGP* 3 วิธีการดังกล่าวข้างต้น แต่วิธีการ *STEP* สามารถตอบสนองต่อค่าผ่อนปรนที่ใช้ได้ดีกว่าอีก 2 วิธีการ ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าวิธีการ *STEP* เหมาะสมกับการหาผลลัพธ์จากแบบจำลอง *IMGP* และชุดข้อมูลด้านการมีการใช้ทรัพยากรทางเกษตรของจังหวัดลำพูนมากกว่าวิธีการอื่น ดังนั้นจึงอาจใช้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ที่ได้จากวิธีการ *STEP* ไปทำการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่โดยใช้โปรแกรมที่ใช้ขีดความสามารถในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ของ GIS เช่น โปรแกรม *SLA* (*Spatial Land Allocation*) ที่กำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนาโดยบางส่วนของคณะนักวิจัยชุดนี้

ผู้ใช้งานสามารถนำโปรแกรม *IMGP-LPlan* ไปใช้งานในการวางแผนการใช้ที่ดินที่มีวัตถุประสงค์และข้อจำกัดที่แตกต่างจากกรณีศึกษาอื่น ไม่ว่าจะเป็นระดับหมู่บ้าน โครงการชลประทาน ระดับลุ่มน้ำ หรือระดับกลุ่มจังหวัด ดังนั้นจึงมีศักยภาพในการใช้งานวางแผนการผลิตทางด้านการเกษตร การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ที่เป็นงานหลักประการหนึ่งของหลายหน่วยงาน

คำนิยาม: งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “การจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ตามสัญญาเลขที่ RDG51O0009

เอกสารอ้างอิง

- เมธี เอกะสิงห์ เจริญพล สำราญพงษ์ ชาญชัย แสงไชยสวัสดิ์ ประภัสสร พันธสมพงษ์ และเทวินทร์ แก้วเมืองมูล. 2551. ระบบวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ที่ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ ใน *รายงานการสัมมนาาระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 4* ระหว่างวันที่ 27-28 พฤษภาคม 2551. ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติเอ็มเพรส. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. น.75-89.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2548. *การวิเคราะห์รูปแบบฟาร์มผลิตพืชที่เหมาะสม กรณีศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ ขอนแก่น ลพบุรี สงขลา*. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Cohon, J.L. 1978. *Multiobjective Programming and Planning*. Academic Press, New York.
- de Wit, C.T., H. van Keulen, N.G. Seligman, and I. Spharim. 1988. Application of interactive multiple goal programming techniques for analysis and planning of regional agricultural development. *Agricultural Systems* 26:211-230.
- Jianbo, L., W. Zhaoqian, and F.W.T. Penning de Vries. 2002. Application of interactive multiple goal programming for red soil watershed development: a case study of Qingshishan watershed. *Agricultural Systems* 73:313-324.
- Laborte, A.G., M.K. Van Ittersum, and M.M. Van den Berg. 2007. Multi-scale analysis of agricultural development: A modelling approach for Ilocos Norte, Philippines. *Agricultural Systems* 94:862-873.

- Lu, C.H., M.K. van Ittersum, and R. Rabbinge. 2004. A scenario exploration of strategic land use options for the Loess Plateau in northern China. *Agricultural Systems* 79:145-170.
- Praneetvatakul, S., and A. Sirijinda. 2007. Sustainable Farming Systems Planning Using Goal Programming in Northern Thailand, p. 263-276, *In* Sustainable Land Use in Mountainous Regions of Southeast Asia.
- Roetter, R.P., C.T. Hoanh, A.G. Laborte, H. Van Keulen, M.K. Van Ittersum, C. Dreiser, C.A. Van Diepen, N. De Ridder, and H.H. Van Laar. 2005. Integration of Systems Network (SysNet) tools for regional land use scenario analysis in Asia. *Environmental Modelling & Software* 20:291-307.
- Romero, C., and T. Rehman. 2003. Chapter three Goal programming, p. 23-46, *In* Multicriteria Analysis for Agricultural Decisions. Elsevier.
- Santé -Riveira, I., R. Crecente-Maseda, and D. Miranda-Barros. 2008. GIS-based planning support system for rural land-use allocation. *Computers and Electronics in Agriculture* 63:257-273.
- Santé, I., and R. Crecente. 2007. LUSE, a decision support system for exploration of rural land use allocation: Application to the Terra Chã district of Galicia (N.W. Spain). *Agricultural Systems* 94:341-356.

ผลิภาพการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในระบบการผลิตพืชสำคัญของจังหวัดลำพูน¹

กุศล ทองงาม² ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์³ เบญจพรรณ เอกะสิงห์⁴ ประภัสสร พันธุ์สมพงษ์² และกมลพันธ์ เกิดมัน²

บทคัดย่อ

น้ำเพื่อการเกษตรมีความผันแปรตามสภาพนิเวศเกษตรต่างๆ การจัดทำหน่วยที่ดินเพื่อจัดการทรัพยากรทางเกษตรในจังหวัดลำพูน พบว่ามีแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรที่หลากหลายในพื้นที่ ได้แก่ แหล่งน้ำจากชลประทานขนาดใหญ่ ชลประทานขนาดกลาง และชลประทานขนาดเล็กประเภทฝายและอ่างเก็บน้ำ นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำจากโครงการสูบน้ำพลังไฟฟ้า แหล่งน้ำใต้ดิน รวมทั้งที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียวและยังมีการใช้ประโยชน์ที่ดินหลายประเภททั้งพืชล้มลุก และไม้ผล ดังนั้นการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำตามการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ จะเป็นประโยชน์สำหรับการวางแผนการจัดการที่ดินและน้ำได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ค่าดัชนีผลิภาพการใช้น้ำต่อระบบการผลิตพืช ประเมินจากผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสดของพืชต่อหน่วย ความต้องการใช้น้ำของพืชแต่ละระบบในแต่ละหน่วยการจัดการที่ดิน ซึ่งมีหน่วยเป็นบาทต่อลูกบาศก์เมตรของน้ำ การวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจเกษตรกร จำนวน 1,086 ครัวเรือน ปีการผลิต 2551/52 พบว่า ค่าดัชนีผลิภาพการใช้น้ำเพื่อการผลิตพืชมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 – 95.6 บาท/ลบ.เมตร โดยการปลูกข้าวนาปีบนพื้นที่ใช้น้ำบาดาลลึกกว่า 50 เมตร ที่มีสภาพพื้นที่ลาดชัน 5 – 20% มีค่าผลิภาพการใช้น้ำต่ำสุด (0.2 บาท/ลบ.เมตร) และการปลูกหอมแดงฤดูฝนเพื่อเป็นเมล็ดพันธุ์บนพื้นที่รับน้ำชลประทานร่วมกับการสูบน้ำใต้ดินลึกน้อยกว่า 50 เมตร ความลาดชัน 0-5% มีผลิภาพการใช้น้ำ สูงที่สุด (95.6 บาท/ลบ.เมตร) ระบบพืชที่มีค่าผลิภาพการใช้น้ำค่อนข้างต่ำได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง ข้าวนาปี-ถั่วเหลือง ข้าวนาปี-ยาสูบ และข้าวนาปีอย่างเดียว ส่วนระบบพืชที่มีค่าผลิภาพการใช้น้ำค่อนข้างสูง ได้แก่ การปลูกหอมแดงฤดูฝนเพื่อเป็นเมล็ดพันธุ์ ลำไยบางพื้นที่ ข้าว-พืชผัก เป็นต้น และเมื่อเปรียบเทียบตามประเภทแหล่งน้ำ โดยดูจากค่าเฉลี่ย พบว่าผลิภาพการใช้น้ำในการผลิตพืชบนพื้นที่อาศัยน้ำฝน โครงการชลประทานประเภทอ่างเก็บน้ำ ชลประทานขนาดใหญ่ ชลประทานประเภทเหมืองฝาย และโครงการชลประทานร่วมกับการสูบน้ำใต้ดิน > 50 เมตร มีค่าผลิภาพ

¹ บทควมนำเสนอในการประชุมวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติครั้งที่ 6 “ระบบเกษตรเพื่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม, 16-18

สิงหาคม 2553 ณ โรงแรมเจ.บี. อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

² ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (email: kusontho@chiangmai.ac.th)

³ ภาควิชาพืชศาสตร์ และศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (email: chanchai@chiangmai.ac.th)

⁴ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร และส่งเสริมการเกษตร และศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (email: bench.ek@chiangmai.ac.th)

การใช้น้ำโดยเฉลี่ยต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตพืชในพื้นที่การใช้น้ำจากโครงการสูบน้ำด้วยพลังไฟฟ้า การผลิตพืชโดยใช้น้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินอย่างเดียว โครงการชลประทานขนาดกลาง และโครงการชลประทานร่วมกับการสูบน้ำใต้ดิน < 50 เมตร

คำสำคัญ: ผลผลิตภาพการใช้น้ำ ภูมินิเวศแหล่งน้ำ หน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน

Abstract

Water availability for agriculture varies by agroecosystems. In constructing land resource units in Lamphun Province, it was found that there were various sources of water for agriculture, namely from small, medium, and large irrigation projects including from weirs, reservoirs, ground water, and from electric pumping from surface water. These cover also various annual and perennial crops. To evaluate water productivity from these different sources and land use systems is useful for appropriate and efficient land and water management.

Water productivity indices were obtained by dividing gross margin from the cropping systems by their water requirement. The unit of these indices would be baht per cubic metre of water use. Analysis in production year 2008/2009 using data from a farm survey among 1,086 households revealed that water productivity ranged from 0.20-95.6 baht per cu.m. The lowest water productivity was from rice production using more than 50 m. depth ground water in a medium-sloped land of 5-20% (0.20 baht per cu. m). The highest water productivity was found in shallot production for seed in low-sloped land (0-5%) using water from irrigation projects supplemented by ground water from less than 50 m. depth well (95.6 baht per cu.m). Among the cropping systems yielding low water productivity were the production of wet rice-dry rice, wet rice-soybean, wet rice-tobacco and wet rice only. Among the cropping systems yielding high water productivity were shallot production for seed, longan production and wet rice-vegetable production. Comparing irrigation systems, using water in rainfed systems, from reservoirs, weirs, large irrigation systems and irrigation projects together with ≥ 50 m. depth ground water wells yielded low water productivity compared with using water from electric pumping project, ground water only, medium irrigation projects and irrigation projects with < 50 m depth ground water wells.

Keywords: water productivity, water ecology, land resource unit.

บทนำ

น้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการทำการเกษตร ปริมาณน้ำที่พอเพียงและเหมาะสมต่อสภาพการผลิตพืชแต่ละชนิด มีส่วนทำให้ผลผลิตและรายได้ของเกษตรกรเพิ่มขึ้น ปัจจุบันแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรที่สำคัญได้จากชลประทาน เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ฝาย ซึ่งในบางพื้นที่ที่ระบบชลประทานไม่สมบูรณ์ ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการผลิต เกษตรกรต้องอาศัยน้ำจากแหล่งอื่นด้วย เช่น การสูบน้ำเพิ่มจากแหล่งน้ำใต้ดิน การใช้น้ำจากโครงการพลังสูบน้ำพลังไฟฟ้า รวมทั้งยังมีพื้นที่เพาะปลูกอีกเป็นจำนวนมากที่ต้องอาศัยน้ำฝน ซึ่งการปลูกพืชในพื้นที่เหล่านี้ในช่วงเวลาที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้พืชไม่ได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอตามที่ต้องการ

จังหวัดลำพูนเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีระบบการผลิตทางเกษตรที่หลากหลาย มีการใช้น้ำในการผลิตจากหลายแหล่ง ทั้งจากโครงการชลประทานขนาดใหญ่ เช่น เขื่อนแม่กวง ซึ่งพื้นที่ตั้งเขื่อนอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ ชลประทานขนาดกลาง (ฝายแม่ปิงเก่า) และชลประทานขนาดเล็กประเภทอ่างเก็บน้ำ และฝายต่างๆ อย่างไรก็ตามการชลประทานเหล่านี้ยังกระจายไม่ทั่วถึงทุกพื้นที่ รวมทั้งปริมาณน้ำก็ไม่เพียงพอโดยเฉพาะในฤดูแล้ง เกษตรกรจึงต้องมีการใช้น้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินซึ่งมีทั้งการสูบน้ำจากบาดาลน้ำตื้นและบาดาลน้ำลึก โครงการสูบน้ำพลังไฟฟ้า รวมทั้งพื้นที่อาศัยน้ำฝน ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนในการใช้น้ำแตกต่างกัน รวมทั้งส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตที่ได้ ทำให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนจากการผลิตแตกต่างกัน การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย “การจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์” สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โดยมีวัตถุประสงค์ของโครงการ ในการจัดทำหน่วยแผนที่เพื่อการจัดการทรัพยากรและประเมินศักยภาพของทรัพยากรที่ดินในการผลิตพืชที่สำคัญของจังหวัดลำพูน รวมทั้งการจัดทำแบบจำลองเพื่อสนับสนุนการหาทางเลือกในการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับสถานการณ์การตัดสินใจที่มีหลายวัตถุประสงค์ (เบญจพรพรณ และคณะ, 2552) โดยผลงานที่นำเสนอในที่นี้ เป็นการประเมินผลผลิตภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ ตามหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดินที่โครงการฯ จัดทำขึ้น เพื่อประโยชน์ในการใช้เป็นแนวทางวางแผนการจัดการที่ดินเพื่อการผลิตพืชได้อย่างเหมาะสม

วัตถุประสงค์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ ในการผลิตพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดลำพูน เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการที่ดินที่เหมาะสม

วิธีการศึกษา

ในการประเมินผลผลิตภาพเพื่อการใช้น้ำในการเกษตรครั้งนี้ ได้ ประเมินตามหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit: LRU) ซึ่งในการจัดทำหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดินนี้ ได้ใช้วิธีการซ้อนทับระหว่างข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลขอบเขตชลประทานและแหล่งน้ำ และข้อมูลสภาพภูมิประเทศตามความลาดชันของพื้นที่ ดังรายละเอียด (เบญจพรพรณ และคณะ, 2553)

ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

สำหรับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ทำการจำแนกการใช้ที่ดินออกเป็นกลุ่มใหญ่ตามการใช้ที่ดินปัจจุบัน และตามพืชเศรษฐกิจหลักของจังหวัดลำพูน โดยใช้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2543 (ชาญชัย และคณะ, 2548) และ

ปี พ.ศ. 2549 รวมทั้งทำการสำรวจพื้นที่และปรับแก้ข้อมูล เพื่อให้ได้เป็นแผนที่ข้อมูลการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2551 ซึ่งผลการจำแนกการใช้ที่ดิน ได้เป็นพื้นที่การผลิตพืชสำคัญดังต่อไปนี้

- พืชฤดูฝน ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง หอมแดงฤดูฝน
- พืชฤดูแล้ง (ปลูกตามหลังข้าวนาปี) ได้แก่ ข้าวนาปรัง หอมแดง กระเทียม ข้าวโพดฝักอ่อน ถั่วเหลือง มันฝรั่ง ยาสูบ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และพืชผัก
- ไม้ยืนต้น ได้แก่ ลำไย มะม่วง

ข้อมูลแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำที่ใช้สำหรับการเกษตรในจังหวัดลำพูนแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือ แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดินและน้ำฝน โดยสำหรับแหล่งน้ำผิวดินประกอบด้วย โครงการชลประทานขนาดใหญ่ โครงการชลประทานขนาดกลาง โครงการชลประทานขนาดเล็กประเภทอ่างเก็บน้ำ และฝาย และโครงการสูบน้ำพลังไฟฟ้า ส่วนแหล่งน้ำใต้ดินหรือบ่อบาดาลนั้น เนื่องจากความแปรปรวนของสภาพพื้นที่ทำให้ความลึกของบ่อบาดาลมีความแตกต่างกันซึ่งส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำสำหรับการผลิต จึงได้แบ่งชั้นความลึกของบ่อบาดาลออกเป็น 2 ชั้นคือ ความลึกน้อยกว่า 50 เมตร และมากกว่า 50 เมตร ส่วนพื้นที่เกษตรที่อยู่นอกพื้นที่เขตการใช้น้ำข้างต้นถือว่าเป็นพื้นที่ใช้น้ำฝนเป็นหลัก

ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ

ข้อมูลสภาพภูมิประเทศเชิงพื้นที่ หรือชั้นข้อมูลความสูงต่อเนื่อง (Digital Elevation Model ; DEM) ถูกนำมาใช้ในการประเมินความลาดชัน และทำการจัดกลุ่มใหม่โดยแบ่งการใช้ที่ดินตามลักษณะความลาดชัน เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ พื้นที่ที่มีความลาดชัน 0-5%, 5 - 20% และ > 20%

ในการจัดทำหน่วยแผนที่เพื่อจัดการทรัพยากรที่ดิน เบื้องต้นนำข้อมูลแหล่งน้ำ และความลาดชันของพื้นที่ที่ได้ทำการจัดกลุ่มมาทำการซ้อนทับชั้นข้อมูลเข้าด้วยกัน หลังจากการซ้อนทับจะมี combination ระหว่างข้อมูลออกมา 28 หน่วยแผนที่ ดังตารางที่ 1 จากนั้นนำแผนที่ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในการผลิตพืชสำคัญมาวางซ้อนทับ เพื่อได้เป็นหน่วยแผนที่เพื่อจัดการทรัพยากรที่ดินในการนำไปวางแผนเก็บข้อมูลและประมวลผลเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

การเก็บข้อมูลการผลิตพืช

จากข้อมูลเชิงแผนที่ ที่ได้จำแนกพื้นที่เป็นหน่วยจัดการทรัพยากรที่ดินได้นำไปใช้วางแผนเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตพืชภาคสนาม โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรให้ครอบคลุมทุกระบบพืชหลักที่ปลูกบนพื้นที่ที่กำหนดทั้งที่เป็นพืชอายุสั้นและไม่ผล โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างกระจายตามหน่วยแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยกำหนดสัดส่วนจำนวนตัวอย่างที่ต้องเก็บรวบรวมข้อมูลผันแปรตามขนาดของพื้นที่ปลูกจริง โดยถ้าเป็นระบบพืช ที่มีพื้นที่ปลูกรวมขนาดใหญ่ ก็ให้สัดส่วน 600 ไร่ต่อ 1 ตัวอย่าง ถ้าเป็นระบบพืช ที่มีพื้นที่ปลูกรวมขนาดกลางก็ให้สัดส่วน 300 ไร่ ต่อ 1 ตัวอย่าง ถ้าเป็นระบบพืช ที่มีพื้นที่ปลูกรวมน้อย ก็ให้สัดส่วน 150 ไร่ ต่อ 1 ตัวอย่าง เป็นต้น ทั้งนี้การเก็บข้อมูลจะให้ความสำคัญกับหน่วยการใช้ที่ดินขนาดใหญ่ก่อน แต่ในกรณีที่พื้นที่ศึกษามีขนาดเล็กก็ใช้วิธีวางแผนเก็บสำรวจข้อมูลแบบเฉพาะเจาะจง รวมจำนวนตัวอย่างที่เก็บข้อมูลภาคสนามเฉพาะพืชทั้งสิ้น 1,418 ตัวอย่าง จากจำนวนเกษตรกร 1,086 ครัวเรือน ครอบคลุมทั้ง 8 อำเภอของจังหวัดลำพูน กระจายไปในระบบพืชต่างๆ ที่ผลิตทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง ได้แก่ ข้าวนาปีและข้าวนาปรัง จำนวน 588 ตัวอย่าง พืชไร่ เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ยาสูบ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ จำนวน 215 ตัวอย่าง พืชผัก เช่น

กระเทียม หอมแดง ข้าวโพดฝักอ่อน มันฝรั่ง พืชผักต่างๆ จำนวน 224 ตัวอย่าง ไม้ผล ได้แก่ ลำไย มะม่วง จำนวน 391 ตัวอย่าง โดยในการเก็บข้อมูลใช้การสัมภาษณ์ตามระบบพืชที่เกษตรกรผลิตในแต่ละหน่วยที่ดิน ข้อมูลที่สัมภาษณ์ ประกอบด้วยข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และรายละเอียดการผลิตพืชตัวอย่างตั้งแต่พื้นที่การผลิต ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด การใช้แรงงานครัวเรือนและแรงงานจ้างในแต่ละกิจกรรม ราคาปัจจัยการผลิต ผลผลิตที่ได้ ราคาจำหน่ายผลผลิต รายได้จากการจำหน่ายผลผลิต เป็นต้น

ตารางที่ 1 หน่วยแผนที่เพื่อจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) และระบบพืชหลักในจังหวัด

ลำพูน

LRU	ระบบชลประทาน	ชั้นความลาดชัน	ระบบพืชหลัก
I1LS1	โครงการชลประทานขนาดใหญ่	0-5%	ข้าวนาปี(RZ) ข้าวนาปี-ข้าวนาปรัง(RR) ข้าวนาปี-หอมแดง(RO) ข้าวนาปี-กระเทียม (RG) ข้าวนาปี- ข้าวโพดฝักอ่อน (RB) ข้าวนาปี-ถั่วเหลือง (RS) ข้าวนาปี-มันฝรั่ง (RP) ข้าวนาปี-ยาสูบ(RT) ข้าวนาปี-พืชผัก(RV) ข้าวนาปี-ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (RC) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (MZ) ถั่วลิสง (SZ) หอมแดงฤดูฝน (OZ) ลำไย (LG) มะม่วง (MG)
I1LS2	โครงการชลประทานขนาดใหญ่	5-20%	
I1LS3	โครงการชลประทานขนาดใหญ่	>20%	
I1MS1	โครงการชลประทานขนาดกลาง	0-5%	
I1MS2	โครงการชลประทานขนาดกลาง	5-20%	
I1Ms3	โครงการชลประทานขนาดกลาง	>20%	
I1WS1	โครงการชลประทานเหมืองฝาย	0-5%	
I1WS2	โครงการชลประทานเหมืองฝาย	5-20%	
I1WS3	โครงการชลประทานเหมืองฝาย	>20%	
I1RS1	โครงการชลประทานแบบอ่างเก็บน้ำ	0-5%	
I1RS2	โครงการชลประทานแบบอ่างเก็บน้ำ	5-20%	
I1RS3	โครงการชลประทานแบบอ่างเก็บน้ำ	>20%	
I2S1	โครงการชลประทานและ ระบายน้ำได้ดิน (< 50 m.)	0-5%	
I2S2	โครงการชลประทานและ ระบายน้ำได้ดิน (< 50 m.)	5-20%	
I2S3	โครงการชลประทานและ ระบายน้ำได้ดิน (< 50 m.)	>20%	
I3S1	โครงการชลประทาน และระบายน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	0-5%	
I3S2	โครงการชลประทาน และระบายน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	5-20%	
I4S1	ระบายน้ำได้ดิน (< 50 m.)	0-5%	
I4S2	ระบายน้ำได้ดิน (< 50 m.)	5-20%	
I4S3	ระบายน้ำได้ดิน (< 50 m.)	>20%	
I5S1	ระบายน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	0-5%	
I5S2	ระบายน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	5-20%	
I5S3	ระบายน้ำได้ดิน (>= 50 m.)	>20%	
I6S1	ระบายน้ำด้วยไฟฟ้า	0-5%	
I6S2	ระบายน้ำด้วยไฟฟ้า	5-20%	
I7S1	อาศัยน้ำฝน	0-5%	
I7S2	อาศัยน้ำฝน	5-20%	
I7S3	อาศัยน้ำฝน	>20%	

การวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลตัวอย่างพืชที่สัมฤทธิ์ผลทั้งหมด ได้นำมาใช้วิเคราะห์คำนวณหาผลตอบแทนจากการผลิต โดยจำแนกเป็นระบบการผลิตพืชที่สำคัญตามหน่วยแผนที่เพื่อจัดการทรัพยากรที่ดินที่ได้จำแนกไว้ ระบบพืชสำคัญที่วิเคราะห์ประกอบด้วยระบบข้าวนาปี(RZ) ข้าวนาปี-ข้าวนาปรัง(RR) ข้าวนาปี-หอมแดง(RO) ข้าวนาปี-กระเทียม (RG) ข้าวนาปี-ข้าวโพดฝักอ่อน (RB) ข้าวนาปี-ถั่วเหลือง (RS) ข้าวนาปี-มันฝรั่ง (RP) ข้าวนาปี-ยาสูบ(RT) ข้าวนาปี-พืชผัก(RV) ข้าวนาปี-

ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (RC) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (MZ) ถั่วลิสง (SZ) หอมแดงฤดูฝน (OZ) รวมถึงไม้ผลได้แก่ ลำไย (LG) และ มะม่วง (MG) ซึ่งข้อมูลการผลิตพืชจากการสำรวจภาคสนามได้นำมาวิเคราะห์ตามหน่วยแผนที่เพื่อการจัดการทรัพยากรที่ดินที่ได้จำแนกไว้ข้างต้น ในบางหน่วยที่ดินที่ไม่มีการปลูกพืชบางชนิดในปีการผลิต 2551/52 แต่เป็นหน่วยพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตได้ ในการวิเคราะห์ได้นำตัวอย่างการผลิตจากหน่วยที่ดินอื่นมาใช้วิเคราะห์หาผลตอบแทนจากการผลิตพืชแทนบ้าง (เช่น ข้าว-ยาสูบ ข้าว-หอมแดง) ทำให้ได้หน่วยการใช้ประโยชน์ที่ดินตามระบบพืชรวมทั้งหมด 149 หน่วย (ตารางผนวกที่ 1) ตัวอย่างความหมายของบางระบบพืชในหน่วยการจัดการที่ดินต่างๆ เช่น RR_1LS1 หมายถึง ระบบการผลิตข้าวนาปี-นาปรัง บนพื้นที่โครงการชลประทานขนาดใหญ่ ความลาดชัน 0-5%

ในการคำนวณผลตอบแทนในที่นี้จะใช้ผลตอบแทนเนื้อต้นทุนเงินสด (ไม่รวมค่าแรงงานครอบครัว) ประเมินต่อปริมาณความต้องการน้ำของพืชแต่ละระบบ เพื่อวัดผลิตภาพจากการใช้น้ำในการผลิตพืชแต่ละระบบที่จำแนกตามหน่วยแผนที่เพื่อการจัดการทรัพยากรที่ดิน (ระบบพืช แหล่งน้ำที่ใช้ และสภาพความลาดชัน)

$$\begin{aligned} \text{ผลตอบแทนเนื้อต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)} &= (\text{ผลผลิต} \times \text{ราคา}) - \text{ต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสด} \\ \text{ผลิตภาพการใช้น้ำ (บาท/ลบ.เมตร)} &= \frac{\text{ผลตอบแทนเนื้อต้นทุนเงินสดของพืช (บาท/ไร่)}}{\text{ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (ลบ. เมตร/ไร่)}} \end{aligned}$$

สำหรับปริมาณความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิดสามารถประเมินได้จากผลต่างของข้อมูลสภาพภูมิอากาศ 2 ประเภท คือ ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ และค่าการคายระเหยน้ำจริงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ หารด้วยประสิทธิภาพของน้ำชลประทาน ดังสมการ (เบญจพรพน และคณะ, 2552)

$$IWR = \frac{ET_c + R_{eff}}{I_{eff}}$$

IWR = ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (มม.)

ET_c = ปริมาณความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิด หรือค่าการคายระเหยน้ำจริง (มม.)

R_{eff} = ปริมาณน้ำฝนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (มม.)

I_{eff} = ค่าประสิทธิภาพชลประทาน (มม.)

โดยข้อมูลปริมาณน้ำฝนได้จากการรวบรวมข้อมูลที่ได้จริงในอดีตถึงปัจจุบัน ที่ได้มีการบันทึกในแต่ละสถานีวัดอากาศจากหน่วยงานของกรมอุตุนิยมวิทยาหรืออื่นๆ แล้วนำมาประเมินเป็นข้อมูลแผนที่ปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่โดยระบบภูมิสารสนเทศ สำหรับข้อมูลค่าการคายระเหยน้ำจริง เกิดจากผลคูณของค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำ (Potential Evapotranspiration, ET_0) ซึ่งได้จากการวัดข้อมูลในสถานีอุตุนิยมวิทยา หรือสามารถคำนวณได้จากสมการ FAO Penman-Monteith กับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop coefficient, K_c) ซึ่งเป็นค่าที่เกิดจากการเปรียบเทียบปริมาณความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิดกับพืชอ้างอิงในช่วงระยะเวลาต่างๆ ของช่วงการเจริญเติบโตของพืช ส่วนค่าประสิทธิภาพของน้ำชลประทาน ประเมินจากการสูญเสียของน้ำชลประทานอันเนื่องมาจากการระเหยและรั่วซึมของคลอง

รวมถึงความแตกต่างกันของรูปแบบการให้น้ำแก่พืชของเกษตรกร ซึ่งในการประเมินครั้งนี้กำหนดให้ประสิทธิภาพของน้ำชลประทานมีค่าเท่ากับ 50 % จากข้อมูลความต้องการน้ำที่ได้ ถูกนำมาซ้อนทับกับข้อมูลหน่วยแผนที่เพื่อการจัดการทรัพยากรที่ดินเพื่อหาค่าปริมาณความต้องการน้ำของพืชในแต่ละหน่วยการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ลูกบาศก์เมตร/ไร่) เพื่อวิเคราะห์หาผลผลิตภาพการใช้น้ำข้างต้น

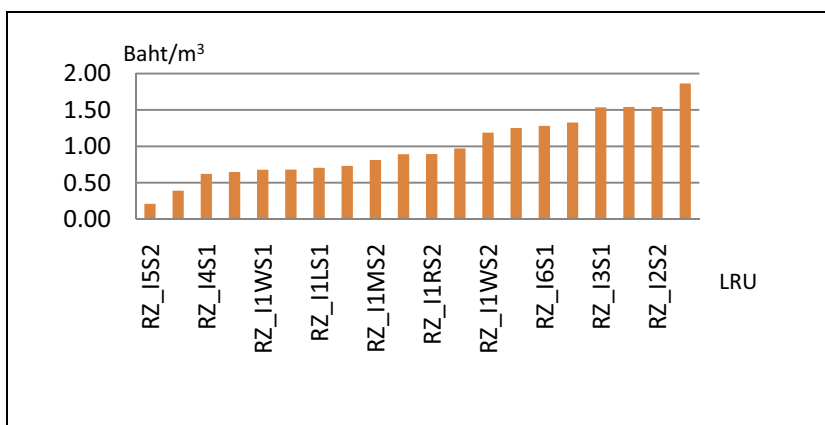
ผลการศึกษา

จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินตามหน่วยแผนที่เพื่อการจัดการทรัพยากรที่ดิน ที่จำแนกได้รวมทั้งหมด 149 หน่วย ผลการประเมินผลผลิตภาพการใช้น้ำในภาพรวมทั้งหมด พบว่าค่าผลผลิตภาพการใช้น้ำมีค่ากระจายอยู่ระหว่าง 0.21 – 95.6 บาท/ลบ.เมตร โดยการปลูกข้าวนาปีบนพื้นที่ที่ให้น้ำบาดาลลึกกว่า 50 เมตร ที่มีสภาพพื้นที่ลาดชัน 5 – 20% (RZ_I5S2) มีค่าผลผลิตภาพการใช้น้ำต่ำสุด (0.21 บาท/ลบ.เมตร) และการปลูกหอมแดงฤดูฝนเพื่อเป็นเมล็ดพันธุ์บนพื้นที่รับน้ำชลประทานร่วมกับการสูบน้ำใต้ดินลึกน้อยกว่า 50 เมตรความลาดชันไม่เกิน 5% (OZ_I2S1) มีผลผลิตภาพการใช้น้ำสูงที่สุด (95.6 บาท/ลบ.เมตร) ระบบพืชที่มีค่าผลผลิตภาพการใช้น้ำค่อนข้างต่ำ (มีค่าผลผลิตภาพ 0.21- 1.0 บาท/ลบ.เมตร) ได้แก่ ข้าวนาปี- ข้าวนาปรัง ข้าวนาปี-ถั่วเหลือง ข้าวนาปี-ยาสูบ และข้าวนาปีอย่างเดียว ส่วนระบบพืชที่มีค่าผลผลิตภาพการใช้น้ำค่อนข้างสูง (มากกว่า 20 บาท/ลบ.เมตร) เช่น การปลูกหอมแดงฤดูฝนเพื่อจำหน่ายเป็นเมล็ดพันธุ์ ลำไยบางพื้นที่ ข้าว-พืชผัก เป็นต้น ทั้งนี้ในทุกะบบพืช ทุกสภาพพื้นที่และทุกแหล่งน้ำค่ามีผลผลิตภาพการใช้น้ำโดยเฉลี่ยเท่ากับ 7.5 บาท/ลบ.เมตร และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14.5 บาท/ลบ.เมตร (รายละเอียดค่าผลผลิตภาพการใช้น้ำในแต่ละหน่วยการจัดการทรัพยากรดิน แสดงในตารางผนวกที่ 1)

การแสดงผลที่ได้ในขั้นนี้ ได้นำผลการประเมินผลผลิตภาพการใช้น้ำในการผลิตข้าวนาปีในทุกประเภทแหล่งน้ำ และผลผลิตภาพการใช้น้ำในการผลิตตามระบบพืชหลักของจังหวัดลำพูนเสนอผลตามประเภทแหล่งน้ำ

ผลผลิตภาพการใช้น้ำในการผลิตข้าวนาปี

สำหรับข้าวนาปี ซึ่งเป็นพืชหลักที่เกษตรกรปลูกกระจายบนพื้นที่นาในทุกประเภทแหล่งน้ำ ผลการประเมินผลผลิตภาพการใช้น้ำในการผลิตข้าว พบว่า ค่าผลผลิตภาพการใช้น้ำมีค่ากระจาย ตั้งแต่ 0.2 – 1.9 บาท/ลบ.เมตร โดยที่การผลิตข้าวบนพื้นที่ที่ให้น้ำบาดาลลึกกว่า 50 เมตร และการปลูกบนพื้นที่โครงการสูบน้ำพลังงานไฟฟ้า ที่มีสภาพพื้นที่ลาดชัน 5 – 20% มีค่าผลผลิตภาพการใช้น้ำต่ำสุด คือประมาณ 0.2 และ 0.4 บาท/ลบ.เมตร ตามลำดับ ส่วนการผลิตบนพื้นที่รับน้ำชลประทานร่วมกับการสูบน้ำใต้ดินทั้งมีความลาดชัน 0-5% และ 5-20% มีผลผลิตภาพการใช้น้ำสูงที่สุด คือมีค่าระหว่าง 1.5 – 1.9 บาท/ลบ.เมตร และเมื่อดูเฉพาะการผลิตข้าวนาปีบนพื้นที่รับน้ำชลประทานขนาดใหญ่ ขนาดกลาง รวมทั้งจากอ่างเก็บน้ำหรือฝายเพียงอย่างเดียว พบว่าผลผลิตภาพการใช้น้ำมีค่าระหว่าง 0.7- 1.10 บาท/ลบ.เมตร ต่ำกว่าการผลิตบนพื้นที่รับน้ำชลประทานร่วมกับการสูบน้ำใต้ดิน ส่วนการผลิตโดยอาศัยน้ำฝน ค่าผลผลิตภาพการใช้น้ำมีค่าระดับปานกลาง คือเท่ากับ 1.3 บาท/ลบ.เมตร บนพื้นที่ลาดชัน 0-5% และเท่ากับ 0.7 บาท/ลบ.เมตร บนพื้นที่ลาดชัน 5-20% (ภาพที่ 1)

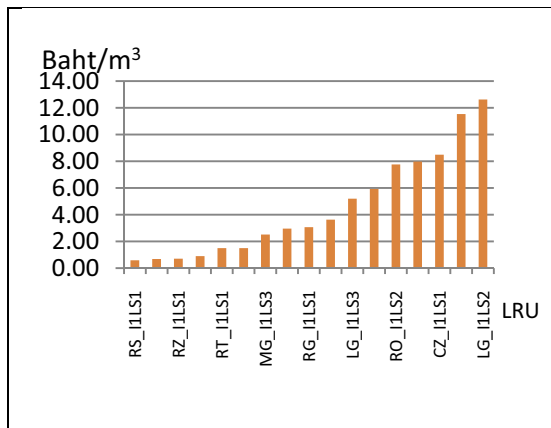


ภาพที่ 1 ผลิตภาพการใช้น้ำในการผลิตข้าวนาปีในแต่ละหน่วยการจัดการทรัพยากรดิน

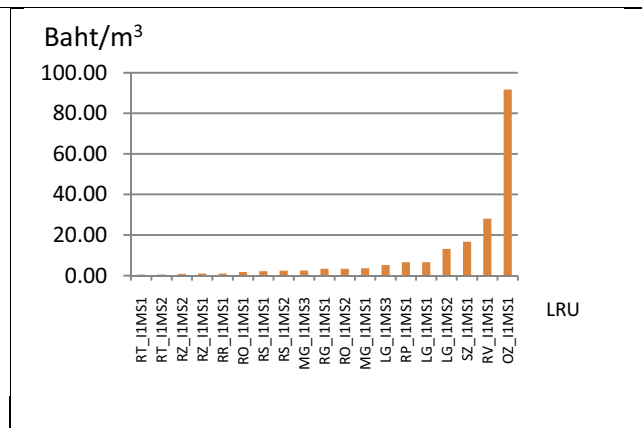
ผลิตภาพการใช้น้ำในการผลิตพืชจำแนกตามแหล่งน้ำ

สำหรับการประเมินผลิตภาพการใช้น้ำจำแนกตามกลุ่มพื้นที่แหล่งน้ำที่ใช้ในการผลิต ซึ่งจำแนกได้เป็น 10 กลุ่ม คือ 1)โครงการชลประทานขนาดใหญ่ 2) โครงการชลประทานขนาดกลาง 3) โครงการชลประทานเหมืองฝาย 4)โครงการชลประทานแบบอ่างเก็บน้ำ 5)โครงการชลประทานและ สูบน้ำได้ดิน < 50 m. 6) โครงการชลประทาน และสูบน้ำได้ดิน >= 50 m. 7) สูบน้ำได้ดิน< 50 m. 8) สูบน้ำได้ดิน >= 50 m. 9) โครงการสูบน้ำพลังไฟฟ้า และ 10) อาศัยน้ำฝน

ผลการประเมินผลิตภาพการใช้น้ำในการผลิตพืชบนพื้นที่รับน้ำจากโครงการชลประทานขนาดใหญ่ พบว่าการปลูกข้าวตามด้วยถั่วเหลืองบนพื้นที่ลาดชันน้อยกว่า 5 % มีผลิตภาพการใช้น้ำต่ำสุด คือเท่ากับ 0.59 บาท/ลบ.เมตร และการปลูกถั่วบนพื้นที่ลาดชัน 0-5 % และ 5 – 20% มีผลิตภาพการใช้น้ำสูงสุด คือเท่ากับ 11.5 และ 12.6 บาท/ลบ.เมตร ตามลำดับ ส่วนการปลูกข้าวนาปี และการปลูกข้าวนาปี-ยาสูบ ที่เกษตรกรมีการปลูกมากพบว่าผลิตภาพการใช้น้ำอยู่ที่ระดับ 0.7 และ1.5 บาท/ลบ.เมตรตามลำดับ (ภาพที่ 2) ส่วนการผลิตพืชบนพื้นที่รับน้ำจากโครงการชลประทานขนาดกลาง พบว่า การปลูกข้าวตามด้วยยาสูบบนพื้นที่ลาดชัน 0-5 % และ 5 – 20% มีผลิตภาพการใช้น้ำต่ำที่สุด คือ 0.5 บาท/ลบ.เมตร ตามด้วยการปลูกข้าวนาปี โดยที่การปลูกหอมแดงฤดูฝนเพื่อทำเป็นเมล็ดพันธุ์บนพื้นที่ลาดชัน0-5 % มีผลิตภาพการใช้น้ำสูงที่สุดโดยสูงถึง 91.7 บาท/ลบ.เมตร (ภาพที่ 3)

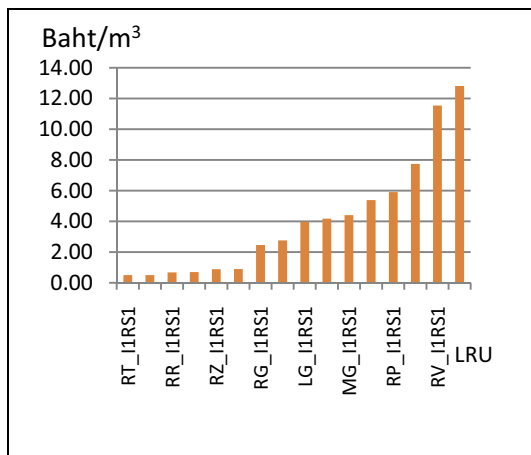


ภาพที่ 2 ผลิตภาพการใช้น้ำ โครงการชลประทานขนาดใหญ่

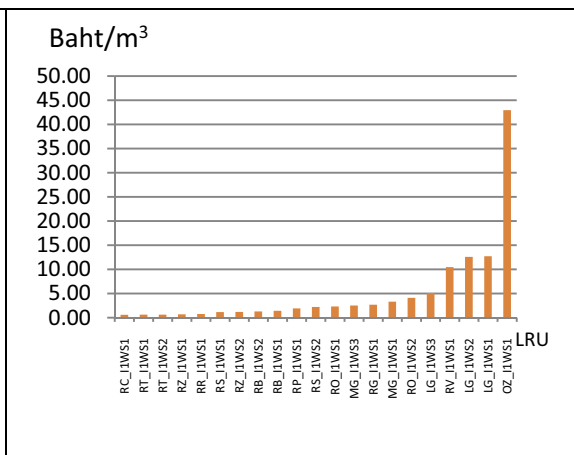


ภาพที่ 3 ผลิตภาพการใช้น้ำ โครงการชลประทานขนาดกลาง

พื้นที่การผลิตพืชส่วนใหญ่ของจังหวัดลำพูน เป็นพื้นที่รับน้ำจากชลประทานประเภทอ่างเก็บน้ำและฝาย จากผลการประเมิน พบว่า บนพื้นที่รับน้ำจากอ่างเก็บน้ำ การผลิตลำไยบนพื้นที่ลาดชัน 5-20% มีผลิตภาพการใช้น้ำสูงสุด คือ 12.8 บาท/ลบ.เมตร รองลงมาเป็นการผลิตข้าวตามด้วยพืชผัก (11.5 บาท/ลบ.เมตร) โดยที่การปลูกข้าวนาปีตามด้วยยาสูบ มีผลิตภาพการใช้น้ำต่ำสุด (0.51 บาท/ลบ.เมตร) ระบบพืชอื่นๆ ได้แก่ การปลูกข้าวนาปีตามด้วยข้าวนาปรัง การปลูกข้าวนาปีตามด้วยถั่วเหลือง และการปลูกข้าวนาปีเพียงอย่างเดียว มีผลิตภาพการใช้น้ำค่อนข้างต่ำ คือเท่ากับ 0.68 0.71 บาท/ลบ.เมตรและ 0.89 บาท/ลบ.เมตรเรียงตามลำดับ (ภาพที่ 4) ส่วนการผลิตพืชบนพื้นที่รับน้ำจากโครงการชลประทานประเภทฝาย พบว่า การปลูกข้าวนาปีตามด้วยข้าวโพดเมล็ดพันธุ์มีผลิตภาพการใช้น้ำต่ำที่สุด คือ 0.58 บาท/ลบ.เมตร รองลงมาเป็นการปลูกข้าวนาปีตามด้วยยาสูบ ข้าวนาปีอย่างเดียว และข้าวนาปีตามด้วยข้าวนาปรัง (ผลิตภาพ 0.58 0.62 0.68 และ 0.75 บาท/ลบ.เมตร) โดยที่การปลูกหอมแดงฤดูฝนเพื่อทำเป็นเมล็ดพันธุ์บนพื้นที่ลาดชัน 0-5 % มีผลิตภาพการใช้น้ำสูงสุด คือเท่ากับ 42.96 บาท/ลบ.เมตร ส่วนระบบพืชอื่นที่มีผลิตภาพการใช้น้ำค่อนข้างดี ได้แก่ ลำไย ข้าวนาปี-พืชผัก เป็นต้น (ภาพที่ 5)

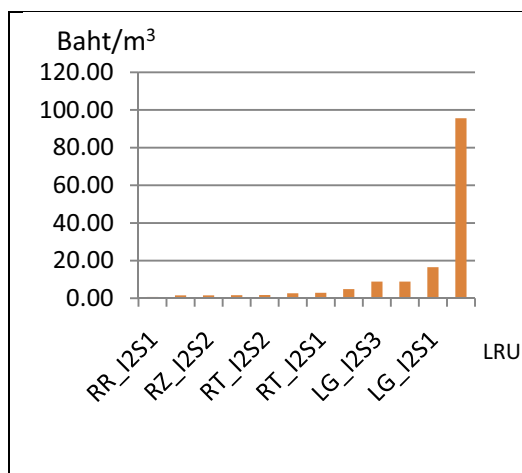


ภาพที่ 4 ผลิตภาพการใช้น้ำ ชลประทานประเภทอ่างเก็บน้ำ

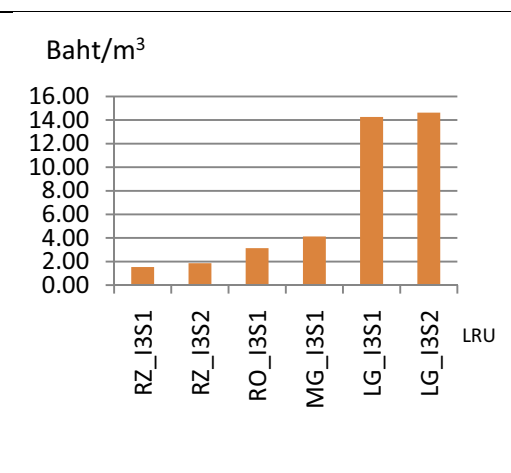


ภาพที่ 5 ผลิตภาพการใช้น้ำ ชลประทานประเภทฝาย

ในบางพื้นที่แม้พื้นที่การเกษตรจะตั้งอยู่ในเขตชลประทาน แต่เกษตรกรต้องสูบน้ำมาใช้เพิ่มเติมด้วย ผลการประเมินผลผลิตภาพการใช้น้ำในระบบพืชที่ปลูกบนพื้นที่รับน้ำชลประทานร่วมกับการสูบน้ำบาดาลลึกน้อยกว่า 50 เมตร พบว่า ระบบข้าวนาปีตามด้วยข้าวนาปรังมีผลผลิตภาพการใช้น้ำต่ำที่สุด คือเท่ากับ 0.75 บาท/ลบ.เมตร ระบบพืชที่มีผลผลิตภาพค่อนข้างต่ำ ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวนาปีตามด้วยหอมแดง และข้าวนาปีตามด้วยยาสูบ ส่วนพืชที่มีผลผลิตภาพการใช้น้ำสูงสุด (95.5 บาท/ลบ.เมตร) ได้แก่ หอมแดงฤดูฝนเพื่อทำเป็นเมล็ดพันธุ์บนพื้นที่ลาดชัน 0-5 % ตามด้วยการปลูกลำไยบนพื้นที่ลาดชัน 0-5 % (ภาพที่ 6) และสำหรับระบบพืชที่ปลูกบนพื้นที่รับน้ำชลประทานร่วมกับการสูบน้ำบาดาลลึกมากกว่า 50 เมตร พบระบบพืชที่ปลูกมีไม่มากนักโดยที่ระบบข้าวนาปีอย่างเดียวมีผลผลิตภาพต่ำที่สุด คือ 1.5-1.8 บาท/ลบ.เมตร ขณะที่การปลูกลำไยมีผลผลิตภาพสูงที่สุด คือประมาณ 14 บาท/ลบ.เมตร (ภาพที่ 7)

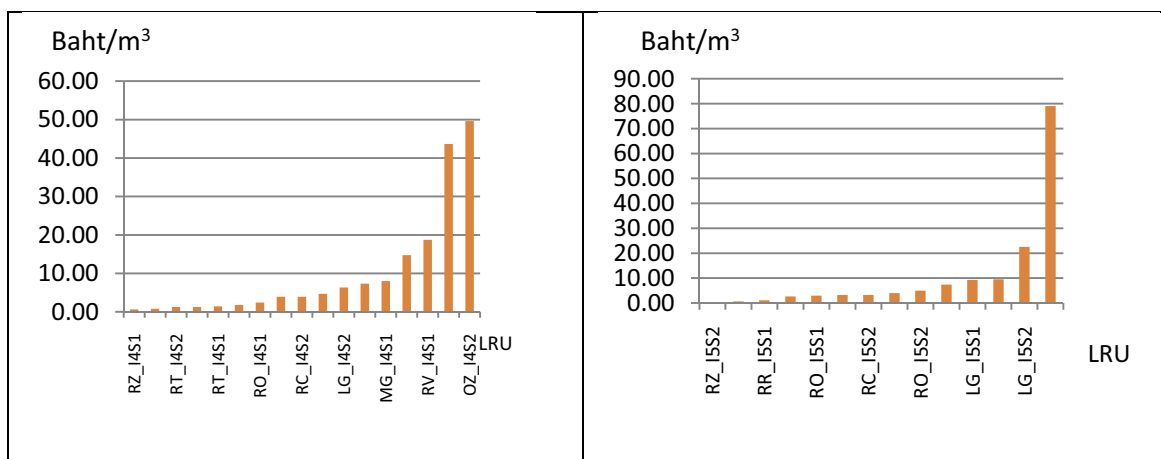


ภาพที่ 6 ผลผลิตภาพการใช้น้ำ โครงการชลประทาน+สูบน้ำได้ดินลึก < 50 เมตร



ภาพที่ 7 ผลผลิตภาพการใช้น้ำ โครงการชลประทาน+สูบน้ำได้ดินลึก > 50 เมตร

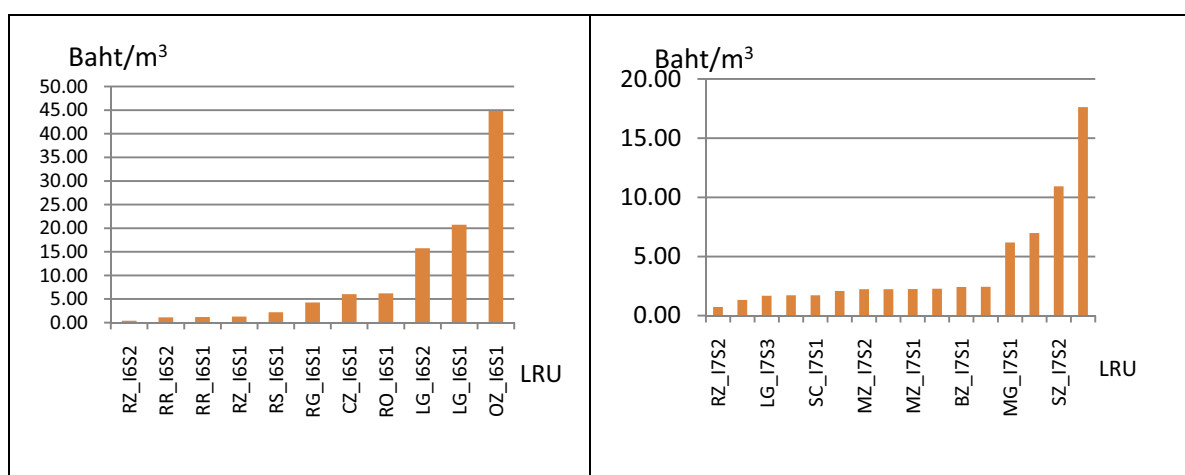
สำหรับพื้นที่การผลิตนอกเขตชลประทาน กรณีเป็นพื้นที่ที่เกษตรกรสูบน้ำได้ดินลึกน้อยกว่า 50 เมตร พบว่า การปลูกข้าวนาปีเพียงอย่างเดียว มีผลผลิตการใช้น้ำต่ำที่สุด คือเท่ากับ 0.62 บาท/ลบ.เมตรระบบพืชอื่นที่มีผลผลิตภาพการใช้น้ำค่อนข้างต่ำได้แก่ ข้าวนาปีตามด้วยข้าวนาปรัง ข้าวนาปีตามด้วยยาสูบ เป็นต้น ส่วนระบบพืชที่มีผลผลิตภาพการใช้น้ำสูงสุดได้แก่ การปลูกหอมแดงฤดูฝนเพื่อจำหน่ายเป็นเมล็ดพันธุ์ รองลงมาได้แก่ ระบบข้าวนาปีตามด้วยพืชผัก และลำไยบนพื้นที่ลาดชันน้อยกว่า 5 % (ภาพที่ 8) กรณีเป็นพื้นที่ที่เกษตรกรสูบน้ำได้ดินลึกมากกว่า 50 เมตร พบว่า การปลูกข้าวนาปีเพียงอย่างเดียว มีผลผลิตการใช้น้ำต่ำที่สุด คือเท่ากับ 0.21-0.62 บาท/ลบ.เมตรระบบพืชอื่นที่มีผลผลิตภาพการใช้น้ำค่อนข้างต่ำได้แก่ ข้าวนาปีตามด้วยข้าวนาปรัง การปลูกมะม่วงบนที่ลาดชันมากกว่า 20% และ ข้าวนาปีตามด้วยหอมแดง เป็นต้น ส่วนระบบพืชที่มีผลผลิตภาพการใช้น้ำสูงสุดได้แก่ การปลูกลำไยบนพื้นที่ลาดชัน 5-20 % (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 8 ผลผลการใช้น้ำ พื้นที่ปลูกน้ำได้ดินลึก < 50 เมตร

ภาพที่ 9 ผลผลการใช้น้ำ พื้นที่ปลูกน้ำได้ดินลึก > 50 เมตร

ส่วนการปลูกพืชบนพื้นที่ใช้น้ำจากโครงการสูบน้ำพลังไฟฟ้า พบว่า การปลูกข้าวนาปีเพียงอย่างเดียว มีผลการใช้น้ำต่ำที่สุด คือเท่ากับ 0.39 บาท/ลบ.เมตรระบบพืชอื่นที่มีผลการใช้น้ำค่อนข้างต่ำได้แก่ ข้าวนาปีตามด้วยข้าวนาปรัง ข้าวนาปีตามด้วยถั่วเหลือง เป็นต้น ส่วนระบบพืชที่มีผลการใช้น้ำสูงสุดได้แก่ การปลูกหอมแดงฤดูฝนเพื่อเป็นเมล็ดพันธุ์ รองลงมาได้แก่ การปลูกลำไยบนพื้นที่ลาดชัน 0-5 % และ 5-20 % ตามลำดับ (ภาพที่ 10) ส่วนการปลูกพืชบนพื้นที่อาศัยน้ำฝน พบว่า การปลูกข้าวนาปีเพียงอย่างเดียว มีผลการใช้น้ำต่ำที่สุด คือเท่ากับ 0.73 -1.33 บาท/ลบ.เมตรระบบพืชอื่นที่มีผลการใช้น้ำค่อนข้างต่ำได้แก่ การปลูกลำไยบนพื้นที่ลาดชันมากกว่า 20 % และการปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมือง ส่วนระบบพืชที่มีผลการใช้น้ำสูงสุดได้แก่ การปลูกถั่วลิสงบนพื้นที่ลาดชันน้อยกว่า 5 % และ บนที่ลาดชัน 5-20 % ตามลำดับ ในขณะที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งเป็นพืชที่เกษตรกรปลูกมากที่สุดบนพื้นที่อาศัยน้ำฝน พบว่า มีผลการใช้น้ำอยู่ระหว่าง 2.2 -2.4 บาท/ลบ.เมตร (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 10 ผลผลการใช้น้ำ โครงการสูบน้ำพลังไฟฟ้า

ภาพที่ 11 ผลผลการใช้น้ำ พื้นที่อาศัยน้ำฝน

จากผลที่นำเสนอข้างต้น ถ้าเปรียบเทียบตามประเภทแหล่งน้ำโดยดูจากค่าเฉลี่ยผลิตภาพการใช้น้ำ พบว่าผลิตภาพการใช้น้ำในการผลิตพืชบนพื้นที่อาศัยน้ำฝน โครงการชลประทานประเภทอ่างเก็บน้ำ ชลประทานขนาดใหญ่ ชลประทานประเภทเหมืองฝาย และโครงการชลประทานร่วมกับการสูบน้ำใต้ดิน > 50 เมตร มีค่าผลิตภาพการใช้น้ำโดยเฉลี่ยต่ำกว่าการผลิตพืชในพื้นที่การใช้น้ำจากโครงการสูบน้ำด้วยพลังไฟฟ้า การผลิตพืชโดยใช้น้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินอย่างเดียว โครงการชลประทานขนาดกลาง และโครงการชลประทานร่วมกับการสูบน้ำใต้ดิน < 50 เมตร (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากในพื้นที่กลุ่มหลัง มีการปลูกหอมแดงฤดูฝนเพื่อจำหน่ายเป็นเมล็ดพันธุ์ ซึ่งเป็นระบบพืชที่มีการผลิตไม่มากนัก แต่ในปีที่เก็บข้อมูล เกษตรกรได้ผลตอบแทนจากการผลิตสูงมาก (ตามผลผลิตที่ดีและราคาจำหน่ายที่สูง) ทำให้มีค่าผลิตภาพการใช้น้ำสูงมาก รวมทั้งการผลิตลำไยในหลายพื้นที่ที่ให้ผลตอบแทนดี ทำให้ค่าเฉลี่ยผลิตภาพการใช้น้ำในพื้นที่นี้โดยรวมมีค่าสูง ซึ่งเมื่อดูค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก็จะพบว่ามีความผันแปรของค่าผลิตภาพที่แตกต่างกันมาก ในขณะที่การผลิตบนพื้นที่แหล่งน้ำกลุ่มแรกมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำกว่า เนื่องจากความผันแปรจากผลิตภาพการใช้น้ำในการผลิตพืชที่น้อยกว่าโดยเปรียบเทียบ

ตารางที่ 2 ค่าผลิตภาพการใช้น้ำ (บาท/ลบ.เมตร) เพื่อการผลิตพืชในระบบพืชสำคัญ จำแนกตามประเภทแหล่งน้ำ

ประเภทแหล่งน้ำ	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
อาศัยน้ำฝน	4.05	0.73	17.63	4.48
โครงการชลประทานแบบอ่างเก็บน้ำ	4.08	0.51	12.82	3.86
โครงการชลประทานขนาดใหญ่	4.56	0.59	12.63	3.88
โครงการชลประทานประเภทเหมืองฝาย	5.28	0.58	42.96	9.42
โครงการชลประทานและ สูบน้ำใต้ดิน > 50 m.	6.59	1.54	14.63	6.15
โครงการสูบน้ำด้วยพลังไฟฟ้า	9.45	0.39	44.82	13.44
สูบน้ำใต้ดิน < 50 m	10.02	0.62	49.62	14.69
สูบน้ำใต้ดิน > 50 m	10.77	0.21	79.02	20.46
โครงการชลประทานขนาดกลาง	10.05	0.50	91.71	20.95
โครงการชลประทานและ สูบน้ำใต้ดิน < 50 m.	13.27	0.75	95.59	27.71
โดยรวม	7.53	0.21	95.59	14.35

สรุป

ผลการประเมินค่าดัชนีผลิตภาพการใช้น้ำในระบบการผลิตพืชสำคัญของจังหวัดลำพูน ประเมินจากผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสดของพืชต่อหน่วยความต้องการใช้น้ำในการผลิตพืชแต่ละระบบในแต่ละหน่วยการจัดการที่ดิน พบว่าค่าดัชนีผลิตภาพการใช้น้ำเพื่อการผลิตพืชมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 – 95.6 บาท/ลบ.เมตร แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว ค่าผลิตภาพการใช้น้ำในการผลิตพืชสำคัญๆ จะกระจายมากที่สุดระหว่าง 0.2 -10 บาท/ลบ.เมตร ระบบพืชที่มีค่าผลิตภาพการใช้น้ำค่อนข้างต่ำ (0.2-2.0 บาท/ลบ.เมตร) ได้แก่ ข้าวนาปี- ข้าวนาปรัง ข้าวนาปี-ถั่วเหลือง ข้าวนาปี-ยาสูบ และข้าวนาปีอย่างเดียว ระบบพืชที่มีค่าผลิตภาพการใช้น้ำในระดับกลาง (2.01 – 5 บาท/ลบ.เมตร) ได้แก่ ข้าว-หอมแดง ข้าว-กระเทียมข้าว-ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ รวมทั้งลำไยและมะม่วง ในบางหน่วยที่ดิน ส่วนระบบพืชที่มีค่าผลิตภาพการใช้น้ำค่อนข้างสูง (ค่าผลิตภาพ>10 บาท/ลบ.เมตร) ได้แก่ ข้าว-พืชผัก ถั่วลิสง และลำไยในบางหน่วยที่ดิน เป็นต้น โดยพบว่าการปลูกหอมแดงฤดูฝน

เพื่อจำหน่ายเป็นเมล็ดพันธุ์ ซึ่งเป็นพืชที่มีการปลูกกันไม่มากนัก มีค่าผลผลิตภาพการใช้น้ำสูงมากในทุกหน่วยที่ดิน ทั้งนี้เนื่องจากในปีที่เก็บข้อมูล เกษตรกรได้ผลตอบแทนจากการผลิตสูงมากตามผลผลิตที่ดีและราคาจำหน่ายที่สูง ทำให้มีค่าผลผลิตภาพการใช้น้ำสูง และเมื่อเปรียบเทียบกับประเภทแหล่งน้ำ โดยดูจากค่าเฉลี่ยผลผลิตภาพการใช้น้ำของแต่ละแหล่งน้ำ พบว่าการผลิตพืชบนพื้นที่อาศัยน้ำฝน โครงการชลประทานประเภทอ่างเก็บน้ำ ชลประทานขนาดใหญ่ ชลประทานประเภทเหมืองฝาย และโครงการชลประทานร่วมกับการสูบน้ำใต้ดิน ≥ 50 เมตร มีค่าผลผลิตภาพการใช้น้ำโดยเฉลี่ยต่ำกว่าการผลิตพืชในพื้นที่การใช้น้ำจากโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า การผลิตพืชโดยใช้น้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินอย่างเดียว โครงการชลประทานขนาดกลาง และโครงการชลประทานร่วมกับการได้ดินสูบน้ำ < 50 เมตร ซึ่งเป็นผลจากปลูกหอมแดงฤดูฝนในพื้นที่ดังกล่าว ถ้าตัดการปลูกหอมแดงฤดูฝนออกจากทุกพื้นที่ พบว่าผลผลิตภาพการใช้น้ำโดยเฉลี่ยในแต่ละประเภทแหล่งน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน คือระหว่าง 4.0 – 6.6 บาท/ลบ.เมตร แตกต่างกันตามระบบพืชที่ปลูก ซึ่งจากผลที่ได้นี้ คาดว่าจะเป็นประโยชน์สำหรับใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการวางแผนการจัดการที่ดินในจังหวัดลำพูนได้อย่างเหมาะสม โดยอาจมีข้อระวังบ้างในเรื่องความผันแปรของราคาผลผลิตสำหรับพืชบางชนิดที่มีราคาผันแปรค่อนข้างสูงในแต่ละปี

เอกสารอ้างอิง

ชาญชัย แสงชโยสวัสต์ วรวิรุภรณ์ วีระจิตต์ เมธี เอกะสิงห์ วัฒนาศ พัทธนาถาวร และสมจินต์ วานิชเสถียร .2548 .รายงาน

วิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน : การจำแนกระบบนิเวศเกษตรและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เบญจพรรณ เอกะสิงห์ กุศล ทองงาม จีรวรรณ กิจชัยเจริญ ชาญชัย แสงชโยสวัสต์ เมธี เอกะสิงห์ ประภัศร พันธุ์สมพงษ์ เทวินทร์ แก้วเมืองมูล กมลพันธ์ เกิดมัน และวราภรณ์ ชัยวินิจ. 2553. การจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์. รายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยครั้งที่ 3 เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

_____. 2552. การจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์รายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยครั้งที่ 2 เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

_____. 2552. การจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์รายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยครั้งที่ 1 เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ตารางผนวกที่ 1 ผลภาพการใช้น้ำเพื่อการเกษตร (บาท/ลบ.เมตร)ในระบบพืชสำคัญ จังหวัดลำพูน ตามหน่วยแผนที่เพื่อจัดการทรัพยากรที่ดิน

หน่วยที่ดิน	ผลผลิตภาพ	หน่วยที่ดิน	ผลผลิตภาพ	หน่วยที่ดิน	ผลผลิตภาพ	หน่วยที่ดิน	ผลผลิตภาพ
RZ_I5S2	0.21	RT_I4S1	1.41	RO_I1LS1	2.96	RO_I1LS2	7.77
RZ_I6S2	0.39	RT_I1LS1	1.50	RG_I1LS1	3.07	RV_I1LS1	7.97
RT_I1MS1	0.50	RT_I1LS2	1.50	RO_I3S1	3.14	MG_I4S1	8.00
RT_I1MS2	0.50	RZ_I3S1	1.54	RC_I5S1	3.24	CZ_I1LS1	8.50
RT_I1RS1	0.51	RZ_I2S1	1.54	RC_I5S2	3.24	LG_I2S3	8.87
RT_I1RS2	0.51	RZ_I2S2	1.54	MG_I1WS1	3.29	LG_I2S2	8.87
RC_I1WS1	0.58	RO_I2S2	1.65	RG_I1MS1	3.33	LG_I5S1	9.23
RS_I1LS1	0.59	LG_I7S3	1.68	RO_I1MS2	3.34	RV_I5S1	9.52
RT_I1WS1	0.62	RT_I2S2	1.70	MG_I1LS1	3.63	RV_I1WS1	10.45
RT_I1WS2	0.62	SC_I7S2	1.72	MG_I1MS1	3.63	SZ_I7S2	10.92
RZ_I4S1	0.62	SC_I7S1	1.72	RC_I4S1	3.90	LG_I1LS1	11.54
RZ_I5S1	0.65	RO_I4S2	1.79	RC_I4S2	3.90	RV_I1RS1	11.54
RZ_I1WS1	0.68	RO_I1MS1	1.80	LG_I1RS1	3.97	LG_I1WS2	12.57
RR_I1RS1	0.68	RZ_I3S2	1.86	LG_I5S3	3.98	LG_I1LS2	12.63
RZ_I1LS2	0.68	RP_I1WS1	1.89	RO_I1WS2	4.08	LG_I1WS1	12.70
RZ_I1LS1	0.71	BZ_I7S2	2.09	MG_I3S1	4.12	LG_I1RS2	12.82
RS_I1RS1	0.71	RS_I1MS1	2.18	RO_I1RS1	4.17	LG_I1MS2	13.17
RZ_I7S2	0.73	RS_I6S1	2.19	RG_I6S1	4.25	LG_I3S1	14.26
RR_I2S1	0.75	RS_I1WS2	2.21	MG_I1RS1	4.40	LG_I3S2	14.63
RR_I1WS1	0.75	MZ_I7S2	2.23	RG_I4S1	4.66	LG_I4S1	14.73
RR_I4S1	0.80	LG_I7S2	2.24	RO_I2S1	4.90	LG_I6S2	15.77
RZ_I1MS2	0.81	MZ_I7S1	2.25	RO_I5S2	4.97	LG_I2S1	16.48
RZ_I1RS1	0.89	LG_I7S1	2.28	LG_I1WS3	5.08	SZ_I1MS1	16.68
RZ_I1RS2	0.89	RO_I1WS1	2.30	LG_I1MS3	5.18	SZ_I7S1	17.63
RR_I1LS1	0.90	RS_I1MS2	2.40	LG_I1LS3	5.20	RV_I4S1	18.71
RZ_I1MS1	0.97	RO_I4S1	2.41	LG_I1RS3	5.39	LG_I6S1	20.74
RR_I1MS1	1.01	BZ_I7S1	2.42	RP_I1RS1	5.90	LG_I5S2	22.57
RR_I6S2	1.12	MZ_I7S3	2.44	RP_I1LS1	5.93	RV_I1MS1	28.04
RR_I5S1	1.13	RG_I1RS1	2.46	CZ_I6S1	6.02	OZ_I1WS1	42.96
RS_I1WS1	1.13	MG_I1LS3	2.52	MG_I7S1	6.18	OZ_I4S1	43.68
RZ_I1WS2	1.19	MG_I1MS3	2.52	RO_I6S1	6.21	OZ_I6S1	44.82
RR_I6S1	1.20	MG_I1WS3	2.52	LG_I4S2	6.31	OZ_I4S2	49.62
RT_I4S2	1.25	MG_I5S3	2.61	RP_I1MS1	6.58	OZ_I5S1	79.02
RZ_I4S2	1.25	MG_I2S1	2.63	LG_I1MS1	6.64	OZ_I1MS1	91.71
RB_I1WS2	1.27	RG_I1WS1	2.67	MG_I7S3	6.98	OZ_I2S1	95.59
RZ_I6S1	1.28	MG_I1RS3	2.77	CZ_I4S1	7.33		
RZ_I7S1	1.33	RT_I2S1	2.94	MG_I5S1	7.39		
RB_I1WS1	1.41	RO_I5S1	2.96	RO_I1RS2	7.74		

ข้าวนาปี(RZ) ข้าวนาปี-ข้าวนาปรัง(RR) ข้าวนาปี-หอมแดง(RO) ข้าวนาปี-กระเทียม (RG) ข้าวนาปี- ข้าวโพดฝักอ่อน (RB) ข้าวนาปี-ถั่วเหลือง (RS) ข้าว
นาปี-มันฝรั่ง (RP) ข้าวนาปี-ยาสูบ(RT) ข้าวนาปี-พืชผัก(RV) ข้าวนาปี-ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (RC) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (MZ) ถั่วลิสง (SZ) หอมแดงฤดูฝน (OZ)
ลำไย (LG) มะม่วง (MG)

11 โครงการชลประทาน (L M W R = ขนาดใหญ่ กลาง แบบฝาย และแบบอ่าง ตามลำดับ)

12 โครงการชลประทาน และสูบน้ำได้ดินตื้นกว่า 50 เมตร

13 โครงการชลประทาน และสูบน้ำได้ดินลึก => 50 เมตร 14 สูบน้ำได้ดินตื้นกว่า 50 เมตร

15 สูบน้ำได้ดินลึก => 50 เมตร 16 สูบน้ำด้วยไฟฟ้า

17 น้ำฝน S1 ความลาดชัน >5% S2 ความลาดชัน 5-20% S3 ความลาดชัน > 20%

ภาคผนวก ช

ภาคผนวก ข กิจกรรมการประชุมเสนอผลงานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่
การประชุมเสนอผลงานวิจัยผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
โครงการ “การจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์” จังหวัดลำพูน
วันพุธที่ 6 ตุลาคม 2553
ณ ห้องประชุม นคร ณ ลำปาง ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

09:00 - 09:15 น.	ลงทะเบียน
09:15 - 10:00 น.	ทบทวนวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินงานโครงการวิจัย “การจัดที่ดินเพื่อการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์” โดย รศ.ดร.เบญจพรรณ เอกะสิงห์ คุณกุลศล ทองงาม และ ผศ.ดร.ชาญชัย แสงชัยสวัสดิ์
10:00 - 10:45 น.	แสดงระบบการจัดเขตที่ดินเพื่อการเกษตรให้เหมาะสมกับหลาย วัตถุประสงค์อย่างมีส่วนร่วม (IMGP-LPlan) ใน จ. ลำพูน โดย ดร.เมธี เอกะสิงห์ คุณเทวินทร์ แก้วเมืองมูล และ ดร.จิรวรรณ กิจชัยเจริญ
10:45 - 11:00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
11:00 - 11:30 น.	ทดสอบการเลือกสถานการณ์เพื่อการวิเคราะห์ โดย ดร. เมธี เอกะสิงห์ คุณเทวินทร์ แก้วเมืองมูล และ ดร. จิรวรรณ กิจชัยเจริญ
11:30 - 12:00 น.	ซักถามและแสดงความคิดเห็น
12:00 - 13:15 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13:15 - 13:45 น.	แสดงระบบการจัดเขตที่ดินเชิงพื้นที่ โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (ระบบ SLA) โดย ดร.เมธี เอกะสิงห์ และคุณประภัสสร พันธุ์สมพงศ์
13:45 - 14:00 น.	ทดสอบแผนการผลิตที่มีพืชทางเลือกและกำหนดเป้าหมายพืชทางเลือก โดย ดร. เมธี เอกะสิงห์ และ รศ.ดร. เบญจพรรณ เอกะสิงห์
14:00 - 15:00 น.	ซักถาม
15:00 - 15:15 น.	สรุป: การใช้ประโยชน์งานวิจัยและกำหนดแผนงานในอนาคต โดย รศ.ดร. เบญจพรรณ เอกะสิงห์
15.15-15.30 น	รับประทานอาหารว่าง

รายชื่อผู้ร่วมประชุมสัมมนา
การประชุมเสนอผลงานวิจัยผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
โครงการ “การจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์” จังหวัดลำพูน
วันพุธที่ 6 ตุลาคม 2553 เวลา 09.00 – 15.30 น.
ณ ห้องประชุม นคร ณ ลำปาง ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน
1	คุณณอม สุริยะ	หัวหน้ากลุ่มส่งเสริมและพัฒนาการผลิต	สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน
2	คุณประสิทธิ์ น้าปูนสัก	นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร ชำนาญการ	สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน
3	คุณปรกรณ์ วิชาเจริญ	นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร ชำนาญการ	สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน
4	คุณอุดม แสนธาวา	นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร ชำนาญการ	สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน
5	คุณมนตรี ทองงาม	นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร ชำนาญการ	สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน
6	คุณสามารถ อาษากิจ	นายช่างชลประทาน ชำนาญงาน	โครงการชลประทานลำพูน
7	คุณมงคล เครือศรี	วิศวกรชลประทาน ชำนาญการ	โครงการชลประทานลำพูน
8	คุณเปี่ยมสิริ มากสงขลา	นักภูมิศาสตร์สารสนเทศ	โครงการชลประทานลำพูน
9	คุณอภิชัย วุฒิลักษณ์	นายช่างชลประทาน	โครงการชลประทานลำพูน
10	คุณณวรา ชัยชนะ	นักจัดการงานทั่วไป	สนง. เกษตรและสหกรณ์จังหวัดลำพูน
11	นางวิษชุดา กันตึงค์	นักวิเคราะห์ ชำนาญการพิเศษ	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขต 1 เชียงใหม่
12	นางสุจารีย์ พิชา	เศรษฐกร ชำนาญการ	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขต 1 เชียงใหม่
13	น.ส.เจนจิรา สังข์วรรณะ	นักวิเคราะห์ ชำนาญการ	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขต 1 เชียงใหม่
14	คุณธีรวรรณ วังโน	เศรษฐกร ชำนาญการ	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขต 1 เชียงใหม่
15	คุณกมลทิพย์ ยืนนาน ชาลิวสกี	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน ชำนาญการ	สำนักพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมภาคเหนือ
16	คุณกาญจนา ชื่นพิชัย	ผอ. ส่วนสารสนเทศเพื่อการพัฒนาที่ดิน	สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 จังหวัดเชียงใหม่
17	คุณ สนั่น เผือกไร่	ผอ. ส่วนวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน	สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 จังหวัดเชียงใหม่
18	คุณจุไรพร แก้วทิพย์	นักวิชาการเกษตร ชำนาญการ	สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 จังหวัดเชียงใหม่
19	คุณอำไพวรรณ สุนาวัน	นักวิชาการเกษตร ชำนาญการ	สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 จังหวัดเชียงใหม่
20	นางสาวปัทมาพร ปันทียะ	นักศึกษา	ศวพก. คณะเกษตรศาสตร์ มข.
21	นายปิยะพงศ์ ภูมิประพัทธ์	นักศึกษา	ศวพก. คณะเกษตรศาสตร์ มข.

ผลประเมินจากผู้ร่วมประชุม
การประชุมเสนอผลงานวิจัยผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
โครงการ “การจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์” จังหวัดลำพูน
วันพุธที่ 6 ตุลาคม 2553 เวลา 09.00 – 15.30 น.

ณ ห้องประชุม นคร ณ ลำปาง ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลการประเมินด้านความเข้าใจ และความคิดเห็นต่อการใช้ประโยชน์ของผลการวิจัย

รายการ	มาก (ร้อยละ)	ปานกลาง (ร้อยละ)	น้อย (ร้อยละ)
1. ความเข้าใจต่อโครงการวิจัย ในด้านวัตถุประสงค์	61.5	38.5	-
2. ความเข้าใจต่อโครงการวิจัย ในด้านความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์	53.8	46.2	-
3. ความเข้าใจต่อ การทำงานของโปรแกรม IMGP-LPLAN	23.1	69.2	7.7
4. ความเข้าใจต่อการทำงานของโปรแกรม SLA	15.4	69.2	15.4
5. ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ระดับจังหวัด	84.6	15.4	-
6. ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำไปใช้วางแผนการจัดที่ดินเพื่อประโยชน์ทางการเกษตร	76.9	23.1	-
7. ความต้องการให้มีการฝึกอบรมเพิ่มเติมในการใช้ประโยชน์ของโปรแกรมในหน่วยงานของผู้ประเมิน	76.9	15.4	7.7

ข้อมูลอธิบายและข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้ร่วมประชุมที่ได้จากแบบประเมิน

ความคิดเห็น	จำนวน
1. โปรแกรม SLA น่าจะเพิ่มช่องทางการเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้วย เพราะอาจมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล หรือเพิ่มข้อมูลมากขึ้น	1
2. เนื่องจากโปรแกรมเป็นการวิเคราะห์ในภาพรวมทั้งจังหวัด การนำไปใช้ประโยชน์จริง ต้องแยกเป็นระดับย่อย เช่น อำเภอ ตำบล หรือพื้นที่ในเขตชลประทาน อาจทำการแยกในโปรแกรม SLA ซึ่งจะสามารถต่อยอดโดยใช้โปรแกรมด้านสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ได้	1
3. เสนอแนะให้มีการนำเสนอในจังหวัดลำพูนและพื้นที่ข้างเคียงเพื่อเป็นต้นแบบ และเกิดแนวคิดในการต่อยอดงานวิจัยให้เกิดประโยชน์เป็นรูปธรรมมากขึ้น	1
4. กลุ่มงานระดับวางแผนพัฒนาการเกษตรในระดับจังหวัดหรือกลุ่มจังหวัด ควรนำไปใช้และผลักดันให้มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย รวมทั้งต้องมีความต่อเนื่องในการป้อนข้อมูลเพื่อการใช้ประโยชน์ ซึ่งควรมีการตั้งเป็นคณะทำงานในระดับจังหวัดที่จะต้องรับผิดชอบในเรื่องการจัดเก็บข้อมูลให้ทันสมัย	2
5. สำหรับผู้ที่ไม่ได้มีความรู้ลึกซึ้งในเรื่องคอมพิวเตอร์ ค่าสัมประสิทธิ์ในการคำนวณสมการต่างๆ เช่น ข้าพเจ้า (ผู้ประเมิน) แต่ยังสามารถมองเห็นภาพโดยรวมของประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการจากการฟังบรรยายในครั้งนี้ ย่อมถือว่าใช้ได้ ส่วนการนำไปปฏิบัติของผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงอาจจะต้องมีการจัดอบรมอย่างเข้มข้น นอกจากนี้แต่ละพื้นที่ที่จะนำโปรแกรมนี้ไปใช้จะต้องมีการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ อย่างบูรณาการด้วย เพื่อความสอดคล้องแม่นยำมากขึ้น รวมถึงการปรับเงื่อนไขต่างๆ ให้สอดคล้องกับสภาพในแต่ละพื้นที่	1
6. การนำโครงการไปใช้ประโยชน์จริงควรให้ประชาชนและหน่วยงานที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้มีความรู้และความเข้าใจ และพร้อมที่จะเข้าร่วมการเปลี่ยนแปลงพัฒนาในด้านการเกษตร	1

การประชุมเสนอผลงานวิจัยผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
โครงการ “การจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์” จังหวัดลำพูน
วันอังคารที่ 5 เมษายน 2554
ณ โรงแรมลำพูนวิล อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

8.30 - 9.00 น.	ลงทะเบียน
09:00 - 09:15 น.	กล่าวต้อนรับ โดย รศ. ดร. เบญจพรรณ เอกะสิงห์ หัวหน้าโครงการวิจัยการจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์
09.15 - 10.00 น.	แนะนำ วัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินงาน และประโยชน์การใช้งานของผลงาน โครงการวิจัย “การจัดที่ดิน เพื่อการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์” โดย รศ.ดร.เบญจพรรณ เอกะสิงห์ ดร. เมธี เอกะสิงห์ ผศ.ดร. ชาญชัย แสงชัยสวัสดิ์ ดร. จีรวรรณ กิจชัยเจริญ อ. กุศล ทองงาม เทวินทร์ แก้วเมืองมูล ประภัสสร พันธุ์สมพงศ์ กมลพันธุ์ เกิดมัน และ วราภรณ์ ชัยวินิจ
10.00 - 10.25 น.	ระบบการจัดเขตที่ดินเพื่อการเกษตรให้เหมาะสมกับหลาย วัตถุประสงค์อย่างมีส่วนร่วม (IMGP-LPlan) ใน จังหวัดลำพูน โดย ดร. จีรวรรณ กิจชัยเจริญ
10:25 - 10:40 น.	อาหารว่าง
10.40 - 11.05 น.	แสดงระบบการจัดเขตที่ดินเพื่อการเกษตรให้เหมาะสมกับหลาย วัตถุประสงค์อย่างมีส่วนร่วม (IMGP-LPlan) ใน จังหวัดลำพูน (ต่อ) โดย ดร. จีรวรรณ กิจชัยเจริญ และ คุณเทวินทร์ แก้วเมืองมูล
11:05 - 11:30 น.	แสดงระบบการจัดเขตที่ดินเชิงพื้นที่ โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (ระบบ SLA) โดย ดร. เมธี เอกะสิงห์ และคุณประภัสสร พันธุ์สมพงศ์
11:30 - 12:30 น.	อภิปรายแนวทางการใช้ประโยชน์งานวิจัย โดย หัวหน้าหน่วยงานผู้ร่วมประชุม และนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
12:30 – 13.30 น.	รับประทานอาหารกลางวันร่วมกัน
13.30 - 15.30 น.	(สำหรับผู้สนใจ) อภิปรายแนวทางการใช้ประโยชน์ งานวิจัย (ต่อ)

รายชื่อผู้ร่วมประชุม
การประชุมเสนอผลงานวิจัยผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
โครงการ “การจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์” จังหวัดลำพูน
วันอังคารที่ 5 เมษายน 2554
ณ โรงแรมลำพูนวิล อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

ลำดับที่	ชื่อ – สกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน
1	นายถนอม สุริยะ	หัวหน้ากลุ่มส่งเสริมและพัฒนาการผลิต	สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน
2	นายประสิทธิ์ น้าปูนสัก	นักวิชาการส่งเสริมเกษตร ชำนาญการ	-----“-----
3	นายอุดม แสนราชา	นักวิชาการส่งเสริมเกษตร ชำนาญการ	-----“-----
4	นายอาทร วงษ์สง่า	นักวิชาการส่งเสริมเกษตร ชำนาญการ	-----“-----
5	นางสาวชูศรี พูลศิริ	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน ชำนาญการ	สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดลำพูน
6	นายณัฐ มาลาธง	เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน	-----“-----
7	นางจันทิรา ไยธิการ	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน ชำนาญการ	-----“-----
8	นางสาววรรณณ ใจบาล	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน ปฏิบัติการ	-----“-----
9	นางกัลยากร มหาวันน้ำ	เจ้าหน้าที่สำนักงานสภาเกษตรจังหวัดลำพูน	-----“-----
10	นายปณวัฒน์ วงศ์สนั่น	เจ้าหน้าที่สำนักงานสภาเกษตรจังหวัดลำพูน	-----“-----
11	นายสกล หาญพิทักษ์กุล	ผู้อำนวยการโครงการชลประทานลำพูน	โครงการชลประทานลำพูน
12	นายมงคล เครือศรี	วิศวกรชลประทาน ชำนาญการ	-----“-----
13	นายสุรัตน์ พันธุประกิจ	นายช่างชลประทานชำนาญงาน	-----“-----
14	นางสาวอารยา อาทะ	นักวิชาการแผนที่และภาพถ่ายปฏิบัติการ	-----“-----
15	นางสาววรรณมน ศรีกอก	นักวิชาการแผนที่และภาพถ่าย	-----“-----
16	นางสาวเปี่ยมศิริ มากสงขลา	ธุรการทั่วไป	-----“-----
17	นางสุพัตรา จิรัตน์	นักวิชาการเกษตร ชำนาญการ	สถานีพัฒนาที่ดินลำพูน
18	นายณพรัตน์ สมจันทร์	นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ	-----“-----
19	นายธีระ จารุจินดา	ผู้อำนวยการศูนย์ฯ	ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงประบาทห้วยต้ม
20	นางสาวพุดชาด พึ่งตน	นักจัดการงานทั่วไปปฏิบัติการ	สำนักงานประมงจังหวัดลำพูน
21	นางสาวจิระนันท์ กันรัตน์	เจ้าพนักงานประมงปฏิบัติการ	-----“-----
22	นายณรงค์ มีแจ้	นักวิชาการตรวจสอบบัญชี ชำนาญการ	สำนักงานตรวจบัญชีสหกรณ์ลำพูน
23	นายสุชาติ ทองรอด	เกษตรจังหวัดกำแพงเพชร	สำนักงานเกษตรจังหวัดกำแพงเพชร
24	นายณฤทธิ์ คล้ายมณี	นายช่างชลประทาน ชำนาญงาน	โครงการชลประทานกำแพงเพชร
25	นางสาวสุชาฎา ศรีสุพัฒน์กุล	นักวิชาการเกษตร ปฏิบัติงาน	สำนักงานพัฒนาที่ดินกำแพงเพชร
26	นายปรีชา เรืองคุ้ม	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน ชำนาญการ	สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัด
27	นางจิตติมา พุกอิม	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน ชำนาญการ	-----“-----
28	นายวันชัย ธงชัย	นักวิชาการ ชำนาญการ	ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวกำแพงเพชร
29	นางสาวสุชนีย์ ทรัพย์สมบูรณ์	นักศึกษา	หลักสูตร ปรัชญาดุสิตบัณฑิต สาขา เกษตรศาสตร์เชิงระบบ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
30	นางสาวพนิตพิมพ์ สิทธิศักดิ์	นักศึกษา	-----“-----

ผลประเมินจากผู้ร่วมประชุม
การประชุมเสนอผลงานวิจัยผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
โครงการ “การจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์” จังหวัดลำพูน
วันอังคารที่ 5 เมษายน 2554
ณ โรงแรมลำพูนวิล อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

สรุปผลการประเมิน ด้านความเข้าใจและความคิดเห็นต่อการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยจากผู้ร่วมประชุม การเสนอผลงานวิจัย

รายการ	มาก	ปานกลาง	น้อย
1. ความเข้าใจต่อโครงการวิจัย ในด้านวัตถุประสงค์ และความสามารถในการใช้ประโยชน์	66.7	33.3	-
2. ความเข้าใจต่อการทำงานของโปรแกรม <i>IMGP-LPlan</i>	12.5	79.2	8.3
3. ความเข้าใจต่อการทำงานของโปรแกรม <i>SLA</i>	8.3	75.0	16.7
4. ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำผลงานวิจัยจากโครงการนี้ไปใช้วางแผนการจัดที่ดินเพื่อประโยชน์ทางการเกษตร	83.3	16.7	-
5. ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำผลงานวิจัยจากโครงการนี้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์กับหน่วยงานต่างๆ	79.2	20.8	-
6. ความต้องการให้มีการฝึกอบรมเพิ่มเติมในการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยโครงการนี้ ในหน่วยงานของผู้ประเมิน	75.0	25.0	-
7. ความพึงพอใจต่อการประชุมเสนอผลงานวิจัยครั้งนี้	83.3	16.7	-

หมายเหตุ: จากผู้ประเมิน 24 คน (ไม่รวมผู้ร่วมผลประเมินของผู้ร่วมประชุม 3 คน จากสำนักงานประมงจังหวัดลำพูน และสำนักงานตรวจบัญชีสหกรณ์ลำพูน ที่ให้ข้อมูลว่าหน่วยงานไม่มีภาระรับผิดชอบงานด้านนี้)

ข้อคิดเห็นในการดำเนินการเพื่อผลักดันให้มีการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติ และข้อคิดเห็นอื่นๆเพิ่มเติมที่ได้จากแบบประเมิน (ปลายเปิด)

ข้อคิดเห็นต่อการผลักดันสู่การใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติ	จำนวนผู้ตอบ
1. ควรนำเสนอผลงานวิจัยให้ผู้บริหารระดับจังหวัด เช่นผู้ว่าราชการจังหวัด หรือผู้บริหารระดับสูงสุดขององค์กรได้รับทราบมากขึ้น เพื่อตระหนักถึงความสำคัญในการนำโปรแกรม/ข้อมูลไปใช้อย่างจริงจัง เพื่อร่วมกันกำหนดนโยบาย ทิศทางในการขับเคลื่อน เพราะเป็นผู้กำหนดนโยบายตัวจริง	8
2. ผู้บริหารกำหนดให้หน่วยงานราชการในจังหวัดถือเป็นนโยบายและให้ความร่วมมือในการนำไปปฏิบัติ หรือต้องกำหนดเป็นนโยบายอย่างจริงจัง	2

ข้อคิดเห็นต่อการผลักดันสู่การใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติ	จำนวนผู้ตอบ
3. มีการฝึกอบรม/ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้เจ้าหน้าที่ของจังหวัดได้ทดลองใช้โปรแกรมจริง ให้เข้าใจ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ มีการตรวจสอบผลที่ได้เปรียบเทียบกับข้อมูลจริงในพื้นที่ และพื้นที่เพาะปลูกจริง	4
4. ต้องมีการจัดกระบวนการจากระดับนโยบายสู่ผู้ปฏิบัติ รวมทั้งการเชื่อมโยงกับหน่วยงานอื่นๆ ในแต่ละพื้นที่เพื่อบูรณาการข้อมูล และให้ความรู้เกษตรกร	2
5. หน่วยงานต้องมีความเข้าใจในเรื่องการนำเข้าข้อมูล การปรับเปลี่ยนสถานการณ์อย่างชัดเจน แท้จริงจึงจะใช้ได้	1
6. ให้ความรู้เกี่ยวกับผลงานวิจัยกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทดลองใช้งานโปรแกรม ตรวจสอบผลที่ได้เปรียบเทียบกับข้อมูลจริงในพื้นที่ และพื้นที่เพาะปลูกจริง	1
7. ควรมีการเพิ่มความรู้ให้กับเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานระดับตำบล เทศบาล หรือหมู่บ้าน	1
8. ควรปรับปรุงโปรแกรมที่ใช้ทรัพยากรทางคอมพิวเตอร์ให้น้อยลง เนื่องจากหน่วยงานมีปัญหาระบบอุปกรณ์และโปรแกรมที่ใช้ยังไม่สามารถสนับสนุนการทำงานของโปรแกรมที่นำเสนอ	1
ข้อคิดเห็นอื่นๆ เพิ่มเติม	
9. เป็นงานวิจัยที่ดีมีประโยชน์ สามารถนำไปใช้ในการกำหนดแผนงาน โครงการและยุทธศาสตร์ในหน่วยงานได้	2
10. เป็นงานวิจัยที่มีการพัฒนาได้อย่างสอดคล้องกับความเป็นจริงในพื้นที่เกษตรกรรม มีการวางแผนบริหารจัดการที่ดินเพื่อความสัมพันธ์ทั้งนโยบายและผลลัพธ์ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อจำกัดต่างๆ	1
11. ควรนำเสนอต่อรัฐบาลเพื่อจัดทำทุกจังหวัด โดยเพิ่มข้อควรระวังจากการปลูกพืชล่วงหน้า	1
12. อยากให้มีการแจกโปรแกรมเพื่อนำไปใช้ได้	3
ข้อจำกัด	
13. บุคลากรยังไม่มีสมรรถนะในการใช้โปรแกรม	1
14. หน่วยงานมีภารกิจประจำที่ต่อเนื่อง แรงกดดัน	1

ภาพกิจกรรมการประชุมกับผู้มีส่วนได้เสียของโครงการ

การประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสียครั้งที่ 1 : การหาวัตถุประสงค์การจัดที่ดินและการหาหน้าหนกวัตถุประสงค์

วันที่ 26 พฤศจิกายน 2551



การประชุมแนะนำโครงการ ร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย



การชี้แจงวัตถุประสงค์ของโครงการ



การให้น้ำหนักวัตถุประสงค์โดยผู้ร่วมตัดสินใจ

การประชุมผู้มีส่วนได้เสียครั้งที่ 2 วันที่ 6 ตุลาคม 2553:



การชี้แจงรายละเอียดระบบสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินหลายวัตถุประสงค์



การเสนอความคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมการประชุม



การอภิปรายเสนอความคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมการประชุม

การประชุมผู้มีส่วนได้เสียครั้งที่ 3 วันที่ 5 เมษายน 2554



การชี้แจงรายละเอียดระบบสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินหลายวัตถุประสงค์



การอภิปรายแนวทางการใช้ประโยชน์ของงานวิจัย



การอภิปรายการใช้ประโยชน์โครงการวิจัยจากผู้เข้าร่วมการประชุม