บทที่ 4
การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์การตัดสินใจเชิงพื้นที่

การตัดสินใจเลือกพื้นที่เพื่อใช้ในการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์เป็นงานที่มีความสลับซับซ้อนและต้องการผู้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจตามวัตถุประสงค์ที่เฉพาะเจาะจง โครงสร้างของการตัดสินใจประกอบด้วยหลายหลักเกณฑ์และทางเลือก ซึ่งมีทั้งหลักเกณฑ์ที่สอดคล้องสนับสนุนกันและที่ขัดแย้งกัน นอกจากนี้ ข้อมูลเชิงพื้นที่ยังมีส่วนเพิ่มความยุ่งยากให้กับการตัดสินใจ อันเนื่องมาจากความหลากหลาย ทั้งในด้านที่มาของข้อมูล ชนิด หน่วยวัด ความไม่แน่นอนดังกล่าวจะถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกับค่าความสำคัญ (ถ่วงน้ำหนัก) ของแต่ละหลักเกณฑ์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ซึ่งแสดงลำดับความสำคัญของทางเลือกที่อาจนำไปใช้แก้ไขสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ดังนั้นกระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multicriteria Decision Analysis, MCDA) จึงอำนวยประโยชน์ให้แก่ผู้กำหนดนโยบาย นักวางแผน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในสถานการณ์นั้น

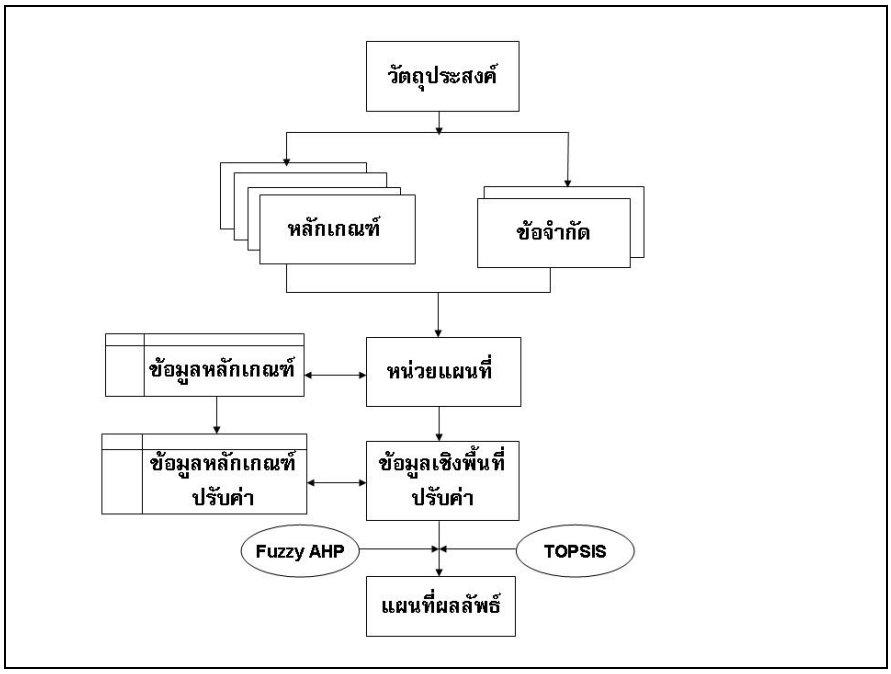
ในปัจจุบัน มีผู้นำวิธีการ MCDA มาใช้ร่วมกับระบบภูมิสารสนเทศอย่างกว้างขวาง (Boroushaki and Malczewski, 2008; Liu et al., 2007; Malczewski, 2006) รวมทั้งประยุกต์ใช้ในการเกษตร (Baja et al., 2002; Braimoh et al., 2004; Zhang et al., 2004)

ระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System, GIS) บางระบบได้รวมเอา MCDA เข้าเป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ เช่น IDRISI (Eastman, 1993) และมีการพัฒนา MCDA ให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับโปรแกรม ArcInfo (Hill et al., 2005) โดยพัฒนาในลักษณะของชุดคำสั่ง Arc Macro Language (AML) ซึ่งไม่สะดวกในการใช้งานทั้งในแง่ความสอดคล้องกับระบบภูมิสารสนเทศที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย และในแง่การโต้ตอบกับผู้ใช้โดยใช้ภาษาไทย

ดังนั้นการบูรณาการวิธีการวิเคราะห์กระบวนการตัดสินใจแบบ MCDA เข้ากับระบบภูมิสารสนเทศที่มีระบบเชื่อมโยงกับผู้ใช้เป็นภาษาไทยจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนยุทธศาสตร์เพื่อจัดการทรัพยากรทางการเกษตร และเป็นการกระตุ้นให้มีการประยุกต์ใช้ GIS เพื่อการวิเคราะห์เชิงพื้นที่มากขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันการใช้งาน GIS ส่วนใหญ่เป็นการใช้แสดงแผนที่และสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ ในขณะที่ GIS มีขีดความสามารถในการสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนและจัดการทรัพยากรเกษตร ที่ต้องการข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อให้สามารถเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลประเภทต่างๆ ได้ดี ทำให้เกิดระบบที่สนับสนุนการทำงานเชิงบูรณาการอย่างแท้จริง

กรอบแนวคิด

ขั้นตอนการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์เชิงพื้นที่ ประกอบด้วย 1) การกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ 2) การกำหนดหลักเกณฑ์และข้อจำกัด 3) การสร้างหน่วยแผนที่เพื่อการวิเคราะห์จากชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เป็นหลักเกณฑ์และข้อจำกัด 4) การปรับมาตรฐานค่าข้อมูลที่เป็นหลักเกณฑ์ของแต่ละหน่วยแผนที่ 5) การกำหนดวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจ และ 6) การแสดงผลของการวิเคราะห์เป็นแผนที่ (รูปที่ 4-1)



รูปที่ 4-1 ขั้นตอนการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์เชิงพื้นที่

ระบบ *MCDA-GIS* ได้รับการออกแบบและพัฒนาขึ้นเพื่อทำงานร่วมกับระบบร่วมตัดสินใจ (*รตส.*) และโปรแกรม ArcView9.x โดยเพิ่มขีดความสามารถในการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ให้สามารถทำงานกับข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ การพัฒนาระบบดังกล่าวมีแนวคิดที่จะแยกระบบการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ออกจากระบบ *รตส.* เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ที่มีหลายกลุ่ม ระบบ *รตส.* มุ่งเน้นกลุ่มผู้ตัดสินใจที่ไม่ต้องการการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ในขณะที่ระบบ *MCDA-GIS* สามารถตอบสนองต่อกลุ่มการตัดสินใจที่ใช้และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังขาดเครื่องมือที่อำนวยประโยชน์ต่อกระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจที่มีความซับซ้อนและมีขั้นตอนที่ต้องดำเนินการซ้ำหลายครั้งจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาระบบวิเคราะห์แบบหลายหลักเกณฑ์เชิงพื้นที่ขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว

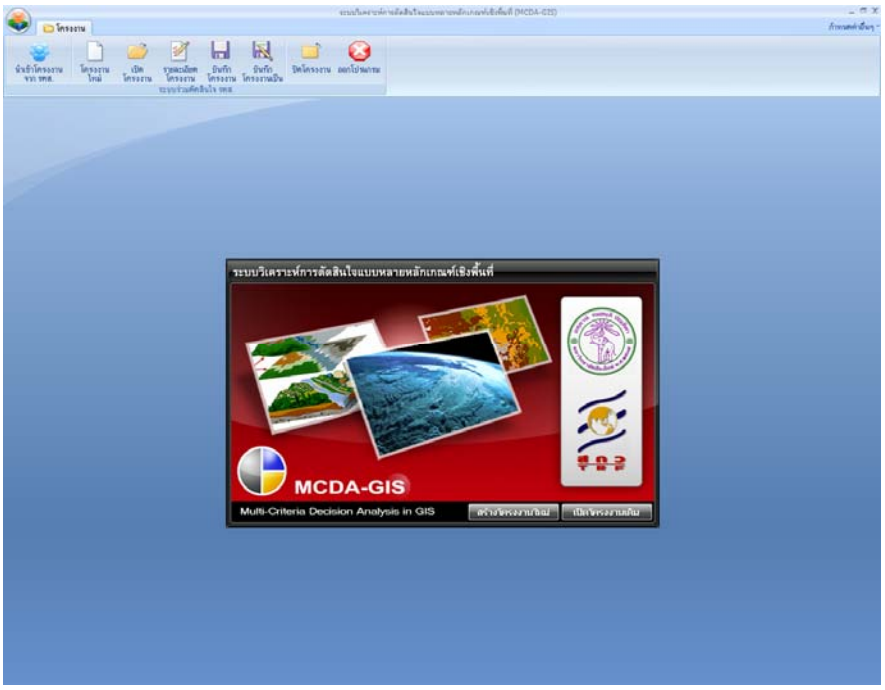
ระบบนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา Visual Basic และ COM component ของระบบ ArcGIS มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นภาษาไทย สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ทั้งประเภทเวกเตอร์และ

ราสเตอร์ ถ้าเป็นข้อมูลประเภทเวกเตอร์ ระบบรองรับข้อมูลรูปเหลี่ยมปิด (polygon) ได้ทั้งรูปแบบ Feature Dataset จากฐานข้อมูล Geodatabase หรือข้อมูลประเภท Shape file นอกจากนี้ ระบบรองรับข้อมูลประเภทกริดได้ ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์จะถูกจัดเก็บไว้ได้ทั้งสองรูปแบบ หากเป็นข้อมูลเวกเตอร์ระบบจะทำการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของ Shape file สำหรับข้อมูลประเภทราสเตอร์จะถูกจัดเก็บในรูปแบบกริดของ ArcInfo

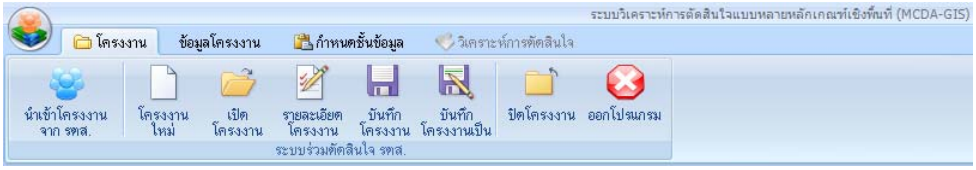
โปรแกรมได้รับการออกแบบให้มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้โดยทอนการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีขั้นตอนสลับซับซ้อนให้เป็นขั้นตอนที่ง่ายต่อการใช้งาน การจัดลำดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ทำได้โดยระบบ *รตส.* ซึ่งจะทำหน้าที่ในการวิเคราะห์หลักเกณฑ์ก่อนที่จะนำมาใช้งานในระบบภูมิสารสนเทศ และส่งผ่านหลักเกณฑ์และค่าถ่วงน้ำหนักมายังระบบวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยไฟล์ประเภท Extensible Markup Language (xml) เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่ กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ประกอบด้วย การนำเข้าข้อมูลให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์การตัดสินใจ (Criteria) การกำหนดพื้นที่ที่เป็นข้อจำกัด (Constraints) การปรับมาตรฐานข้อมูล (Standardization) โดยมีฟังก์ชั่นให้เลือกตามความเหมาะสมกับหลักเกณฑ์การตัดสินใจ การวิเคราะห์การตัดสินใจเชิงพื้นที่อาศัยขีดความสามารถของระบบภูมิสารสนเทศ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลชนิดเวกเตอร์และราสเตอร์ ผู้ใช้อาจเลือกวิธีการ Simple Additive Weighting, SAW (Malczewski, 1999) และ Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS (Hwang and Yoon, 1981) ในการวิเคราะห์การตัดสินใจ ทั้งสองวิธีการเป็นวิธีการมาตรฐานที่นิยมใช้วิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ นอกจากนี้ ระบบยังสามารถแสดงผลลัพธ์เป็นแผนที่เพื่อนำไปใช้ในการบูรณาการร่วมกับข้อมูลอื่นได้

การทำงานของระบบ

โปรแกรม *MCDA-GIS* (รูปที่ 4-2) ได้รับการออกแบบให้มีขีดความสามารถทำงานในทุกขั้นตอนข้างบนในแต่ละโครงงานที่สร้างขึ้น ทั้งนี้มีการดำเนินการผ่านเมนูหลักและเมนูย่อย เพื่อให้สะดวกในการใช้งาน เมนูหลักประกอบด้วย 4 ส่วนได้แก่ *โครงงาน ข้อมูลโครงงาน กำหนดชั้นข้อมูล* และ *วิเคราะห์การตัดสินใจ* (รูปที่ 4-3)



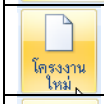
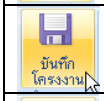
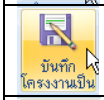
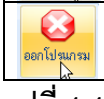
รูปที่ 4-2 หน้าแรกของระบบ *MCDA-GIS*



รูปที่ 4-3 เมนูหลัก

การกำหนดวัตถุประสงค์และโครงสร้างการตัดสินใจ

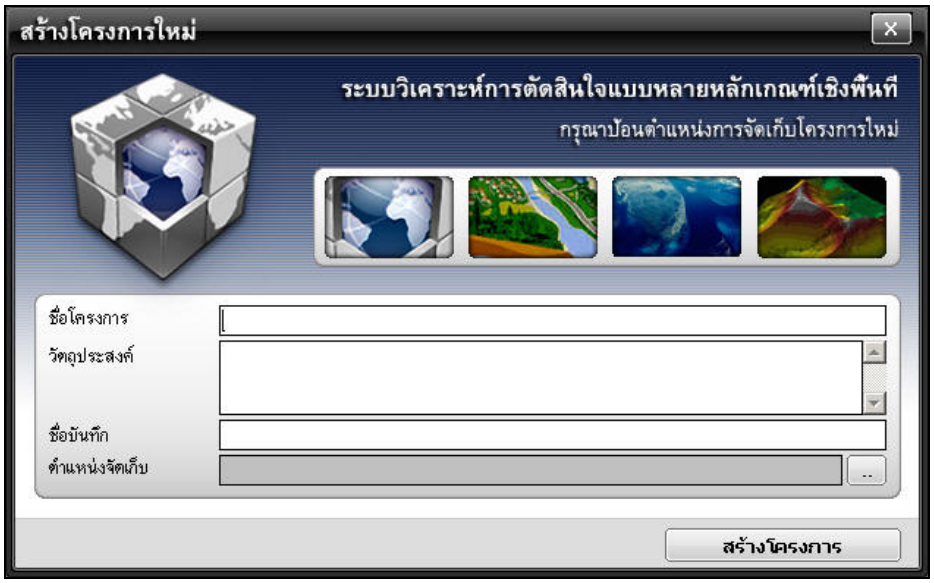
การกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงงานที่จะนำมาวิเคราะห์ในโปรแกรม *MCDA-GIS* เป็นสิ่งแรกที่ผู้ใช้จะต้องดำเนินการผ่านเมนูหลักของโครงการ ผู้ใช้อาจเลือกสร้างโครงงานใหม่แล้วนำเข้าหลักเกณฑ์และค่าน้ำหนักความสำคัญจากโปรแกรม *รทส.* หรือกำหนดหลักเกณฑ์และค่าน้ำหนักความสำคัญใหม่จากโปรแกรม *MCDA-GIS* โดยมีเมนูย่อยทำหน้าที่จัดการโครงงาน (รูปที่ 4-4)

	คลิกเพื่อนำเข้าโครงงานที่จัดเก็บจากระบบ *รตส.*
	คลิกเพื่อสร้างโครงงานใหม่ในโปรแกรม *MCDA-GIS*
	คลิกเพื่อเปิดโครงงานเดิมที่ได้จัดเก็บไว้ (*.ahpg)
	คลิกเพื่อเปิดดูรายละเอียดโครงงาน
	คลิกเพื่อบันทึกโครงงาน
	คลิกเพื่อบันทึกโครงงานเป็นชื่ออื่น
	คลิกเพื่อปิดโครงงานปัจจุบันและเริ่มการทำงานใหม่
	คลิกเพื่อออกจากโปรแกรม

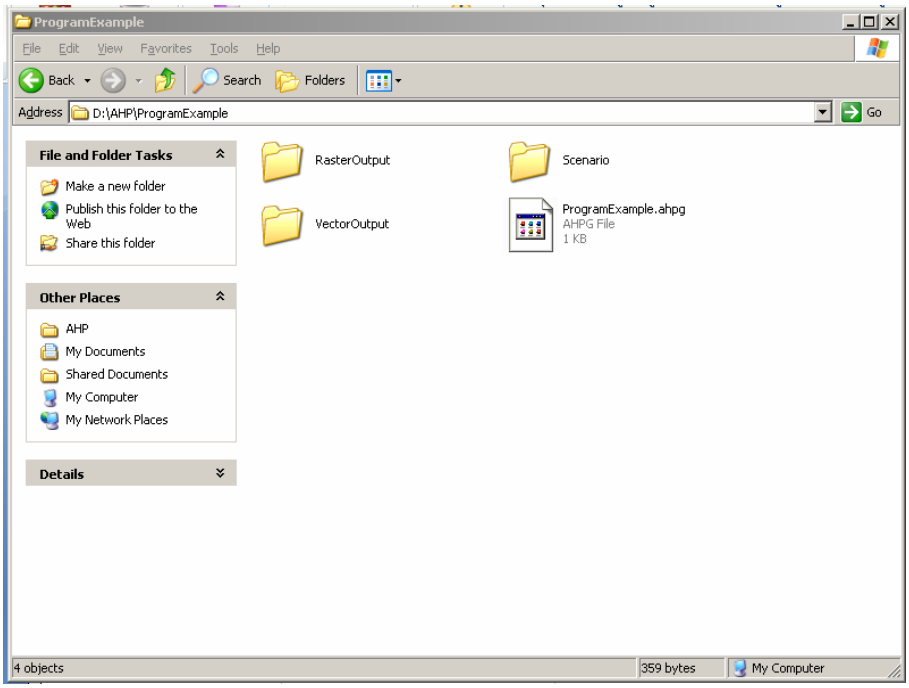
รูปที่ 4-4 เมนูย่อยที่ทำหน้าที่สร้างและจัดการโครงงาน

การสร้างโครงงานใหม่ใน MCDA-GIS

ในกรณีที่ผู้ใช้สามารถระบุหลักเกณฑ์ที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างแน่ชัด รวมทั้งทราบค่าถ่วงน้ำหนักได้จากแหล่งอื่น และต้องการใช้ *MCDA-GIS* เพื่อวิเคราะห์การตัดสินใจเชิงพื้นที่ ผู้ใช้สามารถคลิกปุ่ม [โครงงานใหม่] สำหรับการสร้างโครงงานใหม่เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ (รูปที่ 4-5) ผู้ใช้ต้องกำหนดชื่อโครงการ และวัตถุประสงค์เป็นภาษาไทยหรืออังกฤษ ส่วนชื่อบันทึกโครงงานให้กำหนดเป็นภาษาอังกฤษ นอกจากนี้ยังต้องกำหนดตำแหน่งจัดเก็บรายละเอียดโครงงานและข้อมูลผลลัพธ์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ไฟล์โครงงานที่สร้างขึ้นจะถูกจัดเก็บในรูปแบบ *.ahpg โดยมีโครงสร้างตามแบบภาษา xml เมื่อคลิกปุ่ม[สร้างโครงการ] ระบบจะทำการสร้างพื้นที่การทำงานขึ้นมา 3 โฟลเดอร์ (รูปที่ 4-6) ประกอบไปด้วย โฟลเดอร์ Scenario สำหรับเก็บข้อมูลรายละเอียดหลักเกณฑ์และค่าถ่วงน้ำหนักตลอดจนข้อจำกัดที่ใช้ในโครงงาน โฟลเดอร์ VectorOutput มีไว้สำหรับจัดเก็บ shapefile ที่ได้จากการปรับค่ามาตรฐานและผลลัพธ์ และโฟลเดอร์ RasterOutput มีไว้สำหรับจัดเก็บไฟล์ราสเตอร์ที่อยู่ในรูปแบบ grid file นอกจากนี้ยังมีไฟล์รายละเอียดโครงงาน (*.ahpg) ที่ตั้งชื่อโครงงานไว้ก่อนหน้านี้



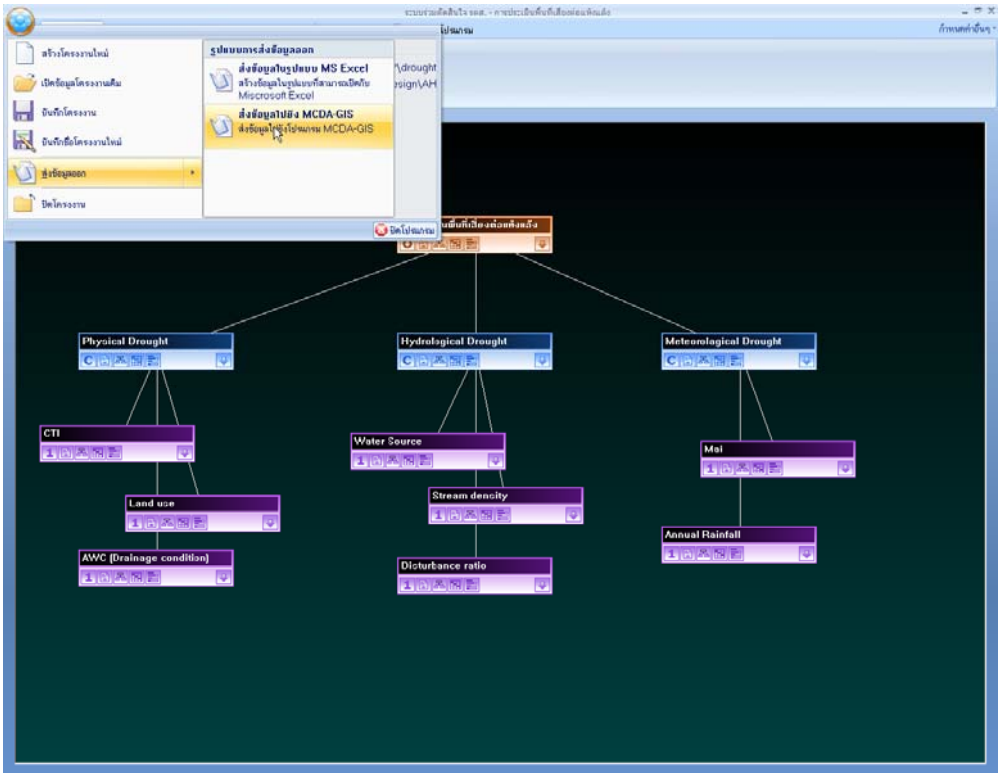
รูปที่ 4-5 หน้าต่างสำหรับกรอกรายละเอียดโครงงานใหม่



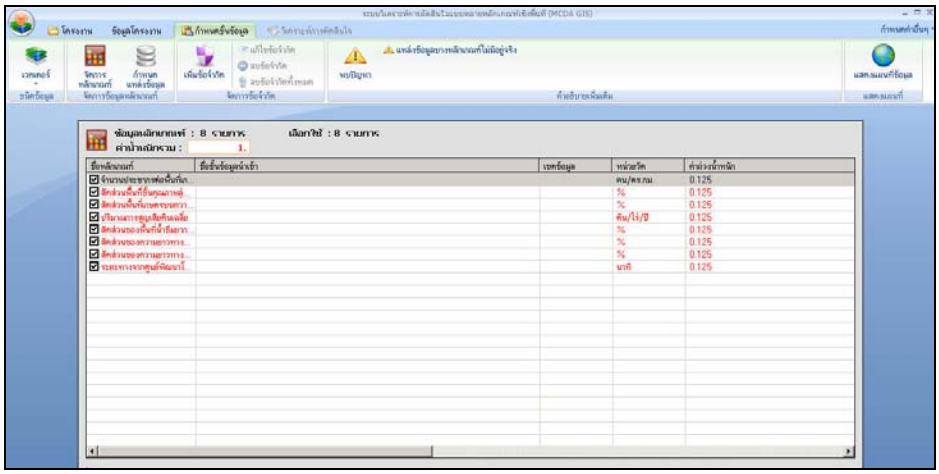
รูปที่ 4-6 โฟลเดอร์และไฟล์สำหรับจัดเก็บโครงงาน

การนำเข้าโครงงานจากระบบ รตส.

โปรแกรม *รตส.* มีปุ่มสำหรับให้ผู้ใช้ส่งหลักเกณฑ์และค่าน้ำหนักความสำคัญไปยังโปรแกรม *MCDA-GIS* เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่ต่อไป (รูปที่ 4-7) โดยไฟล์จะถูกเก็บไว้ในรูปแบบ *.ahpg เมื่อผู้ใช้เปิดโปรแกรม *MCDA-GIS* สามารถเรียกไฟล์โครงงานที่จัดเก็บจากโปรแกรม*รตส.* โดยคลิกปุ่ม [นำเข้าโครงงานจาก*รตส.*] ชื่อหลักเกณฑ์และค่าน้ำหนักความสำคัญจะถูกเรียกขึ้นมา สำหรับทำงานในขั้นตอนต่อไป (รูปที่ 4-8)



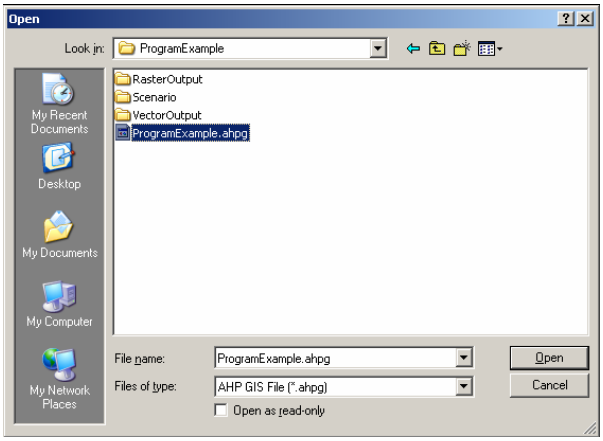
รูปที่ 4-7 ตัวอย่างโครงงานที่สร้างในโปรแกรม *รตส.* และเมนูส่งออกข้อมูลไปยัง *MCDA-GIS*



รูปที่ 4-8 รายการหลักเกณฑ์และค่าถ่วงน้ำหนักที่ถูกเรียกมาจากโครงงานโปรแกรม *รตส.*

การเปิดโครงงานเดิมที่จัดเก็บไว้

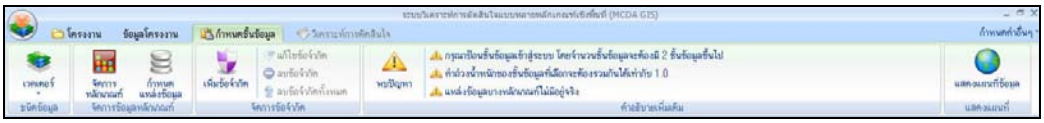
สำหรับโครงงานที่จัดเก็บไว้แล้ว ผู้ใช้สามารถคลิกปุ่ม [เปิดโครงงาน] เพื่อเลือกไฟล์ *.ahpg ที่ต้องการ (รูปที่ 4-9)



รูปที่ 4-9 หน้าต่างสำหรับเลือกไฟล์โครงงาน *.ahpg เพื่อเปิดโครงงานที่ได้จัดเก็บไว้

การกำหนดชั้นข้อมูลที่เป็นหลักเกณฑ์

เมื่อกำหนดวัตถุประสงค์แล้วขั้นตอนต่อมาคือการกำหนดหลักเกณฑ์และชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ของแต่ละหลักเกณฑ์ โดยดำเนินการผ่านเมนู “กำหนดชั้นข้อมูล” (รูปที่ 4-9) เมนูนี้มีส่วนการทำงานย่อยประกอบไปด้วย การกำหนดรายละเอียดของหลักเกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ ชนิดของข้อมูล การจัดการรายละเอียดของหลักเกณฑ์ การกำหนดแหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ใช้หลักเกณฑ์ การระบุพื้นที่ข้อจำกัดหรือไม่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ การแสดงหลักเกณฑ์เป็นแผนที่เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบ และส่วนของคำอธิบายเพิ่มเติมเพื่อสื่อสารกับผู้ใช้ (รูปที่ 4-10)



รูปที่ 4-10 เมนูกำหนดชั้นข้อมูล

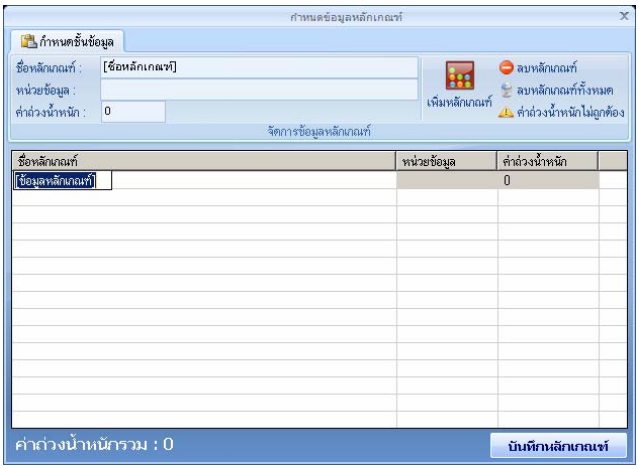
ชนิดข้อมูล

ในโปรแกรม *MCDA-GIS* ผู้ใช้สามารถเลือกชั้นข้อมูลได้ 2 รูปแบบคือข้อมูลประเภท และข้อมูลประเภทราสเตอร์ ซึ่งข้อมูลประเภทเวกเตอร์อยู่ในรูปแบบของ Geodatabase หรือ Shape file ส่วนข้อมูลประเภทราสเตอร์จะต้องอยู่ในรูปแบบของ grid file และ เพื่อใช้เป็นหลักเกณฑ์หรือข้อจำกัด

การจัดการข้อมูลหลักเกณฑ์

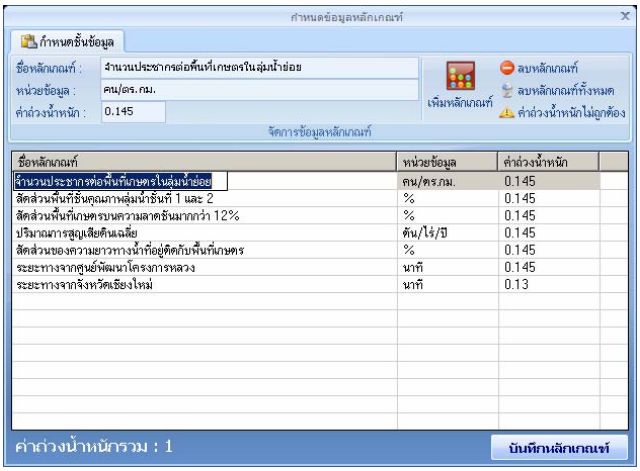
เป็นส่วนของการจัดการข้อมูลที่ใช้เป็นหลักเกณฑ์ ประกอบด้วย 2 เมนูย่อยเพื่อสะดวกในการใช้งานคือ “จัดการหลักเกณฑ์” และ “กำหนดแหล่งข้อมูล”

“จัดการหลักเกณฑ์” ใช้ในการกำหนด เพิ่ม หรือแก้ไขหลักเกณฑ์ และค่าถ่วงน้ำหนัก ผู้ใช้สามารถคลิกปุ่ม [จัดการหลักเกณฑ์] จะปรากฏหน้าต่างสำหรับกำหนดรายละเอียดหลักเกณฑ์ (รูปที่ 4-11)



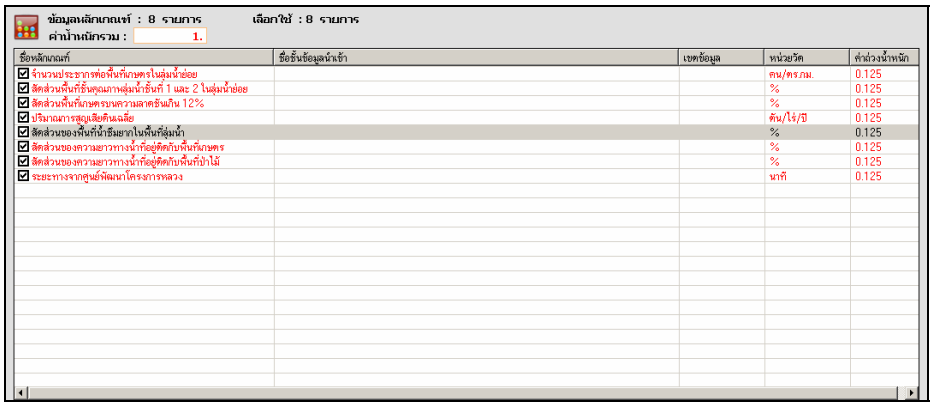
รูปที่ 4-11 หน้าต่างกำหนดข้อมูลหลักเกณฑ์สำหรับโครงงานใหม่

เมื่อคลิกปุ่ม [เพิ่มหลักเกณฑ์] รายการหลักเกณฑ์ในตารางจะถูกเพิ่มขึ้น ผู้ใช้ต้องทำการกำหนดชื่อหลักเกณฑ์ และกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้แต่ละหลักเกณฑ์ ส่วนหน่วยข้อมูลผู้ใช้จะทำการกรอกหรือไม่ก็ได้ เมื่อกำหนดเรียบร้อยแล้วหากต้องการเพิ่มหลักเกณฑ์อีก สามารถคลิกปุ่ม [เพิ่มหลักเกณฑ์] ไปเรื่อยๆ จนได้จำนวนหลักเกณฑ์ครบตามต้องการ



รูปที่ 4-12 ตัวอย่างการกำหนดชื่อหลักเกณฑ์และค่าถ่วงน้ำหนัก

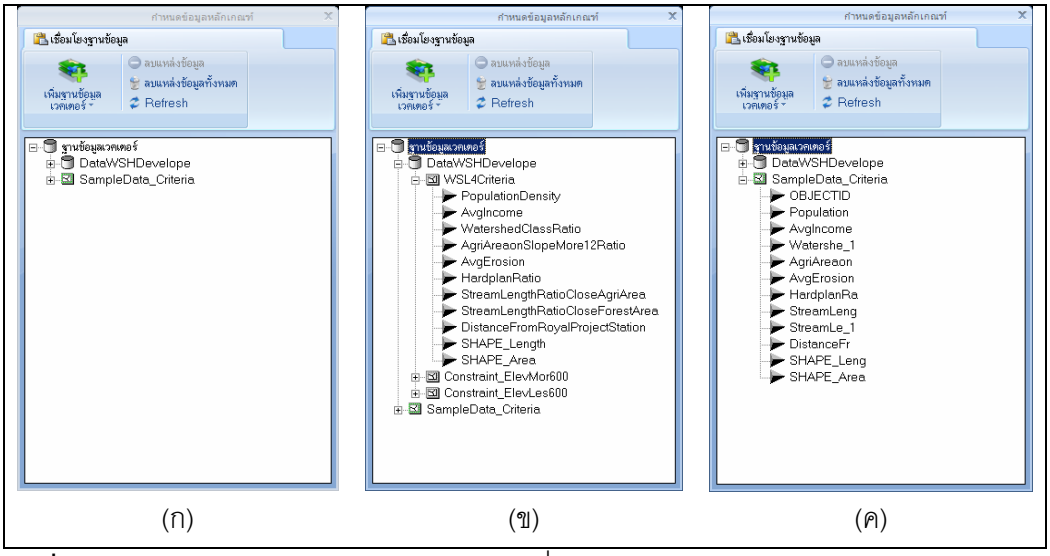
ปุ่ม [ลบหลักเกณฑ์] จะทำการลบหลักเกณฑ์ที่คลิกเลือกไว้ในตาราง (แถบสีเทา) เท่านั้น หากผู้ใช้ต้องการล้างข้อมูลออกทั้งหมด เพื่อกำหนดใหม่ สามารถคลิกปุ่ม [ลบหลักเกณฑ์ทั้งหมด] ได้ ในแต่ละครั้งเมื่อมีการเพิ่มหลักเกณฑ์ ระบบจะทำการคำนวณผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนัก หากค่าถ่วงน้ำหนักมีค่าน้อยกว่า หรือมากกว่า 1 จะมีข้อความเตือนผู้ใช้อยู่ด้านขวาบนเพื่อให้ผู้ใช้ทำการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้มีค่าเท่ากับ 1 จึงจะสามารถทำงานต่อไปได้ (รูปที่ 4-12) จากนั้นเมื่อผู้ใช้คลิกปุ่ม [บันทึกหลักเกณฑ์] ชื่อหลักเกณฑ์และค่าถ่วงน้ำหนักจะถูกนำไปใส่ไว้ในตารางรายละเอียดหลักเกณฑ์ในหน้าโปรแกรมหลัก (รูปที่ 4-13)



รูปที่ 4-13 ตัวอย่างตารางหลักเกณฑ์ที่ประกอบไปด้วยหลักเกณฑ์และค่าถ่วงน้ำหนัก

ตัวอย่างในรูปที่ 4-13 แสดงให้เห็นตารางหลักเกณฑ์ที่ยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากชื่อชั้นข้อมูลนำเข้า และเขตข้อมูลยังไม่ถูกกำหนด ผู้ใช้ต้องคลิกปุ่ม [กำหนดตำแหน่งข้อมูล] เพื่อเปิดหน้าต่างสำหรับการเลือก และกำหนดตำแหน่งของการจัดเก็บข้อมูลที่ใช้เป็นหลักเกณฑ์ (รูปที่ 4-14ก.) ในกรณีที่เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลชนิดเวกเตอร์ ผู้ใช้ต้องคลิก [เพิ่มฐานข้อมูลเวกเตอร์] เพื่อเลือกชนิดของข้อมูลเวกเตอร์ที่จะนำมากำหนดให้กับหลักเกณฑ์ ซึ่งในระบบได้กำหนดไว้เพียง 2 ชนิดเท่านั้น

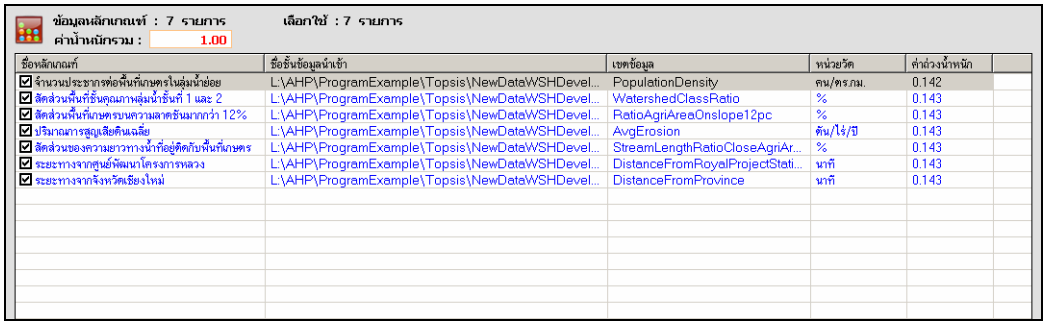
คือ Geodatabase และ Shape file โดยหลังจากคลิกเลือกชนิด และเลือกตำแหน่งจัดเก็บชั้นข้อมูลเรียบร้อยแล้ว รายการฟิลด์ข้อมูลจะถูกแสดงออกมาเพื่อให้ผู้ใช้เลือกสำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ หากชั้นข้อมูลเป็น Geodatabase จะถูกแสดงด้วยสัญลักษณ์ ตามด้วยรายการของ Feature class ที่ปรากฏใน Geodatabase นั้นๆ (รูปที่ 4-14ข.) ส่วนข้อมูล Shape file แสดงด้วยสัญลักษณ์ (รูปที่ 4-14ค.) ในทำนองเดียวกัน หากผู้ใช้ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลชนิดราสเตอร์ ให้ดับเบิลคลิกตรงตำแหน่งหลักเกณฑ์ที่ต้องการกำหนดแหล่งข้อมูลเพื่อเลือกตำแหน่งจัดเก็บชั้นข้อมูลทีละรายการ



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4-14 หน้าต่างสำหรับกำหนดตำแหน่งข้อมูลที่ใช้เป็นหลักเกณฑ์

การกำหนดตำแหน่งข้อมูลสำหรับเวกเตอร์ที่ใช้เป็นหลักเกณฑ์สามารถทำได้ 2 วิธีคือ วิธีแรกคือการคลิกเลือกหลักเกณฑ์ในตารางหลัก จากนั้นดับเบิลคลิกยังฟิลด์ที่ต้องการในหน้าต่างกำหนดหลักเกณฑ์ ชื่อชั้นข้อมูลนำเข้า และเขตข้อมูลจะถูกนำเติมให้สมบูรณ์สำหรับหลักเกณฑ์ที่ได้คลิกเลือกไว้ ส่วนวิธีที่สองผู้ใช้ต้องทำการคลิกเลือกฟิลด์ที่ต้องการก่อน จากนั้นใช้เมาส์ลากและปล่อยลงในตาราง ชื่อชั้นข้อมูลนำเข้าและเขตข้อมูลจะถูกเติมให้สมบูรณ์ (รูปที่ 4-15)



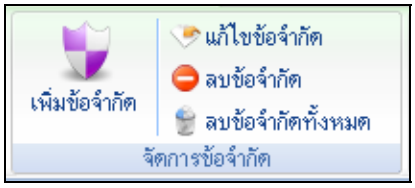
รูปที่ 4-15 ตัวอย่างตารางกำหนดหลักเกณฑ์ที่ใช้ชั้นข้อมูลชนิดเวกเตอร์ที่สมบูรณ์แล้ว

ในตารางหลักเกณฑ์ จะสังเกตุเห็นว่ามีเครื่องหมาย ☑ อยู่หน้าหลักเกณฑ์แต่ละหลักเกณฑ์ เครื่องหมายนี้มีไว้สำหรับการเลือกชั้นหลักเกณฑ์เพื่อนำไปวิเคราะห์ หากผู้ใช้คลิกเครื่องหมายถูกออก ผลที่ได้คือหลักเกณฑ์นั้นๆ จะไม่ถูกนำไปวิเคราะห์ร่วมกับหลักเกณฑ์อื่นๆ และค่าถ่วงน้ำหนักรวมของทั้งหมดจะลดลง ในกรณีนี้ผู้ใช้ต้องกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้กับหลักเกณฑ์ที่เหลือใหม่ โดยทั่วไป การวิเคราะห์การตัดสินใจในโครงงานหนึ่งๆจำเป็นต้องมีการทดสอบการเพิ่มและลดหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ ดังนั้นการใช้เครื่องหมาย ☑ จึงเป็นการอำนวยความสะดวกในการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้หลักเกณฑ์ที่แตกต่างกัน โดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องนำเข้าชั้นข้อมูลที่ต้องการเพิ่มใหม่

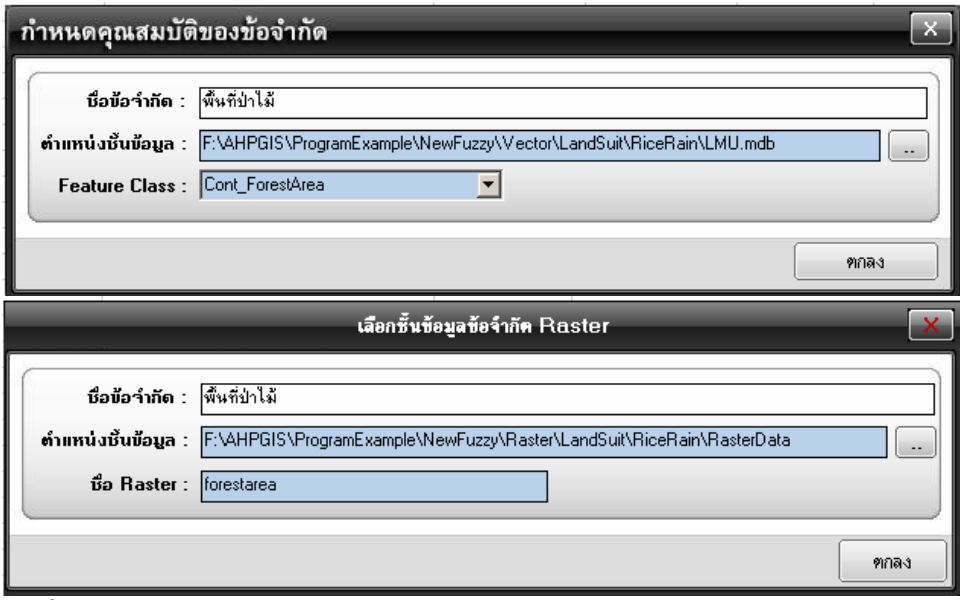
การจัดการข้อจำกัด

"ข้อจำกัด" หมายถึงบริเวณที่ผู้ทำการวิเคราะห์กำหนดไว้ว่าจะไม่นำมาใช้ในการวิเคราะห์การตัดสินใจในโครงงานนั้นๆ การกำหนดข้อจำกัดให้กับโครงงานจะช่วยให้ขอบเขตการวิเคราะห์แคบลง และการประมวลมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้ใช้ขจัดพื้นที่ๆจะนำมาวิเคราะห์โดยใช้ชั้นข้อมูลที่เป็นข้อจำกัดในขั้นตอนเตรียมชั้นข้อมูลในโปรแกรม GIS ก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์ในโปรแกรม *MCDA-GIS* ก็ได้

การกำหนดข้อจำกัดให้กับโครงงานใน *MCDA-GIS* สามารถกระทำได้โดยเรียกใช้กลุ่มเมนูการจัดการข้อจำกัด (รูปที่ 4-16) เมื่อผู้ใช้คลิกปุ่ม [เพิ่มข้อจำกัด] หน้าต่างสำหรับการจัดการข้อจำกัดจะปรากฏขึ้น)รูปที่ 4-17ก, 4-17ข (ผู้ใช้ต้องกำหนดชื่อข้อจำกัด และเลือกตำแหน่งที่จัดเก็บชั้นข้อมูล)Geodatabase หรือ Shape file หรือ Grid file) สำหรับข้อมูลข้อจำกัดที่นำมาวิเคราะห์ ผู้ใช้ต้องเตรียมข้อมูลข้อจำกัดให้เรียบร้อยก่อนนำเข้าใน *MCDA-GIS* ถ้าเป็นข้อมูลชนิดเวกเตอร์ผู้ใช้ต้องชั้นข้อมูลที่เป็นข้อจำกัดจะต้องมีเฉพาะพื้นที่ที่กำหนดว่าจะไม่นำไปวิเคราะห์เท่านั้น สำหรับพื้นที่ซึ่งเป็นข้อจำกัดในชั้นข้อมูลชนิดราสเตอร์จะต้องกำหนดให้มีค่าเป็น 0 และพื้นที่นอกเหนือข้อจำกัดให้กำหนดค่าเป็น 1



รูปที่ 4-16 กลุ่มเมนูสำหรับการจัดการข้อจำกัด



)ก(

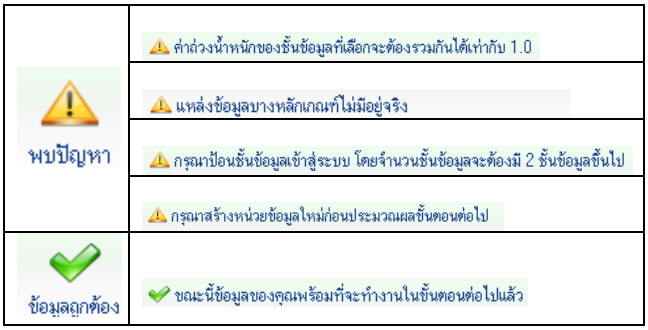
)ข(

รูปที่ 4-17 ตัวอย่างการกำหนดข้อจำกัดให้กับโครงงาน (ก) สำหรับข้อมูลชนิดเวกเตอร์ และ (ข) สำหรับข้อมูลชนิดราสเตอร์

ผู้ใช้อาจแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อจำกัดที่ได้ทำการกำหนดไปแล้ว โดยการคลิกปุ่ม [แก้ไขข้อจำกัด] เพื่อเปิดหน้าต่างกำหนดคุณสมบัติของข้อจำกัดดังรูปที่ 4-17 ขึ้นมาเพื่อทำการแก้ไข นอกจากนี้ผู้ใช้อาจลดจำนวนข้อจำกัดได้โดยการคลิกปุ่ม [ลบข้อจำกัด] แล้วคลิกเลือกข้อจำกัดที่ต้องการลบออกจากการวิเคราะห์ หรืออาจลบข้อจำกัดทั้งหมดที่ได้กำหนดไว้ออกจากการวิเคราะห์โดยการคลิกปุ่ม [ลบข้อจำกัดทั้งหมด]

ส่วนคำอธิบายเพิ่มเติม

เมนูนี้เป็นการตรวจสอบการทำงานของผู้ใช้ในเรื่องของการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและสถานะของข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ว่าถูกต้องหรือไม่ (รูปที่ 4-18) โดยจะมีข้อความปรากฏดังนี้



รูปที่ 4-18 เมนูคำอธิบายปัญหาและสถานะของข้อมูล

"ค่าถ่วงน้ำหนักของชั้นข้อมูลที่เลือกจะต้องรวมกันได้เท่ากับ 1.0" – เกิดขึ้นเมื่อมีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของหลักเกณฑ์รวมไม่เท่ากับ 1.0 หรือมีการคลิกเครื่องหมายหน้าหลักเกณฑ์ในตารางออกเมื่อไม่ต้องการวิเคราะห์หลักเกณฑ์นั้นๆแต่ไม่ได้ปรับค่าถ่วงน้ำหนักใหม่ การแก้ไขคือผู้ใช้ต้องทำการตรวจสอบและกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักรวมของหลักเกณฑ์ทั้งหมดอีกครั้งให้ได้เท่ากับ 1.0

"แหล่งข้อมูลบางหลักเกณฑ์ไม่มีอยู่จริง" - การแก้ไขคือผู้ใช้ต้องทำการเลือกชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับหลักเกณฑ์ใหม่ ปัญหานี้อาจเนื่องมาจากการย้ายตำแหน่งแหล่งข้อมูล หรือแหล่งข้อมูลสูญหายไป

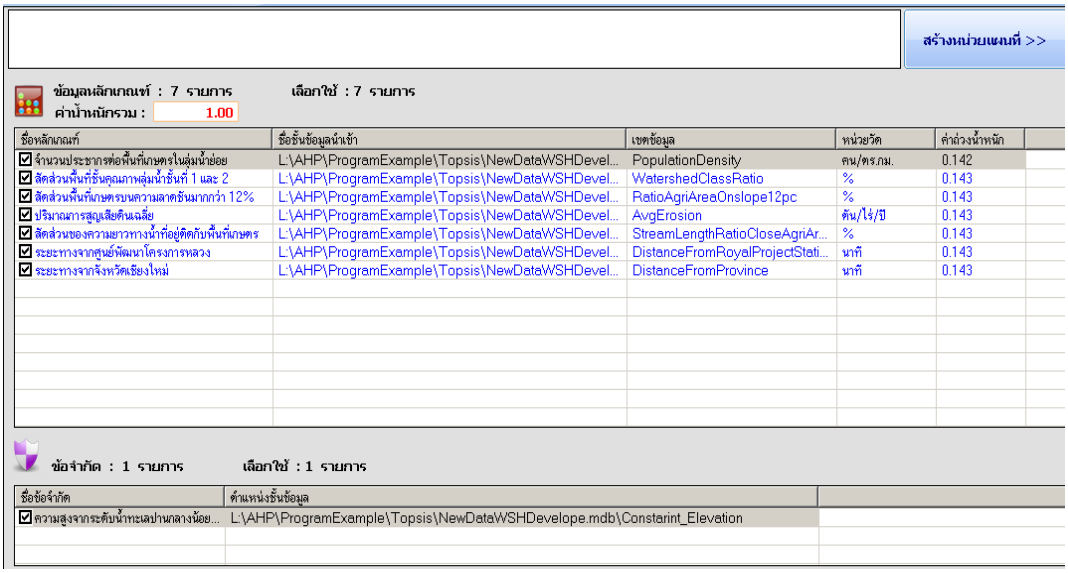
"กรุณาป้อนชั้นข้อมูลเข้าสู่ระบบ โดยจำนวนชั้นข้อมูลจะต้องมี 2 ชั้นขึ้นไป" - มักจะเกิดเมื่อผู้ใช้กำหนดหลักเกณฑ์เพียงหลักเกณฑ์เดียว การแก้ไขคือผู้ใช้ต้องกำหนดหลักเกณฑ์มากกว่า 2 หลักเกณฑ์ขึ้นไปสำหรับการวิเคราะห์ซึ่งเป็นความต้องการขั้นต่ำของระบบ

"กรุณาสร้างหน่วยข้อมูลใหม่ก่อนประมวลผลขั้นต่อไป" – เป็นคำเตือนเมื่อโครงงาน
ยังไม่มีการสร้างหน่วยแผนที่ หรือมีการแก้ไขหลักเกณฑ์หรือข้อจำกัดภายในโครงงาน ผู้ใช้ต้องทำการคลิก [คลิกเพื่อสร้างหน่วยแผนที่ใหม่] เพื่อสร้างหน่วยแผนที่ จึงจะไปยังขั้นตอนการวิเคราะห์ต่อไปได้

"ขณะนี้ข้อมูลของคุณพร้อมที่จะทำงานในขั้นตอนต่อไปแล้ว" – ข้อความแสดงถึงสถานะการทำงานเมื่อไม่พบข้อผิดพลาดของหลักเกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

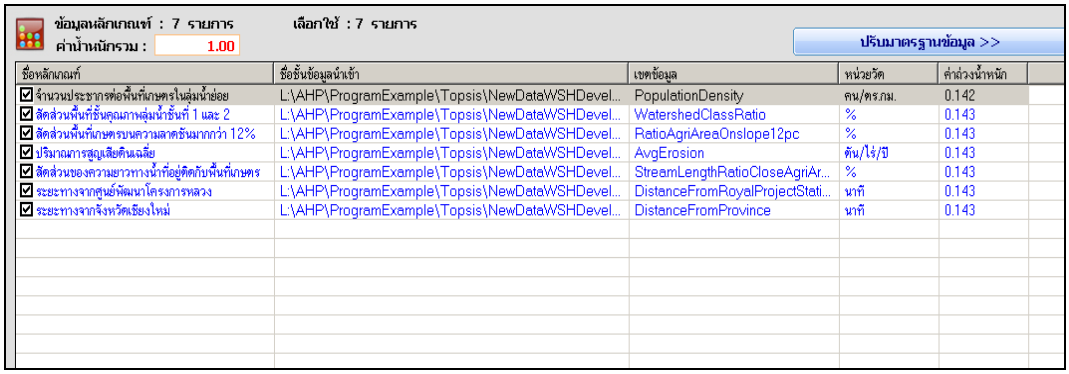
การสร้างหน่วยแผนที่

หลังจากที่ได้กำหนดรายละเอียดหลักเกณฑ์ และตรวจสอบความถูกต้องของหลักเกณฑ์เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการสร้างหน่วยแผนที่ โดยการการกดปุ่ม [สร้างหน่วยแผนที่] (รูปที่ 4-19) โปรแกรมจะตรวจสอบข้อมูลว่ามีข้อจำกัดหรือไม่ หากมีชั้นข้อมูลข้อจำกัดมากกว่า 2 ชั้นขึ้นไป โปรแกรมจะรวมข้อจำกัดเข้าด้วยกันเป็นชั้นข้อมูลเดียว ก่อนนำไปซ้อนทับกับชั้นข้อมูลหลักเกณฑ์ เพื่อลดขนาดของไฟล์และระยะเวลาในการคำนวณขั้นต่อไป ขั้นตอนการสร้างหน่วยแผนที่หลักเกณฑ์ในกรณีที่หลักเกณฑ์มาจาก Feature class หรือ Shape file ที่มีขอบเขตต่างกันอาจใช้เวลานานพอสมควร แต่หากผู้ใช้ขจัดพื้นที่ที่เป็นข้อจำกัดก่อนที่นำมาวิเคราะห์ใน *MCDA-GIS* เวลาที่ใช้ในขั้นตอนการสร้างหน่วยแผนที่จะลดลงมาก



รูปที่ 4-19 หน้าต่างการทำงานในขั้นตอนสร้างหน่วยแผนที่

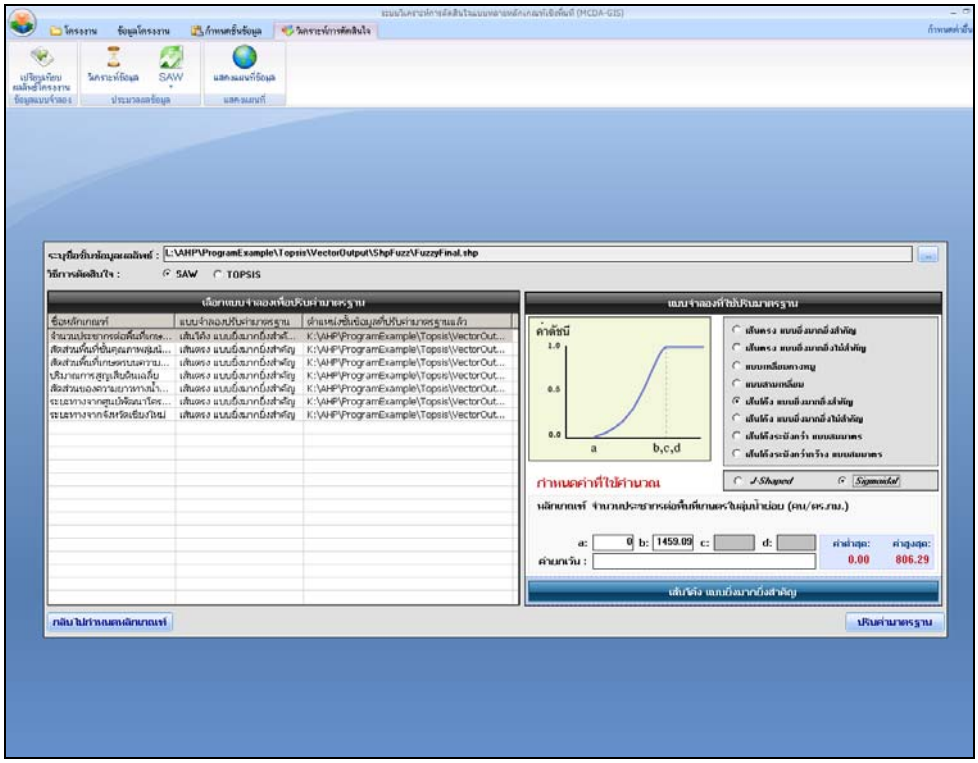
หน่วยแผนที่ที่ได้จากขั้นตอนข้างบนจะถูกนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป และในกรณีที่เป็นการเปิดโครงงานเดิม และมีการสร้างหน่วยแผนที่จากโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้ไม่ต้องทำการสร้างหน่วยแผนที่อีก ปุ่มสำหรับการสร้างหน่วยแผนที่จะหายไป และปุ่มสำหรับการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปจะขึ้นมาแทน (รูปที่ 4-20) จนกระทั่งผู้ใช้มีการเปลี่ยนแปลงหลักเกณฑ์ หรือข้อจำกัด ระบบจะเตือนให้มีการสร้างหน่วยแผนที่ใหม่ทุกครั้ง เพื่อความถูกต้องก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 4-20 หน้าต่างเข้าสู่การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์การตัดสินใจ

ในขั้นตอนการวิเคราะห์การตัดสินใจ ผู้ใช้อาจเลือกวิธีการประเมินทางเลือกจากการรวมหลายหลักเกณฑ์เข้าด้วยกันเป็นค่าดัชนีแสดงระดับความสำคัญโดยรวมของแต่ละทางเลือก ในโปรแกรม *MCDA-GIS* มีวิธีการประเมินให้เลือก 2 วิธีการ ได้แก่ วิธีการรวมค่าดัชนีแบบ SAW และ TOPSIS (รูปที่ 4-21)



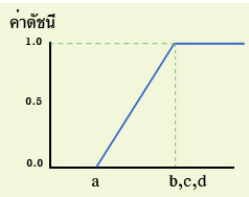
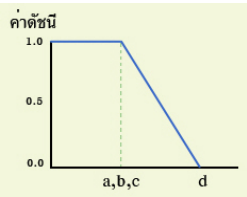
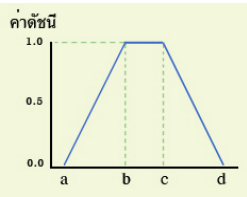
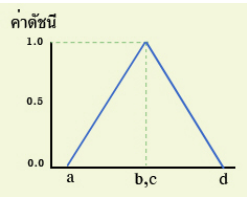
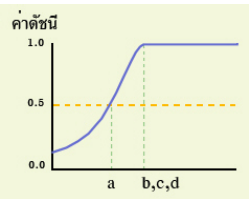
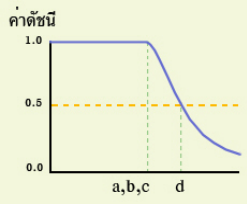
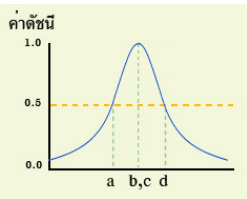
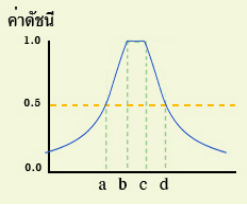
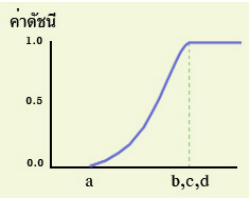
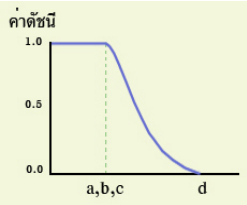
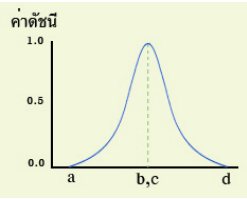
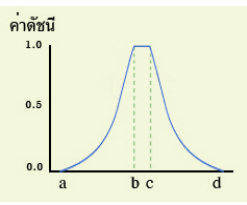
รูปที่ 4-21 เมนูวิเคราะห์การตัดสินใจ

วิธีการ SAW

ในวิธีการ SAW การประเมินดัชนีความสำคัญ (S) คิดจากการรวมของผลคูณระหว่างดัชนีความสำคัญสำหรับหลักเกณฑ์ (x_i) และค่าน้ำหนักความสำคัญ (w_i) ของแต่ละหลักเกณฑ์

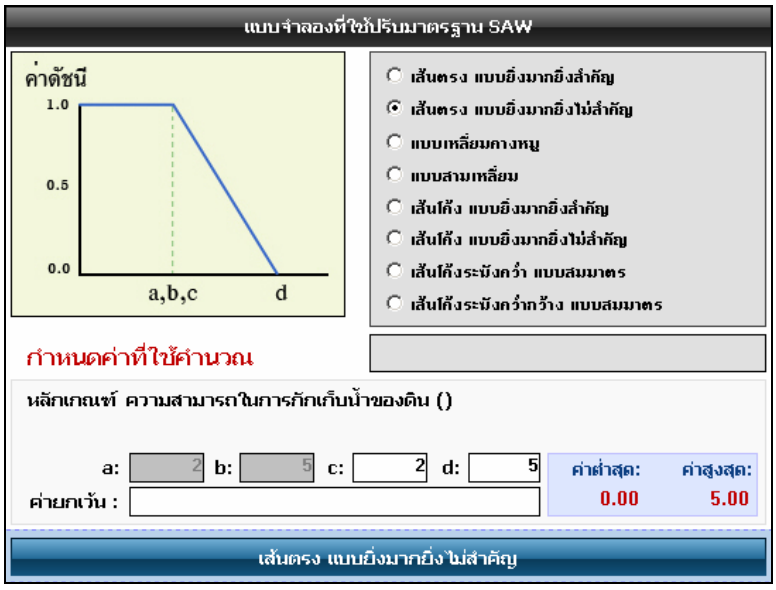
$$(S = \Sigma w_i * x_i) \qquad (4.1)$$

ดังนั้นผู้ใช้จะต้องสร้างชั้นข้อมูลดัชนีความสำคัญ (Criterion map) โดยการแปลงค่าข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Standardization) โดยใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมสำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ เนื่องจากแต่ละหลักเกณฑ์มีช่วงค่าที่แตกต่างกันมากและหน่วยวัดไม่เหมือนกัน โปรแกรม *MCDA-GIS* จึงมีหน้าต่างที่ให้ผู้ใช้เลือกฟังก์ชันจำนวน 12 แบบเพื่อแปลงค่าข้อมูลดังกล่าว (รูปที่ 4-22)

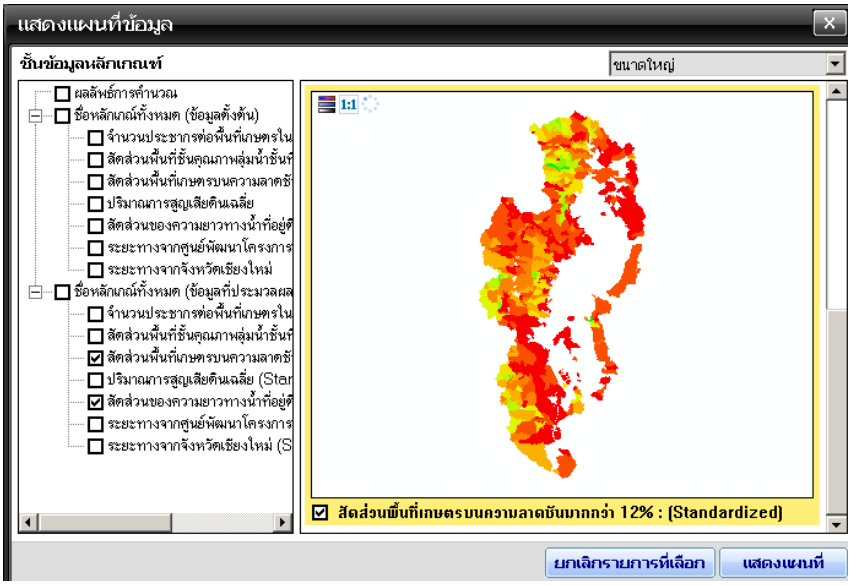
			
ก	ข	ค	ง
			
จ	ฉ	ช	ซ
			
ฌ	ญ	ฎ	ฏ

รูปที่ 4-22 แบบจำลองสำหรับการปรับมาตรฐาน

ฟังก์ชัน 12 แบบที่มีให้เลือกประกอบไปด้วย ชุดเส้นตรง ได้แก่ แบบยิ่งมากยิ่งสำคัญ (รูปที่ 4-22ก) แบบยิ่งมากยิ่งไม่สำคัญ (รูปที่ 4-22ข) แบบเหลี่ยมคางหมู (รูปที่ 4-22ค) แบบสามเหลี่ยม (รูปที่ 4-22ง) สำหรับเส้นโค้งได้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ แบบ J-Shape (รูปที่ 4-22จ-4-22ซ) และแบบ Sigmoidal (รูปที่ 4-22ฌ-4-22ฏ) โดยมีหน้าต่างให้ผู้ใช้กำหนดรูปแบบของฟังก์ชัน และค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดรูปร่างของกราฟการตอบสนองของแต่ละฟังก์ชัน (รูปที่ 4-23) เมื่อกำหนดรูปแบบฟังก์ชันและพารามิเตอร์ครบถ้วนแล้วโปรแกรมจะทำการคำนวณและสร้างชั้นข้อมูลใหม่ที่จัดเก็บค่าหลักเกณฑ์ที่ปรับมาตรฐานแล้วสำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ ค่าดัชนีความสำคัญของแต่ละหน่วยแผนที่ในแต่ละชั้นข้อมูลมีค่าระหว่าง 0-1.0 ผู้ใช้สามารถเรียกชั้นข้อมูลเหล่านี้มาตรวจสอบได้ โดยใช้เครื่องมือแสดงแผนที่ (รูปที่ 4-24) โปรแกรมจะเรียกชั้นข้อมูลเหล่านี้ไปประมวลผลเพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความสำคัญโดยรวมของแต่ละหน่วยแผนที่ต่อไป



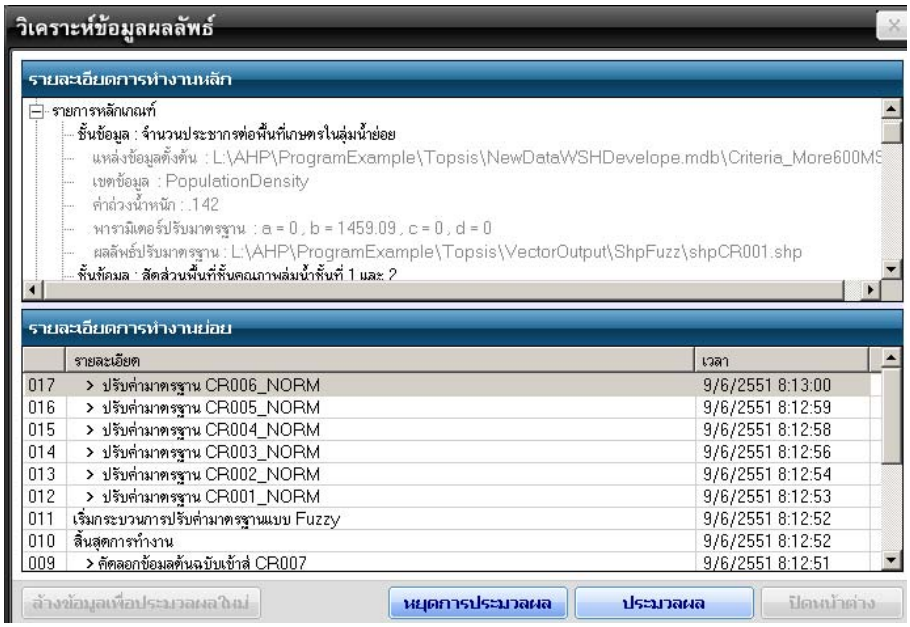
รูปที่ 4-23 หน้าต่างสำหรับกำหนดแบบจำลองที่ใช้ปรับมาตรฐานในวิธีการ SAW



รูปที่ 4-24 หน้าต่างแสดงผลชั้นข้อมูลหลักเกณฑ์ที่ปรับค่ามาตรฐานแล้ว

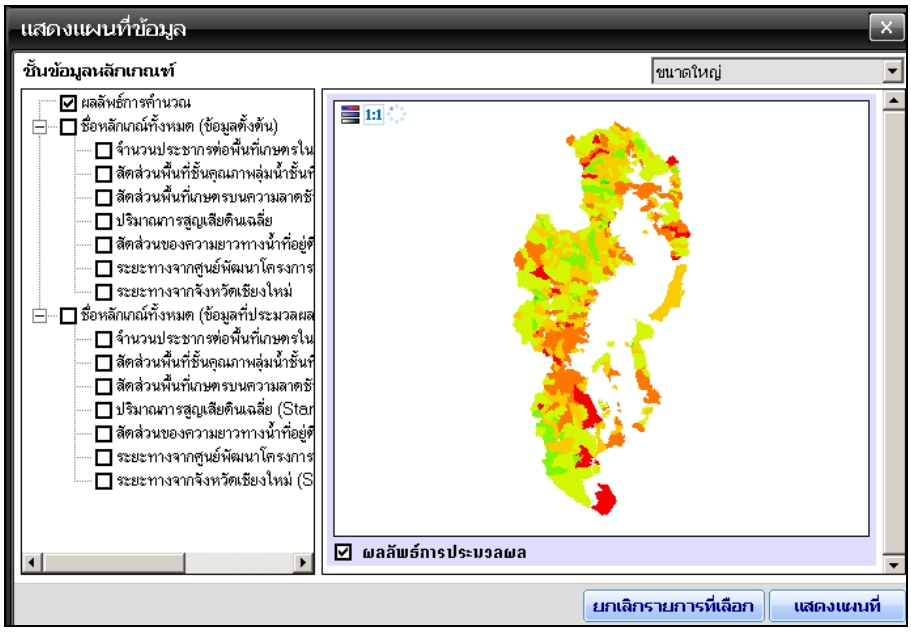
เมื่อกำหนดแบบจำลองและค่าคงที่ให้กับทุกหลักเกณฑ์แล้ว ขั้นตอนสุดท้ายของระบบคือการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดตำแหน่งของแผนที่ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณได้จากปุ่ม .. จากนั้นคลิกปุ่ม [ปรับค่ามาตรฐาน] จะปรากฏหน้าต่างสรุปรายละเอียดหลักเกณฑ์ก่อนทำการวิเคราะห์ และขั้นตอนกระบวนการทำงานของโปรแกรม (รูปที่ 4-25) ระบบจะทำการปรับมาตรฐานข้อมูลตามแบบจำลองที่ได้กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ เมื่อปรับมาตรฐานครบทุกหลักเกณฑ์แล้ว ระบบจะทำการสร้างไฟล์แผนที่ผลลัพธ์จากการปรับมาตรฐานออกไปในรูปของ Shape file

ซึ่งอาจใช้ระยะเวลาพอสมควรสำหรับการสร้างไฟล์ผลลัพธ์ในขั้นตอนนี้ กระบวนการสุดท้ายคือการนำผลลัพธ์จากการปรับมาตรฐานไปคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญโดยรวมของทางเลือก



รูปที่ 4-25 หน้าต่างแสดงกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล

หากผู้ใช้ไม่พอใจในการวิเคราะห์ในครั้งแรก สามารถคลิกปุ่ม [ล้างข้อมูลเพื่อประมวลผลใหม่] เพื่อล้างข้อมูลเดิมทั้งหมดที่ได้ทำการวิเคราะห์ไปก่อนหน้านั้นออกจาก work space ของระบบ และทำการประมวลผลใหม่โดยคลิกปุ่ม [ปรับค่ามาตรฐาน] เพื่อทำการปรับมาตรฐานเพียงอย่างเดียว หรือคลิกปุ่ม [เริ่มประมวลผล] เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลทุกขั้นตอนจนเสร็จสิ้น ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์การตัดสินใจจะถูกจัดเก็บเป็นชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ ผู้ใช้สามารถเรียกแสดงผลหน้าจอภาพเพื่อตรวจสอบได้โดยกดปุ่ม [แสดงแผนที่] (รูปที่ 4-26)



รูปที่ 4-26 หน้าต่างแสดงแผนที่ผลลัพธ์ของดัชนีความสำคัญโดยรวมของทางเลือกในพื้นที่เป้าหมาย

วิธีการ TOPSIS

วิธีการ TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) เป็นวิธีการวิเคราะห์หลักเกณฑ์ที่ระบุขอบเขตของทางเลือกที่ชัดเจนจากกลุ่มของทางเลือกทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ หลักการพื้นฐานอาศัยการเลือกทางเลือกที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างทางเลือกอุดมคติในทางที่เป็นบวก (positive ideal solution) กับระยะทางที่ไกลที่สุดของทางเลือกอุดมคติในทางที่เป็นลบ (negative ideal solution) Jahanshahloo และคณะ (2006) ได้อธิบายขั้นตอนการทำงานของ TOPSIS ไว้ดังนี้

1. คำนวณเมตริกซ์การตัดสินใจที่ได้รับการปรับค่าแล้ว (normalized decision matrix) โดยค่าที่ปรับแล้ว (n_{ij}) สามารถคำนวณได้จากสมการ (4-2)

$$n_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{j=1}^{m} x_{ij}^2} \qquad j = 1,\ldots, m;\ \ i = 1,\ldots, n \qquad (4\text{-}2)$$

2. คำนวณเมตริกซ์การตัดสินใจที่ปรับค่าโดยการถ่วงน้ำหนัก (weighted normalized decision matrix) จากสมการที่ (4-3)

$$v_{ij} = w_i n_{ij} \qquad j = 1,\ldots, m;\ \ i = 1,\ldots, n \qquad (4\text{-}3)$$

เมื่อ w_i เป็นค่าถ่วงน้ำหนักของหลักเกณฑ์ที่ i และ $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$

3. กำหนดทางเลือกอุดมคติในทางที่เป็นบวก (A^+) และเป็นลบ (A^-)

$$A^+ = \{v_1^+,...,v_n^+\} = \left\{\left(\max_j v_{ij} \mid i \in I\right),\left(\min_j v_{ij} \mid i \in J\right)\right\} \quad (4\text{-}4)$$

$$A^- = \{v_1^-,...,v_n^-\} = \left\{\left(\min_j v_{ij} \mid i \in I\right),\left(\max_j v_{ij} \mid i \in J\right)\right\} \quad (4\text{-}5)$$

เมื่อ I เป็นกลุ่มของหลักเกณฑ์ที่เป็นประโยชน์ (benefit criteria)
และ J เป็นหลักเกณฑ์ที่เป็นโทษ (cost criteria)

4. คำนวณระยะทางยูคลิเดียนของแต่ละทางเลือกจากเมตริกซ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้วกับทางเลือกอุดมคติในทางที่เป็นบวก โดยใช้สมการที่)4-6 (และทางเลือกอุดมคติในทางที่เป็นลบโดยใช้สมการที่)4-7(

$$d_j^+ = \left\{\sum_{i=1}^{n}\left(v_{ij} - v_i^+\right)^{\frac{1}{2}}\right\} \qquad j = 1,\ldots, m \quad (4\text{-}6)$$

$$d_j^- = \left\{\sum_{i=1}^{n}\left(v_{ij} - v_i^-\right)^{\frac{1}{2}}\right\} \qquad j = 1,\ldots, m \quad (4\text{-}7)$$

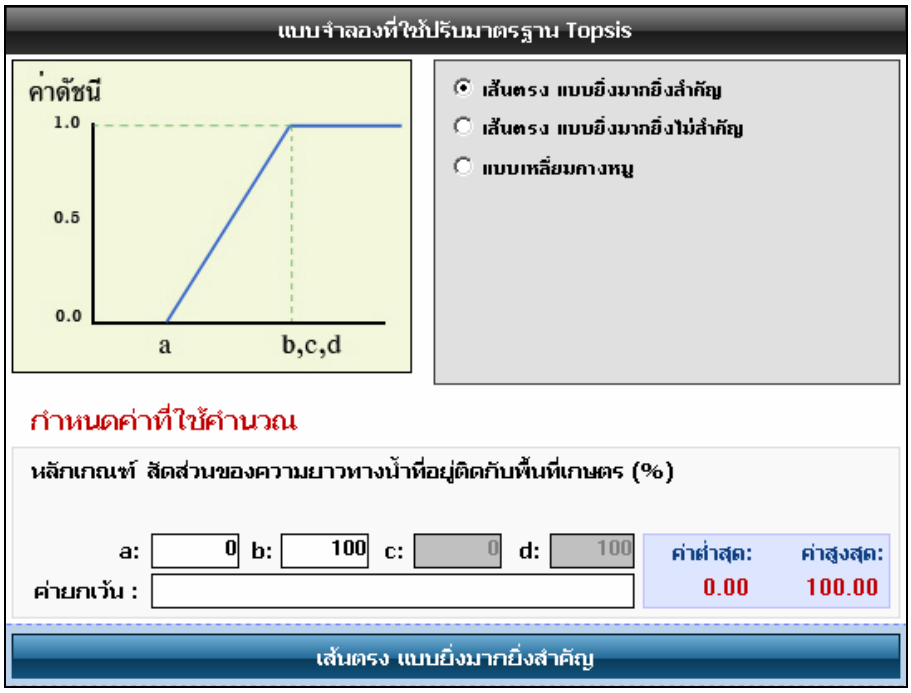
5. คำนวณค่าความใกล้ชิดสัมพัทธ์จากทางเลือกอุดมคติ)relative closeness) โดยใช้สมการที่ (4-8)

$$R_j = d_j^- / \left(d_j^+ + d_j^-\right) \qquad j = 1,\ldots, m \quad (4\text{-}8)$$

โดยที่ $d_j^- \geq 0$ และ $d_j^+ \geq 0$ ซึ่งทำให้ $R \in [0,1]$

6. เรียงลำดับค่าดัชนีของแต่ละทางเลือกที่ได้จากมากไปหาน้อย และเลือกทางเลือกที่ให้ค่าดัชนีสูงที่สุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการตัดสินใจ

ในโปรแกรม *MCDA-GIS* การปรับค่ามาตาฐานของหลักเกณฑ์อาศัยฟังก์ชัน 3 รูปแบบ ได้แก่jเส้นตรงแบบยิ่งมากยิ่งสำคัญ เส้นตรงแบบยิ่งมากยิ่งไม่สำคัญ และแบบเหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal) โดยผู้ใช้สามารถเลือกฟังก์ชันที่เหมาะสมได้จากหน้าต่างสำหรับการกำหนดฟังก์ชันในวิธีการ TOPSIS (รูปที่ 4-27)



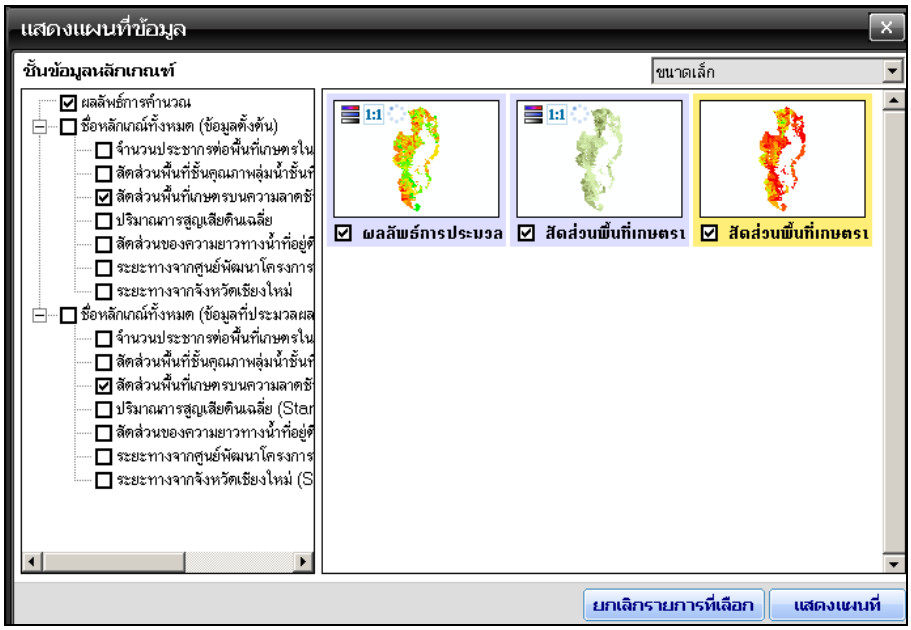
รูปที่ 4-27 หน้าต่างสำหรับกำหนดฟังก์ชันที่ใช้ปรับมาตรฐานในวิธีการ TOPSIS

การเลือกแบบจำลองสำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ผู้ใช้ต้องทำการคลิกเลือกหลักเกณฑ์ก่อน จากนั้นทำการคลิกเลือกแบบจำลองที่ต้องการ และต้องกำหนดค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ของแต่ละแบบจำลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป สำหรับการปรับมาตรฐานแบบ TOPSIS ค่าต่ำสุดและสูงสุดจะถูกกำหนดให้กับค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดรูปร่างของกราฟของแต่ละฟังก์ชันโดยอัตโนมัติ หากผู้ใช้ต้องการกำหนดใหม่ก็สามารถแก้ไขได้ แต่ต้องไม่น้อยไปกว่าค่าต่ำสุด และไม่มากกว่าค่าสูงสุด ซึ่งโปรแกรมจะใช้ค่าพารามิเตอร์ของหลักเกณฑ์ตามที่ผู้ใช้ได้กำหนดใหม่ในการคำนวณ แผนที่ผลลัพธ์จากการปรับมาตรฐานถูกจัดเก็บไว้ในรูปแบบ Shape file อยู่ใน workspace ของโครงงานแต่ละโครงงาน

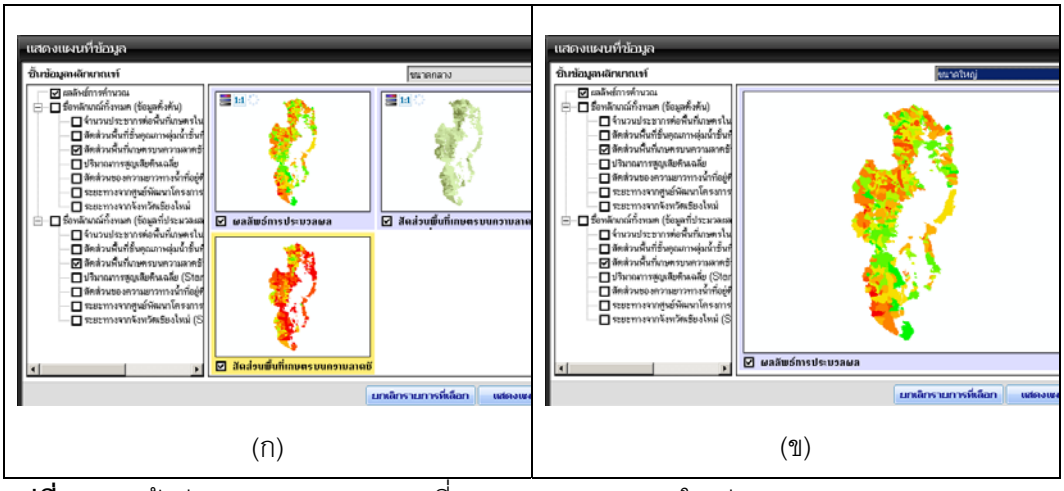
การเปลี่ยนวิธีการปรับมาตรฐานระหว่าง SAW และ TOPSIS เมื่อมีการคลิกเลือกวิธีปรับมาตรฐานใหม่ โปรแกรมจะทำการบังคับให้ผู้ใช้จัดเก็บโครงงานเป็นโครงงานอื่น โดยหลังจากจัดเก็บเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถดำเนินการในขั้นตอนการปรับมาตรฐานแบบที่เลือกใหม่ได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันความสับสน และความถูกต้องของข้อมูลผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนวิธีปรับมาตรฐาน

การแสดงแผนที่

ระบบ *MCDA-GIS* ได้จัดเตรียมส่วนของการแสดงแผนที่ไว้สำหรับอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ เพื่อตรวจสอบแหล่งข้อมูลนำเข้าของแต่ละหลักเกณฑ์ การแสดงแผนที่ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับค่ามาตรฐาน และแสดงแผนที่ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบ ตัวอย่างในรูปที่ 4-28 เป็นการเลือกแสดงหลักเกณฑ์ที่ต้องการแสดงแผนที่ ระบบจะทำการแสดงแผนที่ขนาดเล็ก (Thumbnails) สำหรับผู้ใช้ก่อน อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้อาจเลือกแสดงแผนที่ได้ 3 ขนาดคือ ขนาดเล็ก (รูปที่ 4-28) ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ (รูปที่ 4-29ก , 4-29ข)



รูปที่ 4-28 หน้าต่างแสดงขนาดของแผนที่ขนาดเล็ก



รูปที่ 4-29 หน้าต่างแสดงขนาดของแผนที่ขนาดกลางและขนาดใหญ่

โปรแกรม *MCDA-GIS* ได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับผู้ใช้เพื่อจัดการแสดงแผนที่ตามวัตถุประสงค์ เครื่องมือดังกล่าวแสดงเป็นไอคอนในส่วนแสดงแผนที่ (รูปที่ 4-30) และมีวิธีใช้ดังนี้

-ZoomIn ทำหน้าที่ขยายขนาดแผนที่เมื่อผู้ใช้คลิกที่แผนที่ 1ครั้งหรือใช้ scroll mouse เลื่อนไปข้างหน้า (รูปที่ 4-31ก)

-ZoomOut ลดขนาดแผนที่เมื่อผู้ใช้ scroll mouse เลื่อนไปข้างหลัง (รูปที่ 4-31ข)

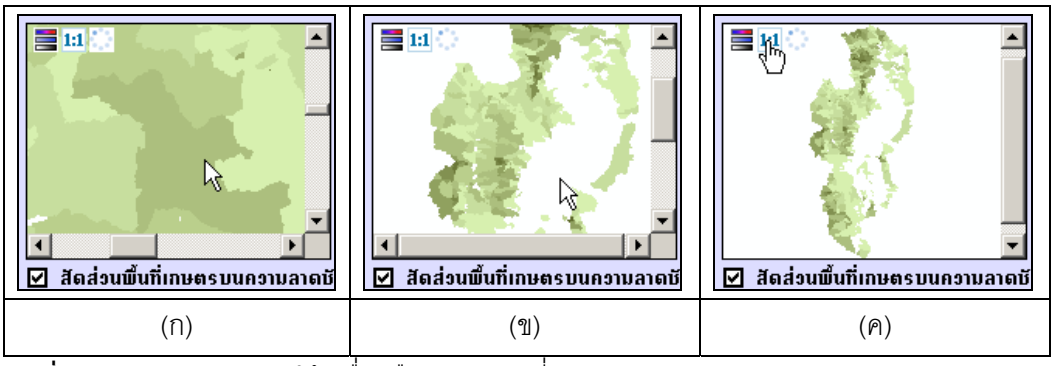
-ZoomFullExtent ขยายเต็มจอภาพในส่วนแสดงแผนที่เมื่อผู้ใช้คลิกที่สัญลักษณ์ 1:1 มุมซ้ายบน ของแผนที่ (รูปที่ 4-31ค)

- Pan เลื่อนแผนที่เมื่อผู้ใช้คลิกขวาบนเมาท์แล้วลาก

-Refresh แสดงแผนที่ใหม่เมื่อผู้ใช้คลิกที่สัญลักษณ์ มุมซ้ายบนของแผนที่

-ColorSetting เลือกแสดงชุดของสีแผนที่ใหม่เมื่อผู้ใช้คลิกที่สัญลักษณ์ มุมซ้ายบนของแผนที่

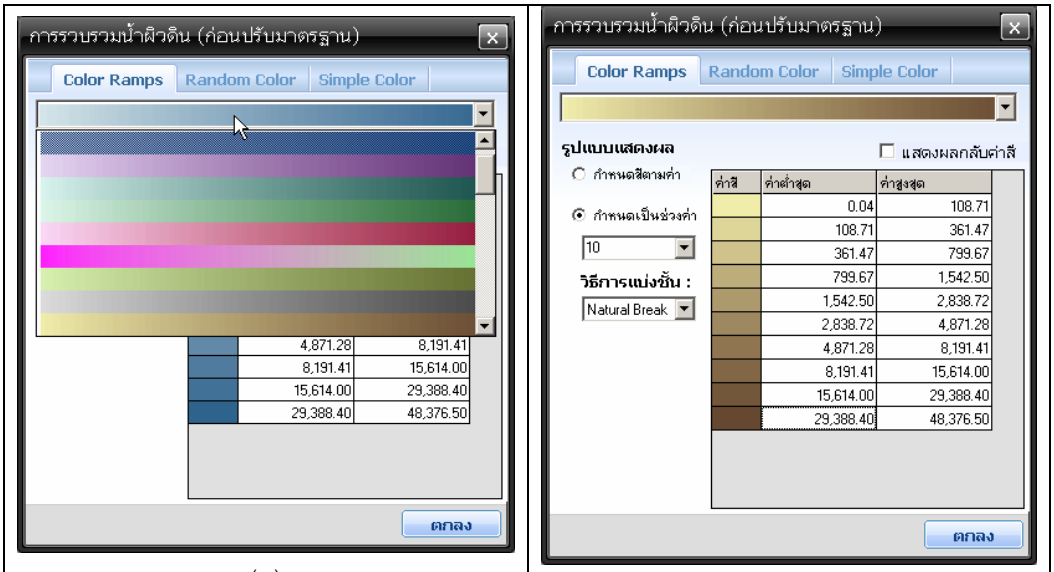
รูปที่ 4-30 แสดงส่วนของเครื่องมือพื้นฐานที่ได้จัดเตรียมไว้ในแผนที่ขนาดเล็ก



(ก) (ข) (ค)

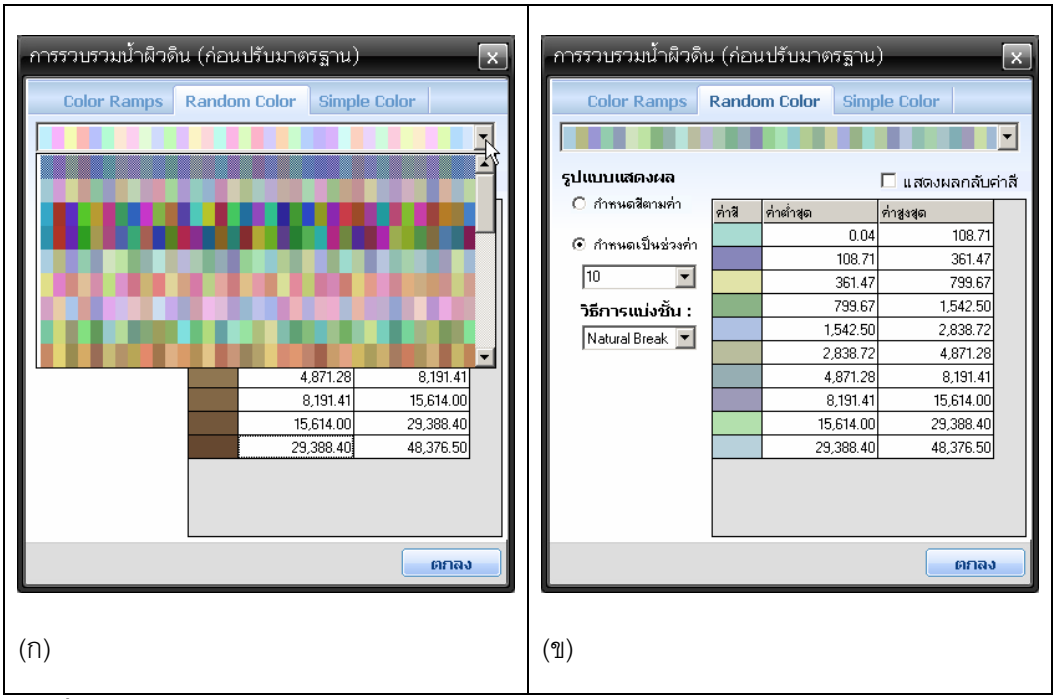
รูปที่ 4-31 ผลลัพธ์จากการใช้เครื่องมือแสดงแผนที่แบบ ZoomIn, ZoomOut และ ZoomFullExtent

ผู้ใช้อาจเปลี่ยนการแสดงสีบนแผนที่โดยคลิกปุ่ม หน้าต่างชุดข้อมูลสีจะปรากฏเพื่อให้ผู้ใช้กำหนดใหม่ได้ โดยชุดข้อมูลสีจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มเพื่อให้เหมาะกับชนิดของข้อมูล กล่าวคือ ชุดสีที่มีความต่อเนื่องกัน (Color Ramp) ชุดสีแบบสุ่มตามค่าข้อมูล (Random Color) และชุดสีสำหรับแสดงสีเดียวทั้งแผนที่ (Simple Color) ดังรูปที่ 4-32, 4-33, และ4-34 ตามลำดับ ทางด้านซ้ายมือของหน้าต่างของชุดสีทั้งหมดจะเป็นส่วนของการกำหนดการแสดงชุดสี ผู้ใช้สามารถกำหนดเป็นช่วงชั้น (รูปที่ 4-35 ก) หรือกำหนดสีตามค่าข้อมูลแบบ unique (รูปที่ 4-35 ข) การกำหนดค่าสีเป็นช่วงชั้น ผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบของการกำหนดช่วงชั้นได้ 3 รูปแบบคือ Equal Interval (รูปที่ 4-36 ก) Natural Break (รูปที่ 4-36 ข) และกำหนดเอง (รูปที่ 4-36 ค) เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการแสดงแผนที่ หากผู้ใช้เลือกชุดสีเรียบร้อยแล้ว และไม่พอใจในสีที่เลือก สามารถดับเบิลคลิกตรงสีที่แสดงสำหรับแต่ละสัญลักษณ์ทางซ้ายมือ หน้าต่างสำหรับการเลือกสีจะปรากฏขึ้นมา (รูปที่ 4-37) เพื่อให้ผู้ใช้กำหนดสีใหม่ได้ เมื่อได้ชุดสีที่ต้องการแล้วคลิกปุ่ม [เลือกพร้อมแสดงตัวอย่าง] ชุดสีที่เลือกจะปรากฏบนแผนที่แสดงผลลัพธ์ตามต้องการ (รูปที่ 4-38) นอกจากรายการสีที่มีให้เลือกแล้ว ระบบยังได้ทำการสร้าง option สำหรับการแสดงผลค่าสีแบบกลับค่า โดยผู้ใช้ต้องคลิกเครื่องหมาย หน้าเมนูแสดงผลกลับค่าสี โดยผลลัพธ์หลังจากคลิกเลือกแสดงดังรูปที่ 4-39



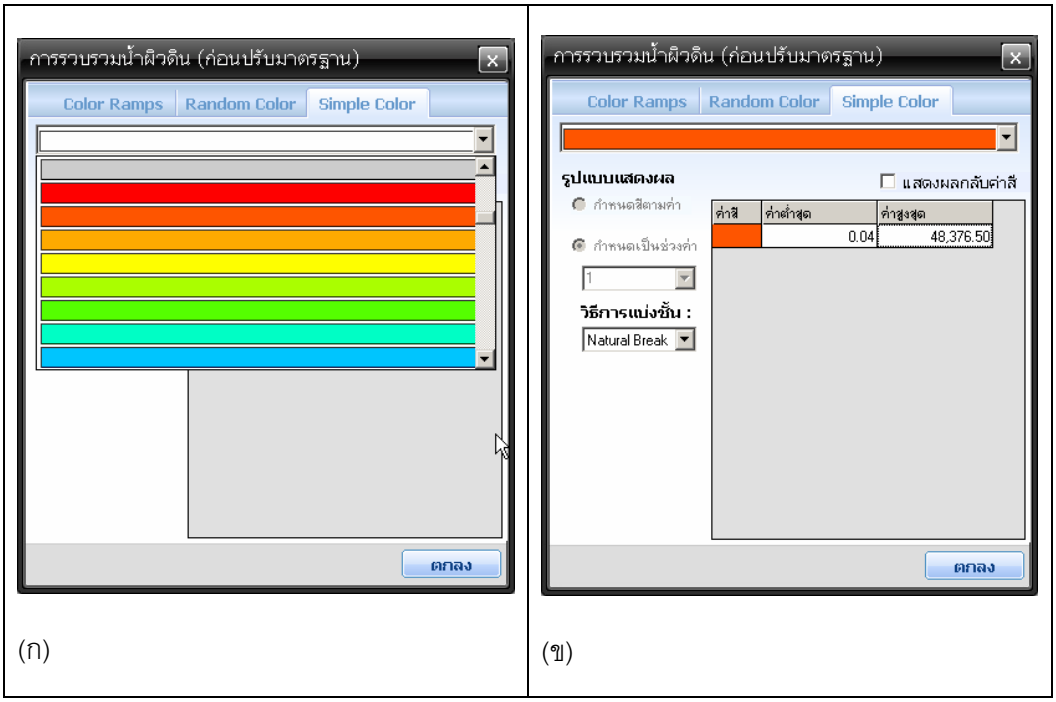
(ก) (ข)

รูปที่ 4-32 หน้าต่างแสดงชุดสีสำหรับข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่อง



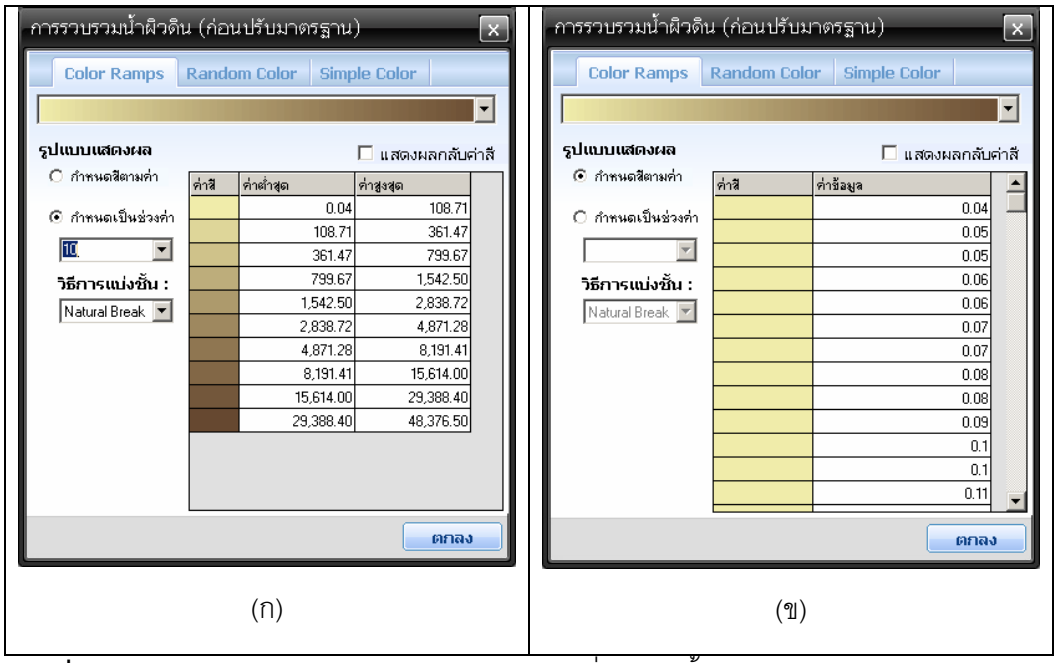
(ก) (ข)

รูปที่ 4-33 หน้าต่างแสดงชุดสีสำหรับสุ่มตามค่าข้อมูล

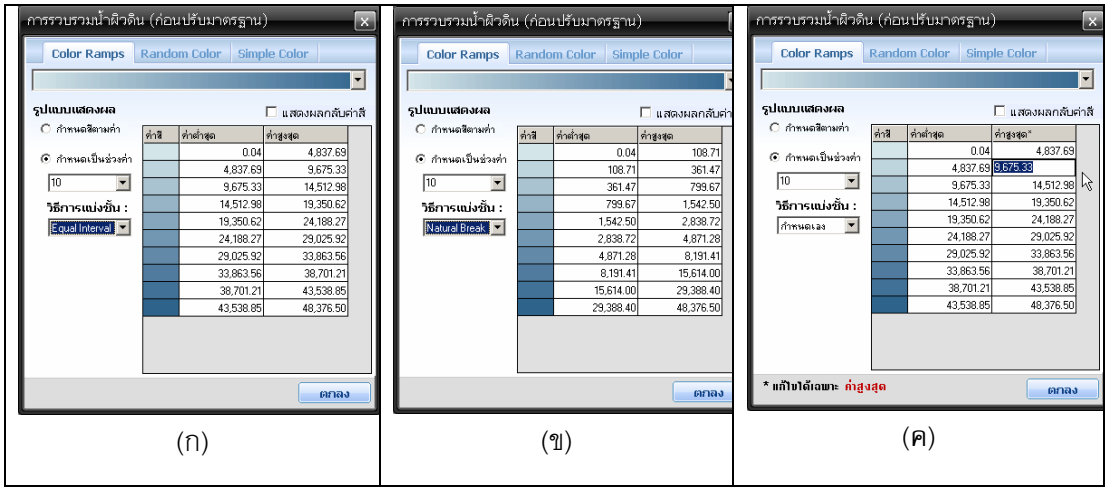


(ก) (ข)

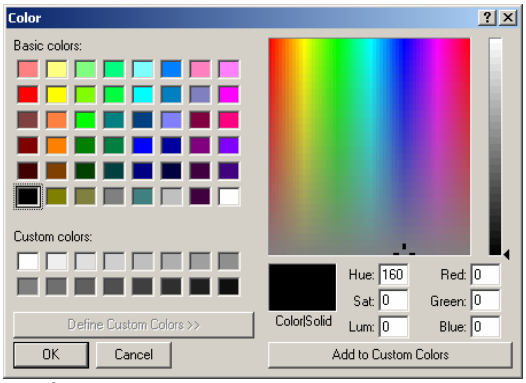
รูปที่ 4-34 หน้าต่างแสดงชุดสีสำหรับการแสดงสีเพียงสีเดียว



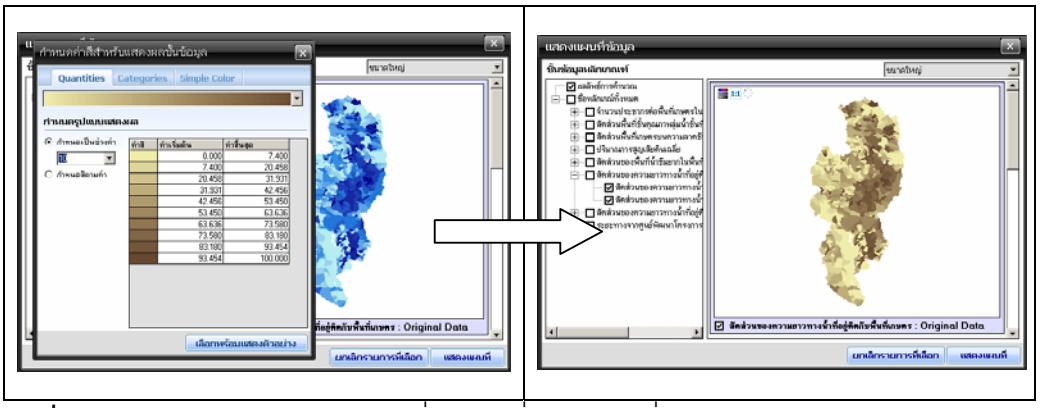
รูปที่ 4-35 หน้าต่างแสดงการเลือกชุดสีสำหรับข้อมูลที่เป็นช่วงชั้น และกำหนดสีตามค่า



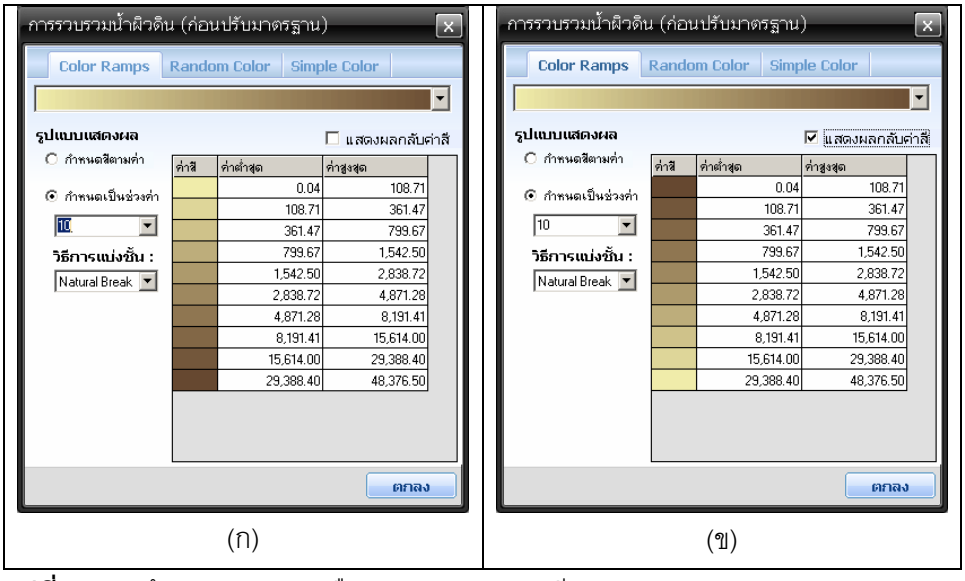
รูปที่ 4-36 หน้าต่างแสดงการรูปแบบการกำหนดสีตามค่าแบบ Equal Interval (ก) Natural Break (ข) และกำหนดเอง (ค)



รูปที่ 4-37 หน้าต่างสำหรับผู้ใช้กำหนดสีเอง

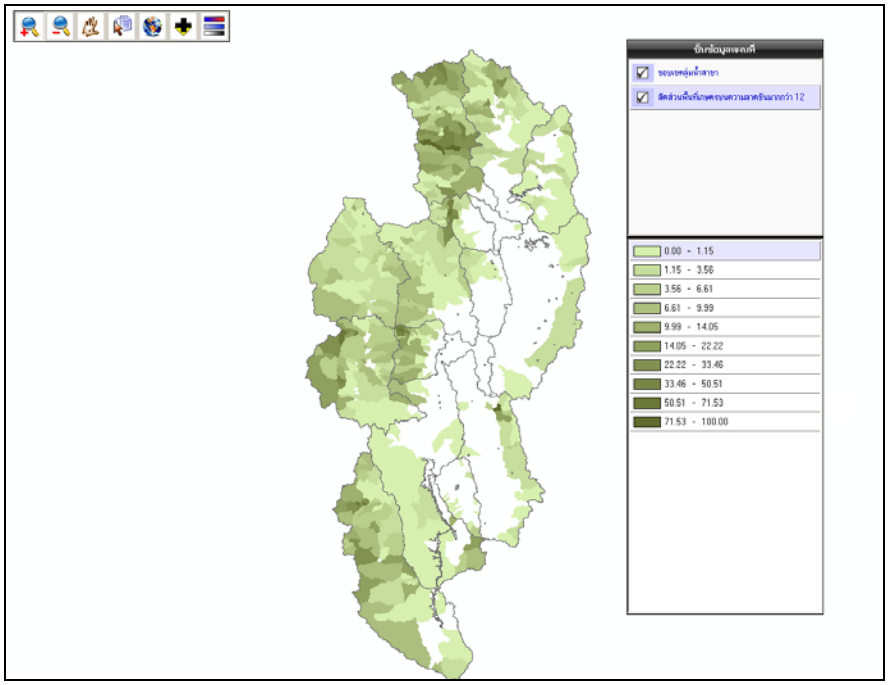


รูปที่ 4-38 ตัวอย่างผลลัพธ์จากการเปลี่ยนชุดสีที่เป็นค่าต่อเนื่อง



รูปที่ 4-39 หน้าต่างแสดงการเลือกแสดงผลกลับค่าสี

นอกจากการแสดงแผนที่เป็นแผนที่ขนาดเล็กแล้ว ระบบยังสามารถแสดงแผนที่ขนาดเต็มหน้าจอได้เมื่อผู้ใช้คลิกปุ่ม [แสดงแผนที่] หน้าต่างแผนที่จะแสดงออกมาพร้อมเครื่องมือพื้นฐานสำหรับการแสดงแผนที่เช่น zoom in, zoom out, pan, identify, full extent, add vector boundary และ color setting สำหรับเครื่องมือ add vector boundary เป็นการเพิ่มชั้นข้อมูลขอบเขตที่เป็น polygon เข้ามายังการแสดงแผนที่ ชั้นข้อมูลใหม่ที่ถูกเพิ่มเข้ามาจะอยู่เป็นชั้นข้อมูลบนสุด และมีลักษณะโปร่ง ระบบยังมีการแสดงความหมายของสีในแผนที่ทางด้านขวาของจอภาพอีกด้วย (รูปที่ 4-40)

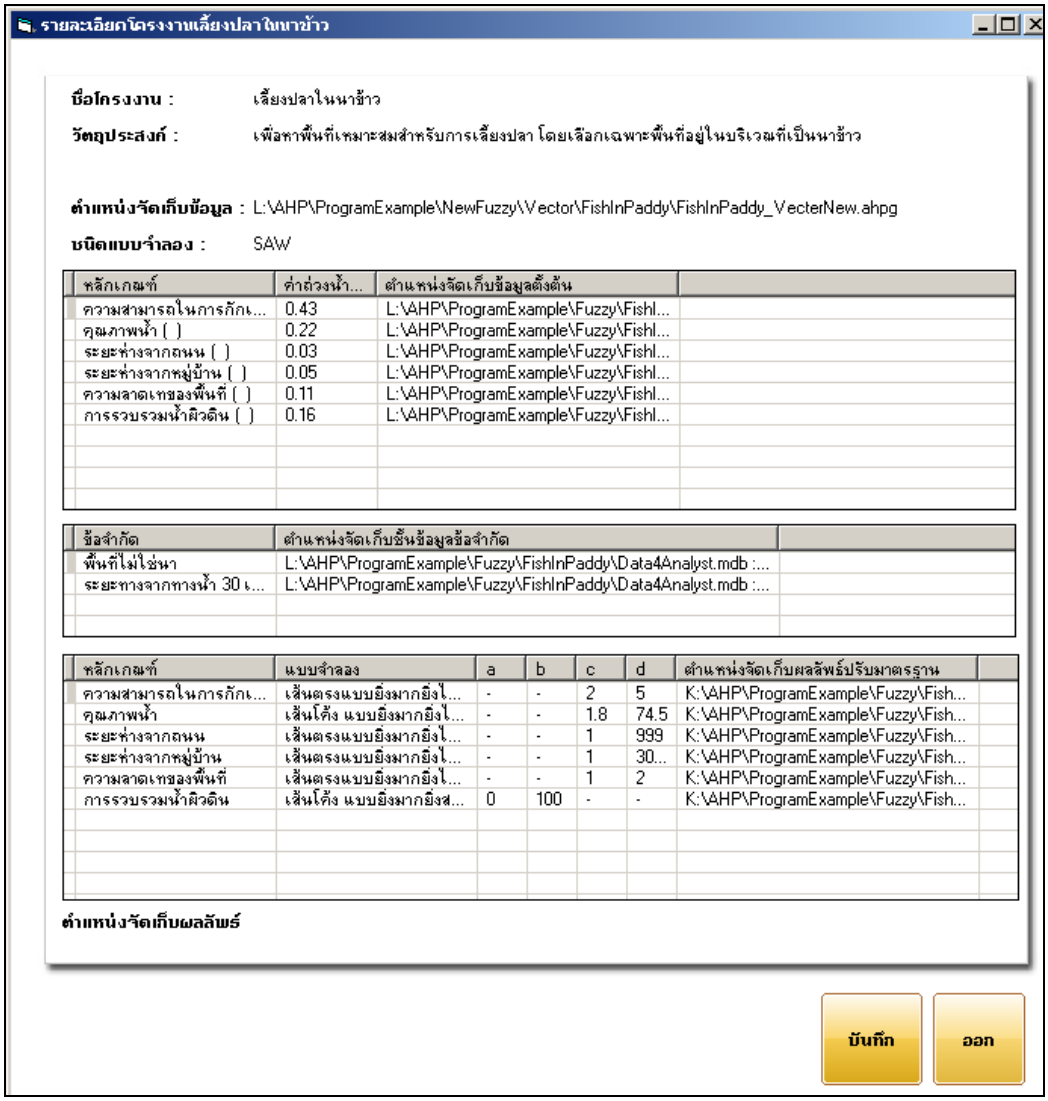


รูปที่ 4-40 การแสดงแผนที่แบบเต็มหน้าจอ

การจัดเก็บรายละเอียดโครงงาน

รายละเอียดโครงงานประกอบด้วย ชื่อโครงงาน ตำแหน่งโครงงาน วัตถุประสงค์โครงงาน ชื่อหลักเกณฑ์ ค่าถ่วงน้ำหนัก ตำแหน่งข้อมูลหลักเกณฑ์ แบบจำลองและค่าคงที่สำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ ตำแหน่งจัดเก็บไฟล์ผลลัพธ์จากการปรับมาตรฐาน และไฟล์ผลลัพธ์จากการประมวลผล (รูปที่ 4-41) ผู้ใช้สามารถคลิกปุ่ม [บันทึก] เพื่อบันทึกรายละเอียดที่แสดงบนหน้าจอ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกบันทึกลงในรูปแบบเอกสาร Microsoft Word และถูกจัดเก็บไว้ในพื้นที่ทำงานของระบบ ข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการเปรียบเทียบผลของการกำหนดหลักเกณฑ์ตลอดจนฟังก์ชันและพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับมาตรฐานข้อมูลและจัดทำรายงานต่อไป

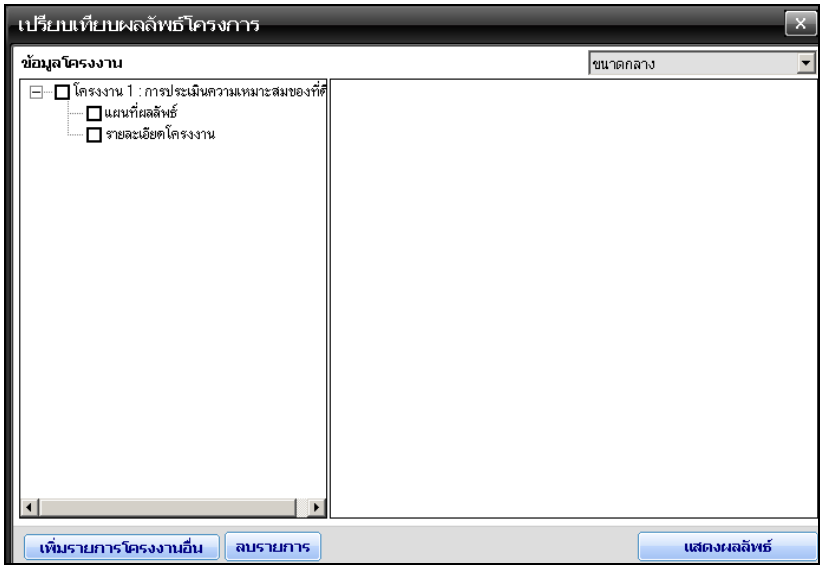
เมื่อผู้ใช้สร้างโครงงานและวิเคราะห์โครงงานที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้ว และต้องการเปิดโครงงานอื่นๆ หรือสร้างโครงงานใหม่ การคลิกปุ่ม [ปิดโครงงาน] จะช่วยให้ระบบล้างไฟล์ที่ไม่จำเป็นออกไป และพร้อมสำหรับโครงงานที่กำลังจะใช้งานต่อไป



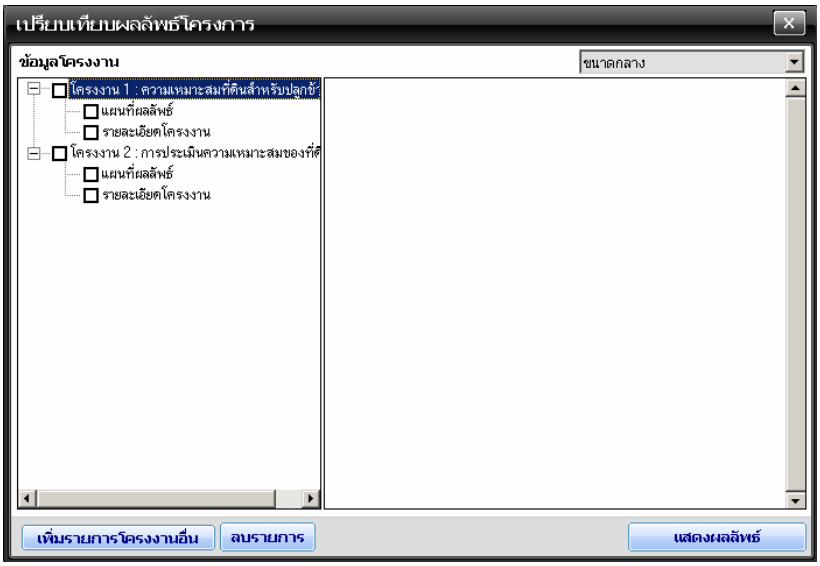
รูปที่ 4-41 หน้าต่างแสดงรายละเอียดโครงงาน

การเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างโครงงาน

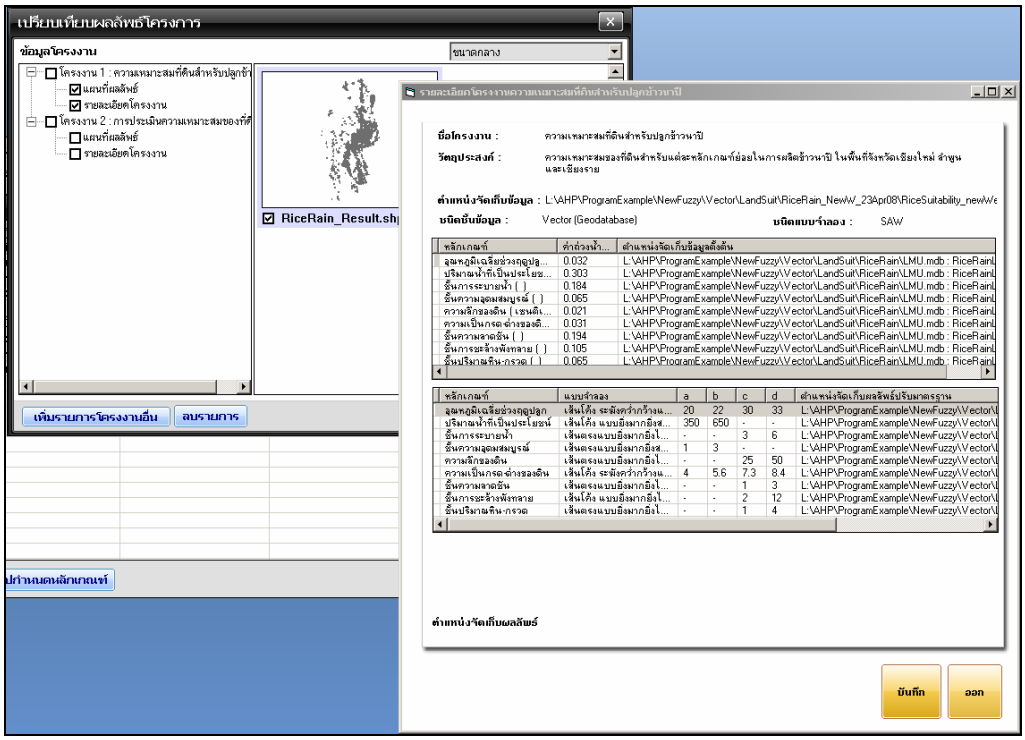
ส่วนนี้เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในโครงงานที่ดำเนินการและจัดเก็บไว้แล้วมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในโครงงานปัจจุบัน เมื่อคลิกปุ่ม [เปรียบเทียบผลลัพธ์โครงงาน] ผู้ใช้จะเห็นหน้าต่างแสดงรายการแผนที่ผลลัพธ์ของโครงงานปัจจุบัน และรายละเอียดต่างๆ ของโครงงาน (รูปที่ 4-42) ผู้ใช้สามารถคลิก [เพิ่มรายการโครงงานอื่น] เพื่อเพิ่มรายการของโครงงานที่ต้องการเรียกมาเปรียบเทียบ โดยสามารถเลือกได้เฉพาะไฟล์โครงงานที่อยู่ในรูปแบบ *.ahpg เท่านั้น เมื่อเลือกไฟล์โครงงานได้แล้ว รายการแผนที่ผลลัพธ์และรายละเอียดของโครงงานที่เปิดขึ้นมาใหม่จะถูกแสดงเพิ่มในหน้าต่าง (รูปที่ 4-43) ผู้ใช้สามารถแสดงแผนที่ผลลัพธ์ได้โดยการคลิก checkbox หน้า “แผนที่ผลลัพธ์” หรือหากต้องการดูรายละเอียดของโครงงาน สามารถทำได้โดยคลิก checkbox หน้า “รายละเอียดโครงงาน” เช่นเดียวกัน (รูปที่ 4-44) ในกรณีที่ผู้ใช้เพิ่มโครงงานหลายๆ โครงงาน ผู้ใช้สามารถคลิกเลือกแสดงแผนที่ผลลัพธ์ของแต่ละโครงงาน (รูปที่ 4-45) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกันได้เมื่อคลิกปุ่ม [แสดงผลลัพธ์] (รูปที่ 4-46)



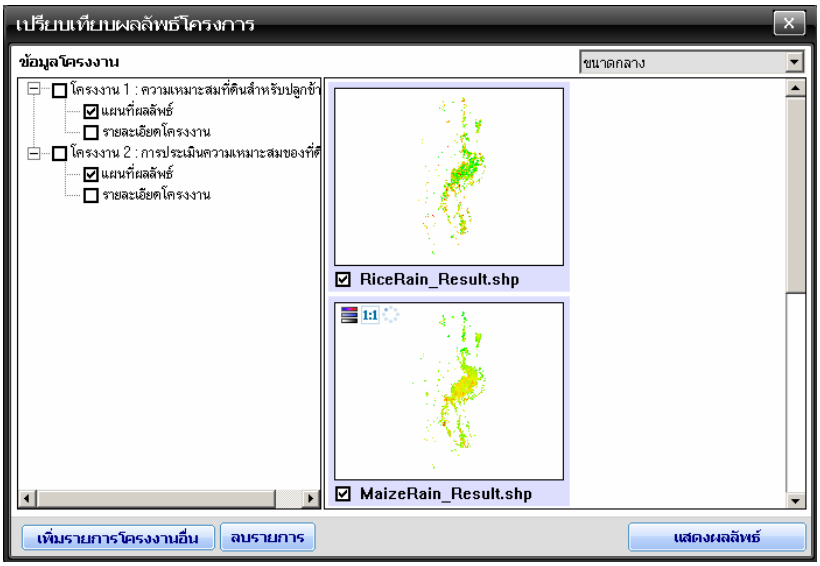
รูปที่ 4-42 หน้าต่างแสดงรายการแผนที่ผลลัพธ์และรายละเอียดสำหรับโครงงานปัจจุบัน



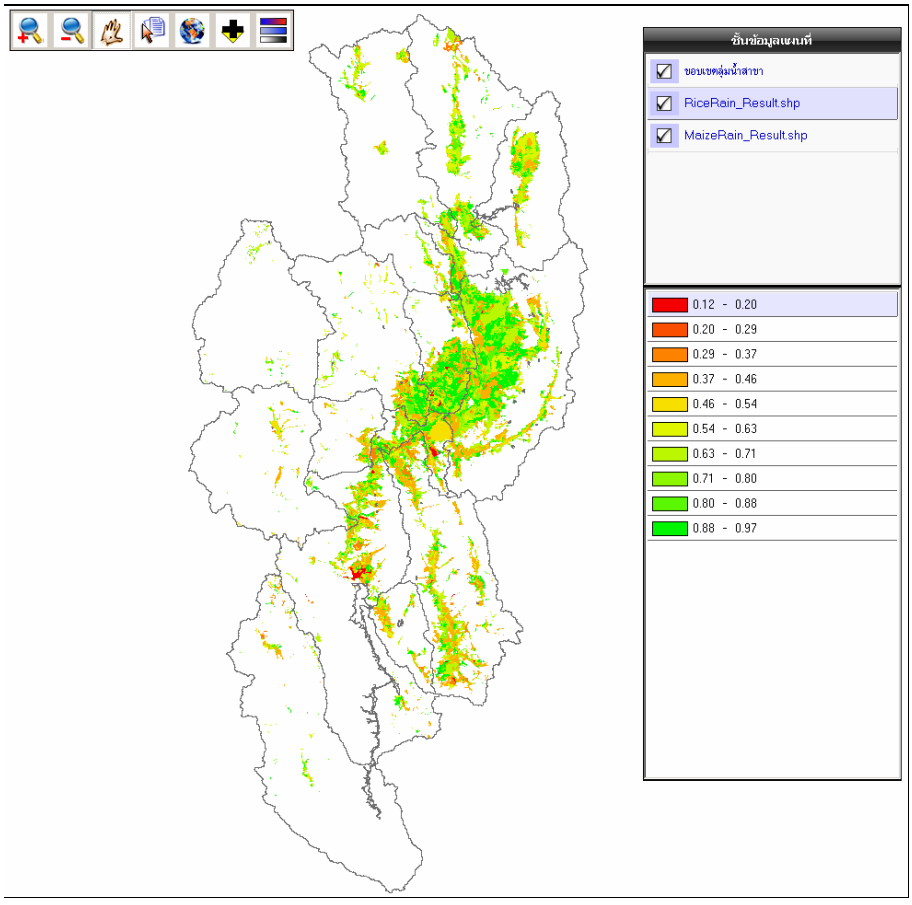
รูปที่ 4-43 รายการโครงงานที่ถูกเพิ่มเข้ามาเมื่อคลิกเพิ่มรายการโครงงานอื่น



รูปที่ 4-44 การแสดงผลลัพธ์จากการคลิกเลือกแสดงรายละเอียดโครงงาน



รูปที่ 4-45 การเลือกแสดงแผนที่ผลลัพธ์จากหลายๆ โครงงานเพื่อเปรียบเทียบ

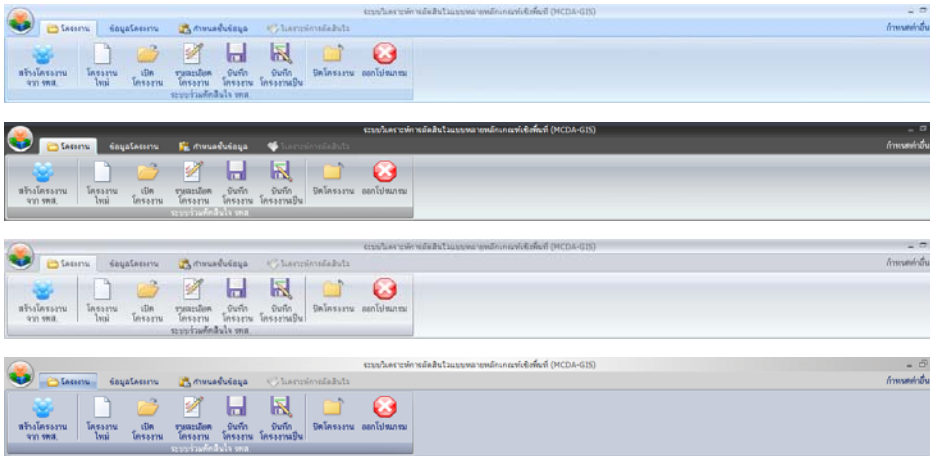


รูปที่ 4-46 การแสดงแผนที่ผลลัพธ์เต็มหน้าจอทีละโครงงาน

เครื่องมือใช้งานอื่น ๆ

เครื่องมือใช้งานอื่นๆของโปรแกรมถูกซ่อนไว้ทางด้านมุมขวาบนของโปรแกรมภายใต้ “กำหนดค่าอื่นๆ” ส่วนนี้เป็นเมนูพิเศษสำหรับการตกแต่งโปรแกรม ประกอบไปด้วยเมนู

เปลี่ยนรูปแบบหน้าจอแสดงผล หน้าจอแสดงผลสามารถเปลี่ยนสีพื้นหลังได้ตามผู้ใช้ โดยมีสีพื้นฐานให้ผู้ใช้เลือกคือ Blue (รูปที่ 4-47ก), Black (รูปที่ 4-47ข), Silver (รูปที่ 4-47ค) และ Aqua (รูปที่ 4-47ง)



รูปที่ 4-47 แสดงผลลัพธ์จากการเปลี่ยนสีหน้าจอแสดงผล

จัดวางเมนูทำงานด้านขวามือ สำหรับผู้ใช้บางคนที่ไม่ชินกับแถบเมนูที่อยู่ทางด้านซ้ายมือ สามารถคลิก เมนู [จัดวางเมนูทำงานด้านขวา] โดยแถบเมนูจะถูกทำให้ชิดไปทางด้านขวามือ และหากผู้ใช้ต้องการกลับมาทำงานทางซ้ายมือ คลิกเมนูซ้ำอีกครั้ง แถบเมนูจะกลับมาตำแหน่งตั้งต้น (ด้านซ้ายมือ)

แสดงเมนูแบบอนิเมชัน เป็นเมนูสำหรับการแสดงผลบนหน้าจอส่วนที่เป็นเมนู หรือปุ่มต่างๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงสีที่ทำให้ผู้ใช้มีความสบายตายิ่งขึ้น

การเปรียบเทียบระหว่างการวิเคราะห์ชั้นข้อมูลเวกเตอร์และราสเตอร์

เนื่องจากโปรแกรม *MCDA-GIS* มีขีดความสามารถในการวิเคราะห์ชั้นข้อมูลประเภทเวกเตอร์และราสเตอร์ ดังนั้นจึงได้ทดลองเปรียบเทียบการทำงานระหว่างการใช้ข้อมูลชนิดเวกเตอร์และราสเตอร์ ที่ประมวลผลโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่มีความเร็ว CPU Pentium4 3.2 GHz และหน่วยความจำ 2 GB โครงงานที่ใช้ทดสอบเป็นการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับข้าวนาปีในจังหวัดเชียงรายครอบคลุมเนื้อที่ 11,581 ตร.กม. เมื่อสร้างหน่วยแผนที่เสร็จแล้วชั้นข้อมูลเวกเตอร์มีจำนวน 7,475 หน่วยแผนที่ ส่วนข้อมูลราสเตอร์ มีขนาด pixel 30x30 เมตร มี

จำนวน 4,039 คอลัมน์ และ 5,052 แถว ส่วนการกำหนดหลักเกณฑ์ได้ใช้หลักเกณฑ์การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวนาปีจำนวน 9 หลักเกณฑ์ ตามรายละเอียดในกรณีศึกษาในบทต่อไป ชั้นข้อมูลที่เป็นข้อจำกัดในการทดสอบนั้นคือพื้นที่ป่า

ผลของการทดสอบพบว่า เวลาที่ใช้ในการสร้างหน่วยแผนที่สำหรับการวิเคราะห์ด้วยข้อมูลเวกเตอร์จะนานกว่าดำเนินการด้วยข้อมูลราสเตอร์ (ตารางที่ 4-1) เนื่องจากข้อมูลราสเตอร์มีหน่วยแผนที่เป็นกริดเซลล์จึงไม่จำเป็นต้องสร้างหน่วยแผนที่ขึ้นมาใหม่ ยกเว้นในกรณีที่มีข้อจำกัด โปรแกรมจะต้องประมวลผลเพื่อสร้างค่าข้อมูลข้อจำกัดในกริดเซลล์ในตำแหน่งที่ตรงกับบริเวณที่เป็นข้อจำกัดนั้น ในขณะที่การวิเคราะห์โดยข้อมูลเวกเตอร์โปรแกรมต้องนำชั้นข้อมูลหลักเกณฑ์และข้อจำกัดทั้งหมดมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อสร้างหน่วยแผนที่ใหม่ทุกครั้งที่พบว่า Feature มีขอบเขตไม่ตรงกัน

ตารางที่ 4-1 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลเวกเตอร์และราสเตอร์

ชนิดข้อมูล	ระยะเวลาในการวิเคราะห์)นาที(					
	สร้างหน่วยแผนที่		ปรับมาตรฐาน	วิเคราะห์การตัดสินใจ	รวมเวลา	
	ไม่มีข้อจำกัด	มีข้อจำกัด			ไม่มีข้อจำกัด	มีข้อจำกัด
เวกเตอร์	7.03	9.32	3.55	0.41	11.39	14.08
ราสเตอร์	0.00	5.57	16.08	4.20	20.28	26.25

การปรับมาตรฐานและการวิเคราะห์การตัดสินใจด้วยข้อมูลเวกเตอร์ใช้เวลาน้อยกว่าการใช้ข้อมูลราสเตอร์ เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการประมวลผลทั้งหมดสำหรับโครงงานที่ใช้ในการทดสอบนี้ ปรากฏว่าการวิเคราะห์ด้วยข้อมูลเวกเตอร์ใช้เวลาประมาณ 14.08 นาที ในขณะที่การวิเคราะห์ด้วยข้อมูลราสเตอร์ใช้เวลาประมาณ 26.25 นาที เวลานี้ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการขจัดหน่วยแผนที่ขนาดเล็กที่อาจเกิดขึ้นจากการสร้างหน่วยแผนที่ด้วยข้อมูลเวกเตอร์ที่จะต้องดำเนินการด้วยมือเนื่องจากโปรแกรม *MCDA-GIS* ได้รับการออกแบบให้ทำงานร่วมกับ ArcGIS ในระดับ ArcView ซึ่งไม่มีคำสั่งสำหรับใช้ขจัดรูปเหลี่ยมขนาดเล็กที่ไม่ต้องการแบบอัตโนมัติ เมื่อรวมเวลาดังกล่าวแล้วอาจทำให้เวลาที่ใช้โดยรวมในการทำงานกับข้อมูลเวกเตอร์นานกว่าการใช้ข้อมูลราสเตอร์ อย่างไรก็ตาม ข้อได้เปรียบของการใช้ข้อมูลเวกเตอร์วิเคราะห์คือต้องการโปรแกรม ArcMap 9.2 เพื่อทำงานร่วมกัน เท่านั้น ในขณะที่การวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลราสเตอร์จะเหมาะกับผู้ใช้ที่มีโปรแกรม ArcMap 9.2 และ Spatial Analyst Extension ไว้ใช้งานแล้ว