บทที่ 3

การพัฒนาระบบวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์

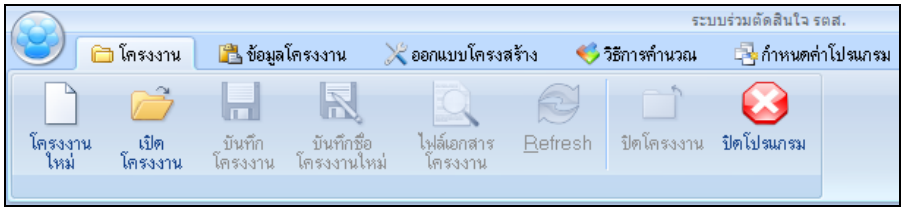
โครงสร้างระบบร่วมตัดสินใจ (*รตส.*)

แนวคิดหลักในการพัฒนาโปรแกรม รตส. คือการให้การสนับสนุนกระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบมีส่วนร่วมผ่านการประชุมเชิงปฏิบัติการ การทำงานจึงประกอบไปด้วยการร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงงาน หลักเกณฑ์ที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ และทางเลือกที่จะนำมาใช้ในกระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจตามหลักการที่กล่าวในบทที่ 2 จะช่วยเรียงลำดับทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหา

โปรแกรม *รตส.* เป็นซอฟท์แวร์ภาษาไทย ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นจากภาษา Visual Basic 6.0 โดยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ร่วมกันกำหนดโครงสร้างของสถานการณ์อย่างเป็นลำดับขั้น เริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์ ตามด้วยหลักเกณฑ์ หลักเกณฑ์ย่อย และทางเลือก ผ่านกราฟิกของระบบพร้อมคำอธิบายที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ

ระบบได้รับการออกแบบและปรับปรุงให้แสดงผลการเปรียบเทียบความสำคัญในรูปแบบของกราฟิกและตารางที่ง่ายต่อการใช้งานและตรวจสอบผล พร้อมทั้งมีส่วนการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของหลักเกณฑ์ เพื่อประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักที่มีผลต่อการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก ระบบ *รตส.* นี้ นอกจากจะสามารถวิเคราะห์การตัดสินใจแบบทั่วไปแล้ว ยังได้รับการพัฒนาให้สามารถเชื่อมต่อกับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกับระบบภูมิสารสนเทศ ทำให้สามารถแสดงผลการวิเคราะห์เป็นแผนที่ได้

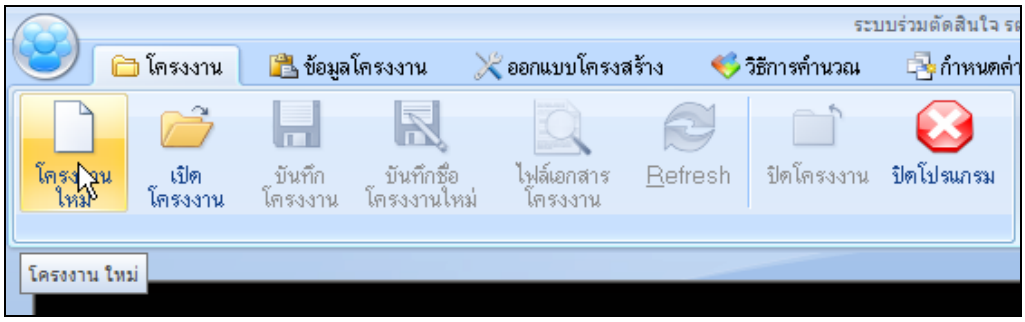
ระบบ *รตส.* ประกอบด้วยเมนูหลักและเมนูย่อยเพื่อให้การใช้งานง่าย โดยเมนูหลักประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่ 1) โครงงาน 2) ข้อมูลโครงงาน 3) ออกแบบโครงสร้าง 4) วิธีการคำนวณ และ 5) กำหนดค่าโปรแกรม (รูปที่ 3-1)



รูปที่ 3-1 เมนูหลักของระบบ *รตส.*

เมนูโครงงาน

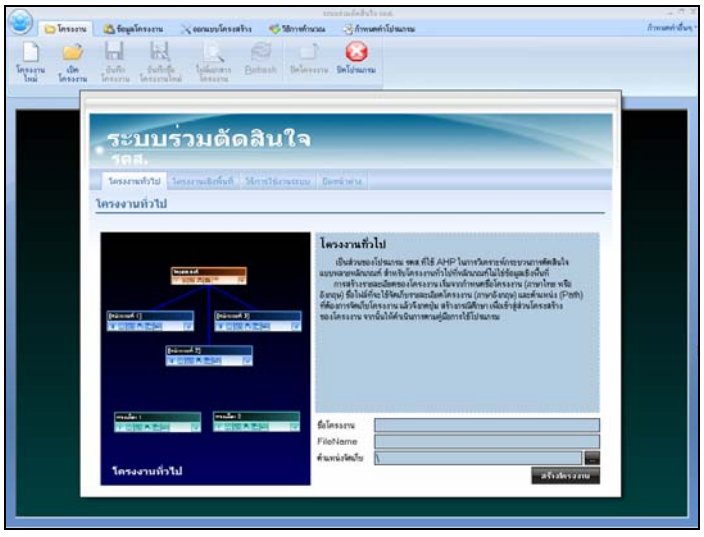
เมนูหลักโครงงานทำหน้าที่จัดการโครงงาน โดยประกอบด้วยเมนูย่อยที่ทำหน้าที่ สร้างโครงงานใหม่ เปิดโครงงานเดิมที่สร้างไว้แล้ว และบันทึกโครงงานที่สร้างขึ้นใหม่หรือได้ทำการแก้ไขรายละเอียดโครงการเดิม (รูปที่ 3-1) เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม โครงงานใหม่ บนเมนูบาร์ (รูปที่ 3-2) โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างการสร้างโครงงานใหม่ (รูปที่ 3-3)



รูปที่ 3-2 แสดงการเปิดหน้าต่างการสร้างโครงงานใหม่

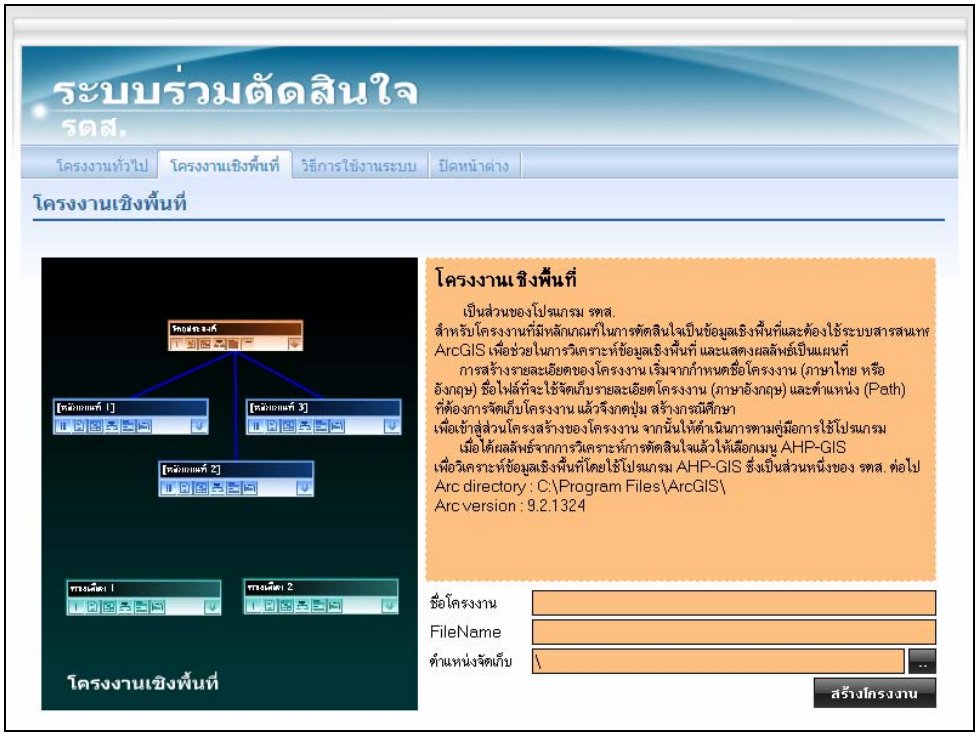
การสร้างโครงงานใหม่

ผู้ใช้อาจเลือกสร้างโครงงานใหม่เป็นแบบ *โครงงานทั่วไป* ซึ่งเป็นโครงงานที่ไม่ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นหลักเกณฑ์ โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างเพื่อให้ผู้ใช้ตั้งชื่อโครงงาน (เป็นภาษาไทยหรืออังกฤษ) ชื่อไฟล์ที่จัดเก็บและตำแหน่งที่จัดเก็บเป็นภาษาอังกฤษ (รูปที่ 3-3)



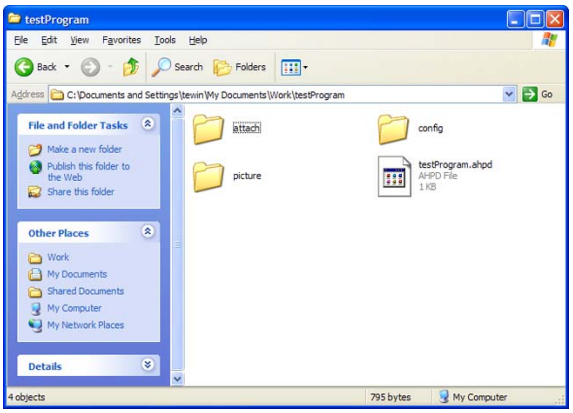
รูปที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการสร้างโครงงานทั่วไป

หลังจากนั้นเมื่อกดปุ่ม **สร้างโครงงาน** โปรแกรมจะจัดเก็บโครงงานพร้อมเปิดหน้าต่างสำหรับออกแบบโครงสร้างการตัดสินใจของโครงงานที่สร้างขึ้นใหม่ หากผู้ใช้ต้องการใช้ *รตส.* เพื่อวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ในกระบวนการตัดสินใจที่ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ ผู้ใช้สามารถเลือกเมนูย่อย *โครงงานเชิงพื้นที่* เพื่อตั้งชื่อโครงงาน ชื่อไฟล์ และตำแหน่งจัดเก็บเช่นเดียวกับกรณีของโครงงานทั่วไป (รูปที่ 3-4)



รูปที่ 3-4 แสดงขั้นตอนการสร้างโครงงานเชิงพื้นที่

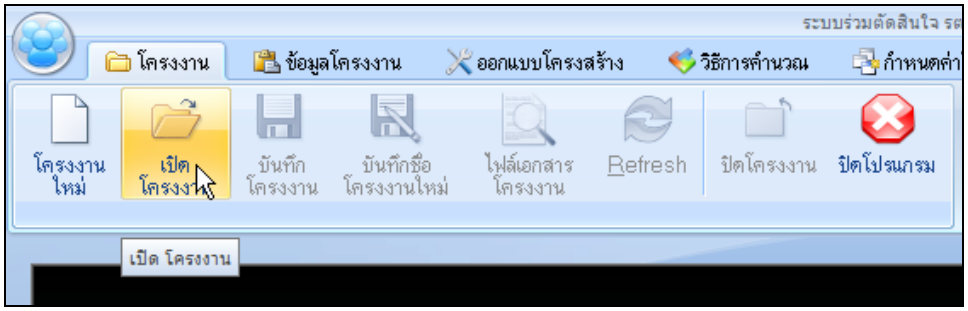
เมื่อสร้างโครงของโครงงานเสร็จแล้ว โปรแกรมจะสร้างโฟลเดอร์จำนวน 3 โฟลเดอร์ ประกอบด้วยโฟลเดอร์ attach สำหรับเก็บไฟล์เพิ่มเติมของโครงงาน โฟลเดอร์ config สำหรับเก็บค่าคุณสมบัติที่ตั้งค่าไว้ของโครงงาน โฟลเดอร์ picture สำหรับเก็บรูปภาพที่ใช้ในโครงงาน และไฟล์ที่ตั้งชื่อไว้มีนามสกุล .ahpd เพื่อบันทึกโครงสร้างของโครงงาน (รูปที่ 3-5)



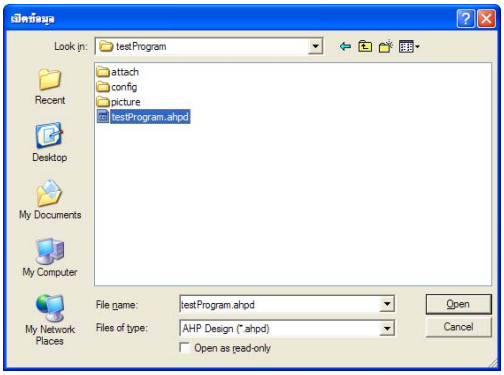
รูปที่ 3-5 แสดงโฟลเดอร์และไฟล์ที่จัดเก็บข้อมูลโครงงาน

การเปิดโครงงานเดิม

ถ้าผู้ใช้ต้องการเปิดโครงงานที่ทำการบันทึกไว้แล้ว ให้กดปุ่ม **เปิดโครงงาน** (รูปที่ 3-6) โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างให้ผู้ใช้เลือกไฟล์ *.ahpd ที่ต้องการ (รูปที่ 3-7)



รูปที่ 3-6 แสดงการเปิดโครงงานเดิม



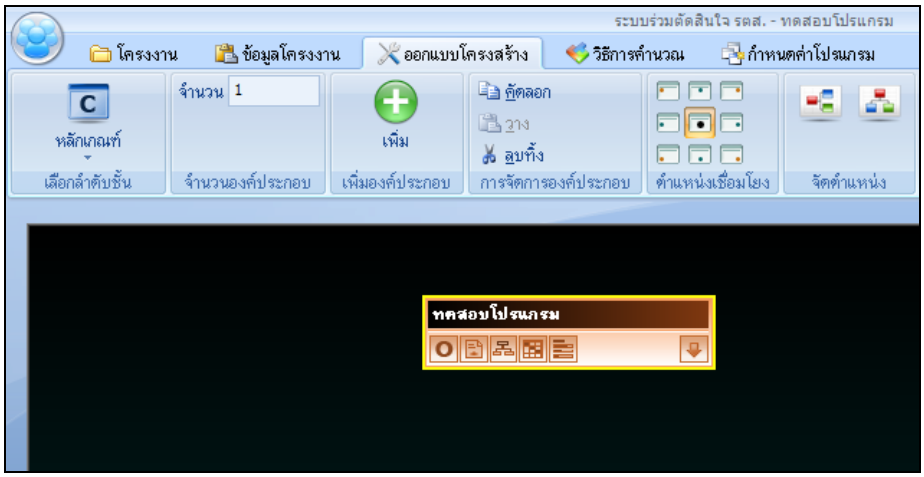
รูปที่ 3-7 แสดงหน้าต่างเลือกไฟล์โครงงานที่บันทึกไว้

เมนูข้อมูลโครงงาน

เมนูนี้มีไว้เพื่อแสดงตรวจสอบรายละเอียดของโครงงานได้แก่ ชื่อโครงงาน ตำแหน่งที่จัดเก็บ และรายละเอียดเพิ่มเติมของโครงงาน

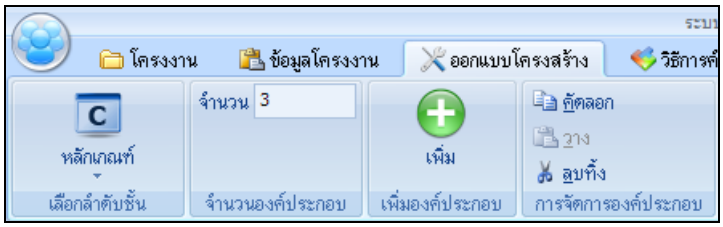
เมนูออกแบบโครงสร้าง

เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม **สร้างโครงงาน** ในหน้าต่างสร้างโครงงานใหม่ โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างการออกแบบโครงสร้างของกระบวนการตัดสินใจเป็นลำดับชั้น โดยโปรแกรมจะเริ่มด้วยการสร้างกล่องวัตถุประสงค์ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีลำดับชั้นสูงสุดก่อนโดยอัตโนมัติ (รูปที่ 3-8) ในกล่องนี้ประกอบด้วยไอคอน ที่สามารถเปิดหน้าต่างใหม่เพื่อกำหนดคุณสมบัติขององค์ประกอบ สำหรับเปิดหน้าต่างตารางเมตริกซ์ สร้างเส้นเชื่อมโยงองค์ประกอบในแต่ละลำดับชั้น สำหรับแสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญ ตลอดจน เพื่อขยาย และ เพื่อย่อกล่องวัตถุที่แสดงองค์ประกอบของกระบวนการตัดสินใจ

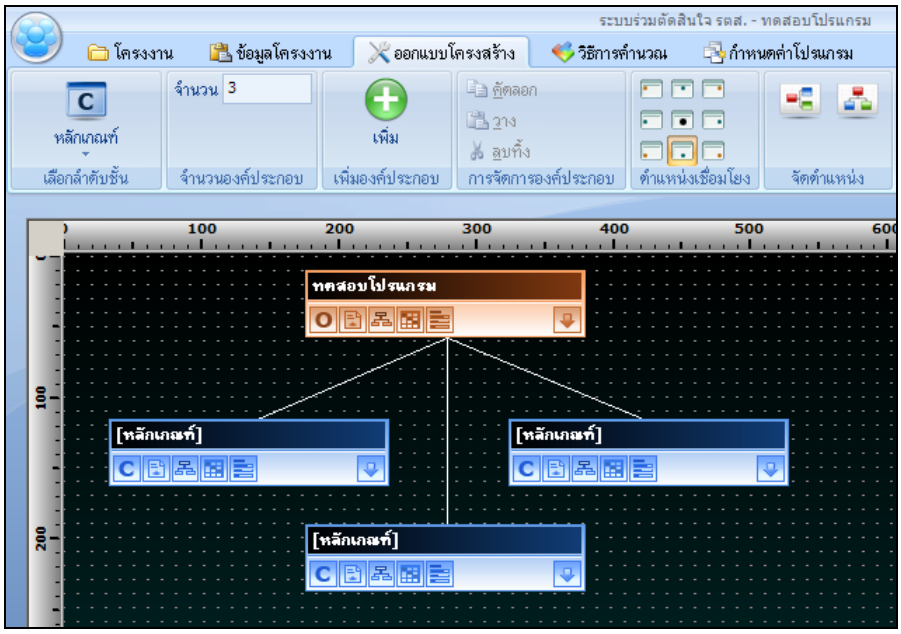


รูปที่ 3-8 หน้าต่างการออกแบบโครงสร้างการตัดสินใจ

ขั้นตอนต่อไปเป็นการสร้างองค์ประกอบเป็นลำดับชั้นเพิ่มเติมโดยการเลือกเมนู ออกแบบโครงสร้าง แล้วเลือกลำดับชั้นขององค์ประกอบที่ต้องการเพิ่มเติม จำนวนขององค์ประกอบในลำดับชั้นนั้น ตำแหน่งของเส้นเชื่อมโยงองค์ประกอบจากกล่องหนึ่งไปยังอีกกล่องหนึ่ง เมื่อกำหนดเสร็จแล้วให้กดปุ่ม สร้างองค์ประกอบ โปรแกรมจะสร้างกราฟฟิกแสดงองค์ประกอบในลำดับชั้นที่เลือกพร้อมทั้งเส้นเชื่อมโยงไปยังองค์ประกอบในลำดับชั้นที่อยู่สูงกว่าหนึ่งลำดับชั้น ตัวอย่างในรูปที่ 3-9 เป็นการเพิ่มโครงสร้างในลำดับชั้นหลักเกณฑ์ จำนวน 3 หลักเกณฑ์ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นกราฟิกแสดงให้เห็นการเชื่อมโยงระหว่างหลักเกณฑ์ทั้งสามกับวัตถุประสงค์ซึ่งเป็นองค์ประกอบในลำดับชั้นสูงกว่าหนึ่งชั้น (รูปที่ 3-10)

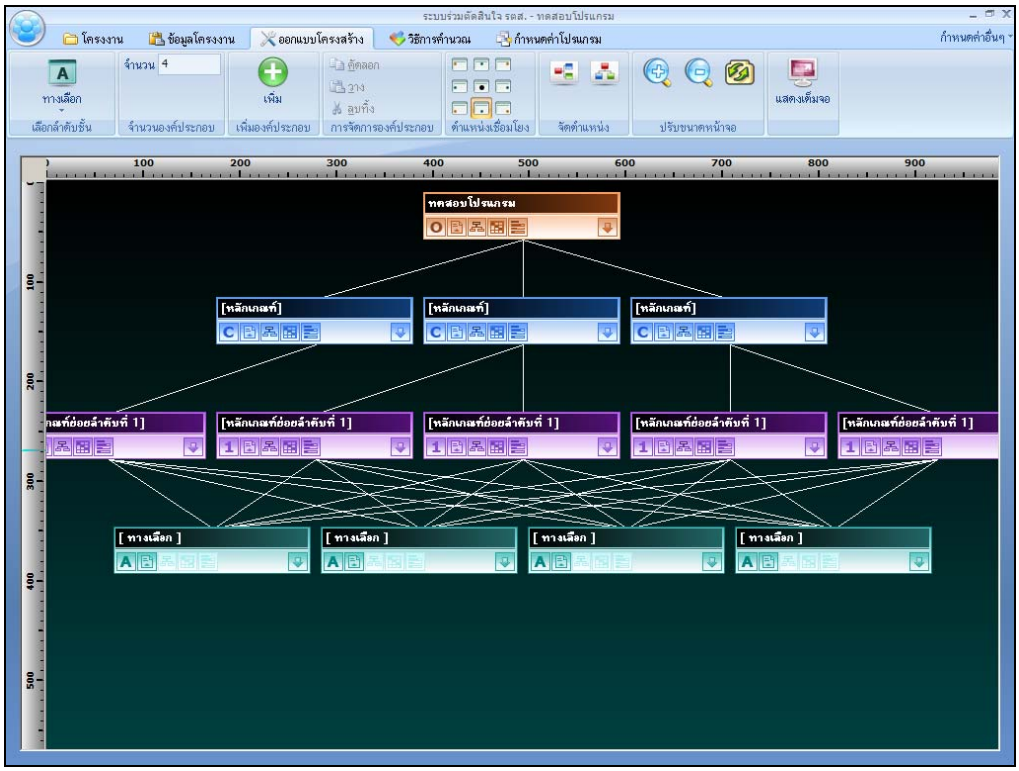


รูปที่ 3-9 เมนูแสดงการเพิ่มหลักเกณฑ์จำนวน 3 หลักเกณฑ์โดยให้เส้นเชื่อมโยงอยู่ตำแหน่งกึ่งกลาง



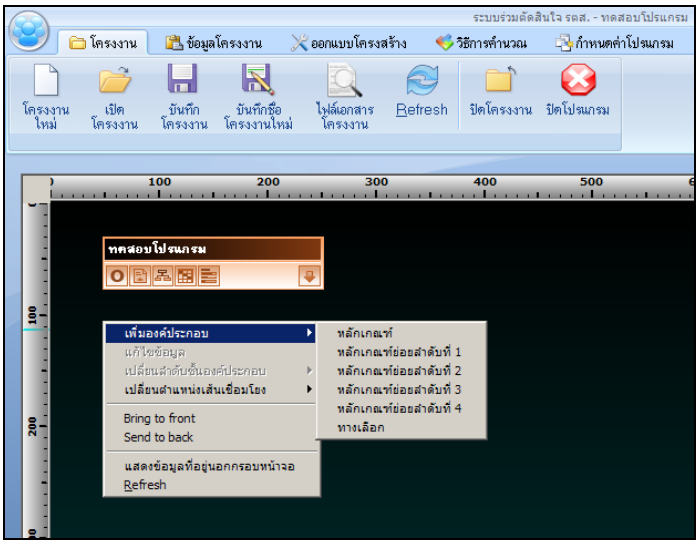
รูปที่ 3-10 ตัวอย่างผลการเพิ่มหลักเกณฑ์จำนวน 3 หลักเกณฑ์โดยใช้เมนูออกแบบโครงสร้างการตัดสินใจ

โปรแกรมอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้เพิ่มเติมลำดับชั้นถัดลงมาในโครงสร้างการตัดสินใจ ตั้งแต่หลักเกณฑ์ย่อยลำดับชั้นที่ 1 หลักเกณฑ์ย่อยลำดับชั้นที่ 2 หลักเกณฑ์ย่อยลำดับชั้นที่ 3 หลักเกณฑ์ย่อยลำดับชั้นที่ 4 จนถึงลำดับชั้นทางเลือกซึ่งเป็นลำดับชั้นต่ำสุดในโครงสร้าง จำนวนลำดับชั้นและองค์ประกอบในแต่ละลำดับชั้นขึ้นอยู่กับธรรมชาติของปัญหา ซึ่งผู้ร่วมตัดสินใจต้องช่วยกันพิจารณา องค์ประกอบที่ได้สร้างขึ้นแล้วสามารถลบทิ้งหรือคัดลอกได้โดยอาศัยไอคอนที่ปรากฏอยู่ในส่วนการออกแบบโครงสร้าง ตัวอย่างในรูปที่ 3-11 เป็นผลการสร้างโครงงานที่โครงสร้างการตัดสินใจประกอบด้วย 3 หลักเกณฑ์ 5 หลักเกณฑ์ย่อย และ 4 ทางเลือก ซึ่งหลักเกณฑ์แต่ละหลักเกณฑ์ประกอบด้วยจำนวนหลักเกณฑ์ย่อยไม่เท่ากัน



รูปที่ 3-11 ตัวอย่างโครงสร้างการตัดสินใจที่ประกอบด้วย 3 หลักเกณฑ์ 5 หลักเกณฑ์ย่อย และ 4 ทางเลือก

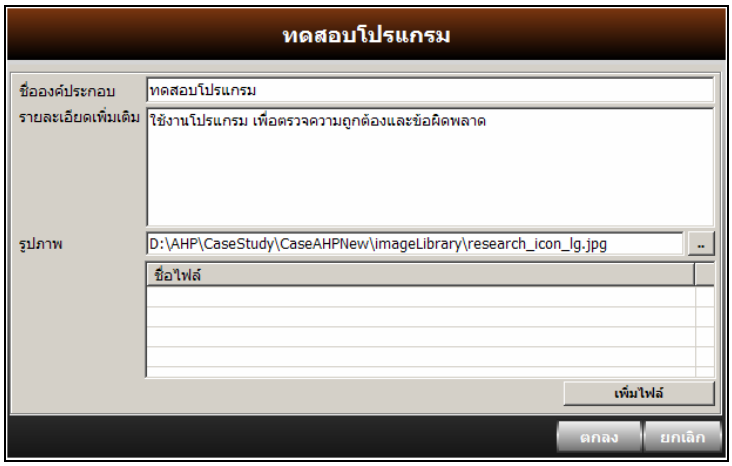
การเพิ่มเติมโครงสร้างการตัดสินใจอาจทำได้อีกทางหนึ่งโดยใช้เมาส์คลิกขวาที่ไอคอนบนกล่องกราฟฟิกที่เป็นตัวแทนขององค์ประกอบที่ต้องการ โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างให้ผู้ใช้เลือกลำดับชั้นขององค์ประกอบที่ต้องการเพิ่มเติม (รูปที่ 3-12) แต่การเพิ่มองค์ประกอบในลักษณะนี้จะทำได้ทีละองค์ประกอบเท่านั้น



รูปที่ 3-12 การเพิ่มองค์ประกอบผ่านไอคอนขององค์ประกอบที่มีอยู่เดิม

กำหนดคุณสมบัติขององค์ประกอบ

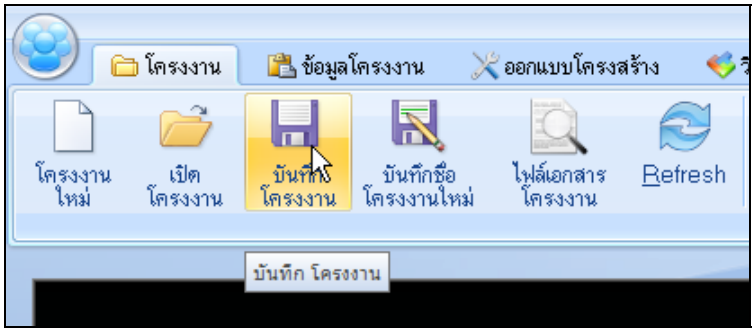
ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบข้างบนเป็นเพียงโครงสร้างของโครงงาน ยังขาดรายละเอียดขององค์ประกอบในแต่ละลำดับชั้น ขั้นตอนต่อไปจึงเป็นการระบุรายละเอียดโดยผู้ใช้คลิกที่ไอคอนที่ปรากฏด้านล่างของกล่ององค์ประกอบที่ต้องการ โดยอาจเริ่มจากวัตถุประสงค์จนสิ้นสุดที่ทางเลือก เมื่อคลิกที่ไอคอนโปรแกรมจะเปิดหน้าการกำหนดคุณสมบัติขององค์ประกอบ ซึ่งผู้ใช้จะต้องระบุชื่อขององค์ประกอบ รายละเอียดเพิ่มเติม ตำแหน่งไฟล์ที่เก็บภาพที่จะแสดงในกล่ององค์ประกอบ รวมทั้งไฟล์ที่ต้องการเพิ่มเติมเพื่ออธิบายรายละเอียดขององค์ประกอบ (รูปที่ 3-13)



รูปที่ 3-13 หน้าต่างการกำหนดรายละเอียดขององค์ประกอบในโครงงาน

การบันทึกโครงงาน

เมื่อจัดทำรายละเอียดโครงงานครบทุกองค์ประกอบแล้ว ผู้ใช้อาจจัดเก็บโครงงานเพื่อนำกลับมาแก้ไขหรือเพิ่มเติมโครงสร้าง และนำไปวิเคราะห์ลำดับความสำคัญในภายหลังได้ โดยการกดปุ่ม **บันทึกโครงงาน** ดังรูปที่ 14 โปรแกรมจะบันทึกโครงงานลงในไฟล์และตำแหน่งที่จัดเก็บตามที่ได้ระบุไว้ในขั้นตอนที่ผ่านมา



รูปที่ 3-14 เมนูการบันทึกโครงงาน

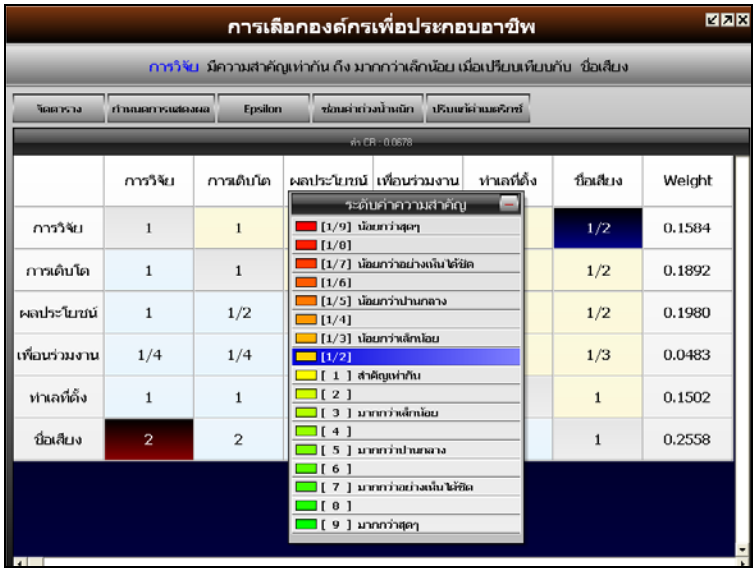
ส่วนการวิเคราะห์กระบวนการตัดสินใจ

ระบบ *รตส.* ได้จัดเตรียมวิธีการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบไว้ 3 วิธี ได้แก่ 1) วิธีการ Eigenvector 2) วิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจที่ใช้ข้อมูลแบบคลุมเครือ (Fuzzy AHP) และ 3) วิธีการคำนวณแบบ Simple Additive Weighting (SAW) ทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ตามสถานการณ์และความเหมาะสมในแต่ละโจทย์ปัญหาที่ต้องการตัดสินใจ

วิธีการ Eigenvector

เป็นวิธีการที่ใช้ได้ดีกับหลายสถานการณ์ (Choo and Wedler, 2004) และอาจนำไปใช้ปรับปรุงค่าอัตราส่วนความคงเส้นคงวา (Consistency Ratio, CR) หากพบว่าผลของการเปรียบเทียบให้ค่า CR สูงกว่าที่จะยอมรับได้ โปรแกรมจะระบุคู่องค์ประกอบที่ก่อให้เกิดค่า CR สูง และปรับค่าความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของค่าข้อมูลนั้น พร้อมทั้งคำนวณค่า CR ใหม่ จนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (Saaty, 2003) ดังรายละเอียดของหลักการ AHP ที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2

ระบบได้รับการออกแบบให้แสดงผลการเปรียบเทียบความสำคัญในรูปของกราฟิกและตารางที่ทำงานได้รวดเร็วขึ้น และง่ายต่อการตรวจสอบผล ในขั้นตอนการสังเคราะห์ข้อมูล โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างการสร้างเมตริกซ์เปรียบเทียบคู่องค์ประกอบ (Comparison matrix, CPM) โดยทั่วไปการเปรียบเทียบควรเริ่มจากองค์ประกอบที่อยู่ในลำดับชั้นบนก่อน เช่น เปรียบเทียบระหว่างคู่หลักเกณฑ์ เสร็จแล้วจึงทำการเปรียบเทียบระหว่างคู่หลักเกณฑ์ย่อยและคู่ทางเลือกตามลำดับจนครบทุกองค์ประกอบของโครงสร้างการตัดสินใจ ตัวอย่างในรูปที่ 3-15 เป็นการเลือกองค์กรสำหรับประกอบอาชีพซึ่งหยิบยกมาจากตัวอย่างในหนังสือของ Saaty (1980) เพื่อเป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรม *รตส.* ในตัวอย่างนี้มีองค์กรซึ่งเป็นทางเลือกอยู่ 3 องค์กร และมีหลักเกณฑ์ 6 หลักเกณฑ์ได้แก่ การให้ความสนใจต่องานวิจัยขององค์กร การเติบโตขององค์กร ผลประโยชน์ที่องค์กรให้แก่บุคลากร เพื่อนร่วมงาน ทำเลที่ตั้ง และชื่อเสียงขององค์กร เมื่อต้องการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์โปรแกรม *รตส.*จะเปิดหน้าต่าง CPM ให้ผู้ร่วมตัดสินใจเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ทีละคู่จนครบทุกคู่หลักเกณฑ์ โดยมีเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้ใช้เลือกระดับความสำคัญในการเปรียบเทียบ (รูปที่ 3-15) ตามรายละเอียดที่กล่าวมาแล้ว



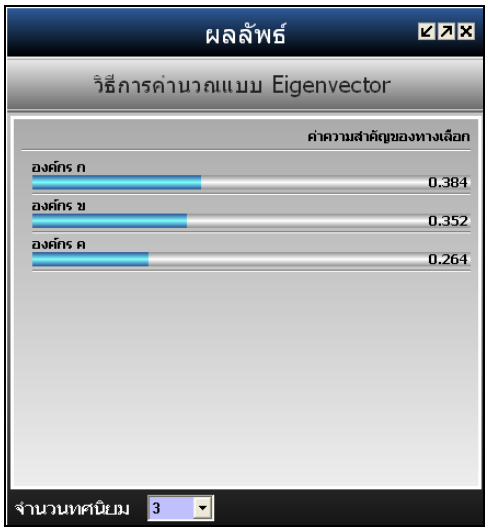
รูปที่ 3-15 หน้าต่างแสดงการเปรียบเทียบคู่หลักเกณฑ์

หน้าต่างเมตริกซ์เปรียบเทียบยังมีเครื่องมือกำหนดชนิด ขนาด และสีของตัวอักษรและพื้นหลังตามผู้ใช้ต้องการ (รูปที่ 3-16) จึงอำนวยความสะดวกในการระดมความเห็นเพื่อเปรียบเทียบความสำคัญขององค์ประกอบในระดับต่างๆได้ดี

หลังจากดำเนินการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะคำนวณเวกเตอร์ค่าความสำคัญ ของแต่ละหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ แล้วแสดงผลลัพธ์ในคอลัมน์สุดท้ายต่อจาก

ตารางเปรียบเทียบ (รูปที่ 3-15) พร้อมทั้งแสดงผลการคำนวณค่าความคงเส้นคงวา (CR) บนแถบด้านล่างของหน้าต่างแสดงผล ในตัวอย่างนี้ ค่า CR เท่ากับ 0.0678 แสดงว่าผลการเปรียบเทียบให้ค่าความสำคัญของหลักเกณฑ์ที่มีความคงเส้นคงวาสูงในระดับที่ยอมรับได้ (ค่า CR <0.1) ดังนั้นผู้ใช้อาจดำเนินการเปรียบเทียบทางเลือกโดยพิจารณาทีละหลักเกณฑ์จนครบทุกหลักเกณฑ์ ก่อนจะประเมินความสำคัญโดยรวมของแต่ละทางเลือกต่อไป ผลลัพธ์จากการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญโดยวิธีการนี้แสดงเป็นทั้งตัวเลขและกราฟแท่งในแนวนอน (รูปที่ 3-17)

รูปที่ 3-16 เครื่องมือกำหนดชนิด ขนาด และสีของตัวอักษรและพื้นหลัง



รูปที่ 3-17 ผลของการเปรียบเทียบทางเลือก

ในการคำนวณหาเวกเตอร์ค่าความสำคัญ หากพบว่าความไม่คงเส้นคงวาในการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์สูงกว่าที่ยอมรับได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 3-18 (CR = 0.155) โปรแกรมจะค้นหาค่าความสำคัญเปรียบเทียบในตารางเมตริกซ์ที่มีความไม่คงเส้นคงวาสูงสุดตามวิธีการที่เสนอโดย Saaty (2003) เพื่อเปลี่ยนค่าสัดส่วนความสำคัญของหลักเกณฑ์คู่นั้นใหม่ให้อัตโนมัติ

ก่อนที่จะคำนวณค่าเวกเตอร์ความสำคัญและค่า CR ใหม่ซึ่งจะมีค่าน้อยกว่า 0.1 แสดงว่าเมตริกซ์เปรียบเทียบมีความคงเส้นคงวาดีในระดับที่ยอมรับได้ ในตัวอย่างนี้ พบว่าค่า CR ที่ได้เท่ากับ 0.067 (รูปที่ 3-19) ดังนั้น จึงสามารถใช้ค่าความสำคัญของหลักเกณฑ์ในการคำนวณ ค่าความสำคัญโดยรวมของทางเลือกได้

รูปที่ 3-18 หน้าต่างแสดงการปรับแก้ความคงเส้นคงวา

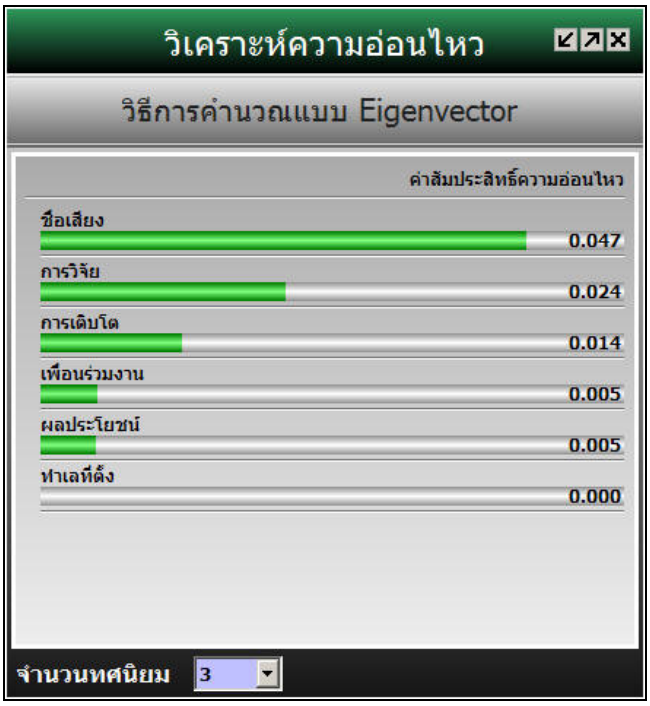
	การวิจัย	การเดินโด	ผลประโยชน์	เพื่อนร่วมงา	ทำเลที่ตั้ง	ชื่อเสียง	Weight
การวิจัย	1	1	1	4	1	1/2	0.1584
การเดินโด	1	1	2	4	1	1/2	0.1892
ผลประโยชน์	1	1/2	1	5	3	1/2	0.1980
เพื่อนร่วมงา	1/4	1/4	1/5	1	1/3	1/3	0.0483
ทำเลที่ตั้ง	1	1	1/3	3	1	1	0.1502
ชื่อเสียง	2	2	2	3	1	1	0.2558

รูปที่ 3-19 ผลการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์หลังการปรับแก้ความคงเส้นคงวา

การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

ผู้ตัดสินใจอาจคัดทางเลือกได้เหมาะสมขึ้นหากทราบความอ่อนไหวของแต่ละหลักเกณฑ์ การวิเคราะห์ความอ่อนไหวจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบว่า ลำดับของทางเลือกตอบสนองอย่างไรต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์ ดังนั้น *รตส.* จึงมีส่วนการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของหลักเกณฑ์โดยใช้วิธีการของ Triantaphyllou and Sanchez (1997) ตามหลักการที่อธิบาย

ในการแสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหว โปรแกรม *รตส.* แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความอ่อนไหว (Sensitivity coefficient) เป็นตัวเลขและแผนภูมินอน (รูปที่ 3-20) ถ้าสัมประสิทธิ์ความอ่อนไหวของหลักเกณฑ์ใดมีค่าสูง หลักเกณฑ์นั้นจะมีเสถียรภาพต่ำ ผู้ตัดสินใจต้องมีความระมัดระวังในการเปรียบเทียบทางเลือกกับหลักเกณฑ์ดังกล่าวเป็นพิเศษ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักที่คำนวณได้จากการเปรียบเทียบโดยวิธีการ AHP จะมีผลทำให้การเรียงลำดับความสำคัญของทางเลือกสลับกันได้ง่าย ในกรณีตัวอย่างการเลือกองค์กรเพื่อประกอบอาชีพ พบว่า"ชื่อเสียงองค์กร" เป็นหลักเกณฑ์ที่อ่อนไหวที่สุด (ค่าสัมประสิทธิ์ความอ่อนไหวเท่ากับ 0.047) ในขณะที่ทำเลที่ตั้งเป็นหลักเกณฑ์ที่มีความอ่อนไหวน้อยสุด (รูปที่ 3-20)



รูปที่ 3-20 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

การวิเคราะห์การตัดสินใจด้วยวิธีการ Fuzzy AHP

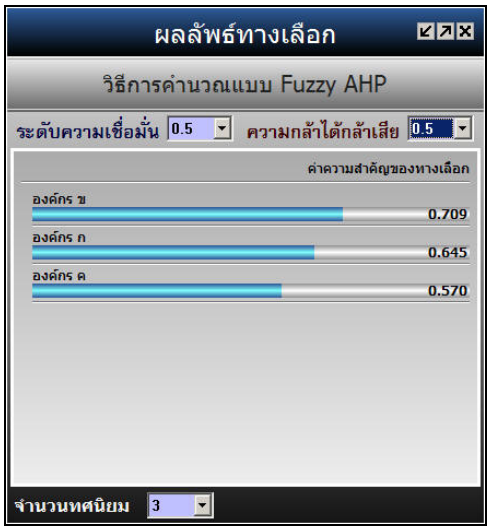
การวิเคราะห์อีกแบบหนึ่งในโปรแกรม *รตส.* คือวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจที่ใช้ข้อมูลแบบคลุมเครือ (Fuzzy AHP) (Jeganathan, 2003) ซึ่งปรับปรุงจากวิธีการ Fuzzy Pairwise Comparison ที่เสนอโดย Deng (1999) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่มีลักษณะกำกวม (fuzzy) วิธีการนี้ใช้ Triangular Fuzzy Number (TFN) ในการแสดงข้อมูลอันเป็นผลจากการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์และทางเลือกของผู้ร่วมตัดสินใจ หลังจากนั้นจึงใช้วิธีการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักโดยหลักคณิตศาสตร์สำหรับตัวเลขกำกวม (Fuzzy arithmetic) ในการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญเบ็ดเสร็จ (Final performance index) ของทางเลือก ก่อนเรียงลำดับความสำคัญเพื่อตัดสินใจ รายละเอียดของวิธีการนี้ได้นำเสนอแล้วในบทที่ 2

ผู้ใช้อาจเลือกวิธีการตัดสินใจแบบ Fuzzy AHP ได้จากเมนูวิธีการคำนวณ จากนั้นจึงนำเข้าข้อมูลใน PCM โปรแกรมจะปรับค่าเป็นข้อมูลแบบกำกวมโดยใส่ค่าพิกัดล่าง (Lower fuzzy, l) และพิกัดบน (Upper fuzzy, u) ของค่าเปรียบเทียบให้อัตโนมัติโดยอาศัยหลักการที่กล่าวมาแล้ว พร้อมทั้งรายงานค่าความคงเส้นคงวา (Consistency ratio) ของการเปรียบเทียบ ผู้ใช้สามารถดูค่าพิกัดล่าง พิกัดบน ได้โดยกดปุ่มแสดงช่วงค่า (รูปที่ 3-21) เมื่อผู้ใช้พอใจที่จะใช้ PCM นี้เพื่อวิเคราะห์ต่อไป ให้กด

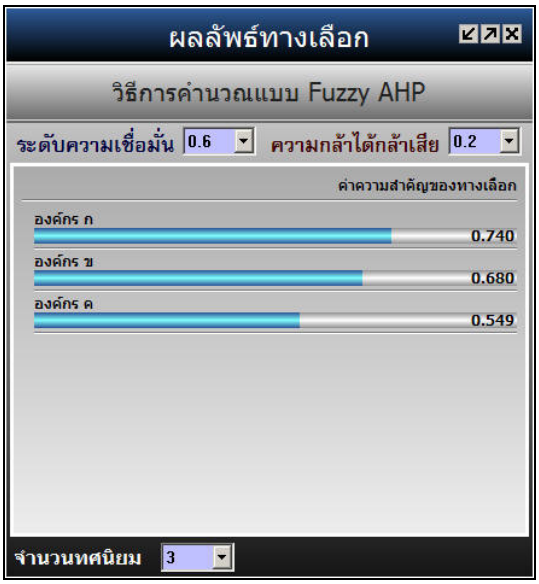
	การวิจัย	การเดินโค	ผลประโยชน์	เพื่อนร่วมงาน	ทำเลที่ตั้ง	ชื่อเสียง
การวิจัย	1,1,1	1,1,3	1,1,3	2,4,6	1,1,3	1/4,1/2,1
การเดินโค	1/3,1,1	1,1,1	1,2,4	2,4,6	1,1,3	1/4,1/2,1
ผลประโยชน์	1/3,1,1	1/4,1/2,1	1,1,1	3,5,7	1,3,5	1/4,1/2,1
เพื่อนร่วมงาน	1/6,1/4,1	1/6,1/4,1	1/7,1/5,1	1,1,1	1/5,1/3,1	1/5,1/3,1
ทำเลที่ตั้ง	1/3,1,1	1/3,1,1	1/5,1/3,1	1,3,5	1,1,1	1,1,3
ชื่อเสียง	1,2,4	1,2,4	1,2,4	1,3,5	1/3,1,1	1,1,1

รูปที่ 3-21 แสดงค่า พิกัดล่าง ค่ากลาง พิกัดบนของข้อมูลแบบกำกวม

ปุ่มแสดงผลลัพธ์ โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ของทางเลือก (รูปที่ 3-22) มีค่าตั้งต้นของค่าดรรชนีความมั่นใจในการกำหนดค่าเปรียบเทียบใน PCM (Confidence index, α) เท่ากับ 0.5 และระดับความพอใจที่จะเสี่ยง (Optimism index, λ) เท่ากับ 0.5 ในสถานการณ์ที่กำลังตัดสินใจ อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนค่าดรรชนีความมั่นใจในการกำหนดค่าเปรียบเทียบกับระดับความพอใจที่จะเสี่ยงได้ (รูปที่ 3-23)

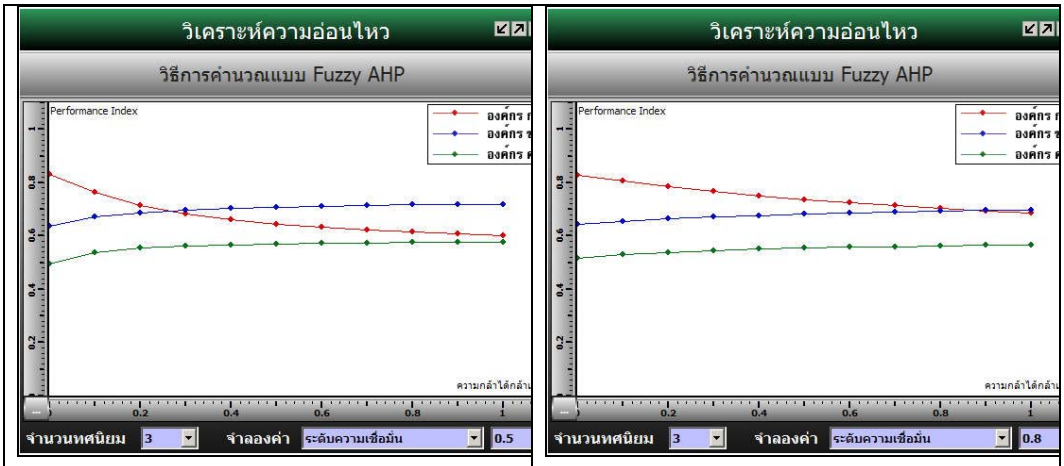


รูปที่ 3-22 ผลลัพธ์ของทางเลือก โดยใช้วิธีการ Fuzzy AHP ที่ระดับความเชื่อมั่น α = 0.5 และระดับความพอใจที่จะเสี่ยง λ = 0.5



รูปที่ 3-23 ผลลัพธ์ของทางเลือก โดยใช้วิธีการ Fuzzy AHP ที่ระดับความเชื่อมั่น α = 0.6 และ ระดับความพอใจที่จะเสี่ยง λ = 0.2

ผู้ใช้อาจวิเคราะห์ความอ่อนไหวของการวิเคราะห์การตัดสินใจโดยวิธีการ Fuzzy AHP ได้ผลการวิเคราะห์แสดงในรูปของกราฟ โดยมีแกนตั้งเป็นค่า Performance Index และแกนนอนเป็นค่าระดับความเชื่อมั่น (α) หรือความกล้าได้กล้าเสีย (λ) ขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าของผู้ใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว รูปที่ 3-24 เป็นหน้าต่างการวิเคราะห์ความอ่อนไหวที่แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงค่าความสำคัญของแต่ละทางเลือกซึ่งแสดงในรูปของค่า Performance index (แกนตั้ง) เมื่อความกล้าได้กล้าเสียผันแปรระหว่าง 0 ถึง 1.0 โดยที่ผู้ตัดสินใจกำหนดระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.5 (รูปที่ 3-24ก) เมื่อเทียบกับ 0.8 (รูปที่ 3-24ข) จะเห็นได้ว่าถ้าผู้ตัดสินใจมีความเชื่อมั่นในค่าที่ให้ในตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบ (PCM) เพียงร้อยละ 50 องค์กร ก. จะมีลำดับความสำคัญสูงกว่าองค์กร ข. และ ค. ต่อเมื่อผู้ตัดสินใจมีทัศนคติไม่ชอบเสี่ยง (ค่า λ < 0.25) อย่างไรก็ตามหากผู้ตัดสินใจมีความมั่นใจร้อยละ 80 ว่าข้อมูลที่ใส่ในตาราง PCM มีความถูกต้อง องค์กร ก. จะมีลำดับความสำคัญสูงกว่าอีก 2 องค์กร ในช่วงที่ผู้ตัดสินใจมีทัศนคติต่อความเสี่ยงระหว่าง 0 - 0.9

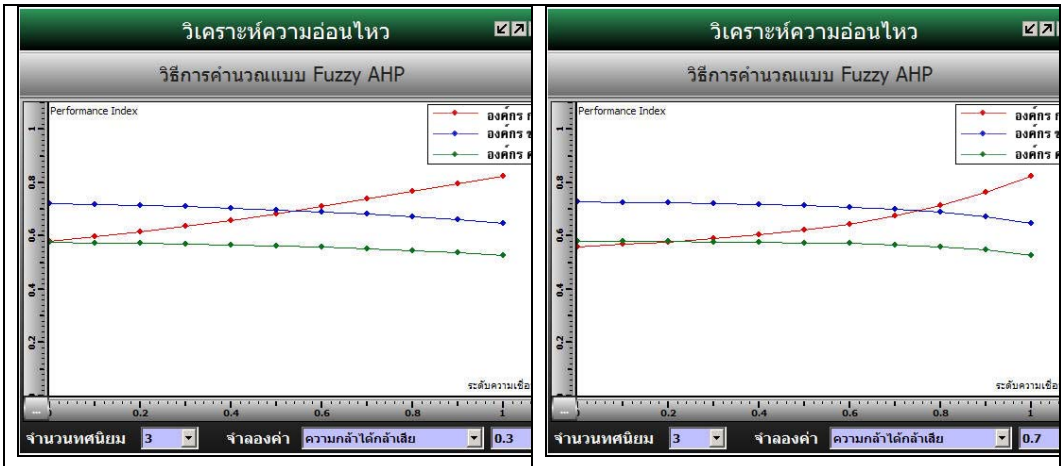


(ก) (ข)

รูปที่ 3-24 หน้าต่างการวิเคราะห์ความอ่อนไหวเมื่อกำหนดความเชื่อมั่นในการกำหนดค่าในตารางเปรียบเทียบ เมื่อ α เท่ากับ 0.5 (ก) และ α เท่ากับ 0.8 (ข)

หากทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของทางเลือกต่อระดับความมั่นใจในการสร้าง PCM ที่ระดับทัศนคติความเสี่ยงของผู้ตัดสินใจที่แตกต่างกัน ในกรณีตัวอย่างนี้พบว่า หากผู้ตัดสินใจไม่ชอบเสี่ยง (λ = 0.3) องค์กร ก. จะมีลำดับความสำคัญมากกว่า ข. และ ค. ต่อเมื่อความมั่นใจของผู้ตัดสินใจในการกำหนดค่าใน PCM อยู่ในระดับ α มีค่าอย่างน้อย 0.55 (รูปที่ 3-25ก) อย่างไรก็ตาม หากผู้ตัดสินใจยอมรับความเสี่ยงมากขึ้น (λ = 0.7) ระดับความมั่นใจในการสร้าง PCM จะต้องสูงขึ้นเป็นอย่างน้อยอยู่ในระดับ $\lambda > 0.75$ จึงจะทำให้ความสำคัญขององค์กร ก. สูงกว่าอีก 2 องค์กร (รูปที่ 3-25ข)

ดังนั้นการนำเอาระดับความมั่นใจในการสร้างเมตริกซ์เปรียบเทียบและทัศนคติต่อความเสี่ยงของผู้ตัดสินใจมาพิจารณา จึงทำให้การวิเคราะห์มีความยืดหยุ่นไปตามประสบการณ์และลักษณะของผู้เข้าร่วมในกระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจ



(ก) (ข)

รูปที่ 3-25 หน้าต่างการวิเคราะห์ความอ่อนไหวเมื่อกำหนดความกล้าได้กล้าเสีย (λ) ของการเปรียบเทียบเท่ากับ 0.3 (ก) และเท่ากับ 0.7 (ข)

วิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนัก

วิธีการสุดท้ายที่ได้บรรจุไว้ในระบบคือวิธีการคำนวณแบบ Simple Additive Weighting (SAW) ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในโครงงานทั่วไปที่หลักเกณฑ์สามารถแสดงเป็นเชิงปริมาณซึ่งสามารถคำนวณค่าคะแนนความสำคัญโดยรวมตามสมการที่ (3-1)

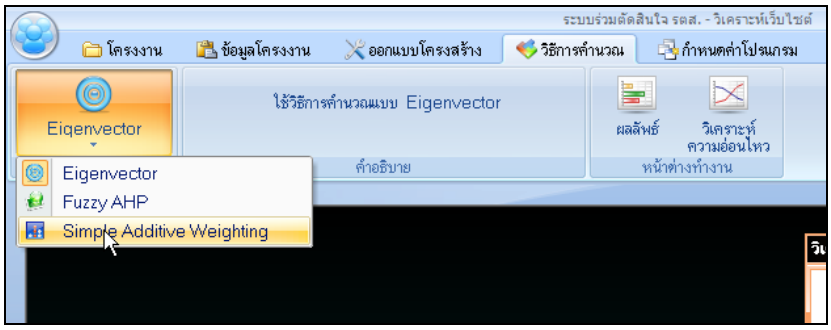
$$S = w_i * x_i \qquad (3\text{-}1)$$

เมื่อ S = ค่าคะแนนความสำคัญโดยรวม

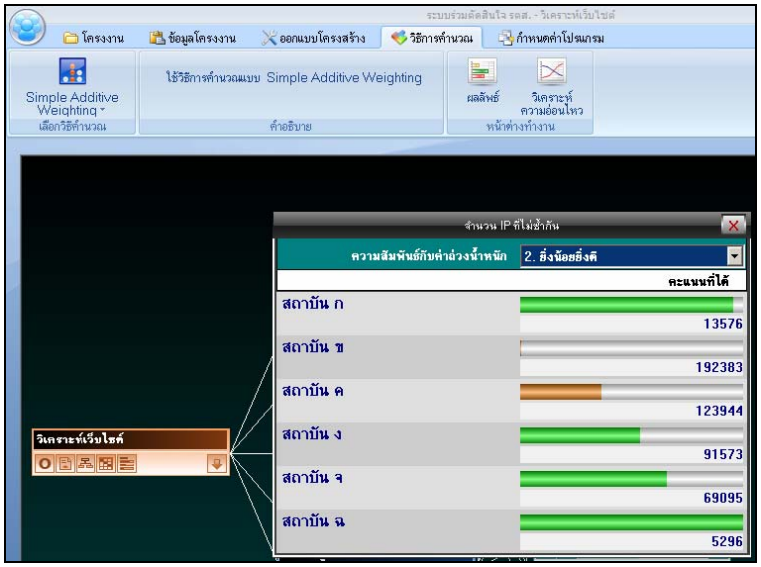
w_i = ค่าความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์

x_i = ค่าเชิงปริมาณของแต่ละหลักเกณฑ์

ผู้ใช้อาจเลือกวิธีการวิเคราะห์แบบ SAW โดยใช้เมนูเลือกวิธีการคำนวณแล้วเลือก วิธีการ “Simple Additive Weighting” (รูปที่ 3-26) ในวิธีการนี้ผู้ใช้จะต้องทำการปรับมาตรฐานค่าคะแนนของทางเลือกเมื่อพิจารณาแต่ละหลักเกณฑ์หรือหลักเกณฑ์ย่อย ดังนั้นผู้ใช้จะต้องระบุประเภทความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างค่าคะแนนกับค่าความสำคัญของทางเลือกเมื่อพิจารณาแต่ละหลักเกณฑ์ ว่าความสัมพันธ์เป็นแบบ “ยิ่งมากยิ่งดี” หรือ “ยิ่งน้อยยิ่งดี” (รูปที่ 3-27) ทั้งนี้เพื่อให้การคำนวณโดยใช้สมการ (3-1) ได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 3-26 เมนูเลือกวิธีการ Simple Additive Weighting เพื่อวิเคราะห์โครงงานทั่วไปที่ใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ



รูปที่ 3-27 หน้าต่างแสดงการเลือกประเภทความสัมพันธ์ระหว่างค่าคะแนนของทางเลือกกับค่าความสำคัญสำหรับหลักเกณฑ์หนึ่งๆ

รายละเอียดของการสร้างโครงงาน กระบวนการเปรียบเทียบ และผลลัพธ์จากการประยุกต์ใช้งานโปรแกรม *รตส.* ในทางการเกษตร จะอธิบายโดยละเอียดเป็นกรณีศึกษาในบทที่ 5