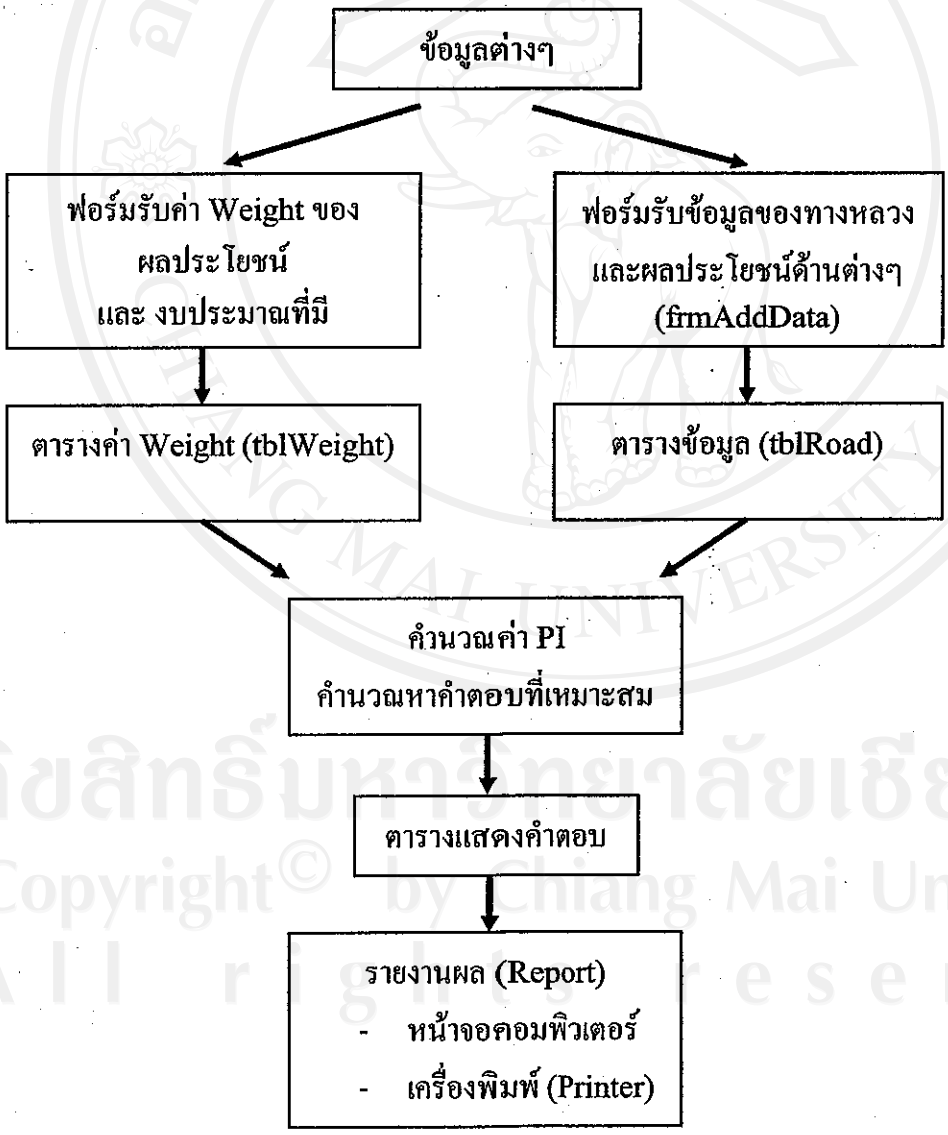
บทที่ 5
การพัฒนาโปรแกรมช่วยตัดสินใจ

5.1 โครงสร้างของโปรแกรม

การพัฒนาโปรแกรมช่วยตัดสินใจจะพัฒนาบนโปรแกรม Microsoft Access 2003 เวอร์ชัน ภาษาไทย ซึ่งเป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน โครงสร้างของโปรแกรมช่วยตัดสินใจสามารถเขียนได้ดังรูป 5.1



รูป 5.1 โครงสร้างโปรแกรมช่วยตัดสินใจ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.1 ฟอร์มรับข้อมูลของทางหลวง และผลประโยชน์ด้านต่างๆ

ในรูปแบบ (format) ของ Microsoft Access กำหนดให้ฟอร์มเป็นออบเจ็คที่นำเอาส่วนที่เรียกว่า คอนโทรล (control) หรือส่วนควบคุม เช่น ปุ่มคำสั่ง ปุ่มตัวเลือก เป็นต้น มาประกอบกันเป็นรูปแบบที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ เพื่อช่วยให้การทำงานร่วมกับข้อมูลบนจอภาพมีความถูกต้อง รัดกุม และตรงกับวัตถุประสงค์มากที่สุด (นันทนี แขวงโสภา, 2548)

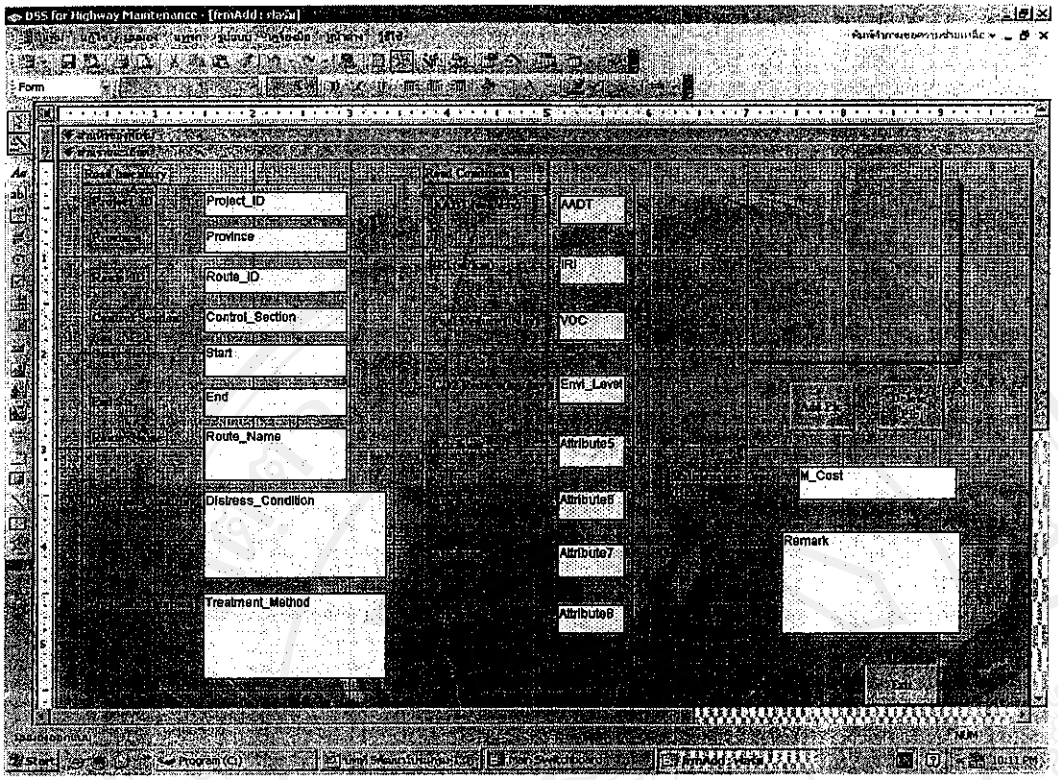
ในการพัฒนาโปรแกรม ช่วยตัดสินใจ จะประยุกต์ใช้ฟอร์มสำหรับเป็นเครื่องมือสำหรับให้ผู้ใช้ (user) ทำการกรอก หรือแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยทำการพัฒนาบนฟอร์มที่ชื่อว่า frmAdd ด้วยภาษา Visual Basic for Application ซึ่งเป็นเครื่องมืออันหนึ่งที่มีอยู่ใน Microsoft Access 2003 ข้อดีของการให้ผู้ใช้ (user) ทำการกรอกข้อมูลต่างๆลงบนฟอร์มคือ ความง่ายในการกรอกข้อมูล อีกทั้งสามารถจัดแต่งข้อมูลบนจอได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่าการกรอกข้อมูลลงในตารางโดยตรง

ข้อมูลที่จะกรอกลงบนฟอร์มนี้ได้แก่

- ข้อมูลของถนน เช่น หมายเลขทางหลวง ตอนควบคุม กิโลเมตรเริ่มต้น-สิ้นสุด แขวงการทางที่รับผิดชอบ เป็นต้น
- ความชำรุด และวิธีการซ่อม
- ค่าก่อสร้าง
- คุณลักษณะของสายทาง เช่น ปริมาณการจราจร ความขรุขระของสายทาง ปริมาณการเผาผลาญน้ำมันที่ลดลง และ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง เป็นต้น
- รูปภาพของสายทาง (ถ้ามี)

ข้อมูลต่าง ๆ ที่กรอกลงไปจะถูกนำไปจัดเก็บไว้ในตารางข้อมูล ที่ตั้งชื่อว่า tblRoad ตัวอย่างฟอร์ม frmAdd แสดงดังรูป 5.2 ส่วน Source Code ของฟอร์มต่างๆ แสดงไว้ในภาคผนวก ค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

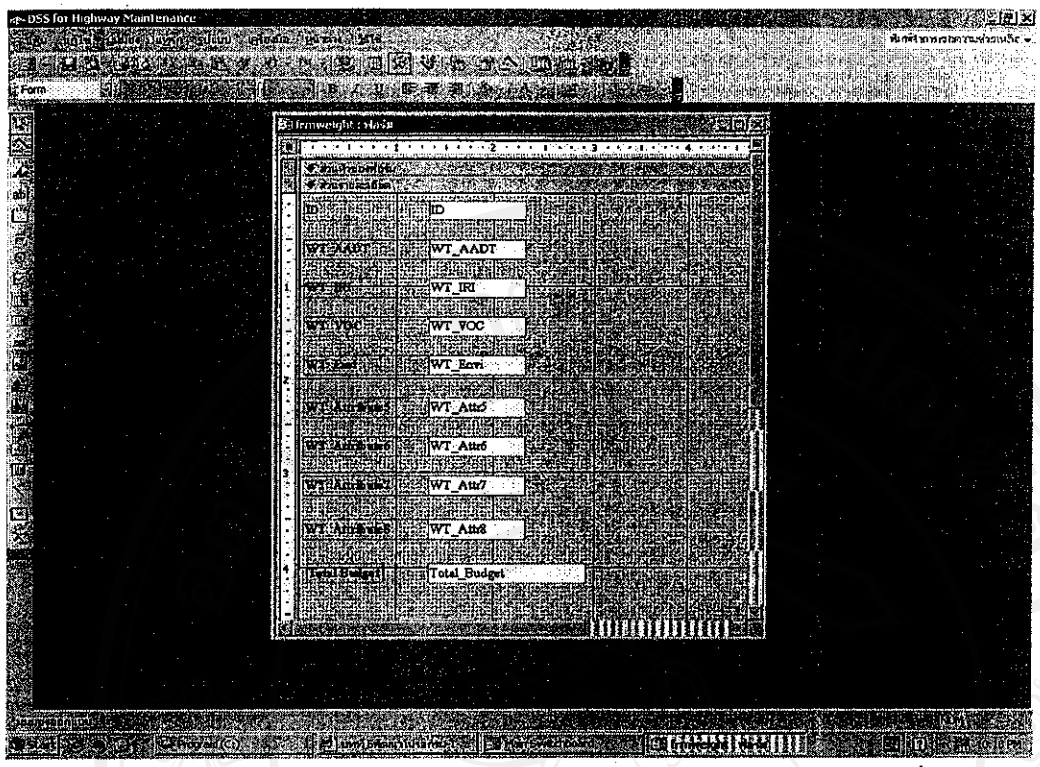


รูป 5.2 ฟอร์ม frmAdd

5.1.2 ฟอร์มรับค่า Weight ของผลประโยชน์ และงบประมาณที่มี

เป็นฟอร์มสำหรับให้ผู้ใช้ (user) ทำการกรอกข้อมูลค่าน้ำหนัก (weight) ของผลประโยชน์ด้านต่างๆ และงบประมาณที่มี (budget) โดยทำการพัฒนาบนฟอร์มที่ชื่อว่า frmWeight หลังจากกรอกข้อมูลแล้วจะนำไปจัดเก็บไว้ในตาราง tblWeight ตัวอย่างฟอร์ม frmWeight แสดงดังรูป 5.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



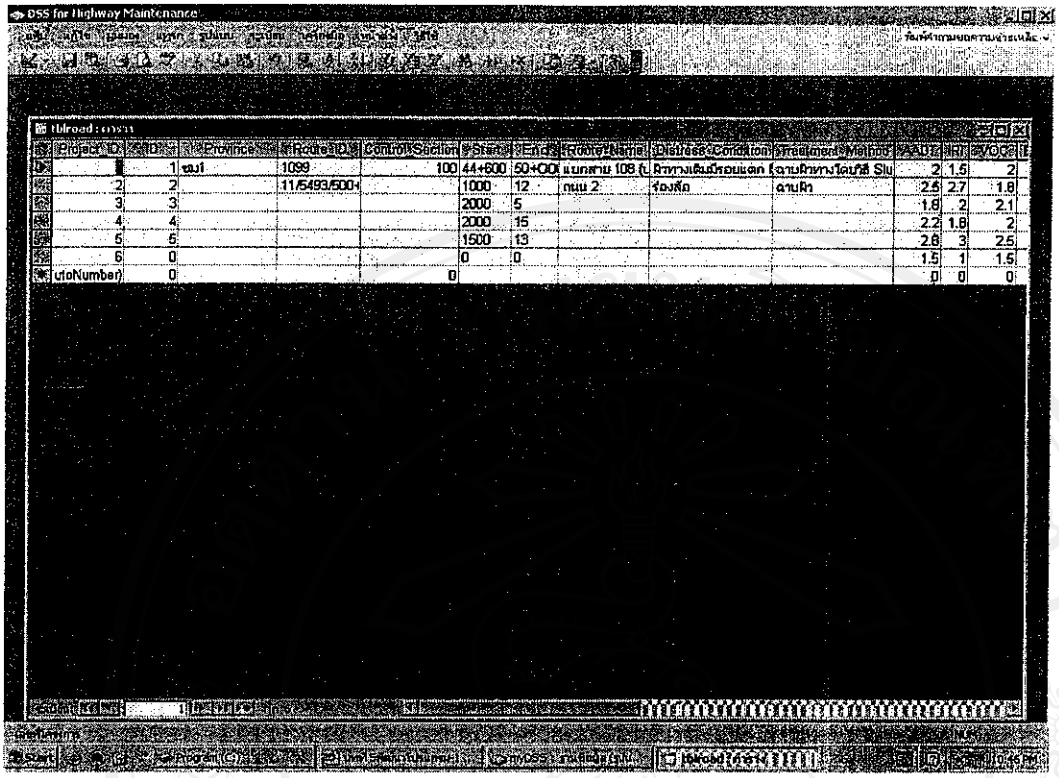
รูป 5.3 ฟอร์ม frmWeight

5.1.3 ตารางข้อมูล และตารางค่า Weight

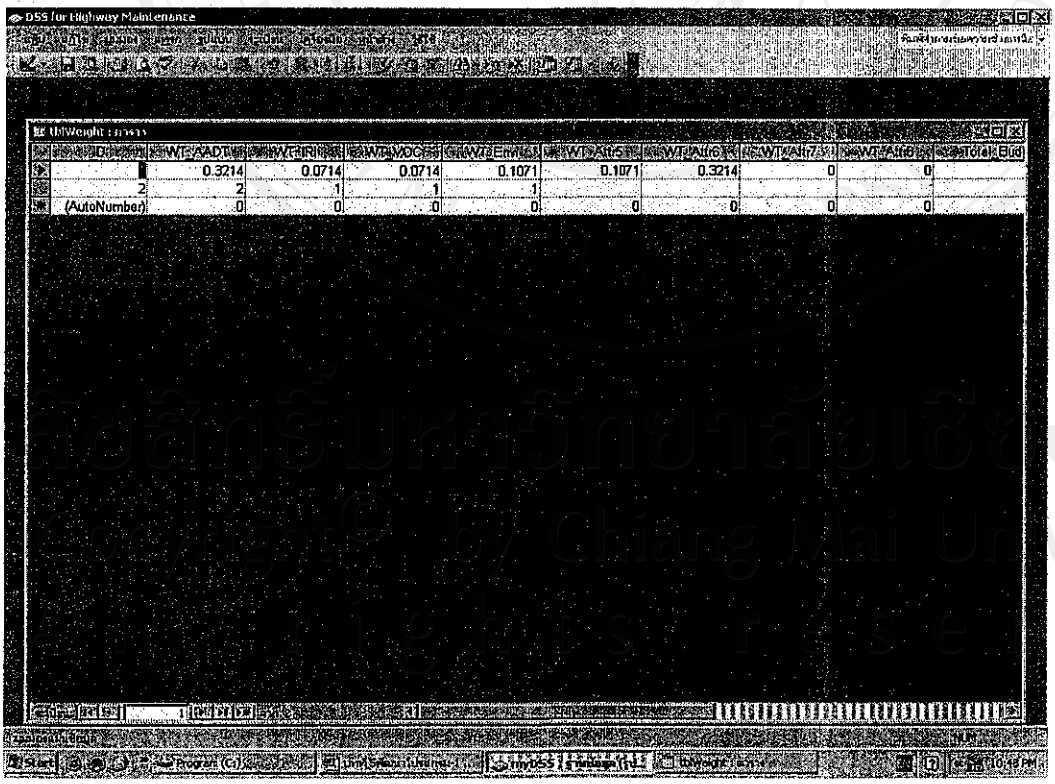
ตาราง (table) เป็นออบเจ็คที่ใช้เก็บข้อมูลจริง โดยเราสามารถป้อนข้อมูลใหม่ แก้ไขข้อมูลเดิม หรือแสดงผลข้อมูล โดยใช้ตารางได้โดยตรง ในระบบฐานข้อมูล 1 ระบบต้องประกอบด้วย ตารางอย่างน้อย 1 ตารางเสมอ และเนื่องจากตารางเป็นส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลจริงในฐานข้อมูล จึงเป็นออบเจ็คที่มีความสำคัญมากที่สุดเพราะจะถูกนำไปใช้เป็นแหล่งข้อมูลของออบเจ็คอื่น ๆ เช่น ฟอร์ม หรือ รายงาน (report)

ข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้ใช้กรอกผ่านฟอร์ม ในข้อ 5.1.2 และ 5.1.3 จะถูกเก็บไว้ในตารางข้อมูล (tblRoad) และตารางค่า Weight (tblWeight) ตามลำดับ แสดงดังรูป 5.4 และรูป 5.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 5.4 ตาราง tblRoad



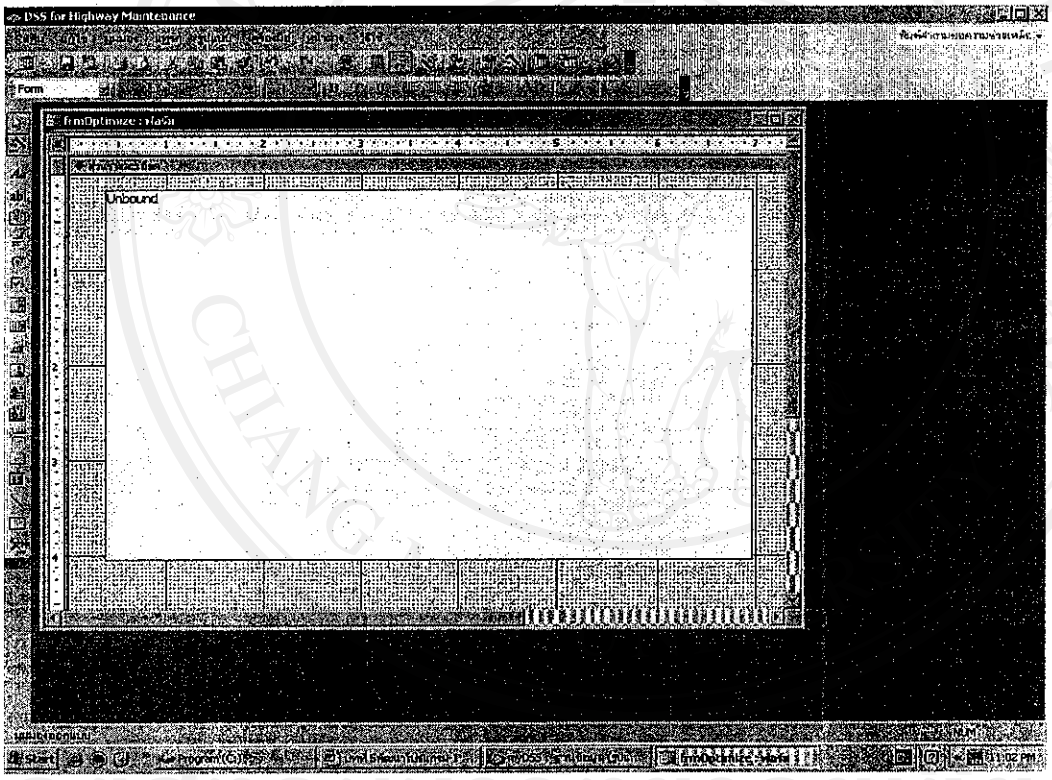
รูป 5.5 ฟอร์ม tblWeight

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.4 การคำนวณค่า Priority Index และการคำนวณหาคำตอบที่เหมาะสม (optimization)

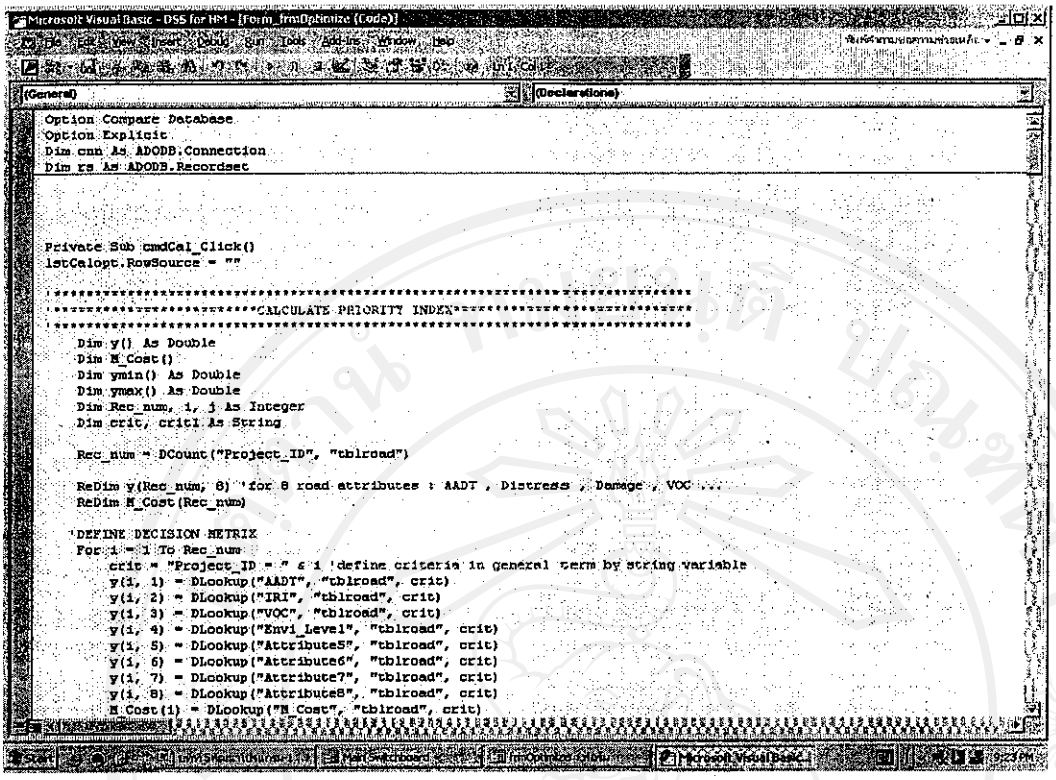
สำหรับขั้นตอนการคำนวณค่า Priority Index และกระบวนการ Optimization จะดำเนินการพัฒนาลงบนฟอร์ม frmOptimize (รูป 5.6) โดยพัฒนาโปรแกรมการคำนวณด้วยภาษา Visual Basic for Application (VBA) และในการคำนวณการคำนวณจะดึงข้อมูลจากตารางในหัวข้อ 5.3 มาใช้คำนวณ ตัวอย่างการพัฒนาโปรแกรม แสดงดังรูป 5.7 ซึ่ง Source Code ของโปรแกรมแสดงในภาคผนวก

สำหรับขั้นตอนการคำนวณหาคำตอบที่เหมาะสม(optimization) นั้นสามารถสรุปเป็นขั้นตอนต่างๆได้ ดังรูป 5.8



รูป 5.6 ฟอร์ม frmOptimize

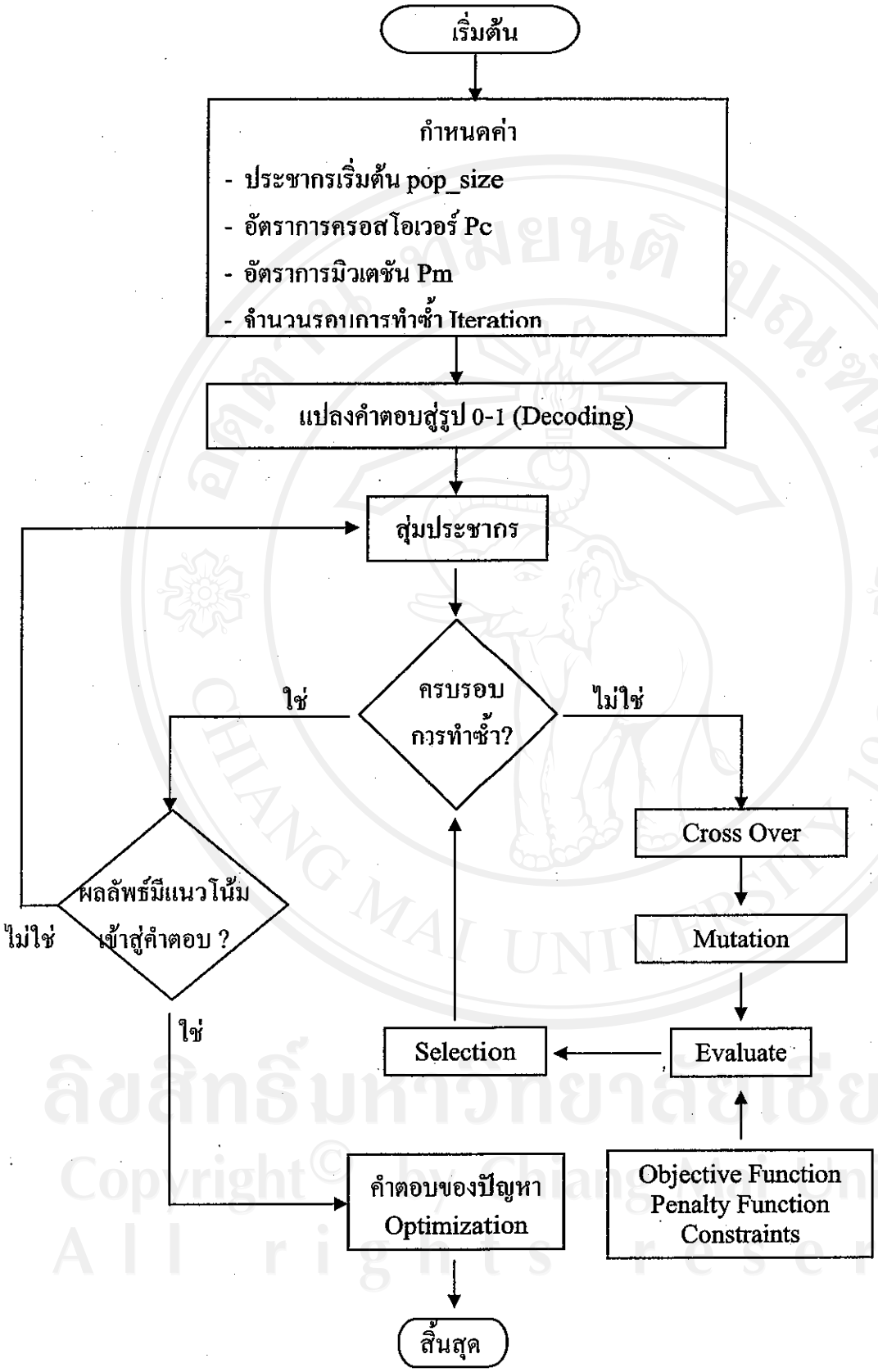
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



```
Option Compare Database
Option Explicit
Dim cnn As ADODB.Connection
Dim rs As ADODB.Recordset



Private Sub cmdCal_Click()
lstCalopt.RowSource = ""

'************************************************************************
'**********************CALCULATE PRIORITY INDEX**************************
'************************************************************************
    Dim y() As Double
    Dim M_Cost()
    Dim ymin() As Double
    Dim ymax() As Double
    Dim Rec_num, i, j As Integer
    Dim crit, crit1 As String

    Rec_num = DCount("Project_ID", "tblroad")

    ReDim y(Rec_num, 8) 'for 8 road attributes : AADT , Distress , Damage , VOC ...
    ReDim M_Cost(Rec_num)

   'DEFINE DECISION METRIX
    For i = 1 To Rec_num
        crit = "Project_ID = " & i 'define criteria in general term by string variable
        y(i, 1) = DLookup("AADT", "tblroad", crit)
        y(i, 2) = DLookup("IRI", "tblroad", crit)
        y(i, 3) = DLookup("VOC", "tblroad", crit)
        y(i, 4) = DLookup("Envi_Level", "tblroad", crit)
        y(i, 5) = DLookup("Attribute5", "tblroad", crit)
        y(i, 6) = DLookup("Attribute6", "tblroad", crit)
        y(i, 7) = DLookup("Attribute7", "tblroad", crit)
        y(i, 8) = DLookup("Attribute8", "tblroad", crit)
        M_Cost(i) = DLookup("M_Cost", "tblroad", crit)
```

รูป 5.7 ตัวอย่าง Source Code ของ VBA ใน Microsoft Access

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

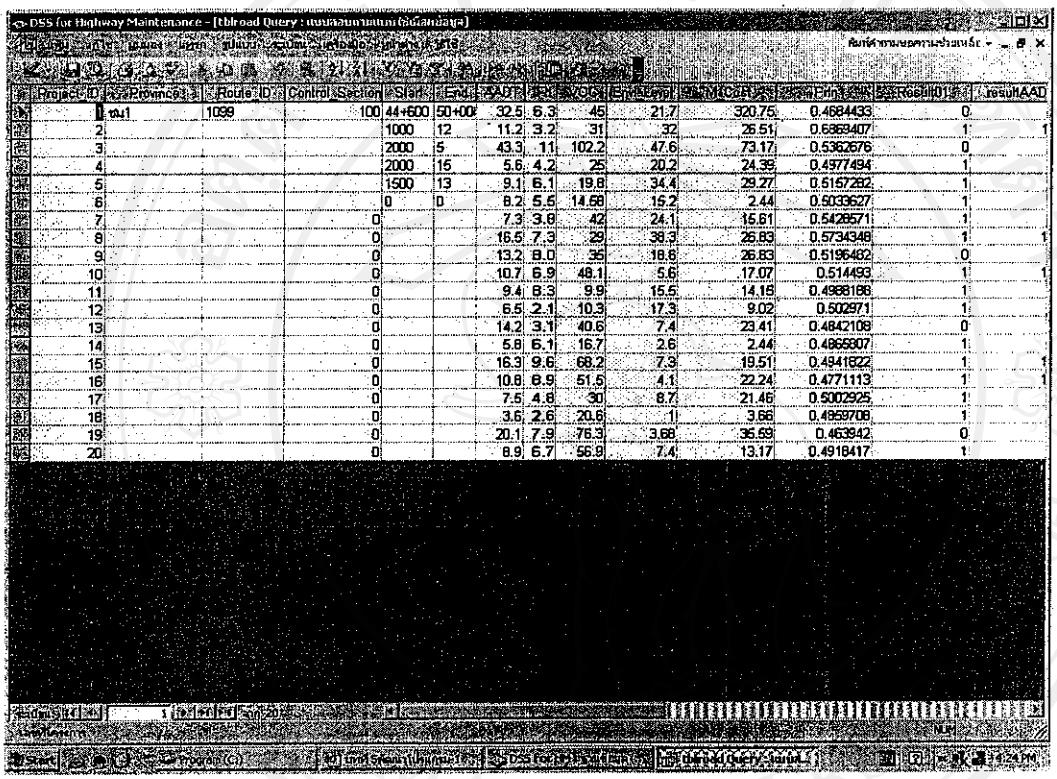


รูป 5.8 ขั้นตอนการคำนวณหาคำตอบที่เหมาะสม(optimization)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.5 ตารางแสดงคำตอบ

หลังจากที่โปรแกรมทำการคำนวณหาคำตอบของปัญหาเรียบร้อยแล้ว จะนำคำตอบไปเก็บไว้ในตารางแสดงคำตอบ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับแสดงผลของคำตอบ ในรูปตัวเลขและกราฟต่างๆ ตารางแสดงคำตอบมีชื่อว่า tblRoad Query แสดงดังรูป 5.9



รูป 5.9 ตารางแสดงคำตอบ tblRoad Query

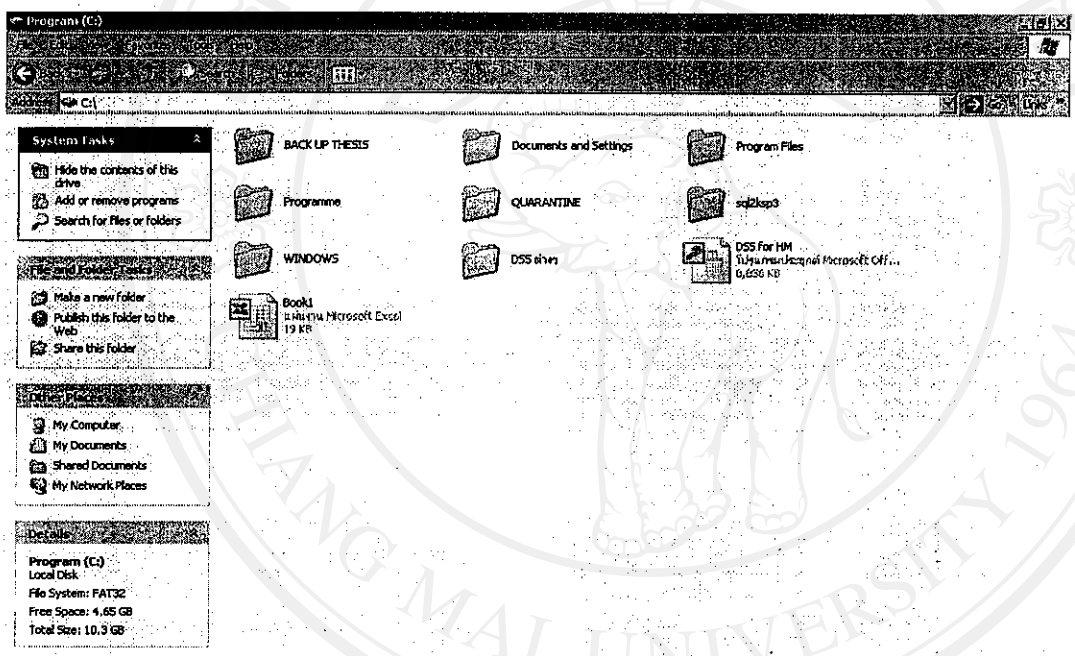
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2 วิธีการใช้โปรแกรม

ขั้นตอนวิธีการใช้โปรแกรม สรุปได้ดังนี้

5.2.1 การติดตั้งโปรแกรม

เนื่องจากในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม ได้มีการกำหนดพาธ (Path) ที่อยู่ของโปรแกรมไว้ที่ ไดรว์ C ของเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อประโยชน์ในการอ้างอิงที่อยู่ของตารางฐานข้อมูล ดังนั้นผู้ใช้จะต้องติดตั้งโปรแกรมมีชื่อว่า DSS for HM ไว้ ณ ไดรว์ C ของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมอ การติดตั้งจะใช้วิธีการเดียวกับการทำสำเนาแฟ้มข้อมูลทั่วไป คือ ใช้คำสั่ง Copy และ Paste ดังรูป 5.10

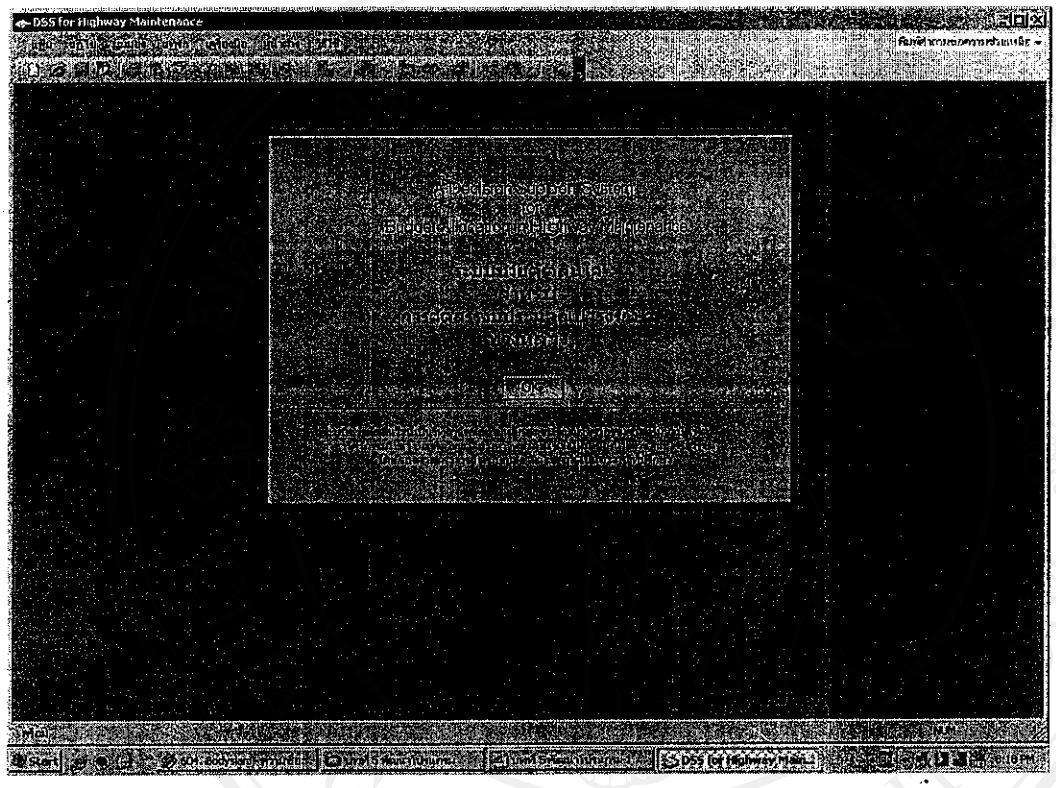


รูป 5.10 การติดตั้งโปรแกรมไว้ ณ ไดรว์ C ของคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

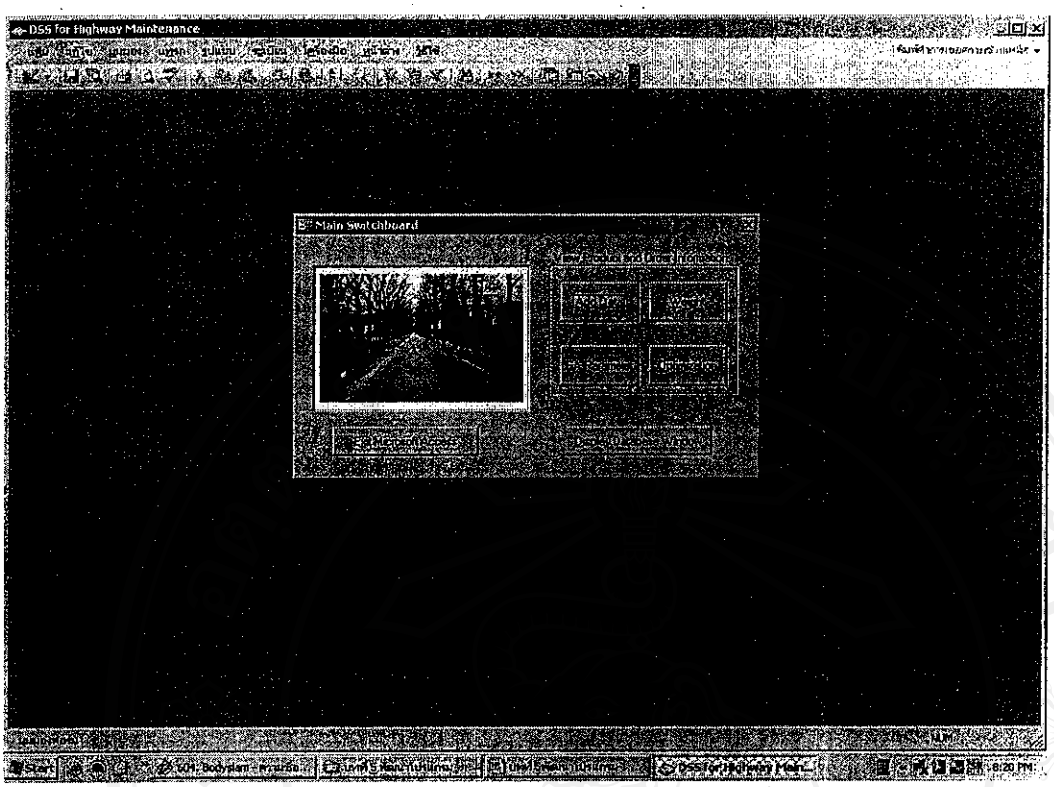
5.2.2 เปิดโปรแกรม

เมื่อเปิดโปรแกรมจะพบกับหน้าต่างแสดงข้อมูลทั่วไปของโปรแกรม และเมนู สวิตช์บอร์ดเพื่อให้ผู้ใช้เลือกที่จะให้โปรแกรมดำเนินใดๆ ดังรูป 5.11 และ 5.12



รูป 5.11 หน้าต่างแสดงข้อมูลทั่วไปของโปรแกรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 5.12 หน้าต่างแสดงเมนู สวิตช์บอร์ดของโปรแกรม

ฟอร์มสวิตช์บอร์ดจะมีปุ่มให้ผู้ใช้เลือกเพื่อดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

(1) ปุ่ม Add Data เป็นปุ่มสำหรับให้ผู้ใช้คลิกเลือกเพื่อที่จะป้อนข้อมูลลงฐานข้อมูล

(2) ปุ่ม Weight เป็นปุ่มสำหรับให้ผู้ใช้คลิกเลือกเพื่อป้อนค่าน้ำหนัก (Weight) ของผลประโยชน์แต่ละด้าน และงบประมาณบำรุงทางที่มีอยู่ (Budget)

(3) ปุ่ม GA Parameter เป็นปุ่มสำหรับให้ผู้ใช้คลิกเลือกเพื่อกำหนดค่าต่างๆ สำหรับกระบวนการหาคำตอบโดยวิธี Genetic Algorithm

(4) ปุ่ม Optimization เป็นปุ่มสำหรับให้ผู้ใช้คลิกเลือกเพื่อการคำนวณหาคำตอบ Optimization

5.2.3 Add Data and Attribute

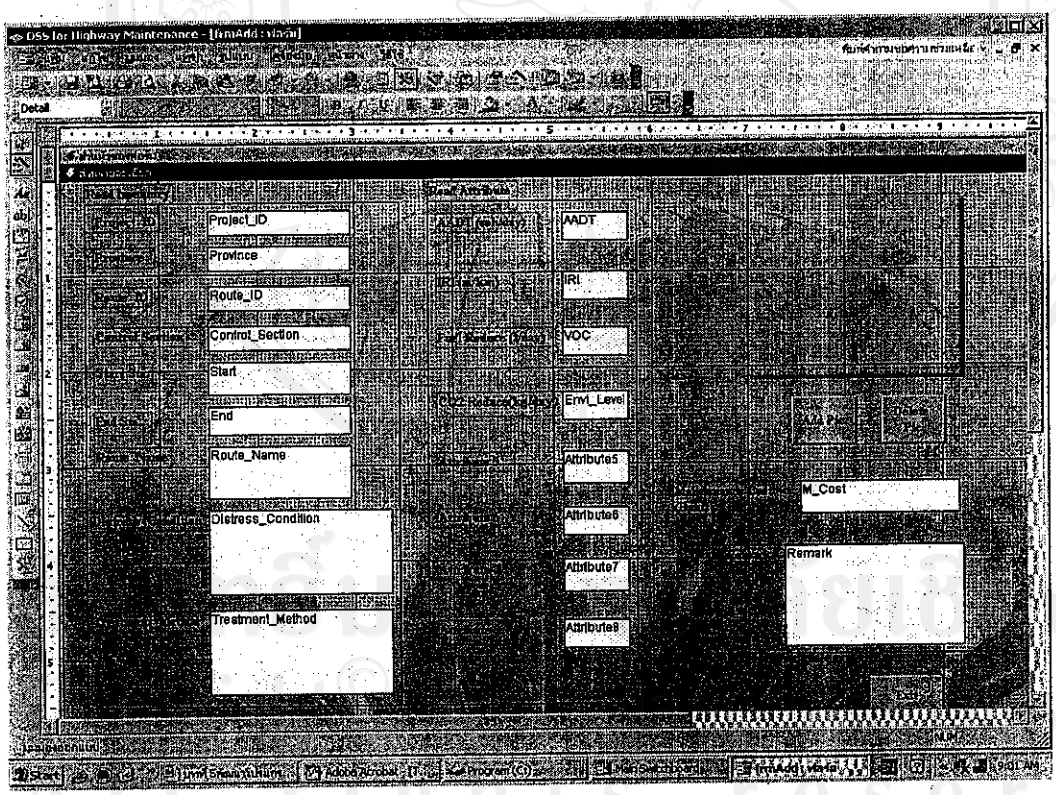
การป้อนข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลทั่ว ๆ ไป ไฟล์ภาพถ่ายของสายทางนามสกุล .bmp และคุณลักษณะของสายทาง ผ่านหน้าต่างสำหรับป้อนข้อมูล หลังจากป้อนข้อมูลครบทุกสายทางแล้วให้คลิกปุ่ม Exit เพื่อออกจากหน้าต่างป้อนข้อมูล และเข้าสู่สวิตช์บอร์ดอีกครั้งหนึ่ง แสดงดังรูป 5.13

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับช่องป้อนค่าคุณลักษณะของสายทาง งานวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาโปรแกรมให้สามารถป้อนค่าคุณลักษณะที่ผู้ใช้ให้ความสำคัญนำมาพิจารณา จำนวน 8 ค่าคุณลักษณะ ดังนี้

- AADT (veh/day)
- IRI (m/km)
- Fuel Reduction (L/day)
- CO_2 Reduction (kg/day)
- Attribute 5
- Attribute 6
- Attribute 7
- Attribute 8

โดยที่ สำหรับช่อง Attribute 5-8 สำหรับให้ผู้ใช้กรอกค่าสำหรับคุณลักษณะอื่นๆ ที่จะนำมาพิจารณา



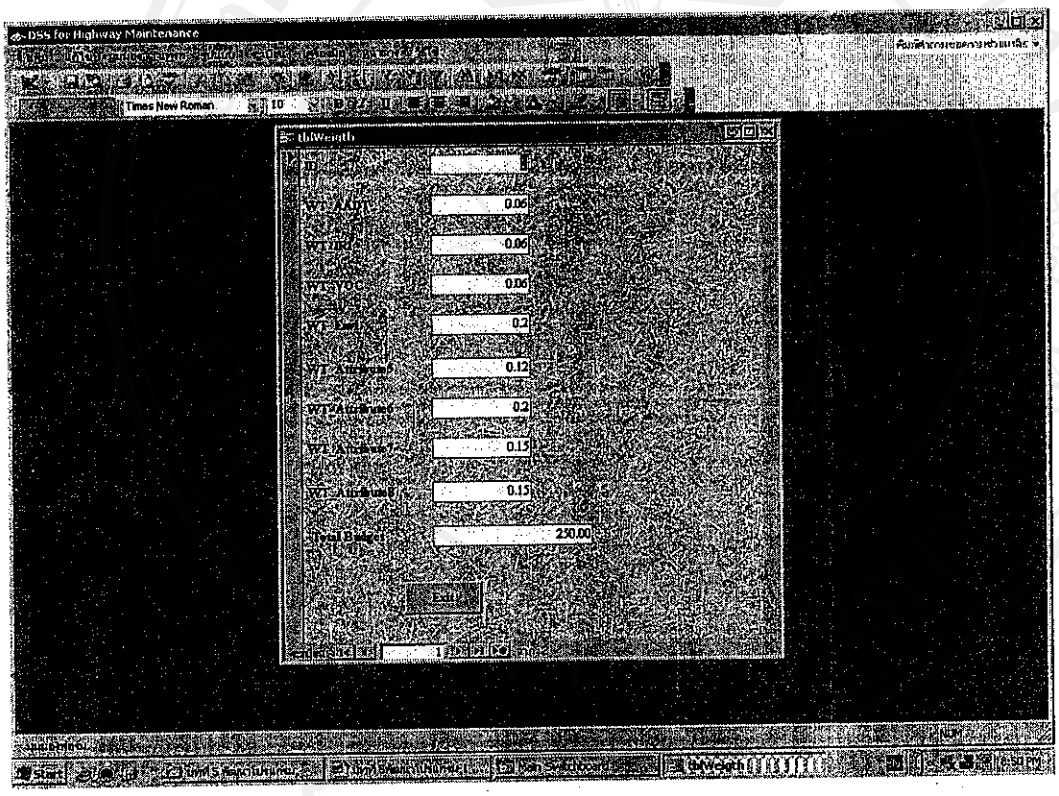
รูป 5.13 หน้าต่างสำหรับป้อนข้อมูลสายทาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2.4 Weight

เป็นหน้าต่างสำหรับให้ผู้ใช้สามารถป้อนค่า Weight และ งบประมาณที่มีอยู่ ดังนี้

- WT_AADT คือ ค่าน้ำหนักของ ปริมาณการจราจร
- WT_IRI คือ ค่าน้ำหนักของ ความขรุขระ
- WT_VOC คือ ค่าน้ำหนักของค่าใช้จ่ายของผู้ใช้รถ (ปริมาณการใช้น้ำมัน)
- WT_Envi คือ ค่าน้ำหนักของผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์)
- Total Budget คือ งบประมาณที่มีอยู่



รูป 5.14 หน้าต่างสำหรับป้อนค่าWeight

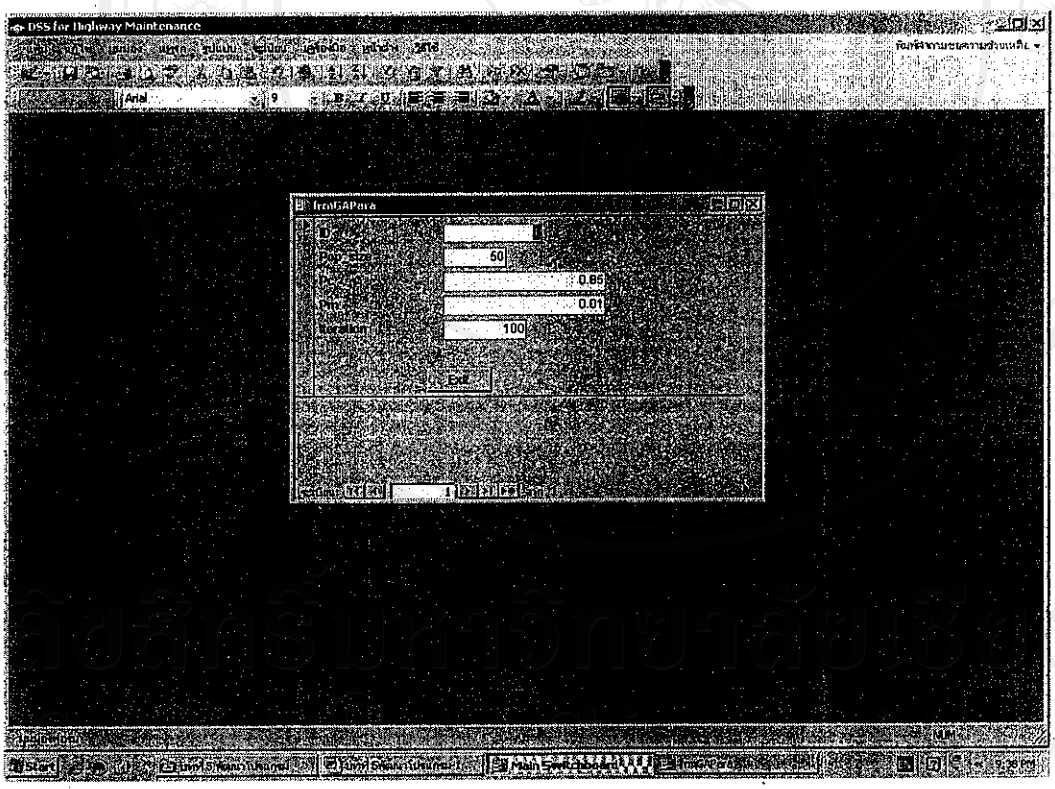
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2.5 GA Parameter

เป็นหน้าต่างสำหรับให้ผู้ใช้สามารถป้อนค่าต่างๆ เกี่ยวกับกระบวนการ Genetic Algorithm (GA) ได้แก่

- Pop_size คือ จำนวนประชากรเริ่มต้น ค่าที่แนะนำให้ใช้อยู่ในช่วง 10 – 50
- Pc คือ อัตราการครอสโอเวอร์ ค่าที่แนะนำให้ใช้อยู่ในช่วง 0.8 – 0.9
- Pm คือ อัตราการมิวเตชัน ค่าที่แนะนำให้ใช้คือ 0.01
- Iteration คือ จำนวนรอบการทำซ้ำของกระบวนการ GA ค่าที่แนะนำให้ใช้อยู่ในช่วง 100 – 1000 รอบ

ค่า Pop_size และ Iteration จะส่งผลกระทบต่อเวลาการประมวลผลของโปรแกรมโดยตรง โดยหากกำหนด ค่า Pop_size และ ค่า Iteration ไว้สูง เวลาที่ใช้ในการประมวลผลก็จะนานขึ้น

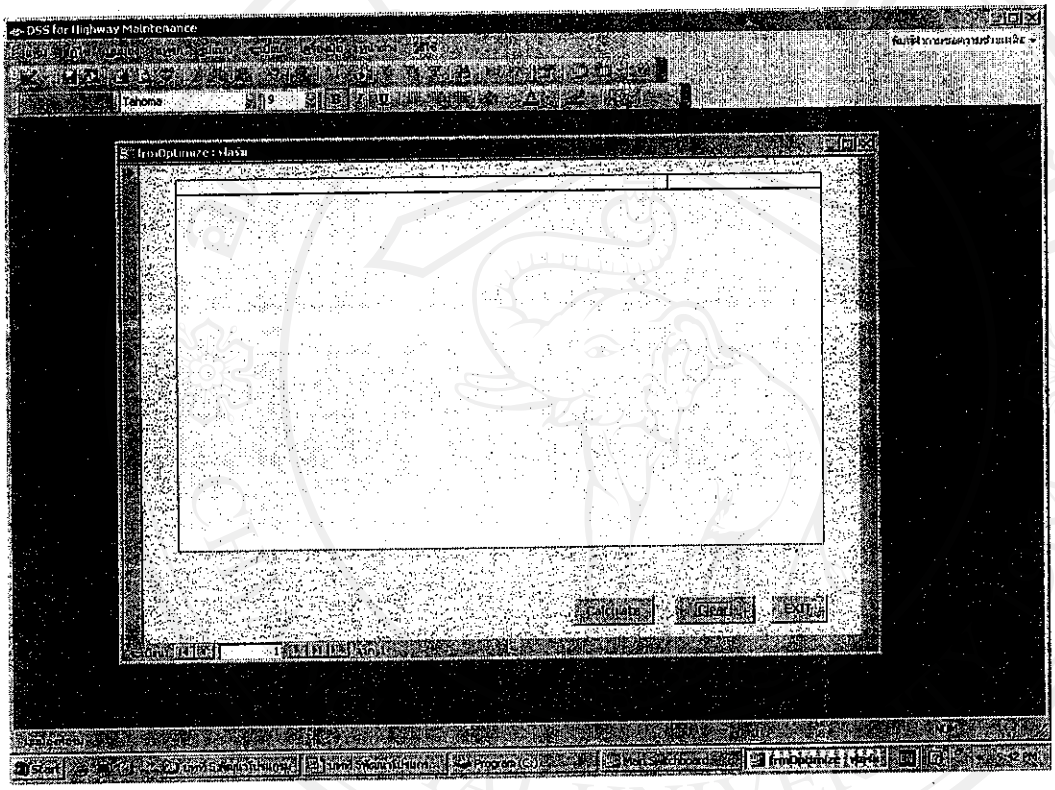


รูป 5.15 หน้าต่างสำหรับป้อนค่า GA Parameter

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
All rights reserved

5.2.6 Optimization

หลังจากที่ผู้ใช้ป้อนค่าต่างๆดังกล่าวข้างต้นเรียบร้อยแล้ว ก็จะเข้าสู่ขั้นตอนของการสั่งให้โปรแกรมดำเนินการคำนวณหาคำตอบ ค่าความเหมาะสม โดยให้ผู้ใช้คลิกปุ่ม Calculate เพื่อคำนวณ คลิกปุ่ม Clear เพื่อล้างหน้าจอ และ คลิก Exit เพื่อออกจากหน้าต่าง และกลับเข้าสู่ สวิตช์บอร์ด แสดงดังรูป 5.16

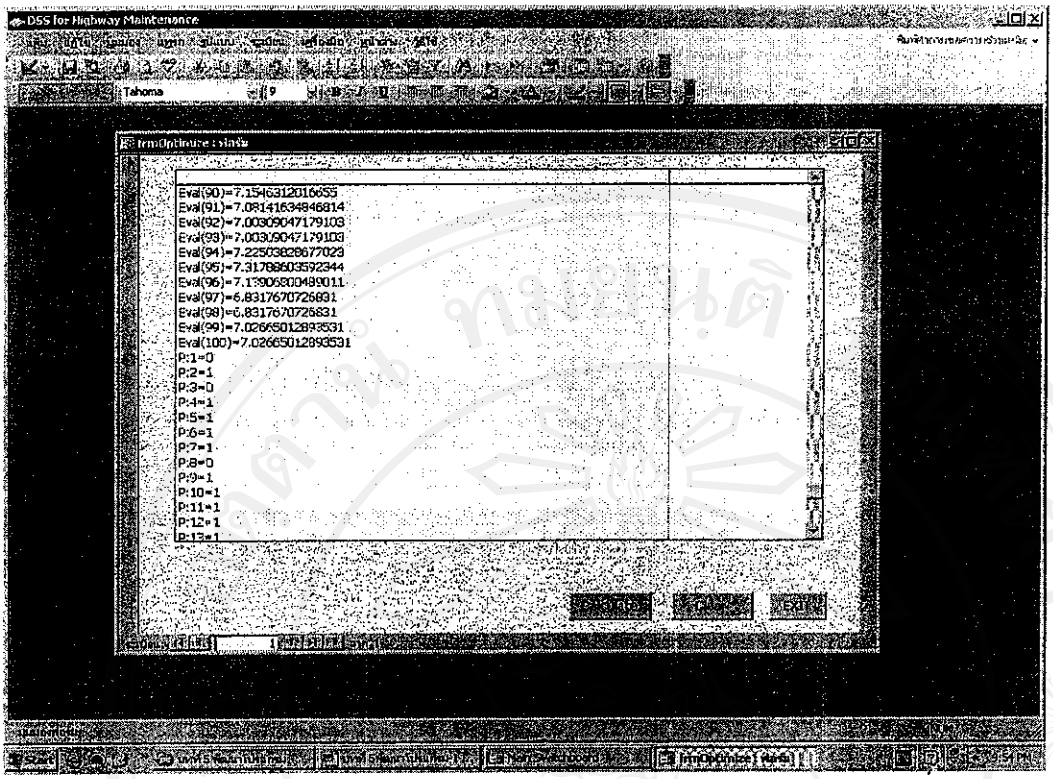


รูป 5.16 หน้าต่างสำหรับคำนวณ Optimization

เมื่อโปรแกรมคำนวณเรียบร้อยแล้วจะแสดงผลเป็นค่า Priority Index (PI) ของแต่ละโครงการ (Project ID) และแสดงผลลัพธ์คำตอบของปัญหาว่าโครงการใดบ้างจะถูกเลือก โดยโครงการที่ถูกเลือกจะแสดงค่า 1 ส่วนโครงการที่ไม่ถูกเลือกจะแสดงค่า 0 พร้อมทั้งค่า Objective Function ที่ได้รับ ซึ่งก็คือค่าผลรวมของ PI นั่นเอง

นอกจากนี้โปรแกรมจะแสดงผลการคำนวณค่า Evaluation ของแต่ละรอบการคำนวณของ GA เพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการลู่เข้าของคำตอบ ดังแสดงในรูป 5.17

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 5.17 หน้าต่างแสดงผลการคำนวณ Optimization

5.2.7 การรายงานผลการคำนวณ Optimization ทางเครื่องพิมพ์

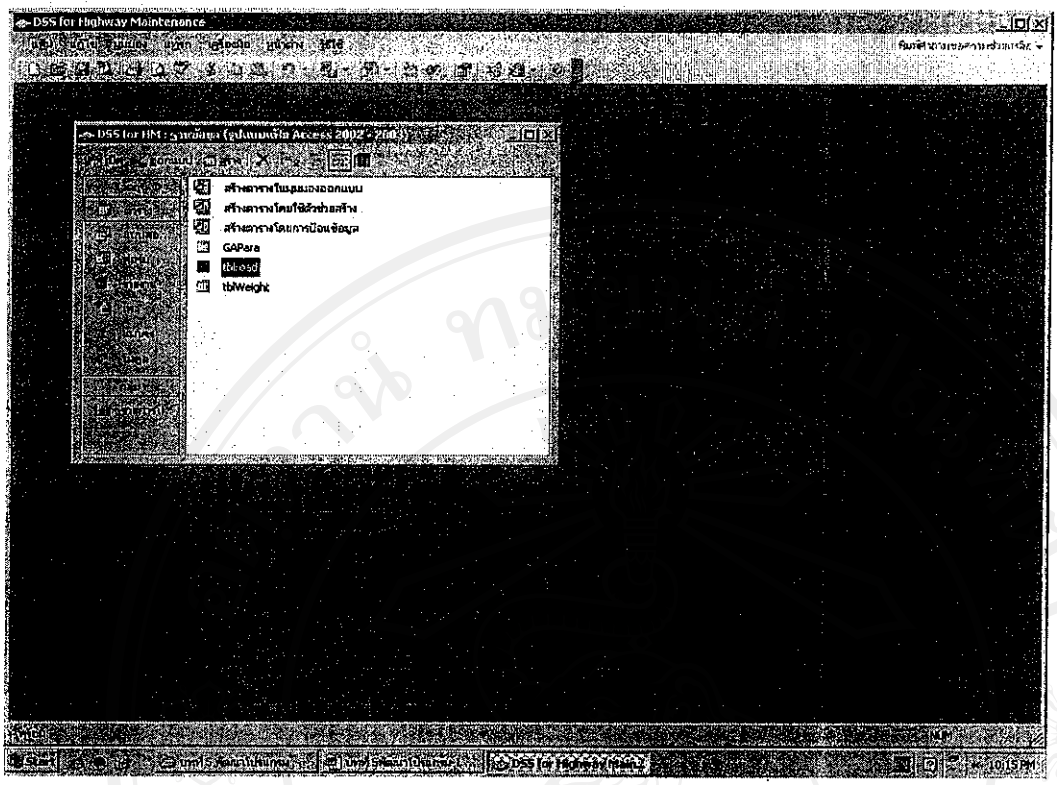
ผู้ใช้สามารถสั่งให้โปรแกรมรายงานผลการคำนวณทางเครื่องพิมพ์ได้โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ให้ผู้ใช้กลับเข้าสู่ฟอร์ม สวิตช์บอร์ด แล้วคลิกปุ่ม Display Database Window โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างดังรูป 5.18

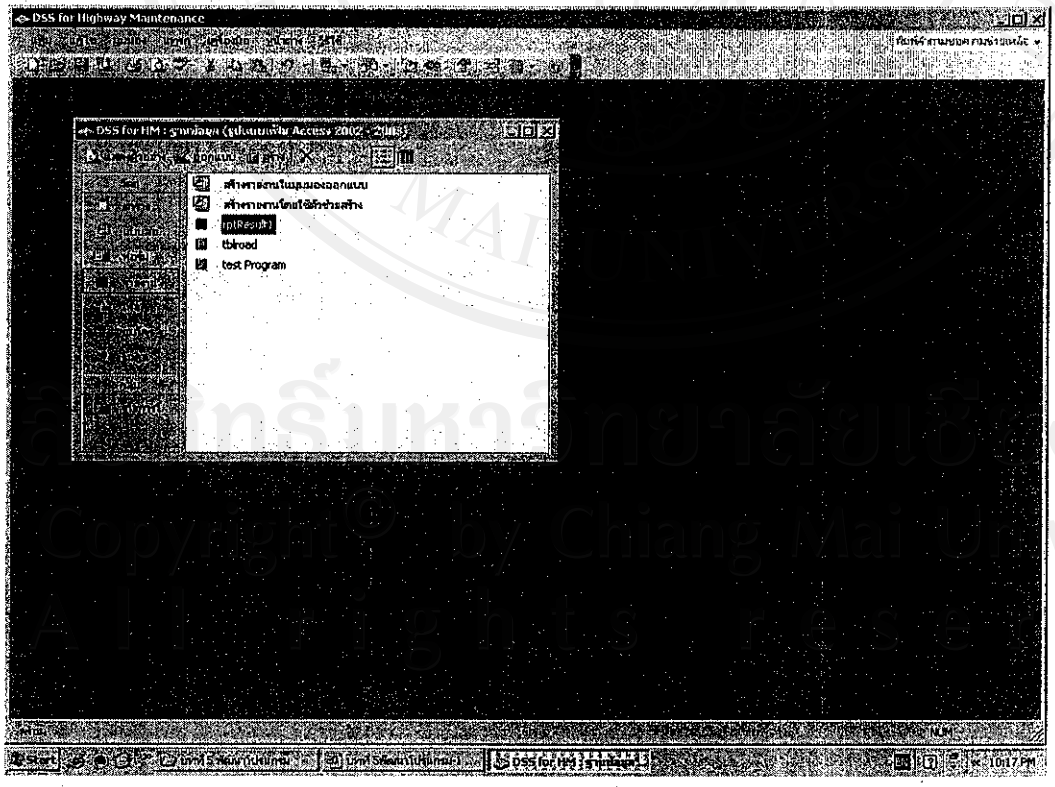
- ให้คลิกเลือกปุ่ม "รายงาน" บนเมนูบริเวณด้านซ้ายมือของฟอร์ม จะปรากฏ ชื่อรายงานต่างๆที่มีอยู่ ดังรูป 5.19

- ให้ดับเบิลคลิกเลือกชื่อรายงาน "rptResult1" โปรแกรมจะแสดงรูปแบบก่อนพิมพ์ (Print Preview) ของรายงาน หากผู้ใช้ต้องการสั่งให้พิมพ์รายงานทางเครื่องพิมพ์ ให้คลิกเมนูบาร์ --- แฟ้ม > พิมพ์ หรือคลิกปุ่มที่มีสัญลักษณ์รูปเครื่องพิมพ์บนเมนูบาร์ ก็ได้ ดังรูป 5.20

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

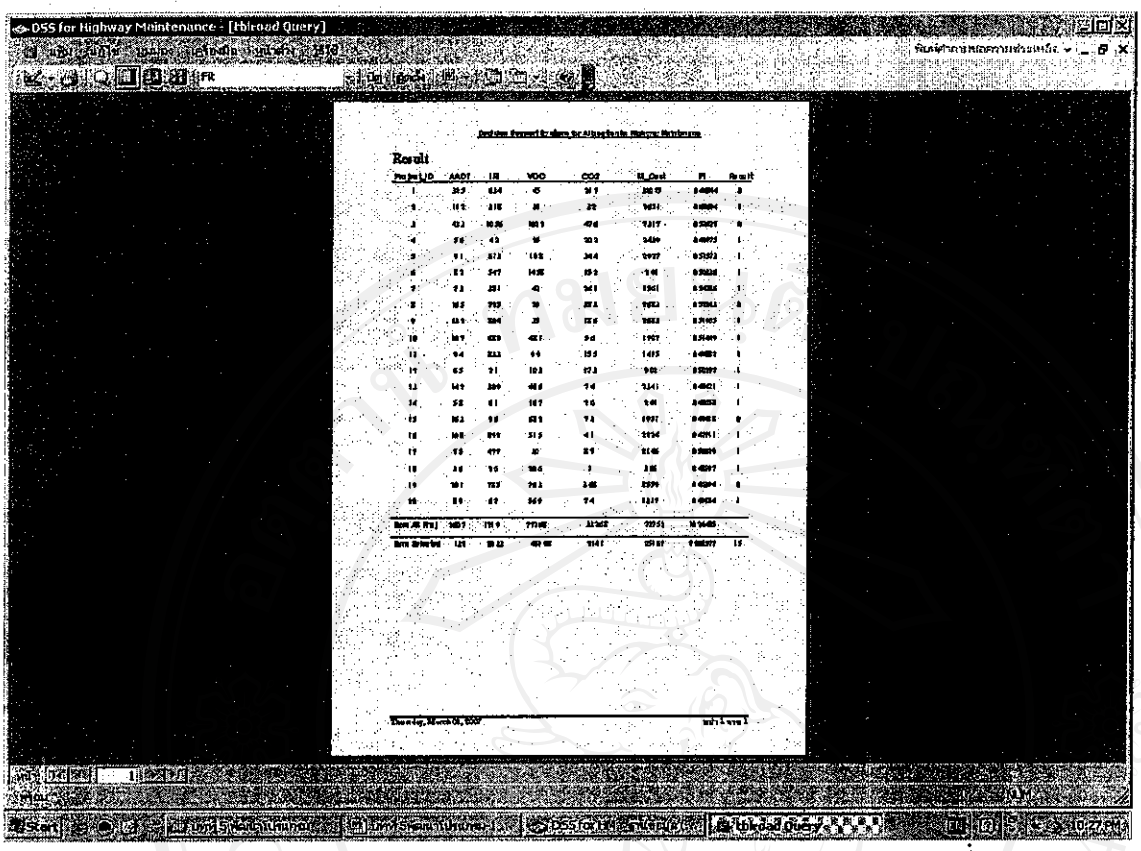


รูป 5.18 หน้าต่างแสดง Database Window



รูป 5.19 หน้าต่างแสดง เมื่อคลิกปุ่มเมนู "รายงาน"

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 5.20 หน้าต่างแสดงรูปแบบก่อนพิมพ์

5.2.8 การออกจากโปรแกรม

ผู้ใช้สามารถออกจากโปรแกรม ได้เช่นเดียวกับการออกจากโปรแกรม ไมโครซอฟต์ออฟฟิศ ทั่วๆไปที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์โดยการคลิกบนเมนูบาร์ ---แฟ้ม > จบการทำงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3 การทดสอบความถูกต้องโปรแกรม

การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมนั้นจะแบ่งเป็น ทดสอบความถูกต้องของการคำนวณ ค่า Priority Index ของโครงการ และทดสอบความถูกต้องของการหาคำตอบความเหมาะสม Optimization ซึ่งการทดสอบความถูกต้องนั้นจะทำการทดสอบโดยวิธีเปรียบเทียบผลการคำนวณของโปรแกรมกับผลการวิจัยของนักวิจัยที่ผ่านๆมาว่ามีความถูกต้องตรงกันหรือไม่เพียงใด ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยได้เลือกผลการวิจัยของ Niemeier et al. (1995) มาศึกษาเปรียบเทียบ เพื่อทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม

5.3.1 งานวิจัยที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบความถูกต้องของโปรแกรม

Niemeier et al. (1995) ได้ศึกษาวิจัยการคัดเลือกโครงการบำรุงทาง ในกรณีงบประมาณบำรุงทางมีจำกัด จึงศึกษาวิธีการคัดเลือกโครงการที่เหมาะสมที่สุด โดยกำหนดสมการเป้าหมายว่าจะคัดเลือกกลุ่มโครงการที่ให้ค่า Priority Index (PI) รวมทุกโครงการที่ถูกเลือกมากที่สุด โดยที่ไม่จำเป็นต้องเลือกโครงการที่มีค่า PI สูงเสมอไป

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาทดสอบคัดเลือกโครงการบำรุงทางจำนวน 20 โครงการ ที่ต้องการเงินงบประมาณทั้งหมดจำนวน $\$728.53\times10^4$ แต่มีงบประมาณจริงเพียง$\$250\times10^4$ โดยค่า PI จะประเมินจากคุณลักษณะของทางหลวง จำนวน 8 คุณลักษณะ คือ

- Travel-time saving
- Additional persons moved
- Additional goods moved
- Vehicle-operating saving
- System Attribute Index (SAI)
- Accident Savings
- Maintenance Cost
- Project cost

ส่วนวิธีการหาคำตอบOptimization ของปัญหา จะใช้วิธีการ 0-1 Integer Linear Programming โดยคำตอบจะอยู่ในรูป 0 และ 1 ซึ่งเป็นตัวแทนของการไม่ถูกเลือก และถูกเลือกของโครงการ ตามลำดับ ข้อมูล ผลการคำนวณหาค่า PI และคำตอบOptimization แสดงในตาราง 5.1 ถึง 5.3 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.1 Project Raw Data ที่มา: Niemeier et al. (1995)

Project Id	Travel-time saving (min)	Additional persons moved (100 persons)	Additional goods moved (100 tons)	Vehicle-operating saving ($1,000)	SAI	Accident Savings ($10,000)	Maintenance Cost ($10,000)	Construction cost ($10,000)
1	32.50	6.34	45.00	21.70	8.00	153.09	48.11	320.75
2	11.20	3.18	31.00	32.00	7.00	78.47	3.98	26.51
3	43.30	10.56	102.00	47.60	3.00	18.14	10.98	73.17
4	5.60	4.20	25.00	20.20	2.00	2.67	3.66	24.39
5	9.10	6.13	19.80	34.40	2.00	3.12	4.39	29.27
6	8.20	5.47	14.58	15.20	1.00	0.65	0.37	2.44
7	7.30	3.81	42.00	24.10	3.00	20.56	2.34	15.61
8	16.50	7.25	29.00	38.30	5.00	24.40	4.02	26.83
9	13.20	8.04	35.00	18.60	1.00	22.07	4.02	26.83
10	10.70	6.89	48.10	5.60	2.00	24.05	2.56	17.07
11	9.40	8.33	9.90	15.50	1.00	3.93	2.12	14.15
12	6.50	2.10	10.30	17.30	1.00	3.39	1.35	9.02
13	4.20	3.09	40.60	7.40	1.00	6.78	3.51	23.41
14	5.80	6.10	16.70	2.60	1.00	0.24	0.37	2.44
15	16.30	9.60	68.20	7.30	2.00	6.47	2.93	19.51

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.1 (ต่อ) Project Raw Data ที่มา: Niemeier et al. (1995)

Project Id	Travel-time saving (min)	Additional persons moved (100 persons)	Additional goods moved (100 tons)	Vehicle-operating saving ($1,000)	SAI	Accident Savings ($10,000)	Maintenance Cost ($10,000)	Construction cost ($10,000)
16	10.80	8.92	51.50	4.10	1.00	2.39	3.34	22.24
17	7.50	4.77	30.00	8.70	1.00	2.70	3.22	21.46
18	3.60	2.60	20.60	1.00	2.00	0.32	0.55	3.66
19	20.10	7.85	76.30	3.68	1.00	0.10	5.49	35.59
20	8.90	6.70	56.90	7.40	1.00	4.98	1.98	13.17
Sum	260.80	121.92	772.68	332.68	46.00	378.51	109.28	728.53
Weight (sum=1)	0.06	0.06	0.06	0.20	0.12	0.20	0.15	0.15

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.2 Project Funding ที่มา: Niemeier et al. (1995)

Project ID	Priority Index	Result	Construction Cost ($10,000)
1	0.4771	0	320.75
2	0.6906	1	26.51
3	0.5398	0	73.17
4	0.4988	1	24.39
5	0.5171	0	29.27
6	0.5037	1	2.44
7	0.5439	1	15.61
8	0.5752	0	26.83
9	0.5210	0	26.83
10	0.5154	1	17.07
11	0.4995	1	14.15
12	0.5035	1	9.02
13	0.4852	1	23.41
14	0.4869	1	2.44
15	0.4951	1	19.51
16	0.4780	1	22.24
17	0.4824	1	21.46
18	0.4863	1	3.66
19	0.4652	0	35.59
20	0.4925	1	13.17

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.3 Objective Level Obtained by Model ที่มา: Niemeier et al. (1995)

	Travel-time saving (min)	**Additional persons moved (100 persons)**	**Additional goods moved (100 tons)**	**Vehicle-operating saving ($1,000)**	**SAI**	**Accident Savings ($10,000)**	**Maintenance Cost ($10,000)**	**Construction cost ($10,000)**	**Budget ($10,000)**
Sum All Project	260.8	121.92	772.68	332.68	46.00	378.51	109.28	728.53	250.00
Sum Selected Project	126.00	75.79	465.30	168.40	26.00	157.60	32.30	215.08	250.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3.2 ขั้นตอนการป้อนค่าแก่โปรแกรม

- นำข้อมูลคุณลักษณะทั้ง 8 คุณลักษณะของแต่ละโครงการ จากตาราง 5.1 ป้อนสู่โปรแกรมผ่านหน้าต่าง AddData ในช่องสำหรับให้ป้อนค่า Road Attribute

- ป้อนค่าน้ำหนักของแต่ละคุณลักษณะ ตามตาราง 5.1 สู่โปรแกรม ผ่านหน้าต่าง Weight

- กำหนดค่า GA Parameter ดังนี้

Pop_size	=	50
Pc	=	0.85
Pm	=	0.01
Iteration	=	100

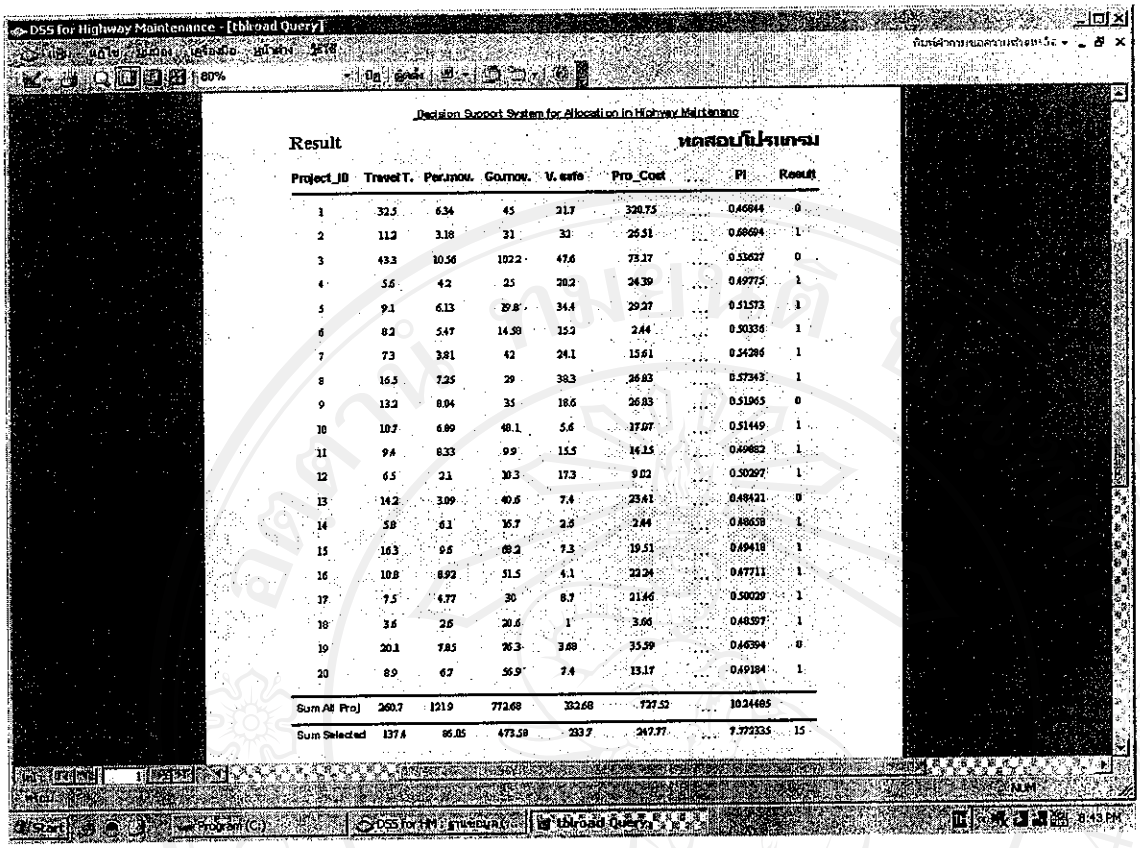
- คำนวณหาค่า Priority Index และ คำตอบ Optimization ผ่านหน้าต่าง Optimization

- รายงานผลการคำนวณ Optimization ทางเครื่องพิมพ์

5.3.3 ผลการทดสอบโปรแกรม

หลังจากสั่งให้โปรแกรมคำนวณค่า และแสดงผลเรียบร้อยแล้ว ปรากฏผลคำตอบดังรูป 5.21 ซึ่งการแสดงผลทางเครื่องพิมพ์แสดงในภาคผนวก เมื่อนำผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยโปรแกรมมาเปรียบเทียบกับผลการวิจัยของ Niemeier et al. (1995) สามารถสรุปผลคำตอบ และเปรียบเทียบความถูกต้องได้ แสดงดังตาราง 5.4 และ 5.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



Project_ID	Travel T.	Per.mou.	Go.mov.	V. safe	Pro_Cost	...	PI	Result
1	32.5	6.34	45	21.7	320.75	...	0.46844	0
2	11.2	3.18	31	33	25.51	...	0.68694	1
3	43.3	10.56	102.2	47.6	73.17	...	0.33627	0
4	5.6	4.2	25	20.2	24.39	...	0.49775	1
5	9.1	6.13	29.8	34.4	29.27	...	0.51573	1
6	8.2	5.47	14.58	15.2	2.44	...	0.50336	1
7	7.3	3.81	42	24.1	15.61	...	0.54286	1
8	16.5	7.25	29	38.3	26.83	...	0.57343	1
9	13.2	8.04	35	18.6	26.83	...	0.51065	0
10	10.7	6.89	48.1	5.6	17.07	...	0.51449	1
11	9.4	8.33	9.9	15.5	14.15	...	0.49682	1
12	6.5	2.1	30.3	17.3	9.02	...	0.50297	1
13	14.2	3.09	40.6	7.4	23.41	...	0.48421	0
14	5.8	6.1	16.7	2.8	2.44	...	0.48638	1
15	16.3	9.5	68.2	7.3	19.51	...	0.49418	1
16	10.8	8.92	51.5	4.1	22.24	...	0.47711	1
17	7.5	4.77	30	8.7	21.46	...	0.50029	1
18	3.6	2.6	20.6	1	3.66	...	0.48397	1
19	20.1	7.85	26.3	3.48	35.59	...	0.46394	0
20	8.9	6.7	56.9	7.4	13.17	...	0.49184	1
Sum All Proj	260.7	121.9	772.68	332.68	727.52	...	10.24465	
Sum Selected	137.4	86.05	473.58	233.7	247.77	...	7.372335	15

รูป 5.21 หน้าต่างแสดงรูปแบบก่อนพิมพ์ของผลการทดสอบโปรแกรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.4 เปรียบเทียบผลการคำนวณผลลัพธ์ของโปรแกรมกับงานวิจัยที่ผ่านมา

Project ID	Niemeier , et al (1995)		ผลการทดสอบโปรแกรม		Construction Cost ($10,000)
	Priority Index	Result	Priority Index	Result	
1	0.4771	0	0.4684	0	320.75
2	0.6906	1	0.6869	1	26.51
3	0.5398	0	0.5363	0	73.17
4	0.4988	1	0.4978	1	24.39
5	0.5171	0	0.5157	1	29.27
6	0.5037	1	0.5034	1	2.44
7	0.5439	1	0.5429	1	15.61
8	0.5752	0	0.5734	1	26.83
9	0.5210	0	0.5196	0	26.83
10	0.5154	1	0.5145	1	17.07
11	0.4995	1	0.4988	1	14.15
12	0.5035	1	0.5030	1	9.02
13	0.4852	1	0.4842	0	23.41
14	0.4869	1	0.4866	1	2.44
15	0.4951	1	0.4942	1	19.51
16	0.4780	1	0.4771	1	22.24
17	0.4824	1	0.5003	1	21.46
18	0.4863	1	0.4860	1	3.66
19	0.4652	0	0.4639	0	35.59
20	0.4925	1	0.4918	1	13.17
Sum	10.2572	14	10.2448	15	728.53

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.5 เปรียบเทียบผลประโยชน์ที่ได้รับจากการคำนวณด้วยโปรแกรมกับงานวิจัยที่ผ่านมา

	Travel-time saving (min)	Add. persons moved (100 persons)	Add. goods moved (100 tons)	Vehicle-operating saving ($1,000)	SAI	Accident Savings ($10,000)	Mainten. Cost ($10,000)	PI	Construction cost ($10,000)	Budget ($10,000)
Sum All Project	260.8	121.92	772.68	332.68	46.00	378.51	109.28	10.2572	728.53	250.00
Sum Selected Project Niemeier , et al (1995)	126.00	75.79	465.30	168.40	26.00	157.60	32.30	7.1673	215.08	
Sum Selected Project ผลการทดสอบโปรแกรม	137.40	86.05	473.58	233.70	32.00	178.34	37.18	7.7723	247.77	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3.4 สรุปผลการทดสอบโปรแกรม

จากตารางที่ 5.4 และ 5.5 สามารถสรุปผลการทดสอบโปรแกรมเปรียบเทียบกับผลการวิจัยของ Niemeier et al. (1995) ได้ดังนี้

ก. ผลการคำนวณค่า Priority Index ของทุกโครงการมีความใกล้เคียงกัน อาจมีผลต่างกันบ้างในทศนิยม ตำแหน่งที่ 2 หรือ 3 สาเหตุอาจเกิดจากการปัดเศษในการคำนวณไม่ตรงกัน โดยโปรแกรม Microsoft Access ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในครั้งนี้สามารถคำนวณโดยมีความละเอียดของทศนิยมถึง 15 ตำแหน่ง

ข. ผลการคำนวณหาคำตอบ Optimization ในการเลือกโครงการพบว่ามีความคล้ายคลึงกันกับ ผลการวิจัยของ Niemeier et al. (1995) ซึ่งจะมีโครงการที่ได้รับคัดเลือกจำนวน 14 โครงการ ในขณะที่ ผลการคำนวณของโปรแกรมจะมีโครงการที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 15 โครงการ โดยผลการคัดเลือกโครงการที่ 5 8 และ 13 มีความแตกต่างกัน สาเหตุ เป็นผลมาจากวิธีการวิเคราะห์หาคำตอบที่แตกต่างกันระหว่างวิธีการ 0-1 Integer Linear Programming จากผลการวิจัยที่นำมาเปรียบเทียบ และวิธีการ Genetic Algorithm ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งสำหรับวิธี Optimization แต่ละวิธีจะให้คำตอบ (optimum point)ที่คล้ายกันโดยไม่จำเป็นต้องเหมือนกันทีเดียว (Chan et al. 2001)

ค. จากตาราง ที่ 5.5 จะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนโครงการที่ถูกเลือกแตกต่างกัน ก็ส่งผลให้ผลประโยชน์รวมในด้านต่างๆที่ได้รับมีความแตกต่างกันไปด้วย โดยผลประโยชน์รวมในแต่ละด้านที่ได้รับเมื่อคำนวณโดยโปรแกรมจะสูงกว่าผลการวิจัยที่นำมาเปรียบเทียบ โดยที่ค่าก่อสร้างที่ใช้ไม่เกินกว่างบประมาณที่มีอยู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved