

บทที่ 6

การประยุกต์ใช้โมดูลสททางเรขาคณิตสำหรับประเมินผลแนวเส้นทาง

จากหลักการการประเมินลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางโดยใช้โมดูลสททางเรขาคณิตที่ได้มานั้น ในขั้นตอนต่อไปนี้จะนำหลักการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ประเมินลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางที่เปิดใช้แล้ว โดยจะใช้ค่าโมดูลสททางเรขาคณิตเป็นดัชนีชี้วัดมาตรฐานการออกแบบแนวเส้นทางในภาพรวมตลอดทั้งเส้นทาง และพิจารณาว่าในช่วงใดของแนวเส้นทางที่มีค่าโมดูลสททางเรขาคณิตที่บ่งชี้ว่าเป็นช่วงที่มีมาตรฐานการออกแบบดีกว่ช่วงอื่นๆ แล้วนำช่วงดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจริงบนแนวเส้นทาง เพื่อศึกษาว่าในช่วงที่ค่าโมดูลสททางเรขาคณิตบ่งชี้ว่าเป็นช่วงที่มีมาตรฐานการออกแบบต่ำกว่ช่วงอื่นๆ นั้น จะมีปริมาณอุบัติเหตุเป็นอย่างไร

6.1 การประยุกต์ใช้โมดูลสททางเรขาคณิตสำหรับประเมินผลแนวเส้นทาง

6.1.1 หลักการและเหตุผล

เพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถประเมินผลแนวเส้นทางที่ได้ออกแบบว่า มีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมมากน้อยเพียงใด จึงนำค่าโมดูลสททางเรขาคณิตมาเป็นเครื่องชี้วัดถึงความเหมาะสมทางวิศวกรรม ซึ่งในบางครั้งสำหรับผู้ที่เป็นนักออกแบบที่มีประสบการณ์น้อย อาจไม่สามารถวินิจฉัยได้ว่าแนวเส้นทางที่ออกแบบมานั้นมีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมมากน้อยเพียงใด จึงต้องให้ผู้มีประสบการณ์มากในการออกแบบแนวเส้นทาง เป็นผู้มาประเมินแนวเส้นทางดังกล่าว

การใช้ค่าโมดูลสททางเรขาคณิตเพื่อประเมินลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางนั้น ผู้ออกแบบสามารถทราบถึงเกณฑ์มาตรฐานที่ได้ออกแบบแนวเส้นทางว่าดีหรือไม่ อีกทั้งยังสามารถทราบว่าช่วงใดของแนวเส้นทางที่มีมาตรฐานการออกแบบต่ำกว่ช่วงอื่น หรือมีความไม่สม่ำเสมอในการออกแบบทางเรขาคณิต และเมื่อทราบช่วงนั้นแล้วผู้ออกแบบสามารถออกแบบแก้ไขแนวเส้นทางให้มีมาตรฐานการออกแบบให้ดีขึ้นได้ และยังสามารถเพิ่มความสม่ำเสมอในการออกแบบแนวเส้นทางได้เช่นกัน

6.1.2 วิธีการประยุกต์

จากหลักการ และเหตุผลที่กล่าวมาในข้างต้น การนำแบบจำลองโมดูลัสทางเรขาคณิตไปใช้ประเมินลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางยังต้องพิจารณาถึงข้อจำกัดบางประการของการนำไปใช้ เนื่องจากรูปแบบการสำรวจข้อมูลเพื่อมาสร้างแบบจำลอง และลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางที่เก็บข้อมูล ทำให้แบบจำลองโมดูลัสทางเรขาคณิตมีข้อจำกัดในการนำไปใช้ ดังนี้

- เป็นการประเมินลักษณะทางเรขาคณิตสำหรับรถนั่งส่วนบุคคล (Passenger Car) และรถกระบะ (Pick – Up) ที่ไม่ได้บรรทุกของหนัก
- มีสมมุติฐานว่าไม่มีการรบกวนจากยานพาหนะหรืออุปสรรคในบริเวณข้างทาง
- มีความลาดชันเฉลี่ยตลอดแนวเส้นทางไม่เกิน 4 เปอร์เซ็นต์
- แนวเส้นทางที่พิจารณาต้องเป็นถนนนอกเมือง 2 ช่องจราจร และมีความกว้างของช่องจราจร 3.00 – 3.50 เมตร และความกว้างของไหล่ทาง 1.00 – 2.50 เมตร
- ปริมาณจราจรในแนวเส้นทางต้องไม่เกิน 5,000 คันต่อวัน
- ปริมาณรถบรรทุกที่อยู่ในกระแสจราจรต้องไม่เกิน 20%

เนื่องจากแบบจำลองโมดูลัสทางเรขาคณิตสร้างจากข้อมูลที่มีข้อจำกัด ดังนั้นในการนำค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตไปประยุกต์ใช้ประเมินลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางในแนวเส้นทางตัวอย่าง เพื่อให้มีเงื่อนไขลักษณะทางการจราจร และลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางที่จะนำมาใช้ประเมินลักษณะทางเรขาคณิตเหมือนกับแนวเส้นทางที่สำรวจข้อมูล ดังนั้นจึงเลือกใช้แนวเส้นทางเดิม คือทางหลวงหมายเลข 105 ตอน ดาก – แม่สอด ในช่วงกิโลเมตรที่ 0+000 – กิโลเมตรที่ 78+000 เป็นแนวเส้นทางตัวอย่างในการนำมาประเมินลักษณะทางเรขาคณิตด้วยค่าโมดูลัสทางเรขาคณิต เพื่อพิจารณาว่า ในแนวทางหลวงหมายเลข 105 นั้น มีมาตรฐานการออกแบบเป็นอย่างไร และในช่วงย่อยๆ ของแนวทางหลวงมีจุด หรือ บริเวณใดที่มีความไม่สม่ำเสมอในการออกแบบ หรือมีจุดที่มีมาตรฐานการออกแบบต่ำกว่าช่วงอื่นๆ แล้วนำช่วงหรือบริเวณ ดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจริงบนทางหลวงหมายเลข 105

ในการประเมินลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางโดยใช้ค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตนั้น ผู้ออกแบบสามารถทราบได้ว่ามาตรฐานการออกแบบของแนวเส้นทางเป็นอย่างไร และช่วงใดบ้างที่มีความไม่สม่ำเสมอในการออกแบบ และเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการนำค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตไปประเมินลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทาง จึงสร้างคอมพิวเตอร์โปรแกรมเพื่อใช้ประเมินค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตของแนวเส้นทาง ซึ่งคอมพิวเตอร์โปรแกรมจะทำ

ให้ผู้ออกแบบสามารถทราบค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตตลอดทั้งแนวเส้นทาง อีกทั้งยังสามารถทราบ ว่าในช่วงใดที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตต่ำกว่าช่วงอื่นๆ ซึ่งจะเป็นช่วงที่มีมาตรฐานการออกแบบ ต่ำกว่าช่วงอื่นๆ และมีความไม่สม่ำเสมอในการออกแบบ ทำให้ผู้ออกแบบสามารถแก้ไขลักษณะ ทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางให้มีมาตรฐานการออกแบบแนวเส้นทางที่ดีขึ้นได้

6.2 คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์โมดูลัสทางเรขาคณิต

6.2.1 โครงสร้างของโปรแกรม

คอมพิวเตอร์โปรแกรมที่จะนำมาใช้ประเมินค่าโมดูลัสของแนวเส้นทาง มีขั้นตอน การทำงาน และโครงสร้างดังรูป 6.1 ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ก) ขั้นตอนการป้อนข้อมูลลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทาง

ในขั้นตอนนี้ ผู้ออกแบบจะต้องป้อนข้อมูลลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทาง ได้แก่ (1) ช่วงที่เริ่มต้นพิจารณา (Begin Station) (2) ช่วงสุดท้ายที่พิจารณา (3) องศาของโค้งราบ ในช่วงที่กำลังพิจารณา และ (4) ความลาดชันในช่วงที่กำลังพิจารณา

ข) การคำนวณของคอมพิวเตอร์โปรแกรม

ขั้นตอนการทำงานของคอมพิวเตอร์โปรแกรม จะแสดงดังรูป 6.1 เริ่มจากผู้ ออกแบบแนวเส้นทาง หรือ ผู้ที่ต้องการประเมินค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตของแนวเส้นทาง จะต้อง ป้อนข้อมูลลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางให้ครบตลอดทั้งแนวเส้นทางก่อน จากนั้น คอมพิวเตอร์โปรแกรมจะเริ่มพิจารณาว่า ในแต่ละช่วงของแนวเส้นทางมีลักษณะสภาพภูมิประเทศ และรูปแบบของแนวเส้นทาง เป็นอย่างไร กล่าวคือ จะเริ่มพิจารณาว่าแนวเส้นทางนั้นมีสภาพภูมิ ประเทศอย่างไร จากนั้นจะพิจารณาว่าช่วงที่กำลังจะประเมินค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตนั้นตรงกับรูปแบบสมการค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตรูปแบบใด เมื่อแยกสภาพภูมิประเทศ และลักษณะรูปแบบ ของแนวเส้นทาง แล้ว คอมพิวเตอร์โปรแกรมจะคำนวณค่าโมดูลัสที่ได้ในแต่ละช่วง พร้อมทั้ง คำนวณค่าโมดูลัสตลอดทั้งแนวเส้นทาง

ค) ผลลัพธ์ที่ได้จากคอมพิวเตอร์โปรแกรม

เมื่อคำนวณค่าโมดูลัสในแต่ละช่วง และตลอดทั้งแนวเส้นทางแล้ว จากนั้น คอมพิวเตอร์โปรแกรมจะพิมพ์ค่าลักษณะทางเรขาคณิต และค่าโมดูลัสทางเรขาคณิต ในแต่ละช่วง

พร้อมทั้งค่าโมดูลัสตลอดทั้งแนวเส้นทาง เพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถแก้ไขปรับปรุงแนวเส้นทาง เพื่อให้ได้แนวเส้นทางที่มีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมมากยิ่งขึ้นได้

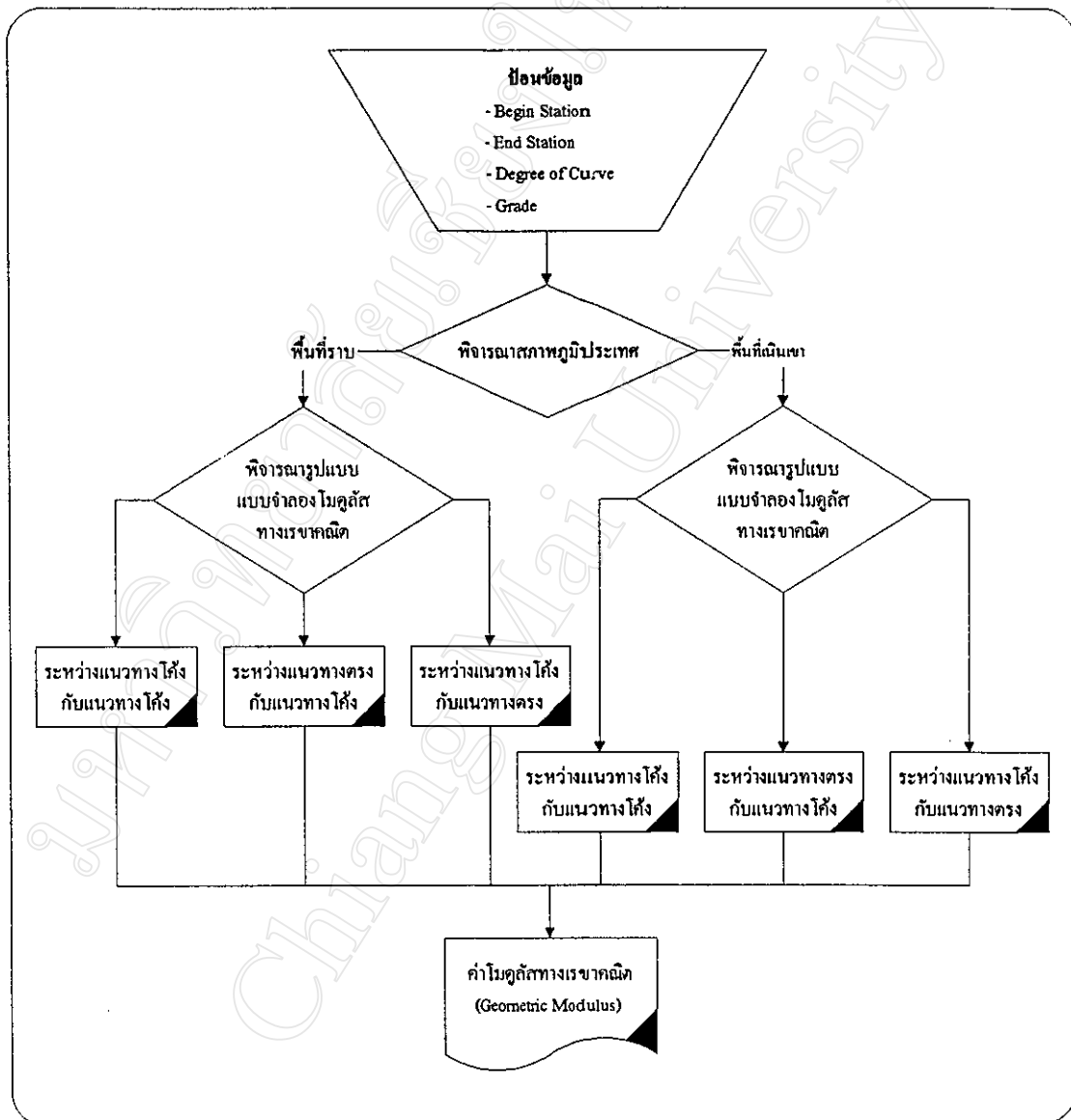
6.2.2 ลักษณะของโปรแกรม

เมื่อได้โครงสร้าง และขั้นตอนการทำงานของคอมพิวเตอร์โปรแกรมแล้ว จึงเขียนคอมพิวเตอร์โปรแกรมด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์แอคเซส (Microsoft Access) และเมื่อเปิดคอมพิวเตอร์โปรแกรมเพื่อใช้งานจะมีหน้าต่างของโปรแกรมดังรูป 6.2 แสดงไดอะล็อกบ็อกซ์ (Dialog Box) ที่ใช้ป้อนข้อมูลลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทาง และเมื่อป้อนข้อมูลทั้งหมด แล้วสั่งให้คอมพิวเตอร์โปรแกรมคำนวณหาค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตของแต่ละช่วง และค่าโมดูลัสตลอดทั้งแนวเส้นทางจะได้ดังรูป 6.3 ส่วนรายละเอียด และขั้นตอนการใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป

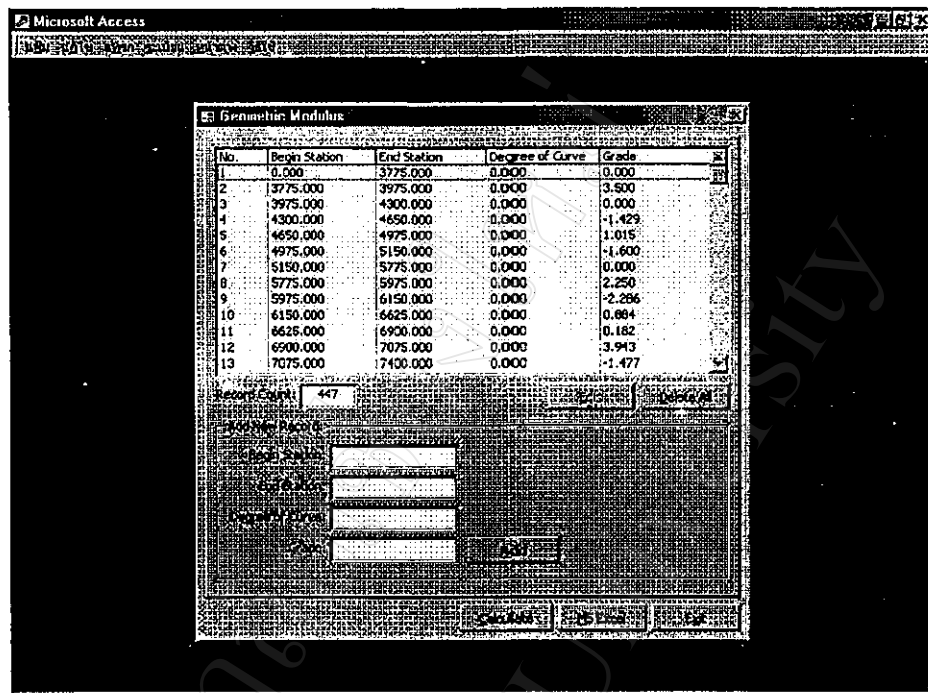
6.2.3 วิธีการใช้งาน และนำข้อมูลเข้าในโปรแกรม

เนื่องจากคอมพิวเตอร์โปรแกรมที่เขียนไว้นี้ เป็นการเขียนด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์แอคเซส ดังนั้นด้วยตัวของโปรแกรมเองจะเป็นตัวเก็บข้อมูลลักษณะทางเรขาคณิตอยู่แล้ว ไม่ต้องใช้คำสั่งให้โปรแกรมบันทึก (Save) ข้อมูล หรือเปิด (Open) ข้อมูล แต่จะต้องทำการคัดลอก (Copy) แฟ้มข้อมูล แล้วเปลี่ยนชื่อแฟ้มข้อมูลเพื่อจะได้ใช้ในการประเมินแนวเส้นทางเฉพาะแฟ้มนี้แฟ้มเดียว โดยขั้นตอนการคัดลอกแฟ้มมีดังนี้

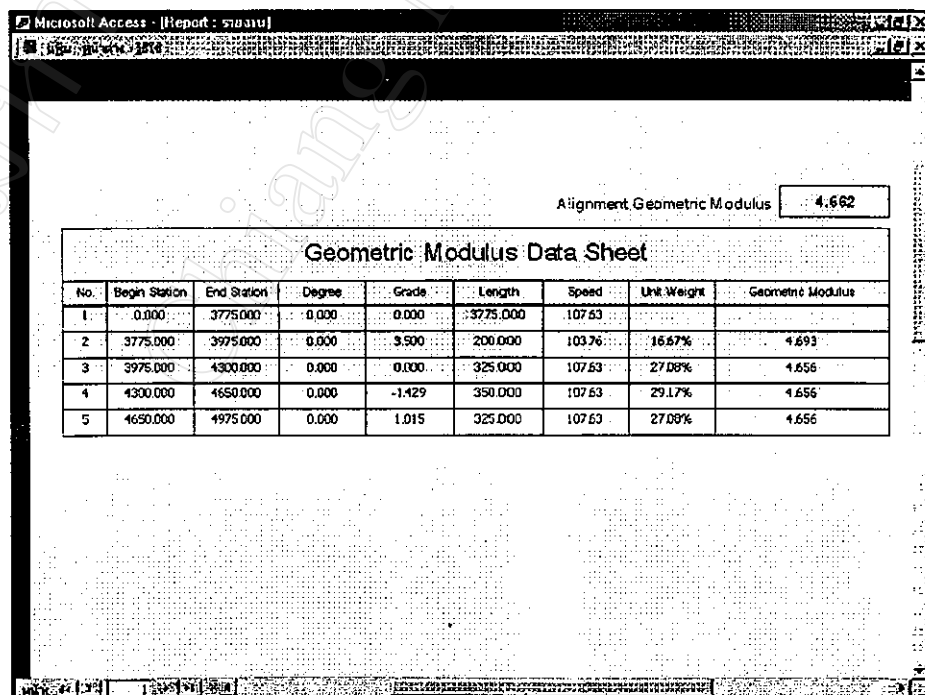
- นำเมาส์วางทับโปรแกรม Modulus แล้วคลิกปุ่มขวาเลือกคำสั่ง Copy เพื่อคัดลอกแฟ้ม ดังรูป 6.4
- จากนั้นวางเมาส์ลงบนพื้นที่ว่าง คลิกปุ่มขวา เพื่อทำการวางแฟ้มที่คัดลอก ดังรูป 6.5
- เปลี่ยนชื่อแฟ้มโดยวางทับ โปรแกรม Copy of Modulus แล้วเลือกคำสั่ง Rename เพื่อเปลี่ยนชื่อแฟ้มข้อมูล
- การเปลี่ยนชื่อแฟ้มข้อมูลในตัวอย่างนี้ต้องการประเมินทางหลวงหมายเลข 105 จึงเลือกเปลี่ยนชื่อเป็น Modulus 105 เป็นต้น



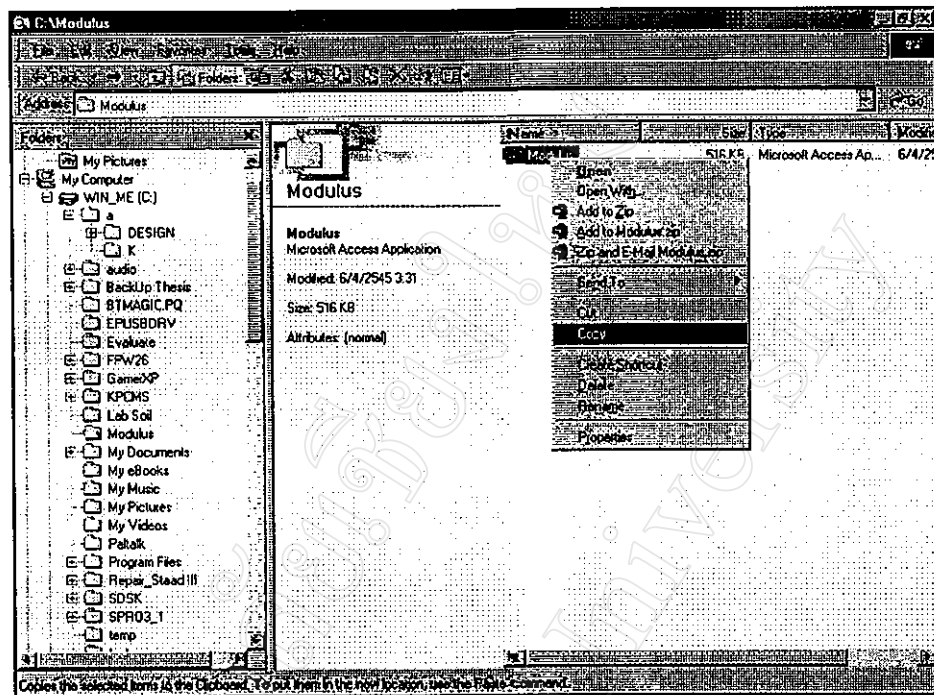
รูป 6.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์โปรแกรม
เพื่อหาค่าโมดูลัสทางเรขาคณิต



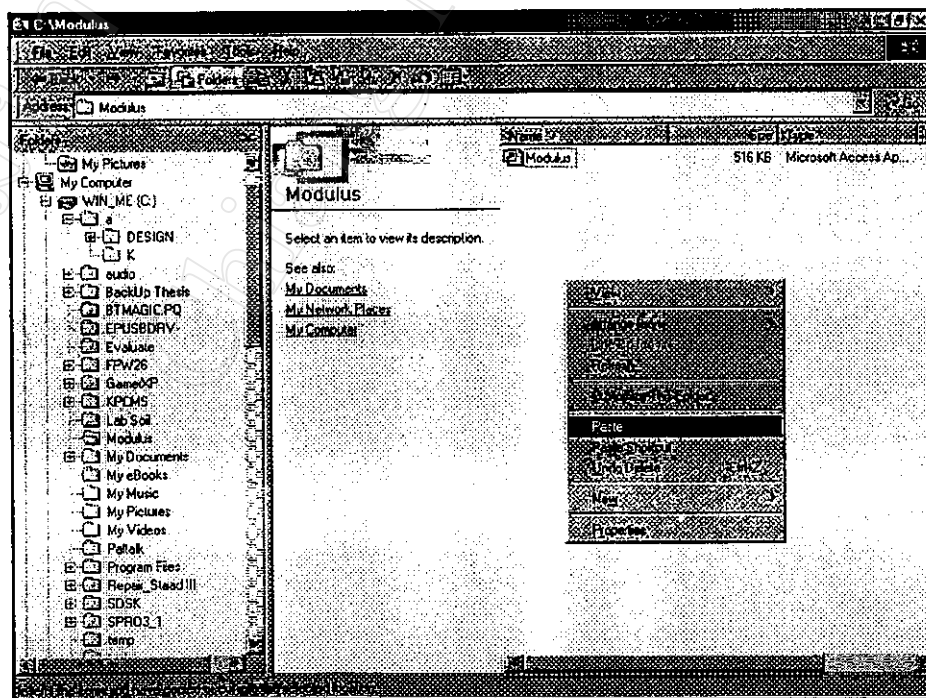
รูป 6.2 แสดงหน้าต่างของคอมพิวเตอร์โปรแกรมเมื่อเปิดใช้งาน



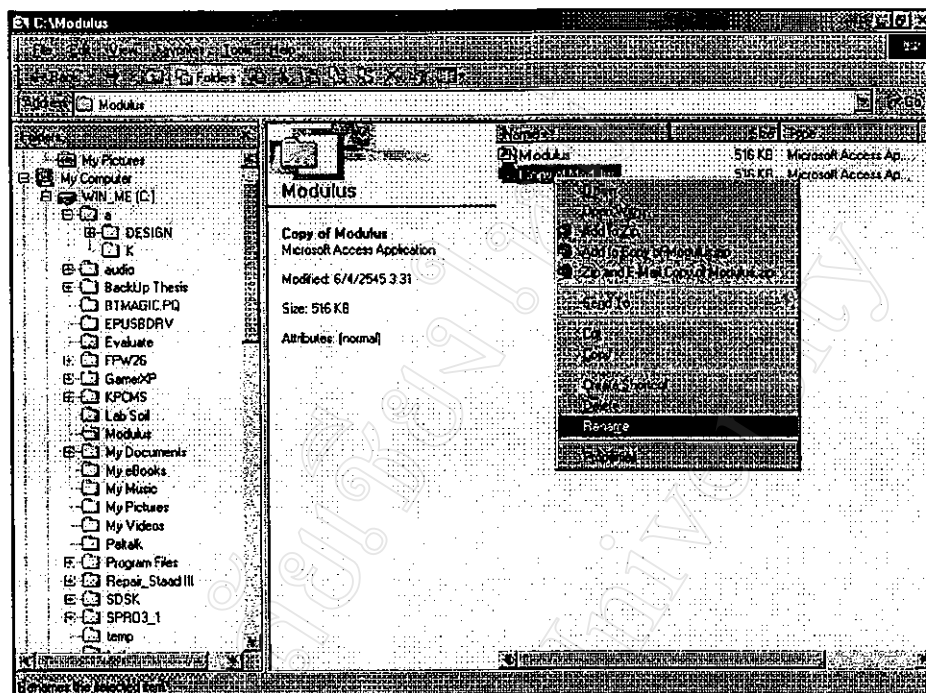
รูป 6.3 แสดงหน้าต่างของคอมพิวเตอร์โปรแกรมเมื่อให้คำนวณหาค่าโมดูลัสทางเรขาคณิต



รูป 6.4 แสดงการคัดลอกแฟ้มข้อมูล



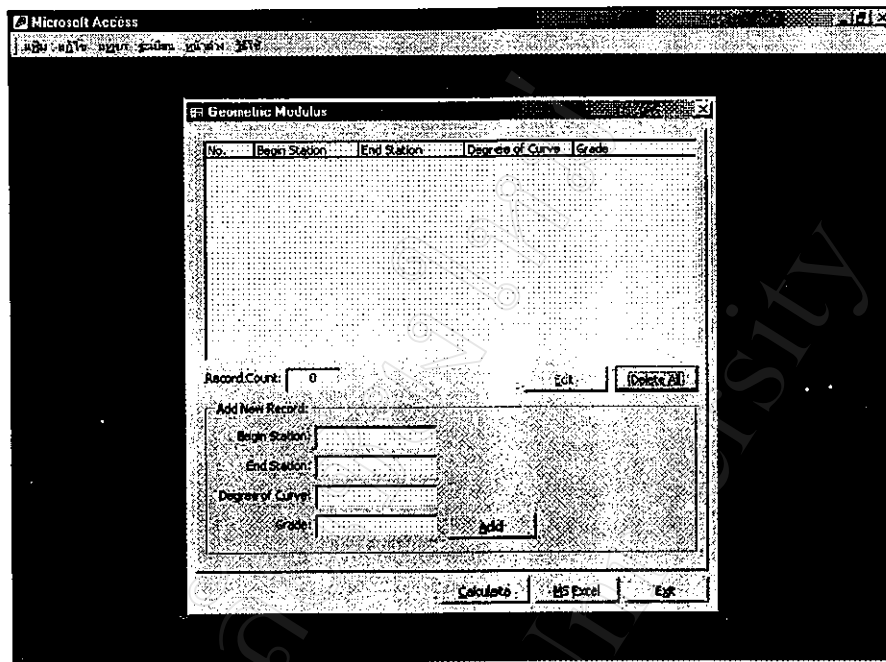
รูป 6.5 แสดงการวางแฟ้มข้อมูล



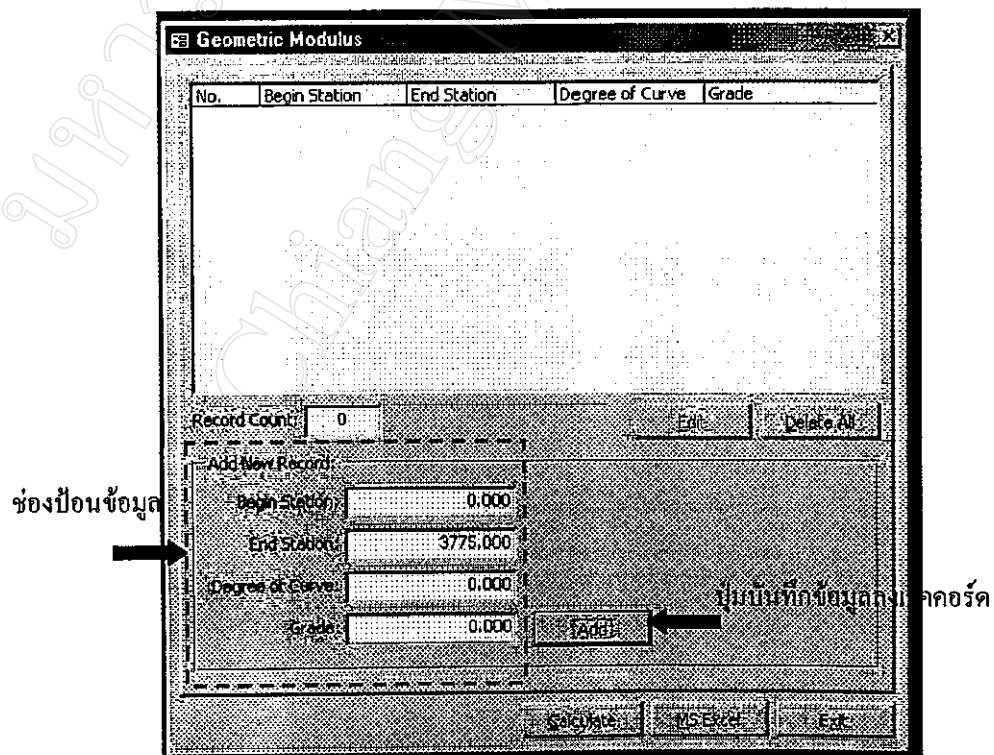
รูป 6.6 แสดงการเปลี่ยนชื่อแฟ้มข้อมูล

ขั้นตอนต่อไปจะเป็นขั้นตอนการเริ่มใช้งานโปรแกรม Modulus ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่เริ่มใช้หลังจากได้คัดลอกแฟ้ม แล้วเปลี่ยนชื่อเพื่อใช้กับแนวเส้นทางที่ต้องการแล้ว ซึ่งขั้นตอนการใช้โปรแกรมโมดูลัส มีดังนี้

- 1) เริ่มเปิดใช้โปรแกรมโดยการดับเบิลคลิกที่ไอคอนของแฟ้มจะได้ไดอะล็อกบ็อกซ์ (Dialog Box) ที่ใช้ป้อนข้อมูลลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทาง ดังรูป 6.7
- 2) ใส่ข้อมูลลักษณะทางเรขาคณิตให้ครบทั้ง 4 ช่อง จากนั้นให้คลิกเมาส์ไปที่ปุ่ม Add ดังรูป 6.8 หรือกดเอ็นเทอร์ซ้ำอีกครั้งเนื่องจากเมื่อป้อนข้อมูลครบทั้ง 4 ช่องแล้วโปรแกรมจะไปแอคทีฟ (Active) อยู่ที่ปุ่ม Add แล้วทำให้สามารถกดเอ็นเทอร์ได้เลย เพื่อให้ข้อมูลบันทึกในเรคคอร์ด และเมื่อข้อมูลถูกบันทึกลงในเรคคอร์ดแล้วจะแสดงจำนวนเรคคอร์ด และแสดงข้อมูลที่ป้อนทั้งหมดในไดอะล็อกบ็อกซ์ด้านบน ดังรูป 6.9
- 3) เมื่อป้อนข้อมูลครบทั้งแนวเส้นทางแล้วให้คลิกเมาส์ไปที่ปุ่ม Calculate ดังรูป 6.10 เพื่อให้โปรแกรมประมวลผลหาค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตในแต่ละช่วง และ ค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตตลอดทั้งแนวเส้นทางดังรูป 6.11



รูป 6.7 แสดงไดอะล็อกซ์บ็อกซ์เมื่อดับเบิ้ลคลิกที่ชื่อของแฟ้มข้อมูล



รูป 6.8 แสดงการป้อนข้อมูลลงในไดอะล็อกซ์บ็อกซ์

No.	Begin Station	End Station	Degree of Curve	Grade
1	0.000	3775.000	0.000	0.000

Record Count: 1

Add New Record:

Begin Station:

End Station:

Degree of Curve:

Grade: Add

Calculate MS Excel Exit

รูป 6.9 แสดงไดอะล็อกบ็อกซ์เมื่อมีการบันทึกข้อมูลลงในเรคคอร์ด

6.2.4 การแปลผล และรายงาน

เมื่อได้ผลจากการประมวลผลของโปรแกรมแล้วจึงสั่งให้โปรแกรมพิมพ์รายงานออกทางเครื่องพิมพ์จะได้รายงานค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตดังแสดงในภาคผนวก ข. ซึ่งในรายงานจะทราบค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตในแต่ละช่วง และทราบค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตตลอดทั้งแนวเส้นทาง ดังแสดงในรูป 6.11 เมื่อพิจารณาในรายงานที่ได้ ผู้ออกแบบสามารถทราบได้ว่าตลอดแนวเส้นทางมีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตเป็นอย่างไร มีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมมากน้อยเพียงใด และยังสามารถได้อีกว่า ช่วงใดของแนวเส้นทางมีค่าโมดูลัสเป็นอย่างไร และสามารถที่จะปรับปรุงลักษณะทางเรขาคณิตเพื่อให้ได้ค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตที่เพิ่มมากขึ้นได้ เพื่อให้แนวเส้นทางมีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมเพิ่มมากขึ้น

Geometric Modulus

No.	Begin Station	End Station	Degree of Curve	Grade
435	74745.388	74953.714	0.000	-8.659
436	74953.714	75000.000	33.000	-8.659
437	75000.000	75250.000	0.000	-8.659
438	75250.000	75289.000	0.000	4.800
439	75289.605	75461.432	33.000	4.800
440	75461.432	75500.000	0.000	4.800
441	75500.000	75679.077	0.000	-4.080
442	75679.077	75921.273	20.000	-4.080
443	75921.273	76244.359	0.000	0.000
444	76244.359	76409.879	20.000	-4.103
445	76409.879	76744.452	0.000	-6.911
446	76744.452	76850.000	40.000	-9.976
447	76850.000	77000.000	60.000	-9.976

Record Curve: **447**

Add New Record:

Begin Station:

End Station:

Degree of Curve:

Grade:

รูป 6.10 แสดงการกดปุ่ม Calculate หลังจากป้อนข้อมูลครบแล้ว

Microsoft Access - [Report : รายการ]

ค่าโมดูลัสทางเรขาคณิต **4.344**

ตลอดแนวเส้นทาง Geometric Modulus Data Sheet

No.	Begin Station	End Station	Degree	Grade	Length	Speed	Unit Weight	Geometric Modulus
1	0.000	3775.000	0.000	0.000	3775.000	107.63		
2	3775.000	3975.000	0.000	3.500	200.000	103.76	0.27%	4.693
3	3975.000	4300.000	0.000	0.000	325.000	107.63	0.44%	4.656
4	4300.000	4650.000	0.000	-1.429	350.000	107.63	0.48%	4.656
5	4650.000	4975.000	0.000	1.015	325.000	107.63	0.44%	4.656
6	4975.000	5150.000	0.000	-1.600	175.000	107.63	0.24%	4.656
7	5150.000	5775.000	0.000	0.000	625.000	107.63	0.85%	4.656
8	5775.000	5975.000	0.000	2.250	200.000	107.63	0.27%	4.656
9	5975.000	6150.000	0.000	-2.286	175.000	107.63	0.24%	4.656
10	6150.000	6625.000	0.000	0.884	475.000	107.63	0.65%	4.656
11	6625.000	6900.000	0.000	0.182	275.000	107.63	0.36%	4.656
12	6900.000	7075.000	0.000	3.943	175.000	103.76	0.24%	4.693
13	7075.000	7400.000	0.000	-1.477	325.000	107.63	0.44%	4.656
14	7400.000	7800.000	0.000	0.875	400.000	107.63	0.55%	4.656
15	7800.000	7985.000	0.000	2.800	185.000	107.63	0.25%	4.656
16	7985.000	8197.000	8.000	2.800	212.000	106.63	0.29%	6.059
17	8197.000	8400.000	0.000	0.200	203.000	107.63	0.26%	6.050
18	8400.000	8450.000	0.000	2.490	50.000	107.63	0.34%	6.050

ค่าโมดูลัสทางเรขาคณิต

ในแต่ละช่วง

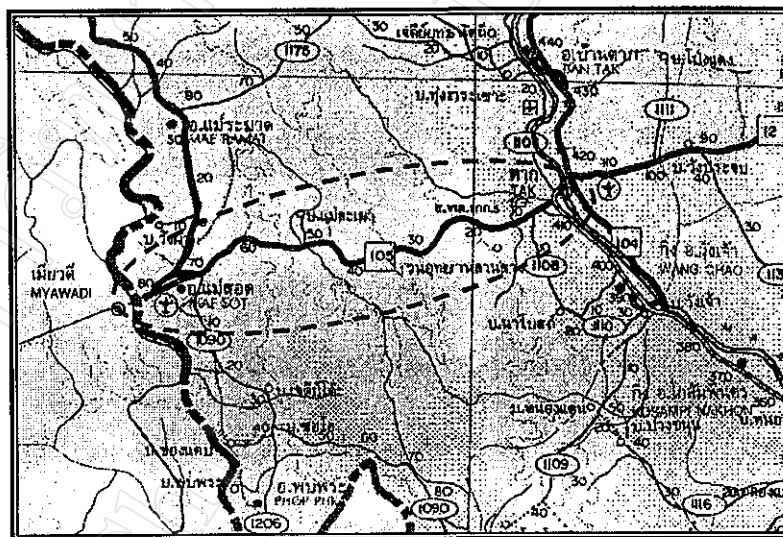
รูป 6.11 แสดงรูปตารางคำนวณค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตหลังจากกดปุ่ม Calculate

6.3 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้โปรแกรมวิเคราะห์โมดูลีสทางเรขาคณิต

6.3.1 กรณีตัวอย่างศึกษา

เมื่อได้คอมพิวเตอร์โปรแกรมเพื่อใช้หาค่าโมดูลีสทางเรขาคณิตแล้ว จากนั้นจึงนำคอมพิวเตอร์โปรแกรมไปใช้ในการประเมินหาค่าโมดูลีสทางเรขาคณิตกับเส้นทางที่เปิดใช้แล้ว โดยจะประเมินหาค่าโมดูลีสทางเรขาคณิตในทางหลวงหมายเลข 105 คอน ตาก – แม่สอด ในช่วง กม.0+000 – กม.77+000 ดังแสดงในรูป 6.12

การประเมินค่าโมดูลีสทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางหลวงหมายเลข 105 นั้น จะนำค่าลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางตั้งแต่ช่วง กม.0+000 ถึง กม.77+000 ป้อนข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์โปรแกรม แล้วให้คำนวณหาค่าโมดูลีสทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางในแต่ละช่วง และค่าโมดูลีสทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางตลอดแนวเส้นทาง



รูป 6.12 แสดงแนวเส้นทางของทางหลวงหมายเลข 105 คอน ตาก - แม่สอด

6.3.2 การวิเคราะห์ผลการประเมินการออกแบบแนวเส้นทาง

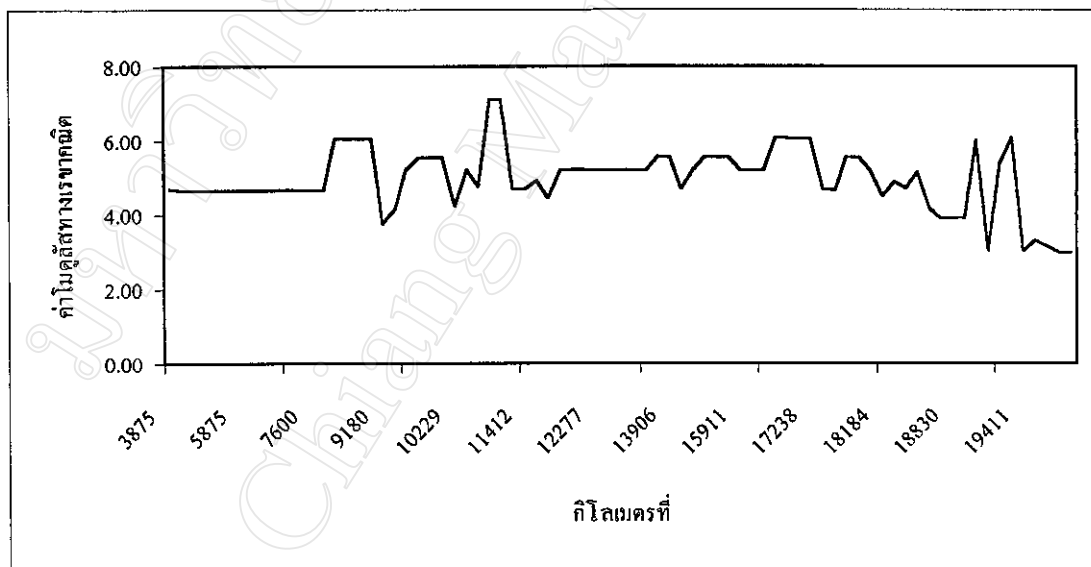
ก) ค่าโมดูลีสทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางที่ออกแบบ

เมื่อป้อนข้อมูลลักษณะทางเรขาคณิตของทางหลวงหมายเลข 105 คอน ตาก – แม่สอด ช่วงกิโลเมตรที่ 0+000 ถึงกิโลเมตรที่ 77+000 แล้วให้คอมพิวเตอร์โปรแกรมคำนวณหาค่าโมดูลีสทางเรขาคณิต ดังแสดงในภาคผนวก ข. ทำให้ทราบค่าโมดูลีสทางเรขาคณิตของทางหลวง

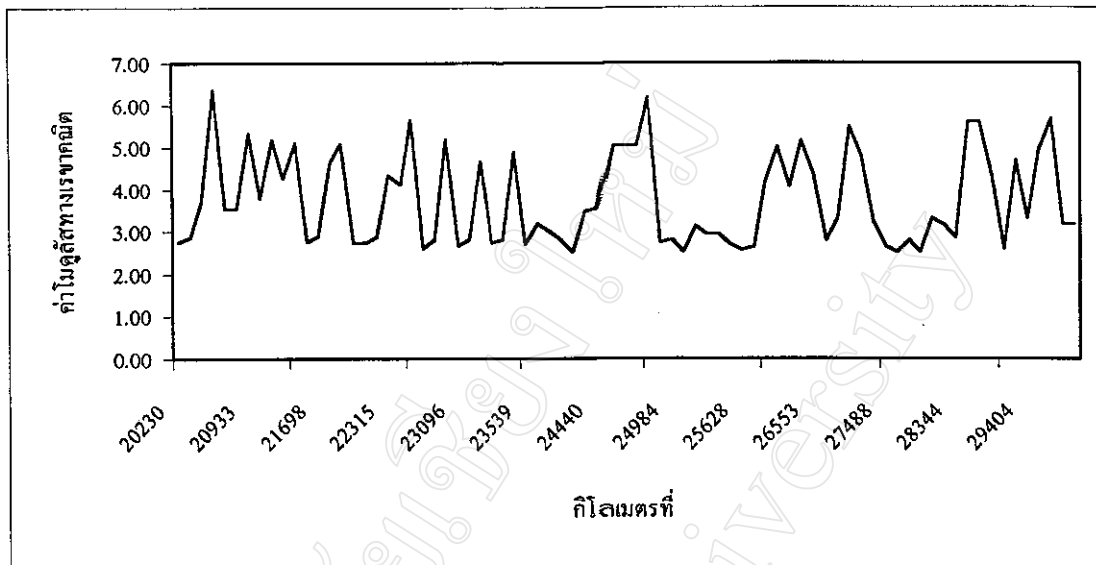
หมายเลข 105 คอน ตาก – แม่สอด ตลอดทั้งแนวเส้นทางมีค่าเท่ากับ 4.344 แสดงว่าทางหลวงหมายเลข 105 ช่วงกิโลเมตรที่ 0+000 – กิโลเมตรที่ 77+000 การออกแบบทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

เมื่อนำค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตที่ได้ในแต่ละช่วงมาเขียนกราฟ ได้ดังรูป 6.13 ถึงรูป 6.17

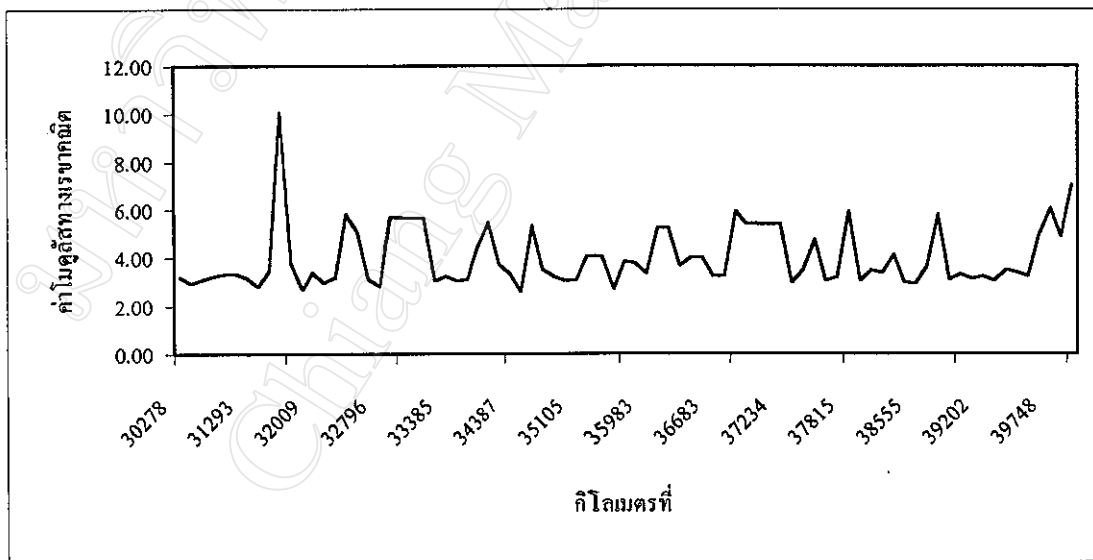
แต่เมื่อพิจารณาค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตในแต่ละช่วงของแนวเส้นทางจะมีในบางช่วงที่ให้ค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตที่ต่ำกว่า 3.000 แสดงว่าการออกแบบยังมีความไม่สม่ำเสมอในการออกแบบแนวเส้นทางในบางช่วง โดยเฉพาะช่วงที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตที่ต่ำมากๆ แสดงว่าช่วงดังกล่าวมีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมน้อย จึงควรปรับปรุงแก้ไขช่วงดังกล่าวเพื่อเพิ่มความสม่ำเสมอในการออกแบบให้กับแนวเส้นทาง



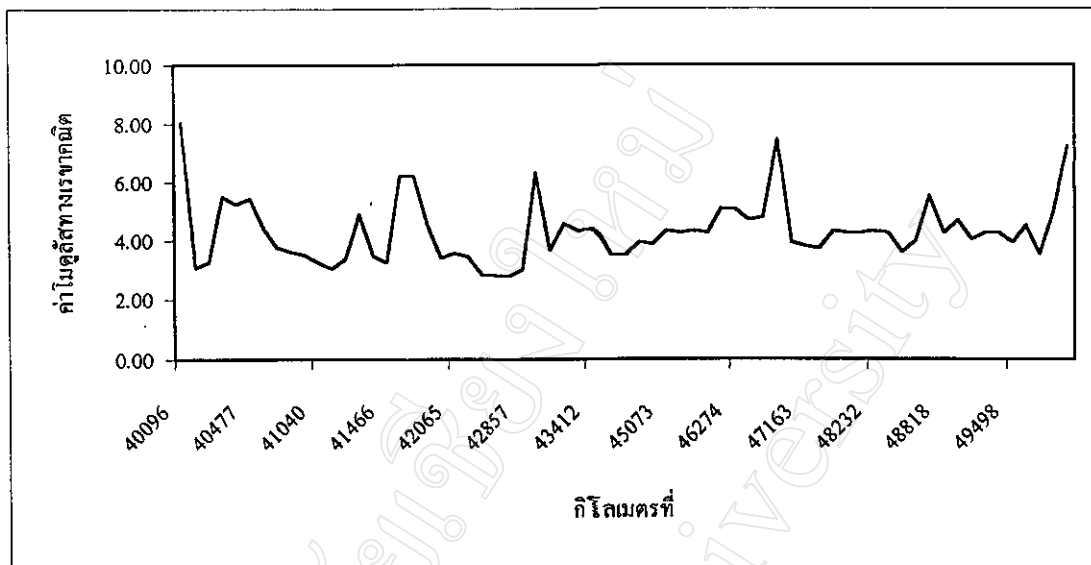
รูป 6.13 แสดงค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตในช่วงกิโลเมตรที่ 0+000 ถึงกิโลเมตรที่ 20+000



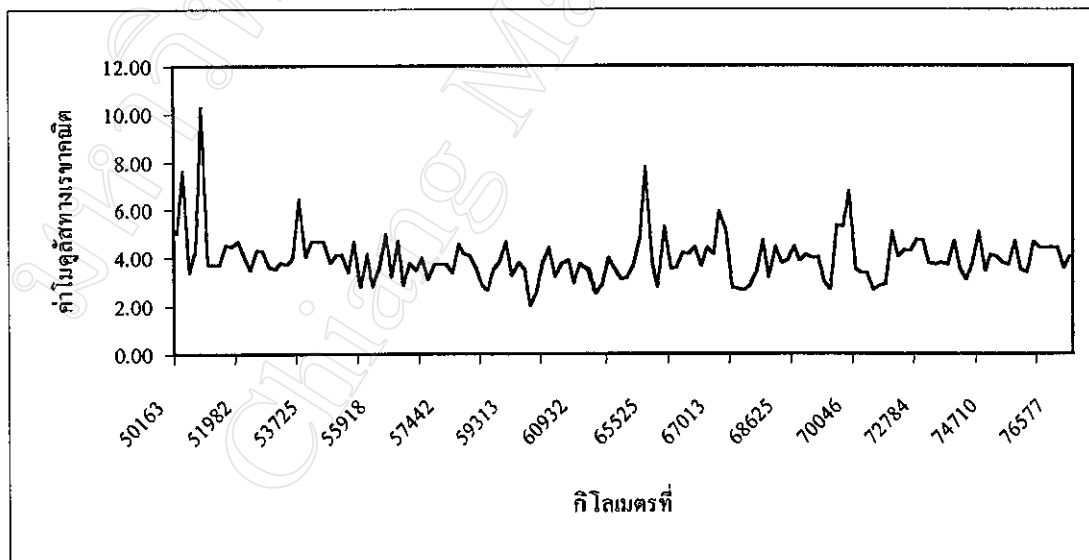
รูป 6.14 แสดงค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตในช่วงกิโลเมตรที่ 20+000 ถึงกิโลเมตรที่ 30+000



รูป 6.15 แสดงค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตในช่วงกิโลเมตรที่ 30+000 ถึงกิโลเมตรที่ 40+000



รูป 6.16 แสดงค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตในช่วงกิโลเมตรที่ 40+000 ถึงกิโลเมตรที่ 50+000



รูป 6.17 แสดงค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตในช่วงกิโลเมตรที่ 50+000 ถึงกิโลเมตรที่ 77+000

ข) การประเมินผลการออกแบบแนวเส้นทางโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลอุบัติเหตุ

ค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตสามารถบอกได้ถึงช่วงบริเวณที่เกิดความไม่สม่ำเสมอในการขับขี่ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในการขับขี่ได้ ดังนั้น จึงพิจารณาค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตในทางหลวงหมายเลข 105 ในช่วงที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตต่ำมากๆ เปรียบเทียบกับข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจริงในตาราง 6.1 และรายละเอียดข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวงหมายเลข 105 ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค.

จากตาราง 6.1 พบว่า เมื่อพิจารณาในทางหลวงหมายเลข 105 ตอน ดาก – แม่สอ และนำช่วงที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตที่มีค่าตั้งแต่ 3.00 ลงไป ซึ่งเป็นช่วงที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตน้อยกว่าช่วงอื่นๆ มาก เป็นจำนวน 7 ช่วง รวมระยะทางทั้งหมด 7,680 เมตร เทียบระยะทางทั้งหมดใน 7 ช่วง เทียบเป็น 9.97% ของแนวเส้นทางทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอุบัติเหตุทั้ง 3 ปี คือ ปี 2538 ถึง ปี 2540 แสดงในตาราง 6.2

จากตาราง 6.2 จะเห็นว่า ในช่วงของแนวเส้นทางที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตน้อยกว่าในช่วงอื่นมากๆ เทียบกับระยะทางทั้งโครงการประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในช่วงนี้เทียบกับอุบัติเหตุตลอดทั้งสายมีประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นถ้าออกแบบสามารถนำค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตที่ได้จากการคำนวณโดยคอมพิวเตอร์โปรแกรม และพิจารณาในช่วงที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตน้อยกว่าช่วงอื่นๆ แล้วปรับปรุงลักษณะทางเรขาคณิตของช่วงดังกล่าวเพื่อให้ได้ค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตที่มากขึ้นจะเป็นการช่วยลดอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นในแนวเส้นทางที่กำลังพิจารณาออกแบบได้

ตาราง 6.1 ตารางเปรียบเทียบช่วงที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตของทางหลวงหมายเลข 105
ที่ได้จากการประเมินของคอมพิวเตอร์โปรแกรม เปรียบเทียบกับข้อมูลอุบัติเหตุ
ในปี พ.ศ.2538 – พ.ศ.2540

ช่วงที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิต น้อยกว่าช่วงอื่นๆ มาก	ระยะทาง (เมตร)	ค่าโมดูลัส ทาง เรขาคณิต	ระยะทาง (เมตร)	ข้อมูลจำนวนอุบัติเหตุ ในทางหลวงหมายเลข 105 (ครั้ง)			
				ปี 2538	ปี 2539	ปี 2540	รวม
19+380 – 20+530	1,150	2.985	1,150	3	2	3	8
24+820 – 25+850	1,030	2.750	1,030	2	3	3	8
31+880 – 32+250	370	2.656	370	1	0	2	3
33+250 – 33+700	450	3.048	450	2	2	1	5
38+800 – 39+600	800	3.101	800	5	6	3	14
40+610 – 42+850	2,240	2.820	2,240	5	2	5	12
58+310 – 59+950	1,640	2.625	1,640	7	4	5	16
รวม	7,680		7,680	25	19	22	66

ตาราง 6.2 ตารางเปรียบเทียบจำนวนอุบัติเหตุในช่วงที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตที่มีค่าน้อยมาก
กับจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดตลอดเส้นทาง

รายการ	จำนวนข้อมูลอุบัติเหตุในทางหลวงหมายเลข 105			รวม
	ปี 2538	ปี 2539	ปี 2540	
จำนวนอุบัติเหตุในช่วงที่มีค่าโมดูลัส ทางเรขาคณิตน้อยกว่าช่วงอื่นๆ	25	19	22	66
จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด	68	65	69	202
เปรียบเทียบปริมาณอุบัติเหตุในช่วง ที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตต่ำ กับปริมาณอุบัติเหตุทั้งหมด	36.76 %	29.23 %	31.88 %	32.67 %

6.4 สรุปผลการประยุกต์ใช้ค่าโมดูลัสทางเรขาคณิต

เมื่อได้หลักการในการนำค่าโมดูลัสทางเรขาคณิต ไปประยุกต์ใช้ในการประเมินผลแนวเส้นทาง โดยเขียนคอมพิวเตอร์โปรแกรมเพื่อใช้ในการประเมินผลแนวเส้นทางโดยการนำคอมพิวเตอร์โปรแกรมไปใช้ ประเมินผลแนวเส้นทางพร้อมทั้งการพิมพ์รายงานค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตของแนวเส้นทาง และโมดูลัสทางเรขาคณิตของแต่ละช่วง ได้พูดถึงรายละเอียดวิธีการใช้งานในหัวข้อที่ 6.2

ส่วนการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม เพื่อประเมินแนวเส้นทางที่เปิดให้บริการแล้ว พบว่า ค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตของการออกแบบทางหลวงหมายเลข 105 ค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตตลอดทั้งแนวเส้นทางมีค่า 4.344 ซึ่งถือว่าการออกแบบแนวเส้นทางอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แต่เมื่อได้พิจารณาในบางช่วงของแนวเส้นทางแล้ว พบว่ามีบางช่วงของแนวเส้นทางที่ให้ค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตที่ต่ำ ซึ่งหมายความว่าในการออกแบบทางหลวงหมายเลข 105 ยังมีความไม่สม่ำเสมอในการออกแบบอยู่บ้าง และเมื่อนำช่วงที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตต่ำมาพิจารณาพิจารณาพร้อมกับข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวงหมายเลข 105 พบว่าเมื่อพิจารณาในช่วงที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตที่ต่ำมาๆ คือประมาณตั้งแต่ 3.00 ลงไป จะมีอยู่ 7 ช่วงของแนวเส้นทางรวมระยะทาง 7,680 เมตร เมื่อเทียบระยะทางทั้งโครงการจะมีค่าประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในช่วงนี้เทียบกับอุบัติเหตุตลอดทั้งสายมีประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นถ้าผู้ออกแบบสามารถนำค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตที่ได้จากการคำนวณโดยคอมพิวเตอร์โปรแกรม โดยพิจารณาในช่วงที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตน้อยกว่าช่วงอื่นๆ แล้วปรับปรุงลักษณะทางเรขาคณิตของช่วงดังกล่าวเพื่อให้ได้ค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตที่มีค่ามากขึ้น จะเป็นการช่วยลดอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นในแนวเส้นทางที่กำลังพิจารณาออกแบบได้