บทที่ 6

การพัฒนาและการประยุกต์ใช้โปรแกรม

หลังจากที่ได้สร้างแบบจำลองความเร็วขับขี่ในช่วงทางโค้ง และในช่วงทางตรง ในบทนี้จะเป็นการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้สำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องของแนวเส้นทางราบ เพื่อให้ผู้ออกแบบทางหลวงตรวจสอบความสอดคล้องของแนวเส้นทางโดยใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่ได้ง่ายมากยิ่งขึ้น ในการพัฒนาโปรแกรมบน AutoCAD ใช้ภาษา Visual Basic for Applications (VBA) เนื่องด้วยแบบก่อสร้างในปัจจุบันนิยมใช้โปรแกรม AutoCAD ในการเขียนแบบก่อสร้าง

การพัฒนาและการประยุกต์ใช้โปรแกรมประกอบไปด้วยเนื้อหา โครงสร้างของโปรแกรม ลักษณะของโปรแกรม วิธีการใช้งานและนำข้อมูลเข้าข้อมูลสู่โปรแกรม การแสดงผลของข้อมูลและรายงาน และการประยุกต์ใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่กับโปรแกรมเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของทางหลวง

6.1 โครงสร้างของโปรแกรม

คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้ในการคำนวณ การเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะต้องสอดคล้องกับความต้องการในการแสดงผล และเหมาะสมกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน ผู้ศึกษาจึงเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานกับ AutoCAD เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่นิยมสูงสุดสำหรับงานก่อสร้างในปัจจุบัน ลักษณะโครงสร้าง ขั้นตอนการทำงาน และการแสดงผล ดังรูปที่ 6.1 รายละเอียดขั้นตอนการทำงานมีดังนี้

(1) ขั้นตอนการป้อนข้อมูลลักษณะเรขาคณิตของแนวเส้นทาง

ผู้ออกแบบจะต้องทำการออกแบบให้ได้แนวเส้นทาง จากนั้นเขียนแบบลงในโปรแกรม AutoCAD เพื่อให้ได้แบบแปลนก่อสร้าง การเขียนแนวเส้นทางจะต้องเลือกใช้คำสั่ง Line สำหรับช่วงทางตรง และคำสั่งเส้น Arc สำหรับช่วงทางโค้ง ใน AutoCAD เพื่อให้คำสั่งในโปรแกรมเลือกพิจารณาเฉพาะช่วง ต่อไปนำเข้าข้อมูลในโปรแกรมโดยคลิกเลือกที่เส้นแนวเส้นทางที่ต้องการ ลักษณะเรขาคณิตจะถูกป้อนเข้าสู่โปรแกรม ลักษณะเรขาคณิตที่เข้าสู่โปรแกรมประกอบไปด้วยความยาวของแนวเส้นทาง รัศมีโค้ง มุมแนวตรงที่หักเหไป ในส่วนระยะการมองเห็นของโค้งดิ่ง

ความเร็วขับขี่แรกเข้าสู่แนวเส้นทาง และความเร็วออกแบบ ผู้ใช้โปรแกรมจะต้องป้อนค่าลงในโปรแกรม เพื่อนำไปคำนวณประมวลผลต่อไป

(2) การคำนวณของคอมพิวเตอร์โปรแกรม

หลังจากที่ได้นำเข้าข้อมูลจากข้อ (1) แล้ว จากนั้นเป็นขั้นตอนการทำงานของคอมพิวเตอร์โปรแกรมแสดงดังรูป 6.1 การคำนวณเริ่มจากผู้ออกแบบเลือกแบบจำลองในช่วงทางตรง แบบจำลองช่วงทางตรงที่ได้ใส่แบบจำลองไว้ในโปรแกรมเป็นแบบจำลองของงานศึกษานี้ และแบบจำลองของ FHWA ในโปรแกรมได้กำหนดแบบจำลองเริ่มต้นไว้เป็นแบบจำลองที่ได้จากการสร้างด้วยข้อมูลความเร็วขับขี่ 100 เปอร์เซ็นต์ หากผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ไปใช้แบบจำลองที่ได้จากการสร้างด้วยข้อมูลความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ก็สามารถทำได้ โดยแก้ไขที่ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง หรือหากต้องการใช้แบบจำลองของ FHWA ผู้ใช้เพียงเลือกที่แบบจำลองของ FHWA ในโปรแกรม โปรแกรมก็จะคำนวณความเร็วขับขี่ในช่วงทางตรงโดยใช้แบบจำลองของ FHWA จากนั้นโปรแกรมจะคำนวณคววมเร็วขับขี่ที่ได้จากแบบจำลองในช่วงทางตรง สำหรับในช่วงทางโค้งในโปรแกรมได้ใส่แบบจำลองจากงานวิจัยนี้เป็นแบบจำลองที่ได้จากการสร้างด้วยข้อมูลความเร็ว 100 เปอร์เซ็นต์ และสามารถแก้ไขค่าพารามิเตอร์ได้เช่นเดียวกับแบบจำลองในช่วงทางตรง อีกทั้งยังมีแบบจำลองจากงานศึกษาของ Lamm. ในประเทศสหรัฐอเมริกา(นิวยอร์ก) และในประเทศกรีซ ที่บรรจุแบบจำลองเข้าไว้ในโปรแกรม การเลือกแบบจำลองตามงานศึกษาของ Lamm. เข้าไว้ในโปรแกรมเพียง 2 แบบจำลอง เหตุผลเพราะแบบจำลองทั้งสองประเทศให้ผลการทำนายความเร็วขับขี่ใกล้เคียงกับผลของแบบจำลองของงานวิจัยนี้มากที่สุด เมื่อผู้ใช้เลือกแบบจำลองการคำนวณความเร็วความเร็วขับขี่แล้วโปรแกรมจะคำนวณแล้วเก็บค่าไว้ในโปรแกรมเพื่อนำไปแสดงผลต่อไป

(3) การแสดงผลที่ได้จากคอมพิวเตอร์โปรแกรม

เมื่อได้เลือกแบบจำลองทั้งในช่วงทางโค้ง หรือในช่วงทางตรง ต่อไปโปรแกรมจะแสดงผลการคำนวณพร้อมตรวจสอบแนวเส้นทาง และแสดงผลเป็นไดอะลอกซ์บอกซ์ (Dialog Box) ให้ผู้ใช้ทราบถึงผลการตรวจสอบจากโปรแกรม งานวิจัยได้พัฒนาโปรแกรมไว้ให้ผู้ใช้เลือกตำแหน่งของการตรวจสอบโดยนำผลที่ได้จาก Dialog Box ไปทำเครื่องหมาย (Mark) ลงในแบบแปลน เพื่อให้ผู้ใช้นำผลจาก Dialog Box ไปกำหนดสัญลักษณ์ และข้อความลงในแบบแปลนอีกครั้ง

รูปที่ 6.1 รายละเอียดขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

6.2 ลักษณะของโปรแกรม

เมื่อทำการวางโครงสร้างขั้นตอนการทำงานของคอมพิวเตอร์โปรแกรมแล้ว จึงเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วย Visual Basic for Applications บน AutoCAD ให้ทำงานตามเงื่อนไขที่ได้วางไว้ในโครงสร้างของโปรแกรม เมื่อเปิดโปรแกรมใช้งาน โปรแกรมจะแสดง PopUp ดังรูปที่ 6.2 เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกลักษณะการตรวจสอบ จากนั้นจึงเลือกแนวเส้นทางจากแบบแปลนก่อสร้าง ลักษณะเรขาคณิตจะถูกนำเข้าโปรแกรมเพื่อคำนวณหาค่า CCR และคำนวณความเร็วขับขี่จากแบบจำลอง สุดท้ายจึงทำการตรวจสอบตามเงื่อนไขความปลอดภัยประเภทที่ I และ II ต่อไป สำหรับวิธีการใช้งานและนำข้อมูลเข้าข้อมูลสู่โปรแกรมได้แสดงอยู่ในคู่มือการใช้โปรแกรมแสดงในภาคผนวก จ

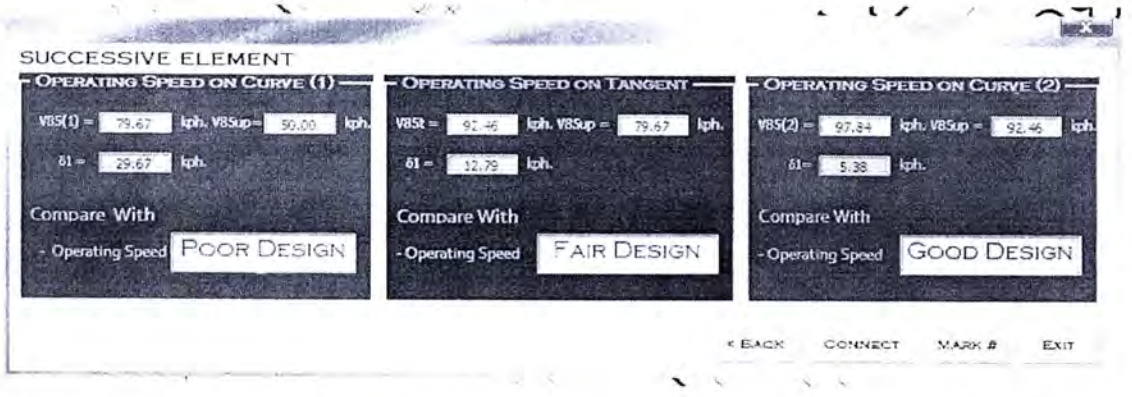
รูปที่ 6.2 แสดง PopUp สำหรับเริ่มต้นใช้โปแกรมตรวจสอบแนวเส้นทาง

6.3 การแสดงผลของข้อมูลและรายงาน

การแสดงผลที่ได้จากโปรแกรมการตรวจสอบแนวเส้นทางจะแสดงผลออกเป็น 3 แบบ คือแสดงอยู่ในรูปของ Dialog Box แสดงอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ในแบบแปลน และแสดงเป็นข้อความความเร็วลงบนแนวเส้นทางในแบบแปลน

6.3.1 ผลการตรวจสอบที่แสดงอยู่ในรูปของ Dialog Box

การแสดงผลของการตรวจสอบในรูปของ Dialog Box จะแสดงผลความเร็วขับขี่ที่ได้จากแบบจำลอง ผลต่างระหว่างความเร็วขับขี่กับความเร็วออกแบบกรณีการตรวจสอบเป็น Single Element และผลต่างระหว่างความเร็วขับขี่ก่อนเข้าสู่ Element กับความเร็วขับขี่ใน Element นั้น กรณีการตรวจสอบเป็น Succesive Element ตัวอย่างการแสดงผลดังรูปที่ 6.3

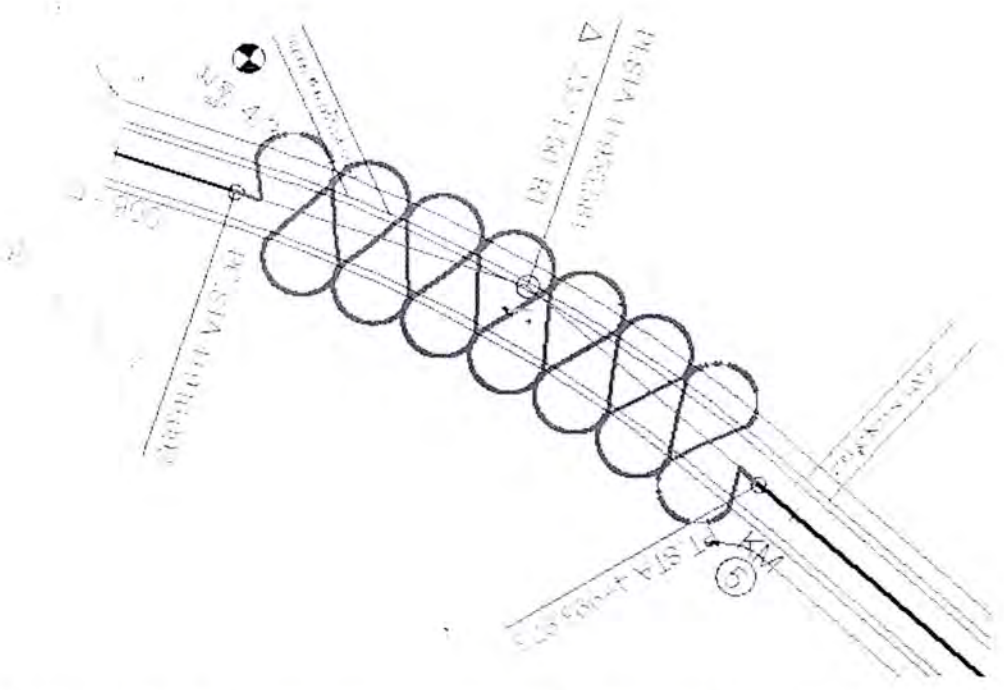


รูปที่ 6.3 ตัวอย่างการแสดงผลการตรวจสอบของลักษณะ Succesive Element

6.3.2 ผลการตรวจสอบที่แสดงอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ในแบบแปลน

นอกจากการแสดงผลเป็น Dialog Box ให้ผู้ออกแบบทราบแล้ว โปรแกรมยังสามารถแสดงผลเป็นสัญลักษณ์เส้นลงในแบบแปลนดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 6.4 เพื่อประโยชน์ในการ

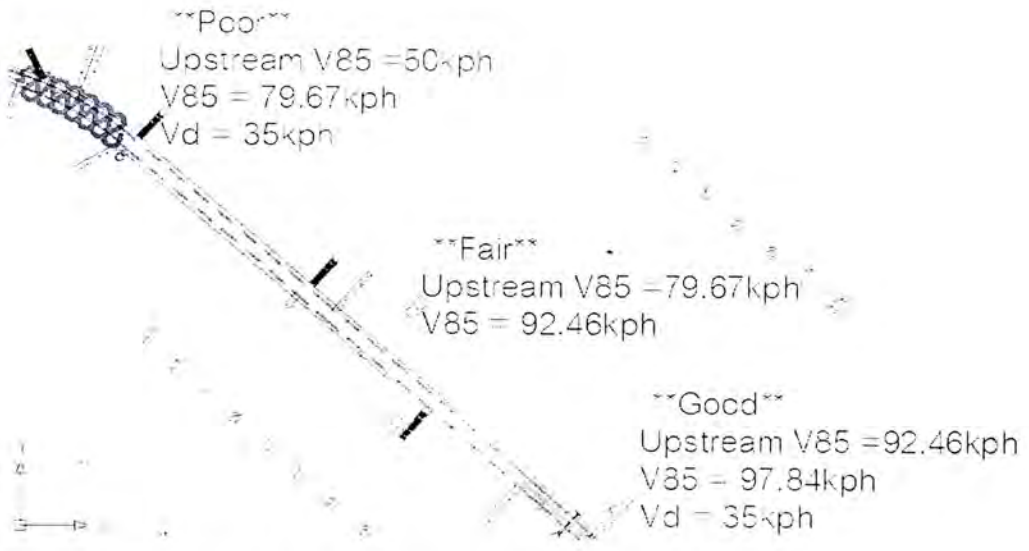
พิมพ์แบบ (print-out) โดยสัญลักษณ์ในโปรแกรมที่สามารถแสดงได้มีอยู่ 3 รูปแบบด้วยกันคือ 1) เส้นลักษณะTRACKS ++++++++++ สีเขียว แสดงถึงแนวเส้นทางมีการออกแบบที่ดี (Good Design) 2) เส้นลักษณะZIKZAG ~~~~ สีเหลือง แสดงถึงแนวเส้นทางมีการออกแบบที่พอใช้ (Fair Design) และ3) เส้นลักษณะBATTING ⦚⦚⦚⦚ สีแดง แสดงถึงแนวเส้นทางมีการออกแบบที่ไม่ดี (Poor Design) ลักษณะทั้ง 3 ใช้ในการสื่อความหมายของการตรวจสอบแนวเส้นทางในแบบแปลน



รูปที่ 6.4 แสดงตัวอย่างสัญลักษณ์ผลการตรวจสอบในช่วงทางโค้งเป็นการออกแบบที่ไม่ดี

6.3.3 ผลการตรวจสอบที่แสดงอยู่ในรูปข้อความ

เมื่อการตรวจสอบแสดงผลเป็นสัญลักษณ์ลงในแบบแปลนแล้ว ยังได้พัฒนาโปรแกรมให้แสดงผลการตรวจสอบเป็นข้อความลงในแนวเส้นทางที่ได้ทำการตรวจสอบนั้น เพื่อประโยชน์ในการทราบค่าของความเร็วขับขี่ในแนวเส้นทาง การแสดงผลลงในแบบแปลนและใช้สำหรับแสดงในแบบเพื่อการพิมพ์แบบ การแสดงผลเป็นข้อความจะแสดงผลความเร็วขับขี่ขาเข้า Element ความเร็วขับขี่ใน Element ความเร็วออกแบบ และผลการตรวจสอบ Good, Fair และ Poor Design ดังในตัวอย่างรูปที่ 6.5



รูปที่ 6.5 แสดงตัวอย่างผลการตรวจสอบเป็นข้อความ

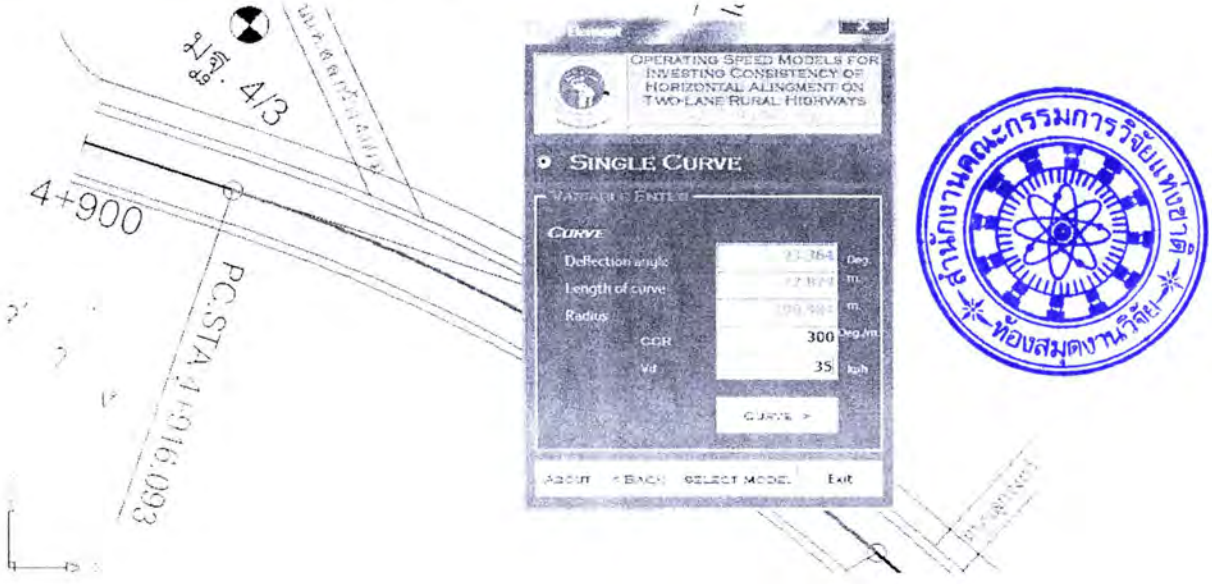
6.4 การประยุกต์ใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่กับโปรแกรมเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของทางหลวง

การประยุกต์ใช้แบบจำลองเป็นการนำแบบจำลองที่ได้จากหัวข้อ 5.2 และ 5.3 นำมาใส่ในโปรแกรมการตรวจสอบ เพื่อทำนายหาค่าความเร็วขับขี่ในช่วงทางตรง และช่วงทางโค้ง ผ่านโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น ให้มีความสามารถทำนายค่าความเร็วขับขี่ทั้งในช่วงทางโค้งลักษณะ Single Element หรือช่วงทางตรงร่วมกับทางโค้งลักษณะ Successive Element การประยุกต์ใช้แบบจำลองความเร็วจึงแยกออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ประยุกต์แบบจำลองกับโปรแกรมเพื่อตรวจสอบ Single Element และประยุกต์แบบจำลองกับโปรแกรมเพื่อตรวจสอบ Successive Element

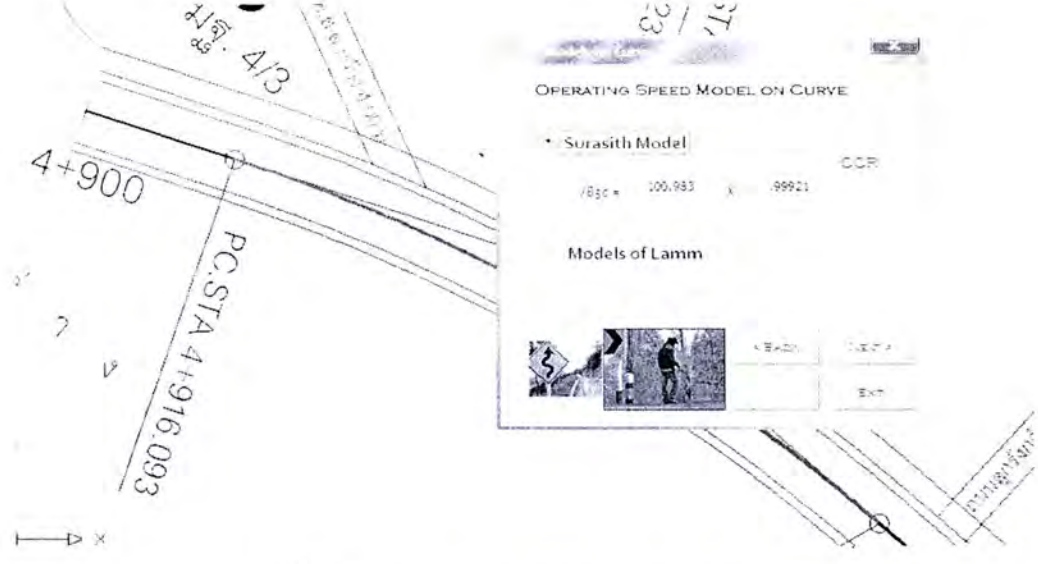
6.4.1 การประยุกต์ใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่เพื่อการตรวจสอบแนวเส้นทางลักษณะ Single Element

เพื่อแสดงการตรวจสอบแนวเส้นทางลักษณะ Single Element ได้เลือกโครงการจากตัวอย่างการคำนวณในบทที่ 5 หัวข้อ 5.5 นำมาใช้ตรวจสอบกับคอมพิวเตอร์โปรแกรม บริเวณตำแหน่ง PI Sta. 4+956 ความเร็วออกแบบของโค้งเท่ากับ 35 kph. รัศมีความโค้งเท่ากับ 191 เมตร ความยาวโค้งเท่ากับ 78 เมตร มุมแนวตรงที่หักเหไปเท่ากับ 23 องศา 21 ลิปดา 50 ฟิลิปดา ป้อนข้อมูลลักษณะเรขาคณิตด้วยการเลือกจากแบบดังรูปที่ 6.6 การตรวจสอบจะเลือกใช้แบบจำลองของผู้ศึกษาจากการสร้างแบบจำลองด้วยข้อมูลความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ ตามแบบจำลอง 5.1 และ

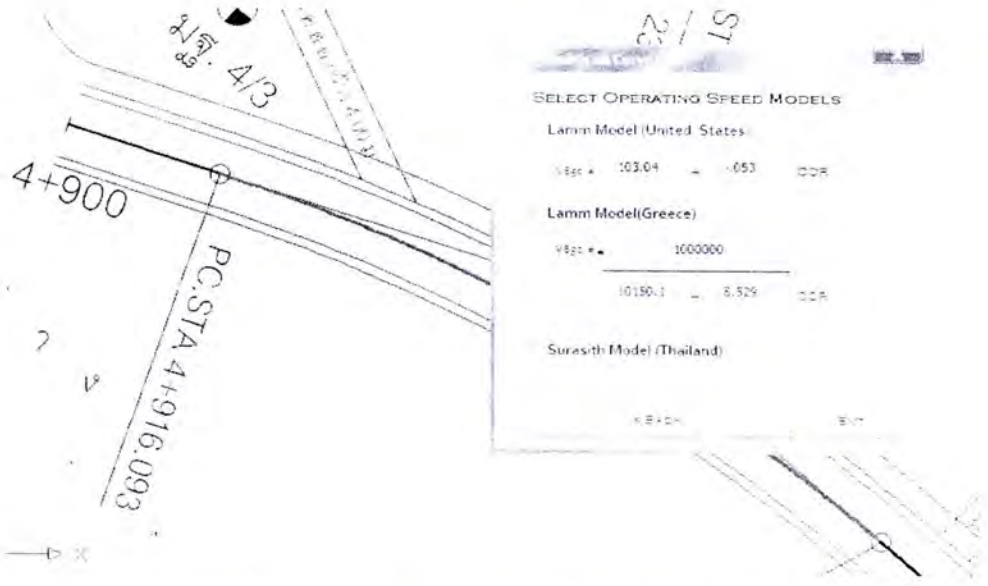
แบบจำลองของ Lamm. ในประเทศสหรัฐอเมริกา(นิวยอร์ก) และในประเทศกรีซ เพื่อเปรียบเทียบผลการประยุกต์ใช้แบบจำลอง แสดงการเลือกแบบจำลองดังรูปที่ 6.7 และ 6.8



รูปที่ 6.6 แสดงการป้อนลักษณะเรขาคณิตเข้าโปรแกรม

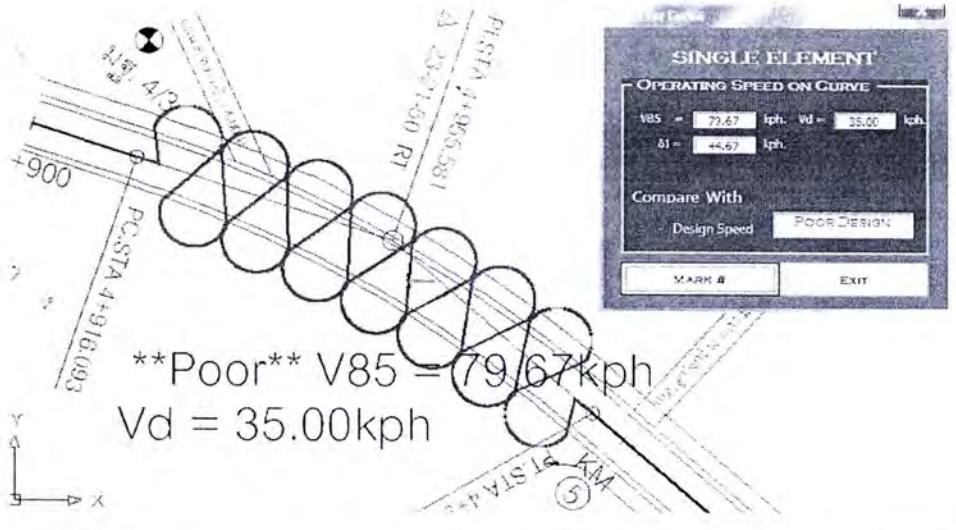


รูปที่ 6.7 แสดงการเลือกแบบจำลองของผู้ศึกษา

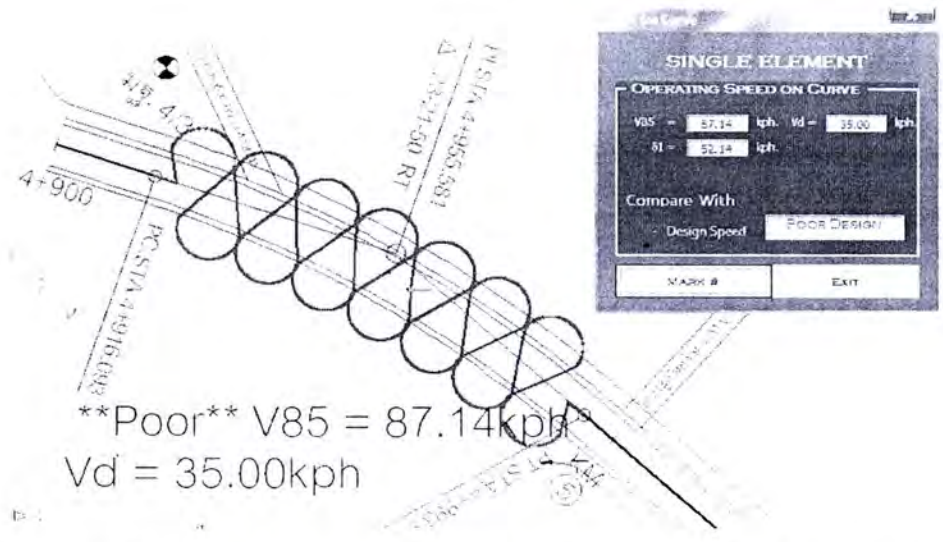


รูปที่ 6.8 แสดงการเลือกแบบจำลองของ Lamm.

หลังจากได้เลือกแบบจำลองเพื่อตรวจสอบแนวเส้นทางลักษณะ Single Element แล้วโปรแกรมจะทำการตววจสอบความสอดคล้อง โดยการเทียบความเร็วออกแบบกับความเร็วขับขี่ตามเกณฑ์ความปลอดภัยที่ I ผลการตรวจสอบแสดงในรูปที่ 6.9 – 6.11

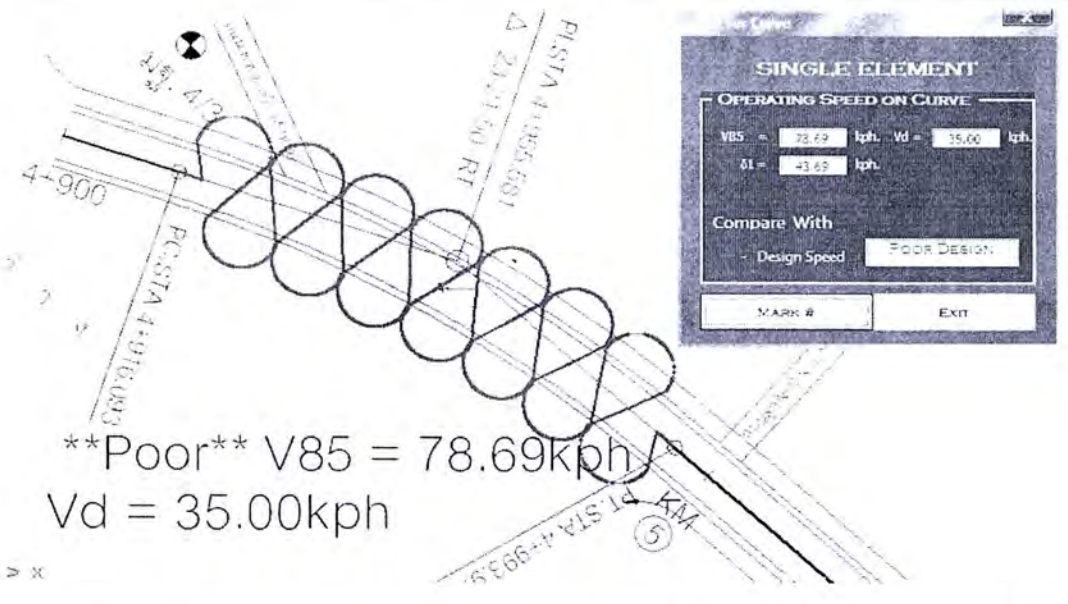


รูปที่ 6.9 แสดงผลการตรวจสอบจากแบบจำลองช่วงทางโค้งของงานวิจัยนี้



รูปที่ 6.10 แสดงผลการตรวจสอบจากแบบจำลองช่วงทางโค้งของ Lamm.

(สหรัฐอเมริกา-นิวยอร์ก)



รูปที่ 6.11 แสดงผลการตรวจสอบจากแบบจำลองช่วงทางโค้งของ Lamm. (กรีซ)

จากผลการตรวจสอบแนวเส้นทางของโค้งลักษณะ Single Element ของผู้ศึกษา และของ Lamm. สรุปผลการตรวจสอบในตารางที่ 6.1 พบว่าความเร็วขับขี่ที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 3 ให้ผลใกล้เคียงกันความต่างของความเร็วอยู่ประมาณ -0.98 ถึง 7.47 kph. เมื่อเทียบกับแบบจำลองของผู้ศึกษา

ตารางที่ 6.1 สรุปผลการตรวจสอบแนวเส้นทางลักษณะ Single Element

PI Sta.	Design Speed (kph.)	Surasith Model (kph.)	Lamm. Model (kph.)		Criteria I $\lvert V_{85} - V_d \rvert$
			U.S.A. (New York)	Greece	
4+956	35.0	79.67	87.14	78.69	Poor Design

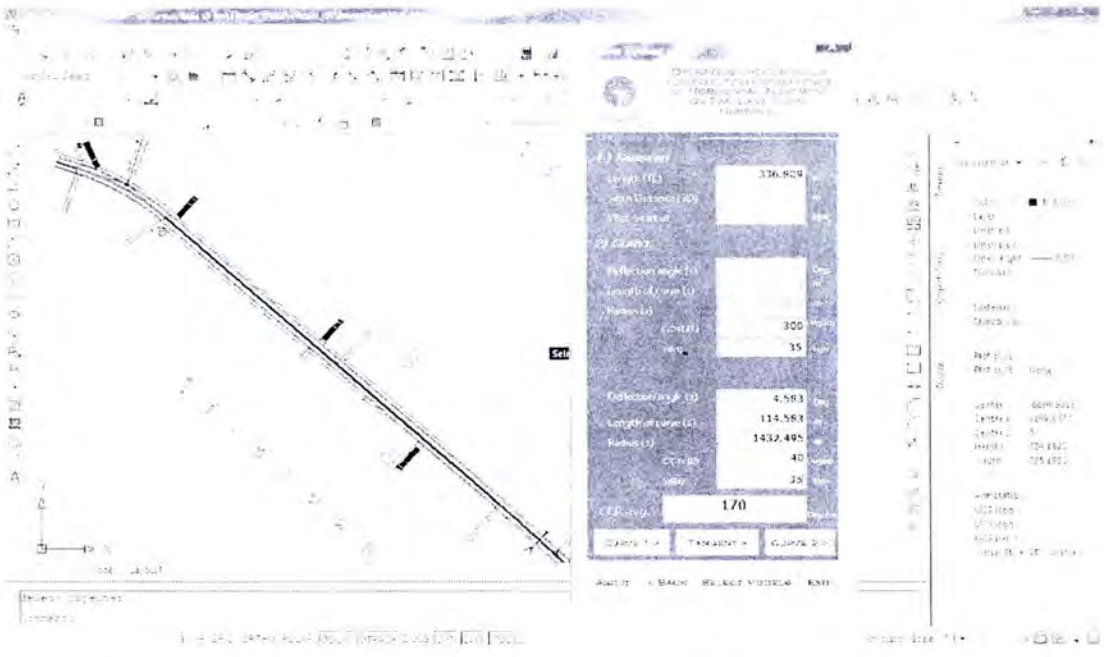
6.4.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่เพื่อการตรวจสอบแนวเส้นทางลักษณะ Succesive Element

จากตัวอย่างโครงการทางหลวงหมายเลข 1169 ตอน บ้านท่าล้อถึงบ้านน้ำยาว ตำบลฝายแก้ว กิ่งอำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน ช่วง กม.4+900 ถึง กม.7+000 ในบทที่ 5 หัวข้อ 5.5 สรุปลักษณะเรขาคณิตได้ดังตารางที่ 6.2

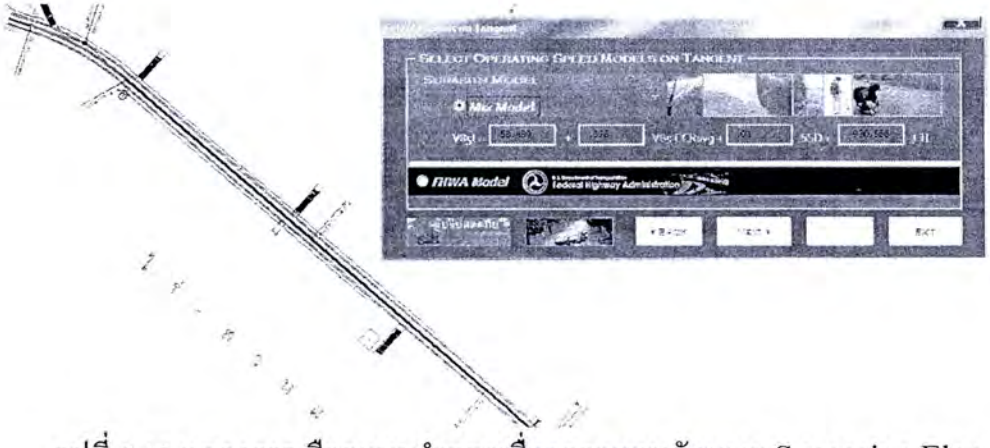
ตารางที่ 6.2 ลักษณะเรขาคณิตที่ใช้สำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของแนวเส้นทางในโปรแกรม

PI Sta. (Km.-Km.)	Design Speed (kph.)	Radius (m.)	Radius Average (m.)	CCR (deg./km.)	$CCR_{avg.}$ (deg./km.)	Length of Curve (m.)	Deflection Angle (deg.)	Length of Tangent (m.)	Sight Distance (SD,m)
4+956	35	191		300		78	23-21-50		
			811.5		170			337	337
5+388	35	1432		40		115	4-35-0		
			936.5		85			113	113
5+609	35	441		130		100	13-0-0		
			268		365			132	132
5+834	35	95		600		83	49-50-0		
			153.5		435			239	239
6+165	35	212		270		103	27-50-0		
			181.5		325			247	247
6+492	40	151		379		58	22-0-0		
			336		245			63	63
6+624	40	521		110		82	9-0-0		
			465		125			344	344
7+062	40	409		139		106	14-47-0		

จากรายละเอียดลักษณะเรขาคณิตที่อ่านได้จากแบบ ต่อไปเป็นการใช้โปรแกรมตรวจสอบแนวเส้นทาง การเลือกใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่ในตัวอย่างการประยุกต์ใช้โปรแกรม ได้เลือกแบบจำลองของผู้ศึกษาที่ได้จากการสร้างแบบจำลองด้วยข้อูลความเร็ว 80 เปอร์เซ็นต์ ตามแบบจำลอง 5.1 และ 5.3 เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องเทียบกับแบบจำลองในช่วงทางโค้งของ Lamm. ในประเทศสหรัฐอเมริกา(นิวยอร์ก) ในประเทศกรีซ และแบบจำลองในช่วงทางตรงของ FHWA การนำเข้าข้อมูลในโปรแกรมแสดงในรูปที่ 6.12 และการเลือกแบบจำลองในรูปที่ 6.13

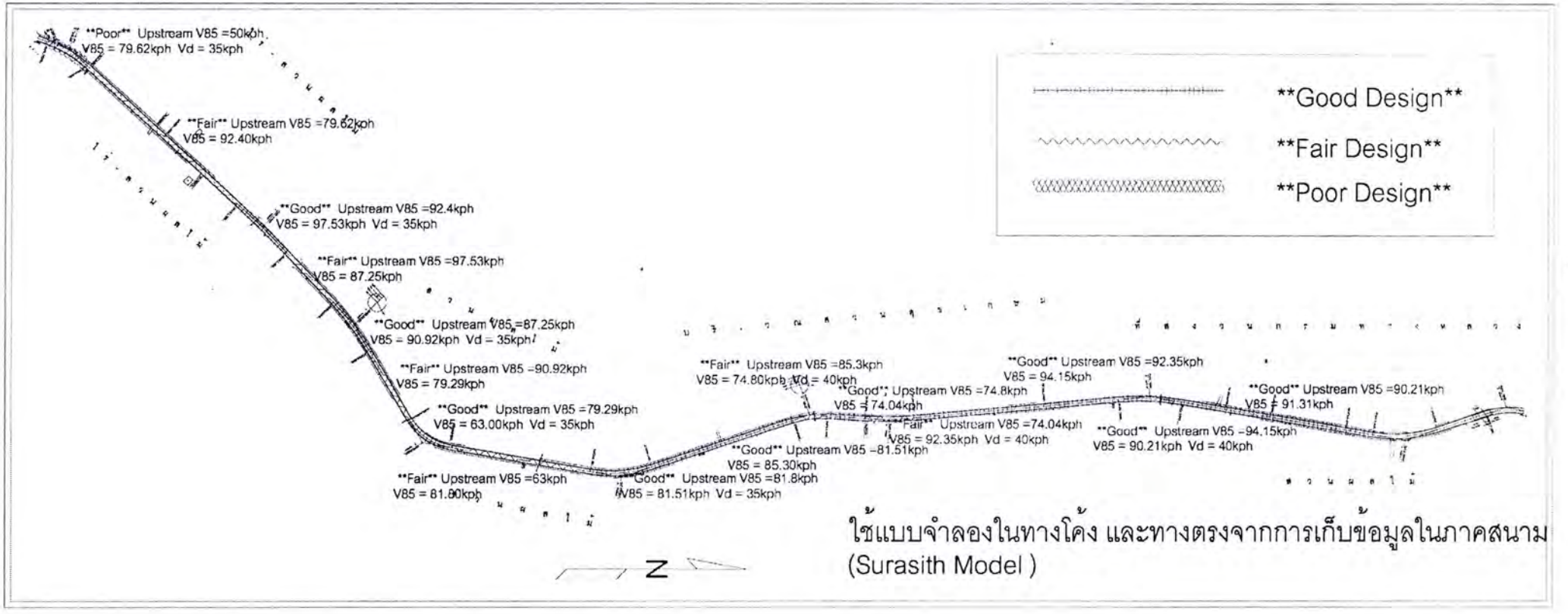


รูปที่ 6.12 แสดงการนำเข้าข้อมูลของแนวเส้นทางลักษณะ Succesive Element

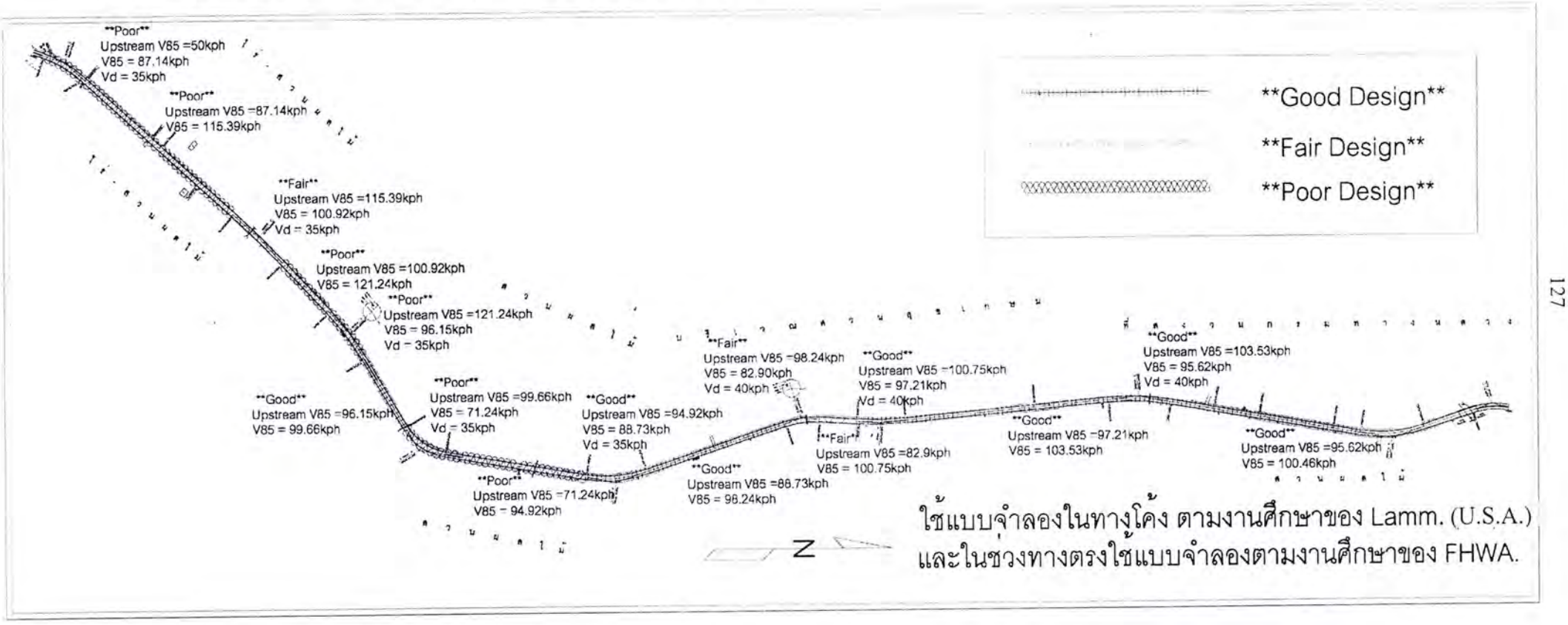


รูปที่ 6.13 แสดงการเลือกแบบจำลองเพื่อตรวจสอบลักษณะ Succesive Element

รูปที่ 6.14 แสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้องของทางหลวงหมายเลข 1169 ตอน บ้านท่าล้อถึงบ้านน้ำยาวช่วง กม.4+900 ถึง กม.7+000 โดยใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่ในทางโค้ง และทางตรง จากข้อมูลการศึกษาความเร็วขับขี่ (Surasith Model)

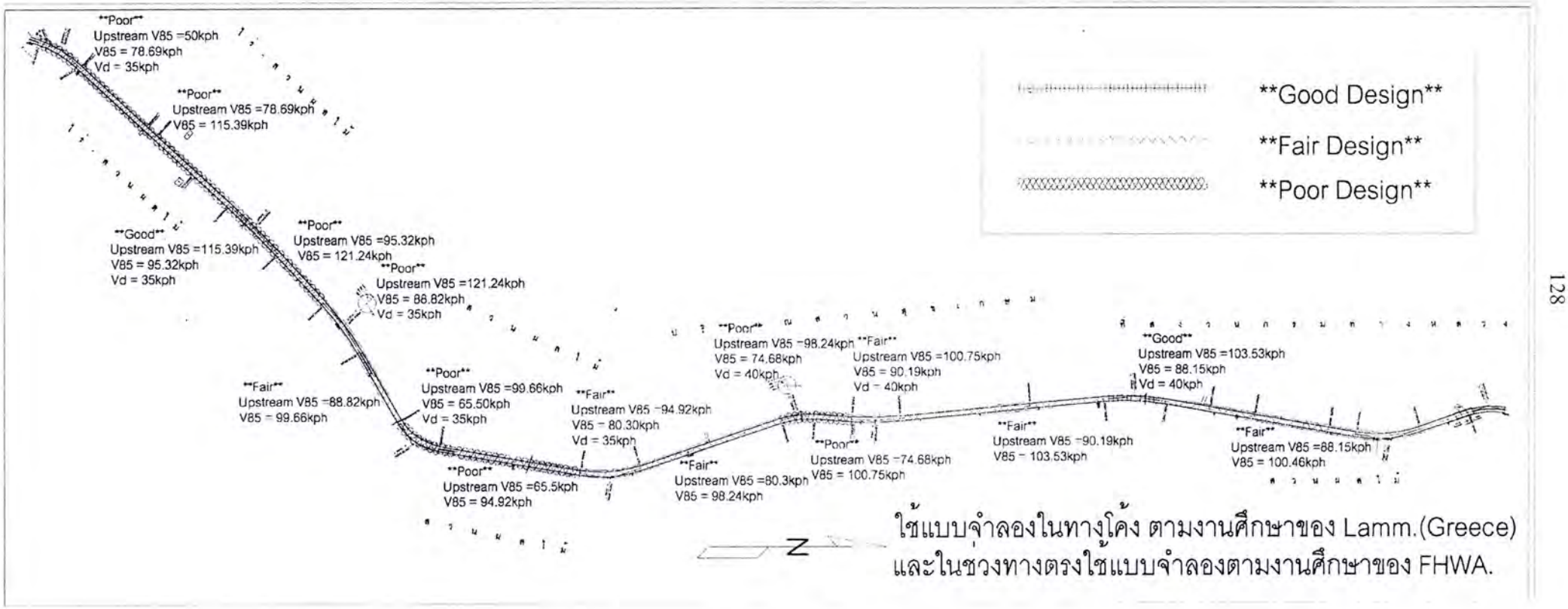


รูปที่ 6.15 แสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้องของทางหลวงหมายเลข 1169 ตอน บ้านท่าล้อถึงบ้านน้ำยาวช่วง กม.4+900 ถึง กม.7+000 โดยใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่ในทางโค้งของLamm.(U.S.A) และในช่วงทางตรงของ FHWA.

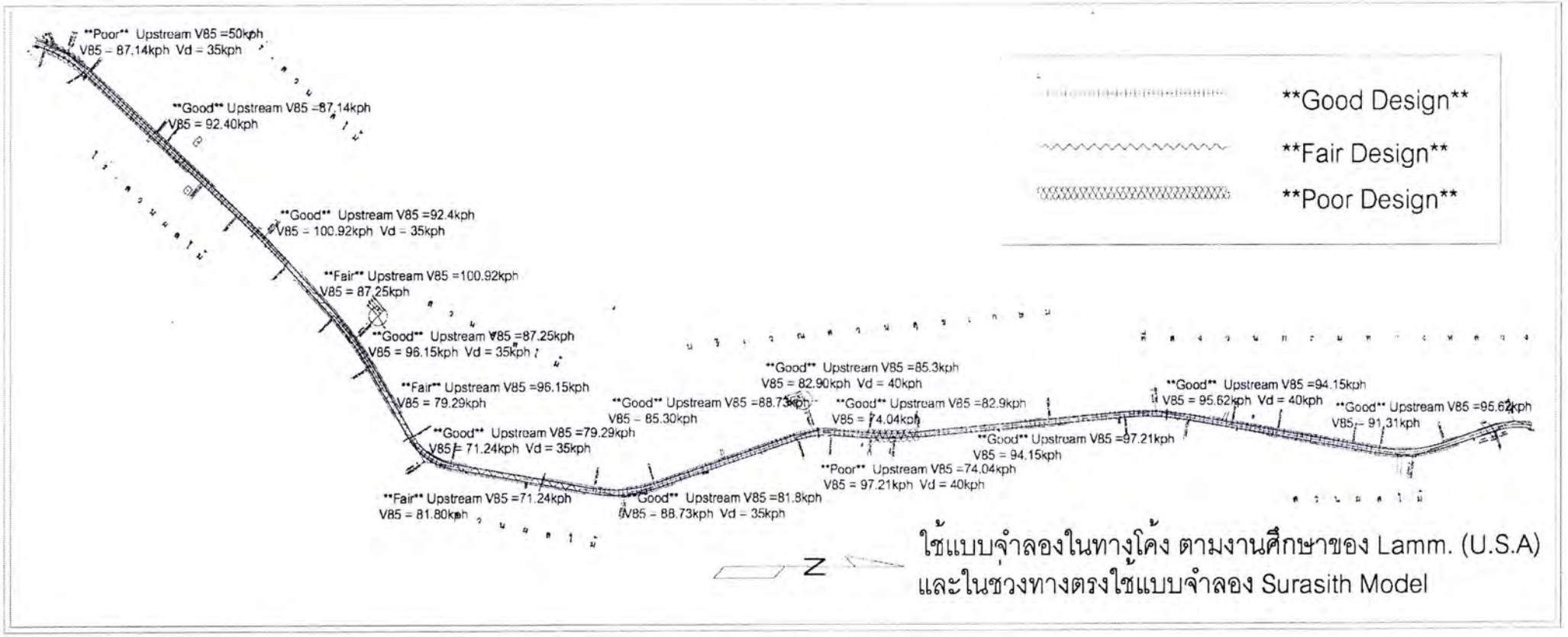


ใช้แบบจำลองในทางโค้ง ตามงานศึกษาของ Lamm. (U.S.A.) และในช่วงทางตรงใช้แบบจำลองตามงานศึกษาของ FHWA.

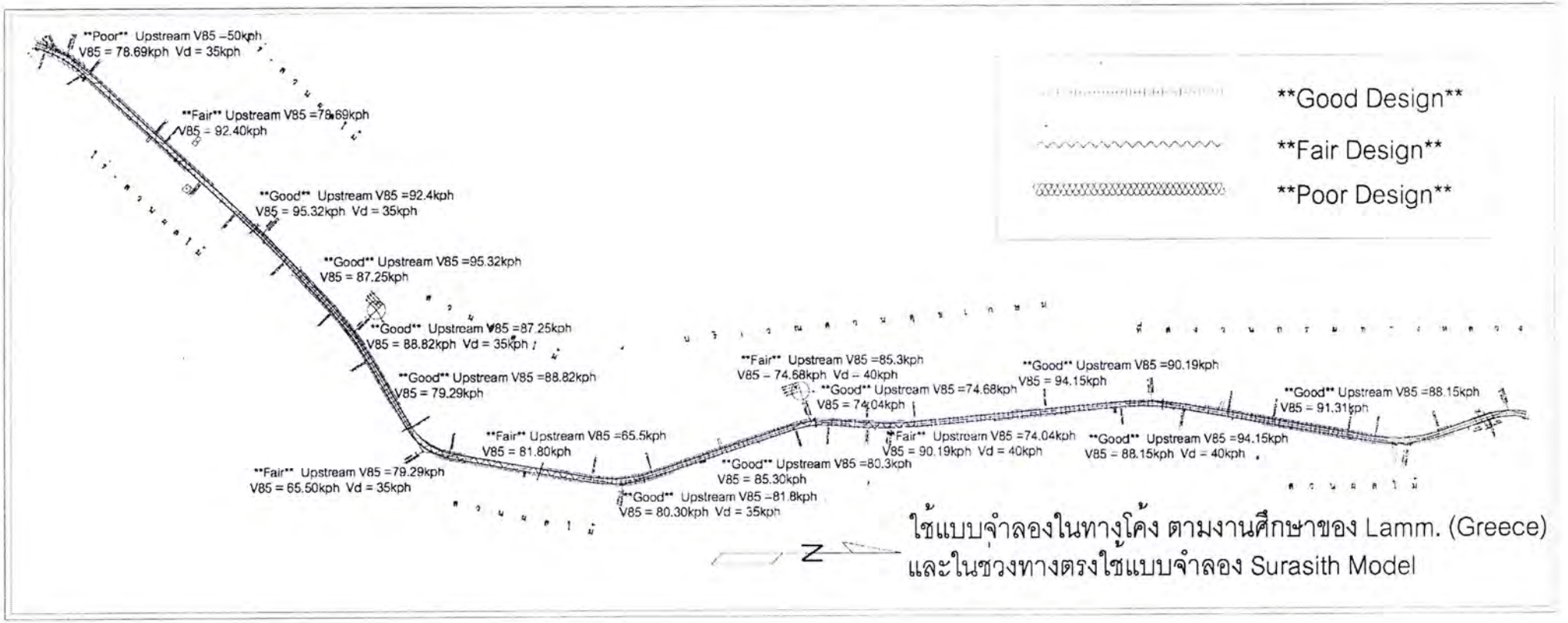
รูปที่ 6.16 แสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้องของทางหลวงหมายเลข 1169 ตอน บ้านท่าล้อถึงบ้านน้ำยาวช่วง กม.4+900 ถึง กม.7+000 โดยใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่ในทางโค้งของLamm.(Greece) และในช่วงทางตรงของ FHWA.



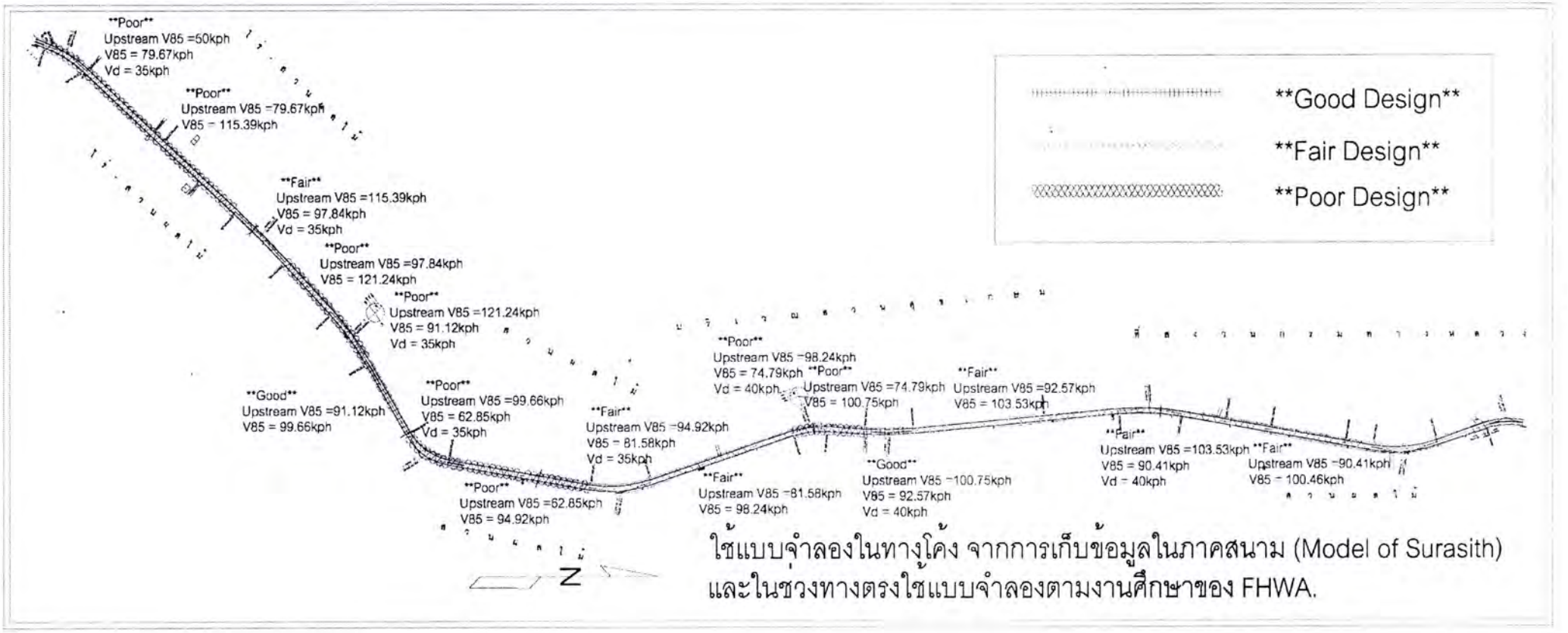
รูปที่ 6.17 แสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้องของทางหลวงหมายเลข 1169 ตอน บ้านท่าล้อถึงบ้านน้ำยาวช่วง กม.4+900 ถึง กม.7+000 โดยใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่ในทางโค้งของLamm.(U.S.A.) และในช่วงทางตรงจากข้อมูลการศึกษาความเร็วขับขี่ (Surasith Model)



รูปที่ 6.18 แสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้องของทางหลวงหมายเลข 1169 ตอน บ้านท่าล้อถึงบ้านน้ำยาวช่วง กม.4+900 ถึง กม.7+000 โดยใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่ในทางโค้งของLamm.(Greece) และในช่วงทางตรงจากข้อมูลการศึกษาความเร็วขับขี่ (Surasith Model)



รูปที่ 6.19 แสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้องของทางหลวงหมายเลข 1169 ตอน บ้านท่าล้อถึงบ้านน้ำยาวช่วง กม.4+900 ถึง กม.7+000 โดยใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่ในทางโค้งจากข้อมูลการศึกษาความเร็วขับขี่ (Surasith Model) และในช่วงทางตรงของ FHWA.



จากผลการตรวจสอบความสอดคล้องแนวเส้นทาง โดยใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่ของผู้ศึกษา แบบจำลองความเร็วขับขี่ในช่วงทางโค้งของ Lamm. ที่ได้พัฒนาใน สหรัฐอเมริกา(นิวยอร์ก) และในกรีซ และแบบจำลองความเร็วขับขี่ในช่วงทางตรงของ FHWA ได้สรุปไว้ในตารางที่ 6.3 และรูปที่ 6.14-6.19

ตารางที่ 6.3 แสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้องที่ได้จากแบบจำลองความเร็วขับขี่

PI Sta.	Surasith Model (kph.)		Model of Lamm. On curve (kph.)		FHWA (kph.)
	On Curve	On Tangent	U.S.A.	Greece	On Tangent
4+956	79.6		87.1, Δ(7.5)	78.7, Δ (0.9)	
		92.4			115.4, (3), Δ (23.0)
5+388	97.5		100.9, Δ (3.4)	95.3, Δ (2.2)	
		87.3			121.2, (3), Δ (34.0)
5+609	90.9		96.2, Δ (5.2)	88.8, Δ (2.1)	
		79.3			99.7, (3), Δ (20.4)
5+834	63.0		71.2, Δ (8.2)	65.5, Δ (2.5)	
		81.8			94.9, (2), Δ (13.1)
6+165	81.5		88.7, Δ (7.2)	80.3, Δ (1.2)	
		85.3			98.2, (2), Δ (12.9)
6+492	74.8		82.9, Δ (8.1)	74.7, Δ (0.1)	
		74.0			100.8, (3), Δ (26.7)
6+624	92.4		97.2, Δ (4.9)	90.2, Δ (2.2)	
		94.2			103.5, (3), Δ (9.4)
7+062	90.2		95.6, Δ (5.4)	88.2, Δ (2.1)	

หมายเหตุ ( ) คือกลุ่มของแบบจำลองความเร็วขับขี่ตามงานศึกษาของ FHWA

Δ ( ) คือผลต่างของความเร็วขับขี่เมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วขับขี่ในงานวิจัย

ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่ในงานวิจัยนี้เทียบกับแบบจำลองความเร็วขับขี่ช่วงทางโค้งของ Lamm. ในประเทศสหรัฐอเมริกา(นิวยอร์ก) ในประเทศกรีซ และแบบจำลองความเร็วขับขี่ช่วงทางตรงของ FHWA การตรวจสอบความสอดคล้องด้วยแบบจำลองความเร็วขับขี่ได้แยกเปรียบเทียบแบบจำลองเป็นคู่ (ช่วงทางโค้งและช่วงทางตรง) แบ่งได้เป็น 6 คู่ดังนี้

1) แบบจำลองความเร็วขับขี่ในงานวิจัยทั้งในทางโค้งและช่วงทางตรง ให้ผลการตรวจสอบเป็นการออกแบบที่ไม่ดี 1 ช่วง พอใช้ 6 ช่วง และดี 9 ช่วง (ช่วงที่การออกแบบไม่ดีเกิดจากการประมาณค่าความเร็วขับขี่นำเข้าต่ำเกินไป)

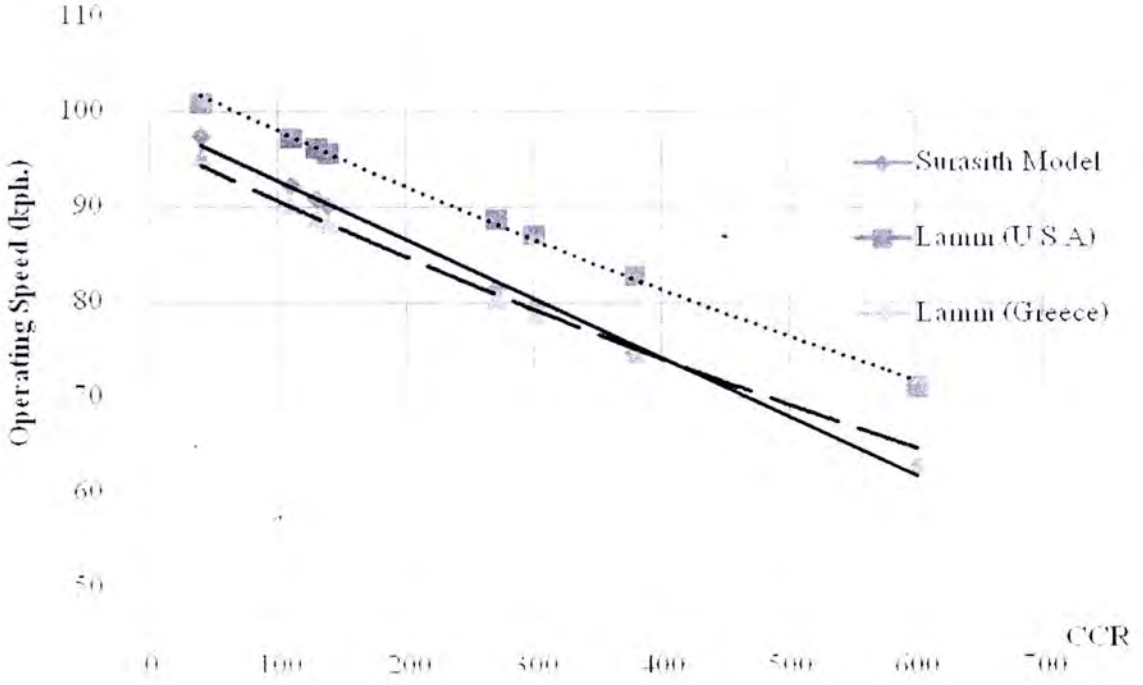
2) การประยุกต์ใช้กับแบบจำลองความเร็วขับขี่ในทางโค้งของ Lamm. (U.S.A) กับแบบจำลองความเร็วขับขี่ในช่วงทางตรงของ FHWA ให้ผลการออกแบบเป็นการออกแบบที่ไม่ดี 6 ช่วง พอใช้ 3 ช่วง และดี 7 ช่วง

3) แบบจำลองความเร็วขับขี่ในทางโค้งของ Lamm. (Greece) กับแบบจำลองความเร็วขับขี่ในช่วงทางตรงของ FHWA ให้ผลการออกแบบเป็นการออกแบบที่ไม่ดี 8 ช่วง พอใช้ 6 ช่วง และดี 2 ช่วง

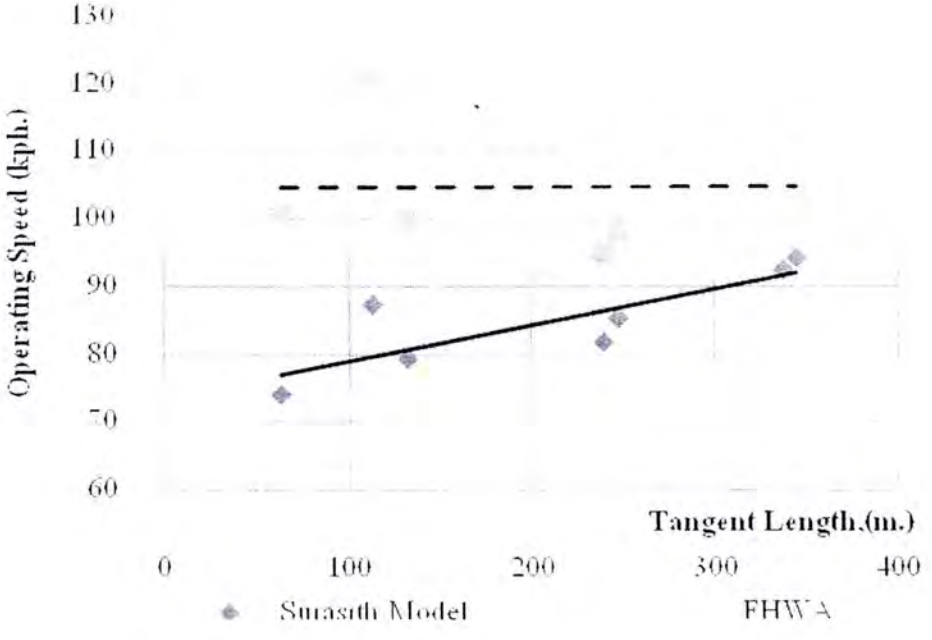
4) แบบจำลองความเร็วขับขี่ในทางโค้งของ Lamm. (U.S.A) เปรียบเทียบกับแบบจำลองความเร็วขับขี่ช่วงทางตรงในงานวิจัย ให้ผลการออกแบบเป็นการออกแบบที่ไม่ดี 2 ช่วง พอใช้ 3 ช่วง และดี 11 ช่วง

5) แบบจำลองความเร็วขับขี่ในทางโค้งของ Lamm. (Greece) เปรียบเทียบกับแบบจำลองความเร็วขับขี่ช่วงทางตรงในงานวิจัย ให้ผลการออกแบบเป็นการออกแบบที่ไม่ดี 1 ช่วง พอใช้ 5 ช่วง และดี 10 ช่วง

6) แบบจำลองความเร็วขับขี่ช่วงทางโค้งในงานวิจัยเปรียบเทียบกับแบบจำลองความเร็วขับขี่ในช่วงทางตรงของ FHWA ให้ผลการออกแบบเป็นการออกแบบที่ไม่ดี 8 ช่วง พอใช้ 6 ช่วง และดี 2 ช่วง

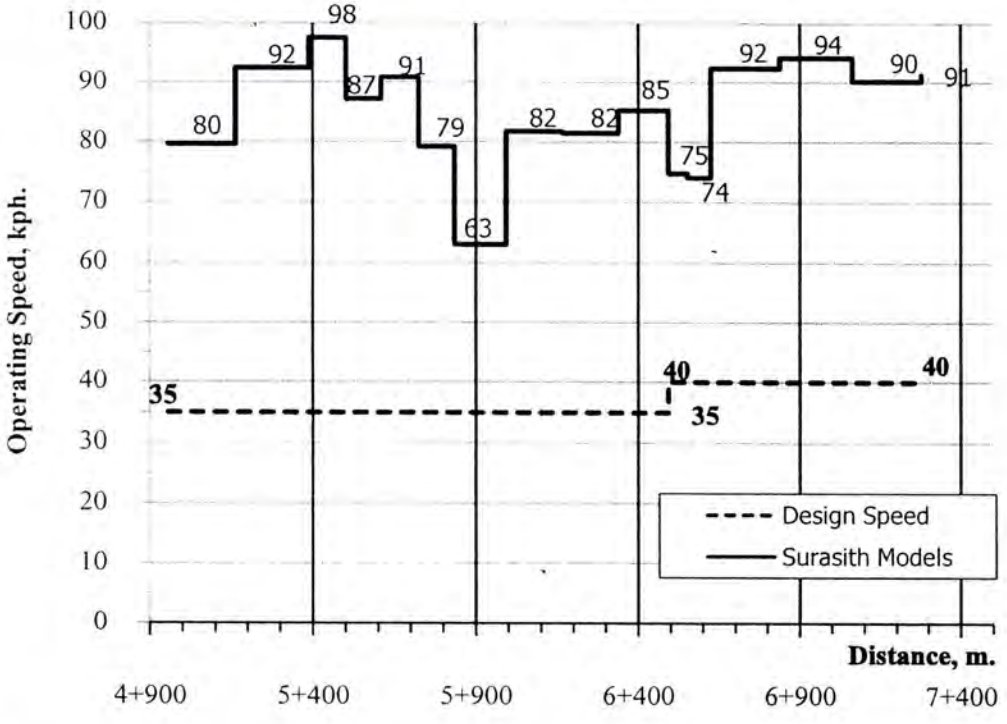


รูปที่ 6.20 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วขับขี่ของแบบจำลองผู้ศึกษา Lamm.(U.S.A) และLamm.(Greece) กับตัวแปร CCR



รูปที่ 6.21 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วขับขี่ของแบบจำลองผู้ศึกษา และFHWA กับตัวแปรความยาวช่วงทางตรง

จากรูปที่ 6.20 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วขับขี่ในช่วงทางโค้งของแบบจำลองผู้ศึกษา Lamm. (สหรัฐอเมริกา-นิวยอร์ก) และLamm.(Greece) กับตัวแปร CCR พบว่าความเร็วขับขี่ในงานวิจัยให้ผลใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Lamm.(Greece) มากสุด มีผลต่างของความเร็วขับขี่อยู่ระหว่าง 0.93-2.50 kph. หากเปรียบเทียบความเร็วขับขี่ในงานวิจัยกับงานศึกษาของ Lamm.(สหรัฐอเมริกา-นิวยอร์ก) ให้ผลต่างความเร็วขับขี่อยู่ระหว่าง 3.39-7.52 kph. สำหรับรูปที่ 6.21 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางในช่วงทางตรงกับความเร็วขับขี่ พบว่าความเร็วขับขี่ในงานวิจัยกับงานศึกษาของ FHWA ให้ผลต่างความเร็วขับขี่อยู่ระหว่าง 9.38-33.95 kph. มีค่าต่างกันมากเมื่อเทียบกับเกณฑ์ในการวัดความปลอดภัยของ Lamm.



รูปที่ 6.22 แสดง Speed Profile ของ Surasith Models บนทางหลวงหมายเลข 1169 กม.4+900 ถึง กม.7+000

รูปที่ 6.22 แสดงถึง Speed Profile ของการประยุกต์ใช้แบบจำลองตลอดทั้งเส้นทาง ทำให้ทราบถึงผลต่างของความเร็วจากทางโค้งเข้าสู่ช่วงทางตรง ช่วงทางตรงเข้าสู่ทางโค้ง และผลต่างของความเร็วขับขี่กับความเร็วออกแบบ ผลจากการเปรียบเทียบความเร็วขับขี่พบว่า ในช่วงทางตรงความเร็วขับขี่เพิ่มขึ้นเมื่อความยาวช่วงทางตรงมากกว่า 250 เมตร หากความยาวช่วงทางตรงระหว่างโค้งน้อยกว่า 250 เมตร ความเร็วขับขี่มีแนวโน้มลดลง และลดลงต่ำกว่าความเร็วขับขี่ในทางโค้ง หากโค้งเป็นลักษณะ รัศมีโค้งมาก-ช่วงทางตรงสั้น-รัศมีโค้งมาก เช่นช่วง กม.5+388 ถึง กม.5+609

ในทางโค้งขาเข้าที่รัศมีโค้ง 1432 เมตรได้ความเร็วขับขี่ 98 km/h. เข้าสู่ทางตรงระยะสั้น 107 เมตร ความเร็วขับขี่ลดลงเหลือ 87 km/h ขับขี่ออกสู่ทางโค้งรัศมี 441 เมตร ความเร็วขับขี่เพิ่มขึ้นเป็น 91 km/h ความเร็วขับขี่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากช่วงทางตรงก่อนเข้าโค้งขาเข้ามีระยะความยาวของถนนที่มากกว่า 250 เมตร สนับสนุนให้ผู้ขับขี่ใช้ความเร็วมาก และเมื่อถึงโค้งขาเข้าที่มีรัศมีโค้งมาก(แนวเส้นทางใกล้เคียงกับช่วงทางตรง) จึงทำให้ผู้ขับขี่มีโอกาสเลือกใช้ความเร็วที่สูงขึ้น หลังจากขับขี่ผ่านทางโค้งเข้าสู่ทางตรงกลับพบว่าความยาวช่วงทางตรงมีระยะสั้นทำให้สามารถมองเห็นโค้งในเบื้องหน้า(โค้งขาออก) ผู้ขับขี่จึงชะลอความเร็วขับขี่ลงและเมื่อขับเข้าใกล้โค้งผู้ขับขี่ได้เพิ่มความเร็วขึ้นอีกครั้ง เนื่องด้วยรัศมีโค้งมีมากพอที่ทำให้ผู้ขับขี่ใช้ความเร็วขับขี่ที่สูงขึ้นได้ ในส่วนของความเร็วออกแบบหากเปรียบเทียบความเร็วขับขี่กับความเร็วออกแบบ พบว่ามีผลต่างของความเร็วมาก ประมาณ 44 – 64 เปอร์เซ็นต์

6.5 สรุปผลการประยุกต์ใช้แบบจำลอง

จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความเร็วขับขี่ เมื่อพิจารณาผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบจำลองความเร็วขับขี่ ตามแบบจำลองในงานวิจัย พบว่าความเร็วขับขี่อยู่ในเกณฑ์ความเร็วที่เข้าใกล้ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการใช้ความเร็วของยานพาหนะโดยส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์สูงถึงแม้จะมีการควบคุมความเร็วด้วยป้ายเตือนการใช้ความเร็วก็ตาม ผลต่างของความเร็วออกแบบกับความเร็วที่ผู้ขับขี่เลือกใช้ที่ยังคงให้ค่าต่างกันมาก และเมื่อเทียบความเร็วขับขี่กับแบบจำลองความเร็วขับขี่ในต่างประเทศ พบว่าแบบจำลองความเร็วขับขี่ในทางโค้ง ที่ได้ศึกษาในทางหลวงหมายเลข 106 และ 107 มีค่าความเร็วขับขี่ต่ำกว่า ความเร็วขับขี่ที่ได้จากแบบจำลองของ Lamm.ประมาณ 0.1 – 13.0 เปอร์เซ็นต์ ทั้งแบบจำลองที่ศึกษาในสหรัฐอเมริกา และแบบจำลองที่ศึกษาในกรีซ และในประเทศอื่นๆแสดงอยู่ในรูปที่ 5.11 ส่วนในช่วงทางตรงความเร็วขับขี่ที่ได้จากงานวิจัยมีค่าความเร็วต่ำกว่าความเร็วขับขี่ที่ได้จากแบบจำลองของ FHWA เช่นเดียวกัน พบว่าความเร็วขับขี่มีค่าต่างกันมากประมาณ 9 – 34 kph. หรือประมาณ 10-39 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปพิจารณาในเกณฑ์ความปลอดภัยให้ผลความสอดคล้องในแนวเส้นทางที่ถูกออกแบบจัดอยู่ในช่วงใช้ไม่ได้เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นยังพบว่าแบบจำลองของ FHWA มีความแปรปรวนมาก เนื่องจากตัวแปรของรัศมีโค้งมีผลกระทบเป็นอย่างมากกับช่วงทางตรงระหว่างโค้ง ส่วนแบบจำลองที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้รัศมีโค้งมีผลกระทบน้อยลงเมื่อความยาวทางตรงเพิ่มขึ้น ผลจากการเปรียบเทียบแบบจำลองความเร็วขับขี่ในช่วงทางโค้งและในช่วงทางตรงที่ได้จากงานวิจัยกับงานศึกษาของ Lamm. และFHWA จึงให้ผลการทำนายต่างกัน