บทที่ 6

ผลที่ได้รับจากการศึกษาและการวิจารณ์ผล

6.1 แบบจำลอง

6.1.1 ข้อดีและข้อเสียของแบบจำลองแบบต่างๆ แยกแยะตามวิธีการบันทึกและประมวลผลข้อมูล แบบจำลองลักษณะพื้นผิวไม่ว่าจะเป็นแบบใดก็ตาม จักต้องประกอบด้วยจุดข้อมูลจำนวนมาก โดยที่จุดข้อมูลแต่ละจุดนั้นต้องทราบค่าพิกัดครบทั้ง 3 มิติ ถึงแม้ว่าหลักการณ์พื้นฐานจะเหมือนกัน แต่วิธีบันทึกและประมวลผลข้อมูลที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถแยกแยะแบบจำลองออกได้เป็น 3 แบบคือ แบบเส้นกริด แบบสุ่ม และแบบเส้นข้อมูล

แบบเส้นกริด(5) ประกอบด้วยเส้นกริดจำนวนมากที่ตัดขวางกันทำให้เกิดเป็นกล่องสี่เหลี่ยมมุมฉากทุกๆมุมของกล่องต้องทราบค่าระดับและมุมใดมุมหนึ่งของพื้นที่ที่พิจารณาต้องทราบค่าพิกัด x, y ของจุดตัดของเส้นกริด ดังนั้นในพื้นที่ของกล่องสี่เหลี่ยมแต่ละกล่อง จึงสามารถทำการ interpiolate ค่าพิกัดทั้ง 3 มิติของแบบจำลองได้ นั่นคือความแม่นยำของแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับความถี่ห่างของเส้นกริดซึ่งสามารถควบคุมได้ง่าย

แบบสุ่ม (5) จุดข้อมูลแต่ละจุดบนแบบจำลองจะมีการกระจายอยู่ทั่วแบบจำลองเป็นแบบสุ่ม (RANDOM POINTS) จุดข้อมูลแต่ละจุดจะมีค่าพิกัดทั้ง 3 มิติอยู่ในตัวของมันเองโดยสมบูรณ์ และไม่มีความเกี่ยวเนื่องซึ่งกันและกันเหมือนแบบเส้นกริด เมื่อต้องการทำการประมวลผล ต้องทำการเชื่อมโยงจุดข้อมูลแต่ละจุดเข้าด้วยกันด้วยเส้นสมมุติ เป็นการสร้างพื้นผิวโครงสามเหลี่ยมขึ้น (triangulation surface) ดังนั้นค่าพิกัดทุกจุดในแต่ละโครงสามเหลี่ยม จึงสามารถทำการ interpolate ค่าพิกัดทั้ง 3 มิติของแบบจำลองได้ นั่นคือความแม่นยำของแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของจุดข้อมูลแบบสุ่มในแบบจำลอง ซึ่งในทางปฏิบัติควบคุมได้ยาก

แบบเส้นข้อมูล(2) เป็นวิธีที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากแบบเส้น-กริดและแบบสุ่ม แบบเส้นกริดมีปัญหาอยู่ที่ทำการแยกแยะลักษณะพื้นผิวที่มีการหักมุมได้ยาก เช่น คลอง ถนนเดิม หรือ สิ่งก่อสร้างใดๆที่ปรากฏบนพื้นผิว เนื่องจากแบบนี้จะมีข้อมูลเฉพาะที่จุดตัดของเส้นกริดเท่านั้น ขณะที่แบบสุ่มมีปัญหาในการปฏิบัติงานเก็บข้อมูลในสนามทำได้ลำบาก เนื่องจากในทางปฏิบัติงานสำรวจในสนามจะทำในลักษณะที่เป็นเส้นเป็นแนว ซึ่งต่างจากตรรก (LOGIC) ที่ใช้ในแบบจำลอง

แบบจำลองที่ใช้หลักการณ์ของเส้นข้อมูล ทำให้ได้แบบจำลองที่สามารถแยกแยะชนิดและประเภทของลักษณะพื้นผิวได้ โดยการกำหนดชื่อของเส้นข้อมูลที่แตกต่างกันไป ขณะเดียวกันการเก็บข้อมูลในสนามก็จะสอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริง เมื่อต้องการทำการประมวลผล ต้องทำการสร้าง triangulation surface ขึ้น แบบเดียวกับแบบสุ่ม ดังนั้นความถูกต้องแม่นยำของแบบจำลอง จะขึ้นอยู่กับความถี่ห่างของเส้นข้อมูล และความหนาแน่นของจุดข้อมูลบนเส้นข้อมูล นั่นคือ แบบจำลองที่ใช้หลักการณ์ของเส้นข้อมูลสามารถแก้ปัญหาที่เป็นจุดอ่อนของแบบจำลองที่ใช้เส้นกริดและแบบสุ่มได้ โดยที่ยังคงรักษาส่วนดีของแบบกริดและแบบสุ่มไว้ได้เช่นกัน

ข้อได้เปรียบของแบบจำลองลักษณะพื้นผิวที่ใช้หลักการณ์ของเส้นข้อมูลอีกประการหนึ่งก็คือในการออกแบบโครงการต่างๆสามารถใช้ logic แบบเดียวกับที่ใช้ในแบบจำลองลักษณะพื้นผิวได้ เนื่องจากโครงการต่างๆที่มนุษย์สร้างขึ้นจะอยู่ในรูปของแนวเส้นด้วยเช่นกัน ประกอบกับสามารถใช้ระบบพิกัดแบบเดียวกันได้ทั้งสองแบบจำลอง ทำให้สามารถหาความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตแบบจำลองทั้งสองได้โดยง่าย

6.1.2 <u>แบบจำลองและเส้นข้อมูลที่ใช้</u> แบบจำลองที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ มีทั้งสิ้น 3 แบบจำลองคือ GROUND, ROAD TEST และ CUBIC ROAD TEST

6.1.2.1 แบบจำลอง GROUND เป็นแบบจำลองลักษณะพื้นผิว ใช้ข้อมูลจากการทำ Location Survey ของกรมทางหลวง บนถนน

สายพัทลุง - ตรัง ช่วงหลักกิโลเมตรที่ 37 + 425 ถึง 38 + 825 วิธีการเก็บข้อมูลใช้วิธีวัดระยะพิกัดฉากจากเส้นศูนย์กลางถนน

แบบจำลอง GROUND ประกอบด้วยเส้นข้อมูลที่อยู่ในลักษณะ Cross - Section ชื่อของเส้นข้อมูลขึ้นต้นด้วยอักษร "L" มีทั้งสิ้น 147 เส้นข้อมูล และเส้นข้อมูลชื่อ PSSA ใช้เป็น station reference อีก 1 เส้น

6.1.2.2 แบบจำลอง ROAD TEST เป็นแบบจำลองของโครงการ โดยทำการออกแบบตามวิธีแบบดั่งเดิม การออกแบบทำตามแบบเพื่อการก่อสร้างของกรมทางหลวง บนถนนสายพัทลุง - ตรัง ช่วงหลักกิโลเมตรที่ 37 + 425 ถึง 38 + 825

แบบจำลอง ROAD TEST ประกอบด้วยเส้นข้อมูลทั้งสิ้น 7 เส้นข้อมูล สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6.1

6.1.2.3 แบบจำลอง CUBIC ROAD TEST เป็นแบบจำลองของโครงการ โดยใช้การออกแบบด้วยวิธีแนวทางกำลังสาม การออกแบบพยายามเลียนแบบแนวทางของแบบจำลอง ROAD TEST

แบบจำลอง CUBIC ROAD TEST ประกอบด้วยเส้นข้อมูลทั้งสิ้น 7 เส้นข้อมูล สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 6.2

6.2 การใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจภาคพื้นดิน

6.2.1 การป้อนข้อมูล โปรแกรมถูกออกแบบมาให้ใช้กับการสำรวจแบบใช้ค่าพิกัด (COORDINATED SURVEY) แต่เนื่องจากตัวโปรแกรมเองมีความยืดหยุ่นสูง ดังนั้นข้อมูล Location Survey ของกรมทางหลวงซึ่งเป็นแบบ chainage & offset เมื่อทำการคัดแปลงเป็นค่าพิกัด x, y จึงสามารถนำมาใช้ได้เช่นกัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

ตารางที่ 6.1 สรุปเส้นข้อมูลที่มีในแบบจำลอง ROAD TEST

(รายละเอียดของเส้นข้อมูล ดูภาคผนวก จ.)

ชื่อของเส้นข้อมูล	ชนิดของเส้นข้อมูล	ลักษณะของการใช้งาน	จำนวนจุดข้อมูล	ตำแหน่งต่ำสุด		ตำแหน่งสูงสุด	
				ตะวันออก (x)	เหนือ (y)	ตะวันออก (x)	เหนือ (y)
M100	หลัก	ศูนย์กลาง	160	5006	4410	6171	5040
CR01	สามมิติ	ขอบทางด้านขวา	164	5000	4407	6170	5038
CL01	สามมิติ	ขอบทางด้านซ้าย	160	5005	4413	6171	5043
VR01	สามมิติ	ผิวทางด้านขวา	164	5007	4405	6170	5034
VL01	สามมิติ	ผิวทางด้านซ้าย	168	5005	4415	6172	5045
IR01	แนวสัมผัส	แนวสัมผัสด้านขวา	160	5007	4402	6170	5031
IL01	แนวสัมผัส	แนวสัมผัสด้านซ้าย	160	5004	4416	6172	5049

ตารางที่ 6.2 สรุปเส้นข้อมูลที่มีในแบบจำลอง CUBIC ROAD TEST

(รายละเอียดของเส้นข้อมูล ดูภาคผนวก ฉ.)

ชื่อของเส้นข้อมูล	ชนิดของเส้นข้อมูล	ลักษณะของการใช้งาน	จำนวนจุดข้อมูล	ตำแหน่งต่ำสุด		ตำแหน่งสูงสุด	
				ตะวันออก (x)	เหนือ (y)	ตะวันออก (x)	เหนือ (y)
MC01	หลัก	ศูนย์กลาง	157	5006	4410	6171	5035
CCR1	สามมิติ	ขอบทางด้านขวา	157	5000	4407	6170	5031
CCL1	สามมิติ	ขอบทางด้านซ้าย	157	5005	4413	6171	5038
VCR1	สามมิติ	ผิวทางด้านขวา	157	5007	4405	6170	5029
VCL1	สามมิติ	ผิวทางด้านซ้าย	157	5005	4415	6172	5040
ICR1	แนวสัมผัส	แนวสัมผัสด้านขวา	157	5007	4402	6170	5027
ICL1	แนวสัมผัส	แนวสัมผัสด้านซ้าย	157	5004	4417	6172	5045

ก. แปลงค่าพิกัดของ P.I. STA. ให้อยู่ในรูปของ x, y coordinates

ข. ทำการสร้างแนวทางนอนตาม Location Survey โดยใช้ Major Option HALGN เพื่อให้ทราบค่าพิกัดของจุดตั้งกล้อง หรือจุดตั้ง Staff ในกรณีที่เป็นแนวโค้ง

ค. นำข้อมูลค่าพิกัดที่ได้จากข้อ ข. Chainage ค่าระดับของศูนย์กลางแนวสำรวจและ staff reading ที่อ่านได้ ณ จุด offset ต่างๆ ป้อนเข้าสู่โปรแกรม SURVEY เพื่อจัดให้ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้อยู่ใน format ที่เหมาะสมตามที่ Major Option SURVEY ต้องการ

วิธีการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมโดยละเอียด ได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ 3.2

6.2.2 <u>เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรม กับข้อมูลการสำรวจของกรมทางหลวง</u> เนื่องจากจำนวนข้อมูลการสำรวจมีเป็นจำนวนมาก ดังนั้นในการเปรียบเทียบจะทำการเลือกสุ่มมา 2 จุด คือ ที่ chainage 37 + 850 ซึ่งเป็นแนวเส้นตรงระหว่างโค้งที่ 1 และ 2 และที่ chainage 38 + 550 ซึ่งอยู่บนโค้งที่ 3 ดังแสดงในตารางที่ 6.3

พิจารณาข้อมูลในตารางที่ 6.3 พบว่า โปรแกรมมิได้มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลค่าระดับแต่อย่างใด โปรแกรมเพียงแต่ทำการแก้ไขข้อมูลที่อยู่ในรูปของ chainage และ offset ให้เปลี่ยนไปอยู่ในรูปของค่าพิกัด x, y เท่านั้น

6.2.3 <u>ปัญหาและข้อเสนอแนะในการใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจ</u> ปัญหาที่เห็นได้อย่างชัดเจนก็คือ วิธีการสำรวจที่ใช้ของกรมทางหลวงไม่สามารถนำมาใช้กับโปรแกรมได้โดยตรง จำเป็นที่จะต้องทำการดัดแปลงแก้ไขข้อมูลบ้างบางประการ การเปลี่ยนวิธีการสำรวจเป็นวิธี coordinate survey จะสอดคล้องกับการใช้โปรแกรมและให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำขึ้นโดยที่ไม่เสียเวลาในการทำงานและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นแต่

ตารางที่ 6.3 เปรียบเทียบข้อมูลการสำรวจของกรมทางหลวงกับผลลัพธ์ของ MOSS

ข้อมูลการสำรวจของกรมทางหลวง			ข้อมูลของ MOSS				
CHAINAGE	OFFSET	LEVEL	STRING	OFFSET	LEVEL	x-COOR	x-COOR
37+850	-30	99.152	LOOU	-30	99.152	5429.657	4983.988
	-25	99.452		-25	99.452	5420.544	4980.075
	-20	99.872		-20	99.872	5417.431	4976.162
	-16	100.292		-16	100.292	5414.941	4973.032
	-12	101.712		-12	101.712	5412.451	4696.901
	-8	103.092		-8	103.092	5409.961	4966.771
	-4	104.412		-4	104.412	5407.471	4963.641
	0	104.772		0	104.772	5404.981	4960.510
	+4	105.192		+4	105.192	5402.491	4957.380
	+8	105.492		+8	105.492	5400.001	4954.249
	+12	106.252		+12	106.252	5397.511	4951.119
	+16	105.872		+16	105.872	5395.021	4947.988
	+20	105.832		+20	105.832	5392.531	4944.858
	+25	105.892		+25	105.892	5389.418	4940.945
	+30	106.002		+30	106.002	5386.306	4937.032
38+550	-30	101.587	LO38	-30	101.587	5929.154	4501.725
	-25	101.947		-25	101.947	5925.784	4498.031
	-20	102.197		-20	102.197	5922.414	4494.338
	-16	102.547		-16	102.547	5919.718	4491.383
	-12	102.887		-12	102.887	5917.021	4488.428
	-8	103.247		-8	103.247	5914.325	4485.474
	-4	103.647		-4	103.647	5911.629	4482.519
	0	104.367		0	104.367	5908.933	4479.564
	+4	105.047		+4	105.047	5906.237	4476.609
	+8	105.837		+8	105.837	5903.541	4473.654
	+10	106.047		+10	106.047	5902.193	4472.177
	+14	105.577		+14	105.577	5899.497	4469.222
	+18	105.497		+18	105.497	5896.801	4466.267
	+22	105.587		+22	105.587	5894.104	4463.312
	+26	105.537		+26	105.537	5891.408	4460.358
	+30	105.677		+30	105.677	5888.712	4457.403

อย่างใด และโดยที่โปรแกรมใช้การตั้งชื่อของเส้นข้อมูลเป็นรหัสที่ประกอบด้วยตัวเลขผสมตัวอักษรไม่เกิน 4 ตัว ดังนั้นหน่วยงานใดที่จะนำโปรแกรมไปใช้จำเป็นที่จะต้องกำหนดรหัสมาตรฐานของหน่วยงานขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้เส้นข้อมูลของโปรแกรม ซึ่งจะเป็นผลทำให้การทำงานสะดวกและไม่สับสน ข้อเสนอและวิธีแก้ไขนี้ ได้รับการสนับสนุนโดย Department of Main Road, Australia (6) ด้วยเช่นกัน

ปัญหาที่สืบเนื่องต่อมาก็คือ หน่วยงานในประเทศที่จะนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ มีความจำเป็นที่จะต้องทำการอบรมพนักงานของหน่วยงานเพื่อให้เข้าใจถึงหลักการของเส้นข้อมูล การทำงานเบื้องต้นของ โปรแกรมการกำหนดรหัสการสำรวจใหม่ และวิธีการบันทึกข้อมูลในสมุดสนาม (FIELD BOOK) ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับโปรแกรม การปรับปรุงนี้ควรจะพัฒนาถึงเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจด้วย ถ้าการสำรวจสามารถใช้ E.D.M. และ total station จะสามารถทำให้การป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมได้โดยตรง ไม่จำเป็นต้องมาทำการสร้าง INPUT file ขึ้นอีก

อย่างไรก็ดีโปรแกรมสามารถทำการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลการสำรวจภายในเวลาอันรวดเร็ว โดยสังเกตจากการทดลองใช้ครั้งนี้ ข้อมูลการสำรวจในช่วงภูเขาที่มีความยาว 1400 เมตร ใช้เวลาในการป้อนข้อมูลจนถึงทำการสร้างแผนที่เส้นชั้นความสูงเพียง 10 ชั่วโมงเท่านั้น และจากการศึกษาการใช้ MOSS ในออสเตรเลีย (6) พบว่า MOSS สามารถลดเวลาในการทำ base plane มากกว่า 90%

6.3 การใช้โปรแกรมช่วยออกแบบแนวเส้นทางหลัก

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถกำหนดแนวทางของถนนได้ มันเป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้ช่วยในการออกแบบของมนุษย์เท่านั้น ดังนั้นในการออกแบบแนวเส้นทางหลัก ไม่ว่าจะเป็นแนวทางแบบดั่งเดิมหรือแนวทางกำลังสามผู้ออกแบบจำเป็นที่จะต้องเขียนแบบร่างขั้นก่อน โดยที่ผู้ออกแบบสามารถนำจุดหรือองค์ประกอบที่ต้องการให้แนวทางผ่านพร้อมคุณสมบัติของจุดหรือองค์ประกอบนั้นมาให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์

6.3.1 <u>แนวเส้นทางหลักแบบดั่งเดิม</u> บนแนวทางนอนใช้ Major Option HALGN ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนามาจาก HORAL (2) ที่ใช้ใน BIPS และ GENESYS บนแนวทางดิ่งแบบสมมาตรใช้ Major Option VERAT และบนแนวทางดิ่งแบบไม่สมมาตรโดยสามารถกำหนดองค์ประกอบของแนวทางใช้ Major Option VALGN ในที่นี้ใช้ HALGN และ VERAT ในการสร้างแนวทางหลักแบบดั่งเดิม แนวทางหลักที่ได้กำหนดให้อยู่ในแบบจำลองชื่อ ROAD TEST และกำหนดชื่อเส้นข้อมูลชื่อ M100 การเปรียบเทียบเส้นข้อมูล M100 กับแนวทางนอนและแนวทางดิ่งของกรมทางหลวง ได้แสดงในตารางที่ 6.4 และ 6.5 ตามลำดับ

พิจารณาข้อมูลในตารางที่ 6.4 และ 6.5 พบว่า M100 มีคุณสมบัติของแนวทางถูกต้องแม่นยำมากทั้งในแนวนอนและแนวดิ่ง ค่าพิกัดที่แตกต่างกันเล็กน้อยระหว่างแนวทางของกรมทางหลวงกับ M100 เป็นผลมาจากการคำนวณแนวทางของกรมทางหลวงมีการปัดเศษทศนิยมแค่ตำแหน่งที่ 3

6.3.2 <u>แนวทางหลักกำลังสาม</u> บนแนวทางนอนใช้ Major Option HCUSP บนแนวทางดิ่งใช้ Major Option VCUSP ในทางทฤษฎีแล้วแนวทางกำลังสามย่อมต้องดีกว่าแบบดั่งเดิมซึ่งต้องใช้โค้งเปลี่ยนแนวช่วย ซึ่งในพื้นที่จำกัดเช่นในเขตเมืองหรือเขตภูเขาแนวทางแบบดั่งเดิมอาจไม่สามารถนำโค้งเปลี่ยนแนวมาใช้ได้เนื่องจากข้อจำกัดทางภูมิประเทศ ในอดีตก่อนที่คอมพิวเตอร์จะมีศักยภาพสูงเพียงพอเช่นในปัจจุบัน แนวทางกำลังสามไม่สามารถนำมาใช้ได้เนื่องจากประกอบด้วยฟังค์ชั่นในการคำนวณมากเกินไป ทำให้การคำนวณค่าพิกัดต่างๆทำได้ลำบากและเสียเวลามาก

รูปแบบโดยทั่วไปของสมการกำลังสามบนแนวทางนอนอยู่ในรูปของ

$$x = a + bt + ct^2 + dt^3 \qquad (ข.5)$$

$$y = A + Bt + Ct^2 + Dt^3 \qquad (ข.6)$$

ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบแนวทางหลักในแนวนอนของกรมทางหลวงกับเส้นข้อมูลหลัก M100 (รายละเอียดของ M100 ดูภาพผนวก จ.)

ตำแหน่ง	แนวทางของกรมทางหลวง	เส้นข้อมูลหลัก M100		
	STATION	STATION	x-COOR.	y-COOR.
เริ่มต้น	37+425.000	37+425.000	5006.243	5001.045
PC.STA.	37+643.000	37+642.997	5221.251	5037.025
PT.STA.	37+780.980	37+780.976	5350.962	5003.479
PC.STA.	38+181.640	38+181.638	5664.523	5763.547
PT.STA.	38+321.460	38+321.453	5763.547	4655.755
PC.STA.	38+519.460	38+519.452	5887.928	4501.700
PT.STA.	38+663.680	38+663.670	6010.548	4432.466
สิ้นสุด	38+825.000	38+824.990	6170.369	4410.526

ตารางที่ 6.5 เปรียบเทียบแนวทางหลักในแนวดิ่งของกรมทางหลวงกับเส้นข้อมูลหลัก M100 (รายละเอียดของ M100 ดูภาคผนวก จ.)

ตำแหน่ง	แนวทางของกรมทางหลวง		เส้นข้อมูลหลัก M100	
	STATION	ค่าระดับ	STATION	ค่าระดับ
เริ่มต้น	37+425.000	109.3330	37+425.0000	109.3330
PVC.STA.	37+475.000	112.5555	37+475.0000	112.5553
VERTEX	37+561.249	115.3349	37+561.2470	115.3345
PVT.&PVC. STA..	37+675.000	110.5000	37+675.0000	110.5000
VERTEX	37+803.729	105.0290	37+803.7305	105.0299
PVT.STA.	37+875.000	106.7060	37+875.0000	106.7059
PVC.STA.	38+100.000	117.2940	38+100.0000	117.2941
VERTEX	38+221.383	120.1501	38+221.3873	120.1503
PVT.STA.	38+300.000	118.9520	38+300.0000	118.9524
PVC.STA.	38+625.000	109.0480	38+625.0000	109.0476
VERTEX	38+682.482	108.1720	38+682.4785	108.1718
PVT.STA & สิ้นสุด	38+825.000	113.5560	38+825.0000	113.5568

เมื่อ

x,y	=	ค่าพิกัดทางแกน x, y ตามลำดับ
t	=	ความยาวของส่วนโค้ง หรือ chainage
a,b,c,d	=	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการที่ ข.5
A,B,C,D	=	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการที่ ข.6

รูปแบบโดยทั่วไปของสมการกำลังสามบนแนวทางคิ่งอยู่ในรูปของ

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 \qquad (ข.13)$$

เมื่อ y = ค่าระดับ

x = chainage

เมื่อพิจารณาจากรูปแบบของสมการ พบว่าในการกำหนดแนวทางเส้นหนึ่ง จำเป็นที่จะต้องมี location point อย่างน้อย 4 จุด ถึงจะแก้สมการได้

วิธีการแก้สมการใช้วิธีของ Carl De Boor(7) หลักการณ์พื้นฐานของการแก้สมการก็คือ จาก location point ทั้งหมดที่กำหนดให้จะสามารถกำหนดขอบเขตพื้นที่ๆพิจารณาเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมมุมฉากได้ ค่าพิกัดทุกๆจุดในพื้นที่ของกล่องจะถูกคำนวณหาอนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง (FIRST DERIVATIVE) ในทุกๆทิศทาง ค่าอนุพันธ์ทั้งหมดนี้จะถูกบีบให้เล็กลงเป็น tridiagonal matrix โดยใช้ Gauss elimination matrix ชุดแรกจะถูกคำนวณหาอนุพันธ์อันดับที่สอง (SECOND DERIVATIVE) เพื่อหาอัตราการเปลี่ยนของความลาดชันอีกครั้ง matrix ชุดที่สองจะถูกทำการหาแนวทางที่มีค่าอนุพันธ์อันดับที่สองที่ต่ำที่สุดที่ผ่าน location point ด้วย ดังนั้นแนวทางในครั้งนี้จะเป็นแนวทางที่มีการเปลี่ยนแปลงของความลาดชันที่ต่ำที่สุด MOSS จะทำการตรวจสอบแนวทางนี้อีกครั้งหนึ่งโดยใช้ chord to arc tolerance เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบ (ดูหัวข้อ 2.2.3.1) ถ้าระยะจาก chord ถึง arc เกินค่าที่กำหนด มันจะย้อนกลับไปทำการประมวลผล matrix ชุดที่สองใหม่เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมต่อไป

เมื่อพิจารณาถึงหลักเกณฑ์พื้นฐานในการแก้สมการนี้ พบว่านอกจาก location point จะเป็นจุดที่ใช้ควบคุมแนวทางแล้ว พารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในการกำหนดความละเอียดของการคำนวณได้แก่ ค่าที่กำหนดให้สำหรับระยะห่างของแต่ละจุดในพื้นที่ที่พิจารณา MOSS Consortium (8) แนะนำว่าค่าที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการคำนวณคือ 0.10 เมตร

6.3.3 <u>เปรียบเทียบแนวทางหลักแบบดั่งเดิมและแบบแนวทางกำลังสาม</u> บนแนวทางนอนการใช้แนวทางกำลังสามจำเป็นต้องขยายความยาวโค้งให้มากกว่าแนวทางแบบดั่งเดิม ดังแสดงในตารางที่ 6.6 เพื่อให้ได้แนวทางที่สม่ำเสมอและมีค่ารัศมีต่ำสุดตามเกณฑ์มาตรฐาน แม้ว่าแนวทางกำลังสามจำเป็นต้องขยายความยาวโค้ง แต่เมื่อพิจารณารูปที่ 6.1 รูปบนซึ่งเป็นการพล๊อตเส้นข้อมูลหลักในแนวนอนของแนวทางแบบดั่งเดิมซ้อนกับแนวทางกำลังสาม โดยเส้นที่มีเส้นขีดขวางสั้นๆเป็นเส้นข้อมูลหลัก MC01 ของแนวทางกำลังสาม พบว่ามีความคล้ายคลึงกันมาก แต่แนวทางกำลังสามย่อมดีกว่าแน่นอนเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงค่ารัศมีทีละน้อย

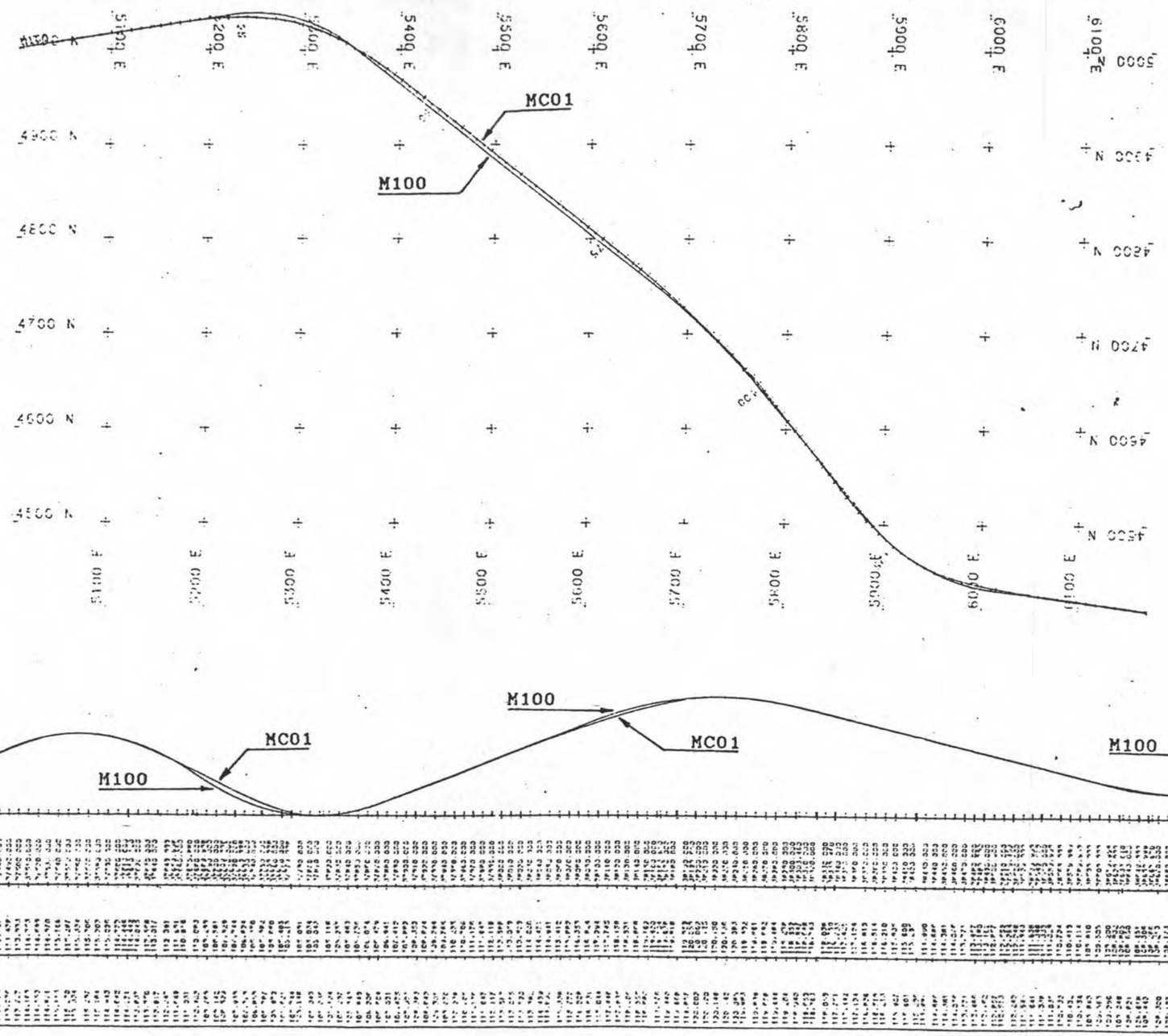
บนแนวทางดิ่ง ทำการสร้างแนวทางกำลังสามโดยใช้จุด vertexe และกึ่งกลางช่วงของ tangent ของแนวทางดิ่งแบบดั่งเดิมเป็น location point โดยกำหนด location points เป็นแบบจุดยึดแน่น ดังนั้นแนวทางดิ่งกำลังสามที่ได้จะไม่ปรากฏแนวเส้นตรงเลย แต่เมื่อพิจารณารูปที่ 6.1 รูปล่างซึ่งเป็นการพล๊อตเส้นข้อมูลหลักในแนวดิ่งของแนวทางแบบดั่งเดิมซ้อนกับแนวทางกำลังสาม พบว่าแทบจะไม่มีความแตกต่างเลย

เมื่อเปรียบเทียบทั้งบนแนวทางนอนและแนวทางดิ่ง พบว่าแนวทางกำลังสามสามารถนำมาใช้แทนแนวทางแบบดั่งเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ที่มีข้อบังคับทางด้านลักษณะภูมิประเทศ เช่น ในเขตภูเขาหรือเขตเมือง จะทำให้ได้แนวทางที่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของยวดยานเป็นอย่างดี

6.3.4 <u>ปัญหาและข้อเสนอแนะในการใช้โปรแกรมช่วยออกแบบแนวทางหลัก</u> ตัวโปรแกรมเองมีขีดความสามารถเพียงพอในการคำนวณและ

ตารางที่ 6.6 เปรียบเทียบแนวทางหลักในแนวนอนของแนวทางแบบดั่งเดิม กับแนวแทางกำลังสาม

ตำแหน่ง	เส้นข้อมูลหลัก M100			เส้นข้อมูลหลัก MC01		
	STATION	x-COOR.	y-COOR.	STATION	x-COOR.	y-COOR.
เริ่มต้น	37+425.000	5006.243	5001.045	37+425.000	5006.243	5001.045
PC.STA.	37+642.997	5221.251	5037.025	37+560.000	5139.392	5023.326
PT.STA.	37+780.976	5350.962	5003.479	37+869.136	5424.888	4950.546
PC.STA.	38+181.638	5664.523	5768.547	38+056.021	5571.145	4834.207
PT.STA.	38+321.453	5763.547	4655.755	38+392.373	5809.962	4599.202
PC.STA.	38+519.452	5887.928	4501.700	38+436.134	5836.247	4564.214
PT.STA.	38+663.670	6010.548	4432.466	38+752.546	6091.112	4421.406
สิ้นสุด	38+824.990	6170.369	4410.526	38+822.546	6170.369	4420.526



รูปที่ 6.1 เส้นข้อมูลหลักของแนวทางแบบดั่งเดิมซ้อนกับแนวทางกำลังสาม

วิเคราะห์แนวเส้นทาง รวมทั้งรูปแบบในการป้อนข้อมูลที่สะดวกแก่ผู้ใช้มาก เนื่องจากการป้อนข้อมูลใช้ free format การรายงานผลที่ได้ก็มีความละเอียดและเข้าใจได้ง่าย (ผลลัพธ์ของเส้นข้อมูล M100 และ MC01 อยู่ในภาคผนวก จ. และ ฉ. ตามลำดับ) ในส่วนของผู้ใช้โปรแกรม ตามปกติแล้ววิศวกรจะเป็นผู้ทำการออกแบบแนวทางของโครงการ ดังนั้นถ้าทำการอบรมการใช้โปรแกรมก็ไม่ควรจะใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง จากการทดลองใช้ MOSS ในออสเตรเลีย(6) การอบรมกลุ่มวิศวกรให้เข้าใจการใช้คอมพิวเตอร์และการใช้ MOSS ใช้เวลาเพียง 4 วัน แต่อย่างไรก็ดีเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ขณะที่ประเทศที่เจริญแล้ว เช่น อังกฤษฝรั่งเศส และเชคโกสโลวาเกีย เริ่มมีการใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบจำลองลักษณะพื้นผิวภูมิประเทศ ในปี พ.ศ. 2510, 2511 และ 2512 ตามลำดับ (5) มหาวิทยาลัยในประเทศไทยซึ่งเป็นแหล่งผลิตวิศวกรที่สำคัญที่สุดในประเทศ เริ่มมีเครื่องคอมพิวเตอร์ให้นิสิต-นักศึกษาใช้อย่างทั่วถึงโดยเป็นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เป็นส่วนใหญ่เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2523 ดังนั้นระดับการรับรู้และความเข้าใจในการใช้คอมพิวเตอร์อาจแตกต่างกันไป

อย่างไรก็ดีการใช้แนวทางกำลังสามยังเป็นเทคนิคใหม่ในการออกแบบแนวทาง แม้แต่ AASHTO(9) เองก็ยังไม่มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานสำหรับแนวทางแบบนี้ ข้อควรพิจารณาที่ต้องศึกษาต่อไปในเรื่องแนวทางกำลังสาม ควรเน้นศึกษาทางด้านระยะมองเห็น (SIGHT DISTANCE) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์กำหนดสำหรับการออกแบบแนวทางกำลังสามต่อไปในอนาคต

เมื่อพิจารณาถึงเวลาที่ใช้ในการทำงาน จากการทดลองครั้งนี้พบว่า การสร้างแนวทางหลักทั้งแบบดั้งเดิมและแบบแนวทางกำลังสามใช้เวลาเพียงแบบละ 1 วันเท่านั้น และจากการทดลองใช้ MOSS ในออสเตรเลีย(6) พบว่าสามารถประหยัดเวลาที่ใช้ในการคำนวณเพื่อการออกแบบได้ประมาณ 50% โดยที่เวลาที่ใช้จะแปรผันตามความยากง่ายของโครงการ ในกรณีที่ทำการออกแบบซ้ำหรือแก้ไข เช่น การตีเส้น grade ใหม่ สามารถประหยัดเวลาได้มากกว่า 75%

6.4 การใช้โปรแกรมช่วยออกแบบองค์ประกอบทางเรขาคณิตและแนวสัมผัสพื้นดินเดิม

การสร้างเส้นข้อมูลขององค์ประกอบทางเรขาคณิตและแนวสัมผัสพื้นดินเดิม สามารถสร้างได้โดยทำการ offset ระยะทางแนวนอน และ/หรือ แนวดิ่งออกมาจากเส้นข้อมูลหลัก โปรแกรมมีความสามารถในการสร้างขยาย หรือแก้ไของค์ประกอบทางเรขาคณิตถึง 20 วิธี (ดูภาคผนวก ค.1.1) โดยการเรียกใช้ Minor Option ต่างๆกัน การสร้างเส้นข้อมูลแนวสัมผัสพื้นดินเดิม โปรแกรมสามารถทำได้ทั้งแบบธรรมดาและแบบซับซ้อนโดยสามารถใช้ berm ประกอบได้ถึง 10 ชั้น

6.4.1 องค์ประกอบทางเรขาคณิตของแนวทางแบบดั่งเดิม ใช้ Major Option DESIGN โดยเรียก Minor Option ทั้งสิ้น 4 ตัวคือ 100 101 131 และ 130 สามารถสร้างเส้นขอบทางและเส้นคันทางได้สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานของกรมทางหลวงได้เป็นอย่างดี เส้นขอบทางขวาและซ้ายชื่อ CR01 และ CL01 ตามลำดับ และเส้นคันทางขวาและซ้ายชื่อ VR01 และ VL01 ตามลำดับ โดยที่รายละเอียดของเส้นข้อมูลอยู่ในภาคผนวก จ.

6.4.2 องค์ประกอบทางเรขาคณิตของแนวทางกำลังสาม ใช้ Major Option DESIGN โดยเรียก Minor Option ทั้งสิ้น 5 ตัว คือ 102 102 133 131 และ 134 สามารถสร้างเส้นขอบทางและเส้นคันทางได้สอดคล้องกับแนวทางกำลังสามได้เป็นอย่างดี เส้นขอบทางทางขวาและซ้ายชื่อ CCR1 และ CCL1 ตามลำดับ และเส้นคันทางทางขวาและซ้ายชื่อ VCR1 และ VCL1 ตามลำดับ โดยที่รายละเอียดของเส้นข้อมูลอยู่ในภาคผนวก ฉ.

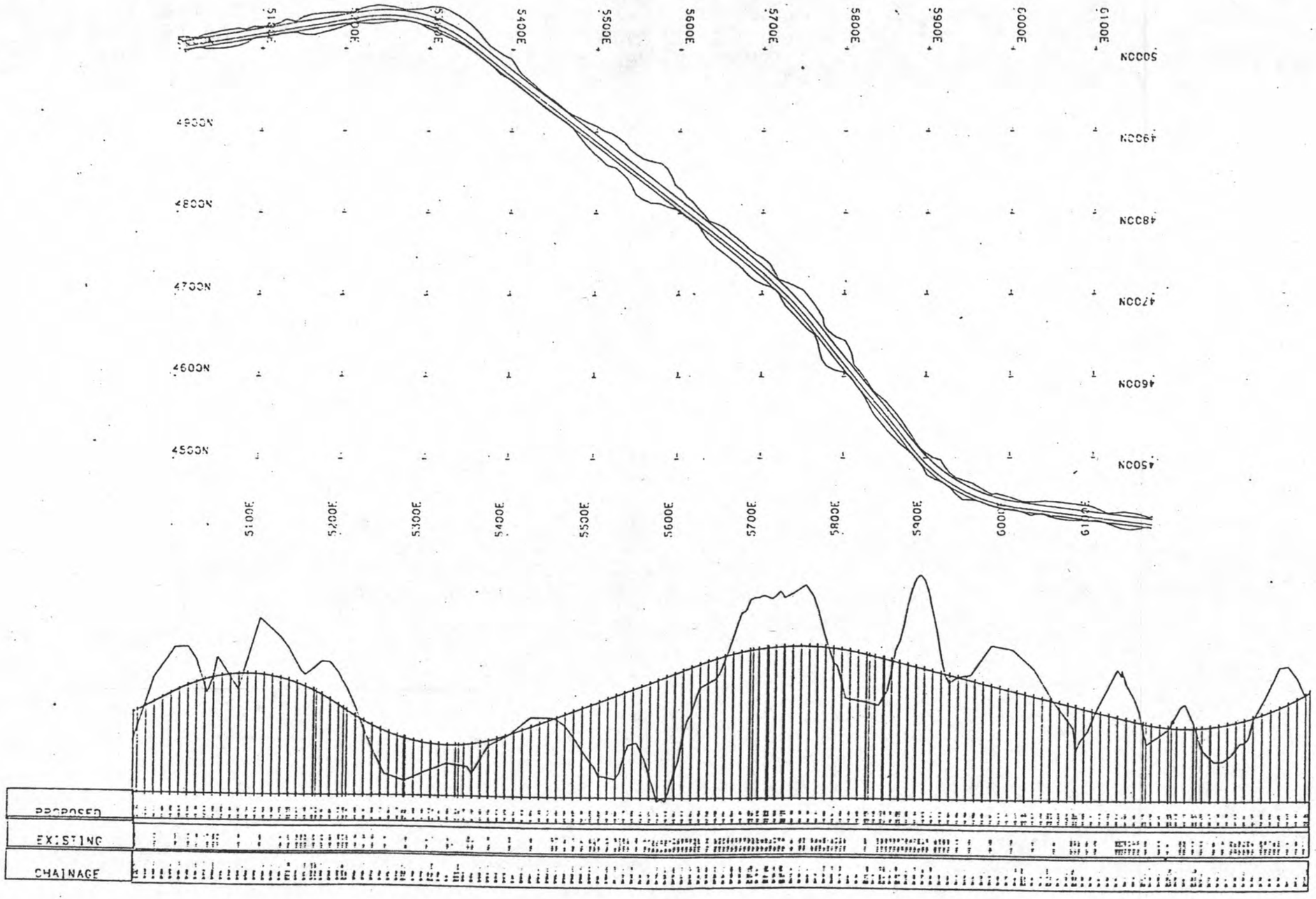
6.4.3 การคำนวณแนวสัมผัสพื้นดินเดิมในแนวทางแบบดั่งเดิมและแบบแนวทางกำลังสาม เนื่องจากแนวทางผ่านเขตภูเขา ดังนั้นจึงมีความสูงของงานตัดหรืองานถมมาก ดังนั้นในงานตัดจึงต้องมีการใช้ berm ประกอบ

ด้วย ในแนวทางแบบดั่งเดิมและแบบกำลังสามใช้ Major และ Minor Option เหมือนกันคือ Major Option INTERFAC และ Minor Option 017 250 251 252 และ 253 บนแนวทางแบบดั่งเดิม เส้นข้อมูลแนวสัมผัสทางขวาและซ้ายชื่อ IRO1 และ ILO1 บนแนวทางกำลังสามเส้นข้อมูลแนวสัมผัสทางขวาและซ้ายชื่อ ICR1 และ ICL1 โดยที่รายละเอียดของเส้นข้อมูลบนแนวทางแบบดั่งเดิมและแบบกำลังสามอยู่ในภาคผนวก จ. และ ฉ. ตามลำดับ

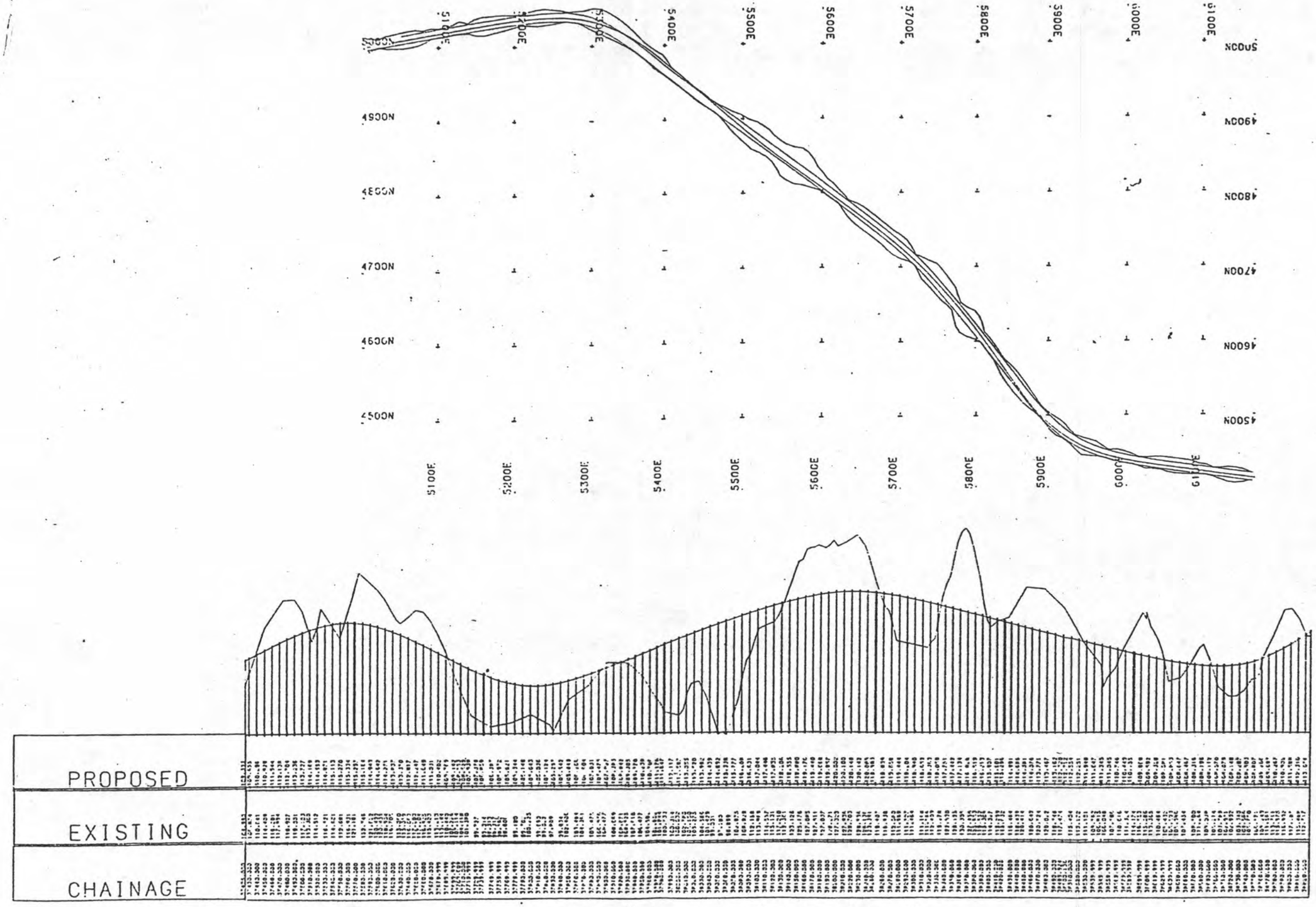
รูปที่ 6.2 และ 6.3 แสดงแบบของโครงการของแนวทางแบบดั่งเดิมและแบบกำลังสามตามลำดับ

6.5 เปรียบเทียบโปรแกรม MOSS กับโปรแกรมอื่นที่ใช้ในงานวิศวกรรมการทาง

โปรแกรมที่นำมาเปรียบเทียบกับ MOSS ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เลือกใช้โปรแกรมที่ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศแถบยุโรปตะวันออก ได้แก่โปรแกรม BIPS (British Integreated Program System) (10)และโปรแกรม GENESYS(10) โดยที่ BIPS ถูกสร้างขึ้นโดยความร่วมมือจากองค์กรของรัฐบาลอังกฤษ 2 องค์กรคือ "County Surveyor Society" และ "Highway Engineering Computer Branch of the Department of Transport" ในปี พ.ศ. 2510 องค์กรทั้งสองนี้ได้สร้าง BIPS1 ขึ้น ในปีต่อมาได้พัฒนาเป็น BIPS 2 และในปี พ.ศ. 2518 ได้พัฒนามาเป็น BIPS 3 จนถึงปัจจุบัน GENESYS ถูกสร้างขึ้นโดยบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาชื่อบริษัท Genesys จำกัด ในปี พ .ศ. 2518 ในขณะที่ MOSS(2) ถูกสร้างขึ้นโดยความร่วมมือจากองค์กรของรัฐบาลอังกฤษ 3 องค์กรคือ "County Councils of Durham, Northampton and West Sussex" องค์กรทั้ง 3 นี้ได้ร่วมกันจัดตั้งองค์การกลางขึ้นเพื่อพัฒนาและจัดจำหน่ายโปรแกรม MOSS ภายใต้ชื่อ "MOSS Consortium" โดยออกเวอร์ชั่น 1 ในปี พ.ศ. 2518 และได้พัฒนาถึงเวอร์ชั่น 6 ในปี พ.ศ. 2526 จนถึงปัจจุบัน



รูปที่ 6.2 แนวทางแบบดิ่งเดิมเสร็จสมบูรณ์



รูปที่ 6.3 แนวทางกำลังสามเสร็จสมบูรณ์

6.5.1 <u>การป้อนและบันทึกข้อมูล</u> MOSS (2,8) ทำการป้อนข้อมูลโดยการสร้าง INPUT file ขึ้น การพิมพ์ข้อมูลหรือคำสั่งลงใน INPUT file สามารถทำได้สะดวกมากเนื่องจาก MOSS ใช้ free format ทั้งหมด ข้อความใน INPUT file จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมให้โปรแกรมทำงานต่อไป ผลลัพธ์ของแนวทางที่ได้จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์โดยตรงภายใต้ชื่อของแบบจำลองที่กำหนด เมื่อต้องการเรียกใช้คอมพิวเตอร์จึงสามารถคิงข้อมูลเหล่านี้ออกมาได้โดยตรงไม่ต้องผ่าน file อีก ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาการทำงานของ CPU นอกจากนี้ MOSS ยังสามารถสร้างคำสั่งให้อยู่ในรูปของ MACRO ได้อีกด้วย ทำให้การป้อนคำสั่งต่างๆสะดวกและรวดเร็วขึ้นมาก ข้อได้ปรียบอย่างมากของ MOSS ก็คือการที่มันเป็นโปรแกรมเดี่ยว ดังนั้นมันจึงสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องไม่มีการสดุดของแต่ละขั้นตอน เช่น มันสามารถคำนวณแนวทางพร้อมกับสร้างภาพของแนวทางได้โดยทันทีภายใต้ INPUT file เพียง file เดียว ข้อเสียของการเป็นโปรแกรมเดี่ยวก็คือตัวโปรแกรมเองกินหน่วยความจำมาก ทำให้ในปัจจุบันยังไม่สามารถนำ MOSS มาใช้ในเครื่องมือไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีราคาถูกได้

GENESYS (11,12) ประกอบขึ้นด้วยกลุ่มของโปรแกรมหลายโปรแกรม การป้อนข้อมูลทำโดยป้อนผ่านโปรแกรม GENTRAN ซึ่งจะทำการแปลงข้อมูลหรือคำสั่งให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมให้โปรแกรมทำงานต่อไป คำสั่งใน GENTRAN มีลักษณะคล้ายกับภาษา COBOL ซึ่งสามารถสื่อความหมายให้ผู้ใช้ใช้งานได้สะดวก เช่น คำสั่ง VOLPRINT "road" FROM C_1 TO C_2 มีความหมายดังนี้

VOLPRINT	หมายถึง	ให้พิมพ์ปริมาณงานเดิม
"road"	หมายถึง	ชื่อของถนน
C_1, C_2	หมายถึง	ช่วงของ chainage ที่ต้องการ
FROM, TO	หมายถึง	เริ่มต้นที่ใด สิ้นสุดที่ใด

ผลลัพธ์ของ GENESYS ถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำเช่นเดียวกับ MOSS แต่เนื่องจากมันประกอบขึ้นด้วยกลุ่มของโปรแกรมหลายโปรแกรม ดังนั้นจึง

สามารถเรียกใช้งานได้ทีละอย่างเท่านั้น ไม่สามารถทำงานอย่างต่อเนื่อง เหมือน MOSS ข้อได้เปรียบของ GENESYS คือ มันถูกสร้างให้เป็น software ที่สามารถใช้ได้กับไมโครคอมพิวเตอร์ แต่อย่างไรก็ดี เนื่องจากงานวิศวกรรมการทางต้องประกอบด้วยข้อมูลของค่าพิกัดจำนวนมหาศาล ดังนั้น การที่จะให้มันทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพควรใช้ HARD DISC ขนาดอย่างน้อย 10 MB ประกอบด้วย

BIPS (11,13,14) ประกอบด้วยกลุ่มของโปรแกรมหลายโปรแกรมที่ทำงานโดยอิสสระไม่ขึ้นต่อกัน ข้อมูลจะถูกส่งผ่านระหว่างโปรแกรมโดยจะถูกบันทึกลง file ในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อให้โปรแกรมสามารถดึงไปใช้ได้ ดังนั้นการใช้ BIPS จึงสิ้นเปลืองพื้นที่ของหน่วยความจำและเวลาการทำงานของ CPU มากกว่า MOSS และ GENESYS ข้อดีของการใช้ data transfer แบบนี้คือ ผู้ใช้สามารถทำการแก้ไขแฟ้มข้อมูลนั้นๆได้โดยทันทีก่อนที่จะทำการคำนวณขั้นต่อไป

เมื่อพิจารณาถึงการป้อนและบันทึกข้อมูล MOSS และ GENESYS มีข้อได้เปรียบเสียเปรียบใกล้เคียงกัน ขณะที่ BIPS ทำงานได้ช้าและระบบไม่ยืดหยุ่นพอ MOSS ได้เปรียบตรงที่เป็นโปรแกรมเดี่ยวที่ทำงานได้อย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ขณะที่ GENESYS ได้เปรียบตรงที่สามารถใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ได้

6.5.2 <u>การสร้างและประมวลผลแบบจำลองลักษณะพื้นผิว</u> MOSS (2,8) ใช้หลักการณ์ของเส้นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองลักษณะพื้นผิว ดังนั้นมันจึงสามารถใช้ข้อมูลการสำรวจแบบ chainage & offset ที่ใช้กันโดยปกติในประเทศ มาสร้างแบบจำลองได้ นอกจากนี้ MOSS ยังมี Major Option DIGIT เพื่อใช้ร่วมกับ digitizer และ/หรือเครื่อง stereo - plotting เพื่อใช้ป้อนข้อมูลการสำรวจทางอากาศอีกด้วย ในกรณีที่ข้อมูลอยู่ในรูปของ random point MOSS ยังมี Major Option GENIO ในการป้อนข้อมูลแบบ random อีกด้วย พบว่า MOSS สามารถสร้างแบบจำลองลักษณะพื้นผิวได้ 3 แบบ คือ แบบกริด แบบสุ่ม และแบบเส้นข้อมูลดังได้กล่าวแล้วในหัวข้อ 6.1.1

BIPS (11,13,14) ใช้หลักการณ์ของเส้นกริดในการสร้างแบบจำลอง ลักษณะของแบบจำลองแบบเส้นกริด ได้กล่าวแล้วในหัวข้อ 6.1.1

GENESYS (11,12) สามารถสร้างแบบจำลองได้สองลักษณะ แบบแรกจะเป็นแบบใช้เส้นกริดเหมือน BIPS แบบที่สองเป็นแบบสุ่ม โดยจะเลือกใช้แบบใดก็ได้แล้วแต่ความประสงค์ของผู้ใช้

6.5.3 <u>การสร้างแนวทางหลัก</u> ในการสร้างแนวทางหลักแบบดั่งเดิม MOSS BIPS และ GENESYS ใช้หลักการณ์เดียวกันในการคำนวณแนวทางหลัก คือกำหนดให้แนวทางประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีอัตราความอิสสระแตกต่างกันคือ ยิดแน่น ลอยตัว และอิสสระ ข้อได้เปรียบของ MOSS คือการป้อนข้อมูลใช้ free format ทั้งหมดซึ่งสะดวกแก่ผู้ใช้มาก สำหรับข้อได้เปรียบของ GENESYS คือ เมื่อปรากฏว่าองค์ประกอบใดไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ มันจะทำการคำนวณองค์ประกอบที่เหลือโดยแยกแนวทางออกเป็นส่วนๆตามเท่าที่สามารถกระทำได้ ขณะที่ MOSS และ BIPS จะหยุดการวิเคราะห์แนวทางโดยทันที

MOSS มีข้อได้เปรียบอย่างมาก คือมันสามารถทำแนวทางกำลังสามได้ (CUBIC SPLINE ALIGNMENT) ทำให้แนวทางที่ได้มีความราบรื่นตลอดแนวทางทั้งอัตราความโค้ง bearing และความชันเป็นผลให้การออกแบบในเขตพื้นที่ที่มีข้อบังคับทางภูมิประเทศสูง เช่น ในเขตเมืองหรือภูเขาทำได้สะดวก

6.5.4 <u>การสร้างองค์ประกอบทางเรขาคณิตและแนวสัมผัสพื้นดินเดิม</u> BIPS และ GENESYS สร้างองค์ประกอบทางเรขาคณิตของถนน โดยใช้วิธีพิจารณาตามรูปตัดขวาง แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกทำการยกโค้งขอบถนน ขั้นที่สองทำการพิจารณารูปตัดขวางในรายละเอียด เช่น ditch linning การที่โปรแกรมทั้งสองใช้วิธีพิจารณาตามรูปตัดขวาง ทำให้การสร้างรูปตัดขวางที่สลับซับซ้อนทำได้ยากทั้ง BIPS และ GENESYS ไม่สามารถสร้าง berm และ batter slope ที่แปรเปลี่ยนตามความลึกหรือความสูงของงานตัดหรือถมได้ รวมทั้ง batter slope ที่แปรเปลี่ยนตามคุณสมบัติ

ของชั้นดินด้วย

MOSS สร้างองค์ประกอบทางเรขาคณิตโดยใช้หลักการณ์ของเส้นข้อมูล เส้นข้อมูลที่สร้างขึ้นใหม่นี้อ้างอิงความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตกับเส้นข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้ว ดังนั้นการออกแบบองค์ประกอบทางเรขาคณิตของถนนสามารถทำได้โดยอิสสระและมีความยืดหยุ่นสูงกว่า BIPS และ GENESYS มาก

6.6 ความเหมาะสมของโปรแกรมในการนำมาใช้ในประเทศไทย

การที่จะพิจารณาถึงความเหมาะสมของโปรแกรมที่จะนำมาใช้ (14,15,16) ควรพิจารณาตามเกณฑ์กำหนด 5 ข้อคือ

ก. โปรแกรมสามารถทำงานได้ตามขั้นตอนและเกณฑ์มาตรฐานของหน่วยงานนั้นๆหรือไม่

ข. ความยากง่ายในการใช้โปรแกรม

ค. โปรแกรมสามารถทำโครงการในปัจจุบันที่หน่วยงานทำอยู่ได้หรือไม่

ง. ความสามารถในการเชื่อมต่อกับโปรแกรมอื่น

จ. โปรแกรมสามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ชนิดใด

6.6.1 โปรแกรมสามารถทำงานได้ตามขั้นตอนและเกณฑ์มาตรฐานของหน่วยงานนั้นๆหรือไม่ MOSS มีขั้นตอนในการออกแบบลักษณะเดียวกับการออกแบบโดยปกติ ดังนั้นในเรื่องของขั้นตอนการออกแบบจึงไม่เป็นปัญหาแต่อย่างใด เมื่อพิจารณาถึงเกณฑ์มาตรฐานที่หน่วยงานนั้นๆใช้ ตัวของ MOSS เองมีความยืดหยุ่นสูงมากในเรื่องเกณฑ์มาตรฐาน ไม่ว่าจะเป็นหน่วยที่ใช้ ค่าที่ยอมให้ พารามิเตอร์ในการคำนวณ วิธีในการป้อนข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจ การออกแบบแนวทางหลัก การออกแบบองค์ประกอบทางเรขาคณิต และการคำนวณแนวเส้นสัมผัสพื้นดินเดิม จากคุณสมบัติดังกล่าวพบว่า MOSS มีประสิทธิภาพและยืดหยุ่นสูงพอที่จะใช้ได้กับทุกหน่วยงานในประเทศ

6.6.2 <u>ความยากง่ายในการใช้โปรแกรม</u> การป้อนข้อมูลของ MOSS ใช้ free format ทั้งหมด ดังนั้นการป้อนข้อมูล จึงสะดวกสบายต่อผู้ใช้มาก ผลลัพธ์จะถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบที่อ่านได้ง่ายและสะดวกรวมทั้งยังมีการเตือนให้ทราบถึงการแก้ไขพารามิเตอร์ต่างๆ การรายงานความผิดพลาดที่เกิดจากการใช้มีการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน ทำให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงจุดและง่ายดายจากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า MOSS มีการโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.6.3 <u>โปรแกรมสามารถทำโครงการในปัจจุบันที่หน่วยงานทำอยู่ได้หรือไม่</u> การทดลองใช้ในครั้งนี้ใช้ข้อมูลการสำรวจจากสมุดบันทึกสนาม (FIELD BOOK) ของกรมทางหลวงโดยตรง และเนื่องจาก โปรแกรมทำงานโดยใช้ค่าพิกัด x,y,z ดังนั้นข้อมูลจากสมุดบันทึกสนามซึ่งอยู่ในรูปของ chainage & offset จำเป็นที่จะต้องแปลงข้อมูลของจุดควบคุมบางจุดให้อยู่ในรูปของค่าพิกัด x,y,z ก่อนที่จะป้อนเข้าสู่โปรแกรมแต่ปัญหานี้ก็ไม่ใช่ปัญหาสำคัญแต่อย่างใด ในด้านของแนวทางของถนน แนวทางแบบดั่งเดิมที่ทำก็ทำการสร้างตามแนวทางจริงของกรมทางหลวงด้วยเช่นกัน ซึ่งก็ไม่มีปัญหาแต่อย่างใด แสดงว่าโปรแกรมสามารถทำโครงการของกรมทางหลวงได้

เนื่องจากกรมทางหลวงเป็นหน่วยงานของรัฐที่รับผิดชอบในงานวิศวกรรมการทางของประเทศที่ใหญ่ที่สุด ดังนั้นถ้าโปรแกรมสามารถทำโครงการของกรมทางหลวงได้ หน่วยงานที่ทำงานทางวิศวกรรมการทางอื่นๆก็สมควรที่จะใช้ ได้เช่นกัน

6.6.4 <u>ความสามารถในการเชื่อมต่อกับโปรแกรมอื่น</u> ผลลัพธ์ของ MOSS สามารถจัดให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับส่งผ่านข้อมูลไปสู่โปรแกรมอื่น โดยใช้ Major Option GENIO (8) แบบจำลองลักษณะพื้นผิวและแนวทางที่สร้างขึ้นโดย MOSS สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้กับโปรแกรม HOPS, NOAH (11,17,18) HOPS เป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างและ/หรือคำนวณหาแนวทางดิ่งที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดแต่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด (OPTIMIZATION) ขณะที่ NOAH เป็นโปรแกรมเดี่ยวใช้ในการ

คำนวณหาแนวทางทั้งแนวนอนและแนวดิ่งที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดแต่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด ข้อมูลจาก MOSS ยังสามารถนำไปใช้ได้กับโปรแกรม COSMOS(1) เพื่อนำไปออกแบบงานระบายน้ำได้

พบว่าโดยใช้ Major Option GENIO MOSS สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรมใดๆก็ได้ที่ต้องการข้อมูลในลักษณะของค่าพิกัด 3 มิติ (x,y,z)

6.6.5 <u>โปรแกรมสามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ชนิดใด</u> โดยปกติบริษัทผู้ผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์จะไม่สร้างโปรแกรมเพื่อใช้งานทางวิศวกรรมการทางโดยเฉพาะ เนื่องจากตลาดของโปรแกรมเฉพาะงานแบบนี้มีน้อย ดังนั้นผู้ออกแบบโปรแกรมจักต้องสร้างโปรแกรมให้สามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์หลายยี่ห้อ MOSS(2) สามารถใช้ได้กับเครื่องขนาดมินิคอมพิวเตอร์เท่านั้น โดยสามารถใช้ได้กับเครื่องของบริษัท IBM, UNIVAC, CDC และ PRIME

ปัญหาทางด้าน Hardware เป็นปัญหาใหญ่ที่หน่วยงานที่ต้องการใช้คอมพิวเตอร์ต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและติดตั้งอุปกรณ์เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้จะมีมูลค่ามากกว่า 10 ล้านบาทขึ้นไป(3) ประกอบกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มีอัตราสูงมาก ดังนั้นการตัดสินใจที่จะจัดซื้อและติดตั้งคอมพิวเตอร์ชนิดใดต้องพิจารณาถึงความสามารถของบุคคลากร การซ่อมบำรุง การดัดแปลงและขยายระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะเริ่มต้นของการใช้ระบบใหม่ ต้องมีการผิดพลาดเผลอเรอบ้างไม่มากก็น้อยกว่าบุคคลากรของหน่วยงานจะสามารถใช้ระบบที่ได้รับใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ

พิจารณารายงานการศึกษาของกรมทางหลวง(19) กรมทางหลวงได้เสนอโครงการติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์วิศวกรรมศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ในระยะที่ 1 และ 2 ทำการติดตั้งระบบโดยเชื่อมต่อกับศูนย์คอมพิวเตอร์วิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งโครงการในระยะที่ 1 และ 2 นี้จะกินเวลาประมาณ 3 ปี เมื่อพัน

ระยะที่ 2 แล้วจึงจะขยายเป็นศูนย์ประมวลผลงานวิศวกรรมศาสตร์แยกออกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การแบ่งโครงการออกเป็น 3 ระยะดังกล่าว ทำให้กรมทางหลวงสามารถประหยัดงบประมาณในการจัดตั้งระบบในระยะแรกได้พร้อมกับเป็นการสร้างบุคคลากรที่สามารถใช้ระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อจะเข้าสู่ระยะที่ 3 กรมทางหลวงจะมีบุคคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบได้เป็นอย่างดี และพร้อมที่จะทำการจัดซื้อหน่วยประมวลผลที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด ณ ช่วงเวลาดังกล่าว