บทที่ 4

ค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทางหลวง

4.1 คำนำ

ค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทางหลวงเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้รถบนถนน แม้ว่าค่าใช้จ่ายนั้นผู้ใช้ถนนจะไม่ได้ทำให้เกิดขึ้นโดยตรงก็ตาม ค่าใช้จ่ายผู้ใช้ถนนนั้นส่วนใหญ่แล้วจะเน้นหัวข้อหลัก ๆ ที่ชัดเจน ๓ ข้อเท่านั้น คือ

1. ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Cost หรือ VOC)
2. มูลค่าเวลา (User Time Value หรือ Travel Time Value)
3. ค่าใช้จ่ายเนื่องจากอุบัติเหตุ (Accident Cost) (10)

ส่วนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นแก่ผู้อยู่อาศัยริมทางหลวงจะไม่นำมาพิจารณาในที่นี้ คือ เสียง ฝุ่น แต่สำหรับประเทศที่พัฒนาแล้วจะนำมาคิดด้วยเสมอ

การคำนวณหาค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนนล้วนเป็นการคำนวณการสูญเสียของทรัพยากรที่ถูกนำไปใช้ในการเดินทางบนถนน เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น ยางและอะไหล่ ค่าเสื่อมราคาของยานพาหนะ ค่าใช้จ่ายเนื่องจากการหยุดรถและการออกตัว

มูลค่าของเวลาที่เสียไปในการเดินทางถือว่า เป็นค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เพราะว่าค่าของเวลาสามารถนำมาใช้ทำประโยชน์อื่น ๆ ได้ สำหรับค่าใช้จ่ายเนื่องจากอุบัติเหตุส่วนหนึ่งถือเป็นค่าใช้จ่ายส่วนบุคคล แต่บางครั้งก็เป็นค่าใช้จ่ายของสังคม เช่น ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับตำรวจและการรักษาพยาบาล รวมทั้งความสูญเสีย ความสามารถในการผลิตของผู้ได้รับอุบัติเหตุ

4.2 องค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่าย

ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (VOC) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากที่สุดของค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนน ส่วนค่าใช้จ่ายของเวลาในการเดินทาง (Time Cost) ยกเว้นค่าจ้างพนักงานขับรถและผู้ช่วย ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (VOC) แต่ว่ามีค่าน้อยกว่า โดยเฉพาะพื้นที่

ในเขตชนบท ค่าใช้จ่ายเนื่องจากอุบัติเหตุก็ถือว่า เป็นส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายเหมือนกัน โดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้วถือว่า ค่านี้มีความสำคัญมากเหมือนกัน (10)

ค่าใช้จ่ายในการใช้รถจะแตกต่างกันสำหรับรถแต่ละประเภท องค์ประกอบที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายในการใช้รถได้แก่

1. ชนิดของผิวถนน เช่น ลูกรัง กรวด ลาดยาง และคอนกรีต
2. สภาพของผิวถนน เช่น ฤดูฝน และฤดูแล้ง
3. ลักษณะรูปทรงเรขาคณิตของถนน เช่น เขตทาง ความกว้างของทางวิ่ง ไหล่ทาง ทางโค้ง ลาดชัน ทางแยก ระยะการมองเห็นและอื่น ๆ
4. ลักษณะการจราจร รวมทั้งอัตราส่วนระหว่างปริมาณรถต่อความจุของถนน(Volume to Capacity Ratio, VCR) ความเร็วเฉลี่ย การเปลี่ยนแปลงความเร็วของรถ

ค่าใช้จ่ายเวลาโดยสัมพันธ์กับการเดินทางของรถ จำนวนรถ ที่สุ่มมาเป็นตัวแทนของรถแต่ละประเภท บางครั้งก็คิดมูลค่าใช้จ่ายของเวลาของพนักงานประจำรถก็ถือว่า เป็นส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายในการใช้รถ

4.3 <u>ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ</u> (Vehicle Operating Cost หรือ VOC)

ค่าใช้จ่ายในการใช้รถสามารถคำนวณได้จากการคูณการสิ้นเปลืองทางกายภาพ (Physical Consumption) ของแต่ละรายการด้วยราคาทางเศรษฐกิจ (Economic Cost) ของรายการนั้น องค์ประกอบที่สำคัญของค่าใช้จ่ายในการใช้รถ ได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น ยาง ค่าซ่อมและบำรุงรักษา ราคาต้นทุนรถ ค่าจ้างคนขับ ค่าโสหุ้ยและค่าประกันภัย ค่าใช้จ่ายในการใช้รถควรจะคำนวณแยกสำหรับรถแต่ละประเภท และแยกตามชนิดของผิวทาง (ลาดยาง ลูกรัง ดิน) และแบ่งตามสภาพของถนนด้วย สภาพของถนนโดยทั่วไปจะแยกเป็น ดี พอใช้ หรือเลว แต่ถ้าสภาพของถนนอยู่ระหว่างกลาง เช่น สภาพดีและเลว ก็ใช้วิธีการเฉลี่ยค่าใช้จ่ายทั้งสอง

การคิดราคาค่าใช้จ่ายขององค์ประกอบแต่ละรายการจะใช้ราคาทางเศรษฐกิจ (11) (Economic Cost) ไม่รวมภาษีที่เกี่ยวข้องแต่ละรายการ ราคาของแต่ละรายการที่ใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการใช้รถจะต้องบอกถึง วัน เดือน และปี ของราคานั้น ตามปกติจะสมมุติ

ค่าใช้จ่ายในการใช้รถมีค่าคงที่ตลอดไปในอนาคต แต่บางองค์ประกอบที่สำคัญเปลี่ยนแปลงไป เช่น ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการใช้รถเปลี่ยนไป ดังนั้น การคิดค่าใช้จ่ายในการใช้รถ ค่าต่าง ๆ ถ้าหากว่าได้รับการปรับปรุงตลอดเวลาก็จะทำให้ค่าเหล่านั้นถูกต้องมากขึ้น ปกติค่าใช้จ่ายในการใช้รถจะแบ่งเป็นสองส่วน คือ ค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลง (Variable cost) หรือค่าใช้จ่ายเนื่องจากการใช้รถ (Running cost) กับค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed cost) หรือค่าใช้จ่ายรายปี (Annual cost) ค่า VOC ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-1 (11)

4.3 1 <u>ค่าใช้จ่ายเนื่องจากการใช้รถ</u> (Running cost) จะเปลี่ยนแปลงตามสภาพของการใช้รถ เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น ยาง ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษา ปกติการคิดค่าใช้จ่ายเนื่องจากการใช้รถจะเริ่มคำนวณที่ความเร็วอิสระ (Free speed) ตารางที่ 4-2 ซึ่งเป็นความเร็วเฉลี่ยสูงสุดที่เป็นไปได้บนถนนที่เป็นแนวราบ ตรง และมีปริมาณการจราจรน้อย จากนั้นจะหาค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วต่าง ๆ ตามตารางที่ 4-3

4.3.2 <u>ค่าใช้จ่ายคงที่หรือค่าใช้จ่ายรายปี</u> (Annual cost or fixed cost) เมื่อหารค่านี้ด้วยระยะทาง (กิโลเมตร) ที่รถวิ่งในปีนั้นจะได้ค่าใช้จ่ายคงที่ต่อการใช้รถระยะทางหนึ่งกิโลเมตร ตามตารางที่ 4-4 โดยปกติจะสมมุติค่าใช้จ่ายคงที่รายปีต่อระยะทางหนึ่งกิโลเมตร โดยสัมพันธ์กับความเร็วเฉลี่ยต่อปีของการใช้รถ ถ้าหากความเร็วเพิ่มขึ้น (กรณีที่ถนนได้รับการปรับปรุง) จะทำให้มีการใช้งานรถเพิ่ม จะทำให้ค่าใช้จ่ายต่อกิโลเมตรมีค่าลดลง โดยถือว่าผู้ใช้รถมีความต้องการใช้งานให้มากขึ้น

ค่าจ้าง เงินเดือนพนักงานขับรถและผู้ช่วย ค่าโสหุ้ยและค่าประกันภัย จะสมมุติว่าเป็นค่าใช้จ่ายคงที่

ค่าเสื่อมราคา (รถ) ถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลง

ค่าใช้จ่ายในการจัดหารถรายปี (Y) คำนวณได้จากสูตร (1)

$$Y = Ar\left\{(1+r)^n - s\right\} \div \left\{(1+r)^n - 1\right\}$$

Y = ค่าใช้จ่ายในการจัดหารถรายปี

A = ราคารถ (ไม่รวมราคายาง)

r = อัตราดอกเบี้ยต่อปี

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

n = อายุรถ, ปี

s = มูลค่าซาก

และ De weille ได้แนะนำว่า อายุบริการของรถมีความสัมพันธ์กับระยะทางที่รถวิ่ง โดยสมมุติว่าหนึ่งในสามส่วนของอายุเฉลี่ยของรถจะเปลี่ยนแปลงผกผันกับระยะทางที่รถวิ่งต่อ กม. และส่วนที่เหลือสองในสามจะมีค่าตามสมการ (1)

$$L_k = L_{avg}\left\{ 2/3 + 1/3 \ \frac{K_{avg}}{K_s} \right\}$$

L_k = อายุรถเป็นปี เมื่อวิ่งระยะทาง K กม.ต่อปี

L_{avg} = อายุรถที่วิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ยตลอดปี

K_{avg} = ระยะทางต่อปี ของรถที่วิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ยตลอดปี

K_s = ระยะทางต่อปี

ค่า L_k ที่ได้นำไปแทนเป็นค่า n (อายุรถ, ปี) ในสมการหาค่าใช้จ่ายในการจัดหารถรายปี

4.4 <u>มูลค่าของเวลา</u> (Time costs)

การคิดมูลค่าใช้จ่ายของเวลาของพนักงานขับรถเป็นส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายในการใช้รถ ในประเทศที่พัฒนาแล้ว มูลค่าประหยัดเวลาจะมีความสำคัญพอ ๆ กับมูลค่าประหยัดในการใช้รถ ส่วนประเทศที่กำลังพัฒนามูลค่าของเวลาจะต่ำมาก การคิดมูลค่าเวลาในการเดินทาง จะคิดเป็นค่าใช้จ่ายต่อรถหนึ่งคัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนคนโดยเฉลี่ยของรถนั้น จุดมุ่งหมายของการเดินทาง และราคาค่าจ้างในท้องถิ่นนั้น สำหรับรถแต่ละชนิดนั้น จำนวนคนเฉลี่ยในรถที่มีจุดประสงค์ในการเดินทางแต่ละอย่าง จะนำมาคูณกับมูลค่าเวลาในการเดินทาง ค่าที่ได้จะนำมารวมกันตามลักษณะจุดหมายของการเดินทาง เพื่อคิดเป็นค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเวลาของรถทั้งคัน

การประมาณจำนวนคนโดยเฉลี่ยของรถแต่ละประเภท วิธีที่ถูกต้องที่สุดคือ ได้จากการสำรวจ O-D จากการศึกษาโดย PRI (Provincial Road Improvement) ได้พิจารณาแยกเป็นทางหลวงจังหวัดและทางหลวงแผ่นดินตามตารางที่ 4-5 (12)

4.5 ค่าใช้จ่ายเนื่องจากอุบัติเหตุ (Accident cost)

เมื่อถนนได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น ไม่ว่าจะเป็น สภาพผิวทาง แนวทาง ความแข็ง-แรง ทำให้ลดจำนวนอุบัติเหตุลง โดยทั่วไปแล้วการคิดค่าใช้จ่ายเนื่องจากอุบัติเหตุ จะทำการคำนวณหาอัตราของการเกิดอุบัติเหตุ (จำนวนครั้งของอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทาง 1 ล้าน คัน-กิโลเมตร) บนถนนสภาพเดิมและปรับปรุงแล้วจึงคูณค่าดังกล่าวด้วยจำนวน คัน-กิโลเมตร ของรถบนถนนสายนั้น และคูณกับค่าเสียหายโดยเฉลี่ยต่ออุบัติเหตุ จะให้ผลต่างของค่าใช้จ่ายเนื่องจากอุบัติเหตุบนถนนสภาพเดิมกับถนนที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ในการบันทึกข้อมูลอุบัติเหตุจะมีการจำแนกอุบัติเหตุออกเป็น

- ตาย อย่างน้อยมีคนตาย 1 คน
- รุนแรง อย่างน้อยมีผู้เข้าทำการรักษาพยาบาล
- เล็กน้อย เคล็ดขัดยอก ปวด ฯลฯ
- ทรัพย์สินเสียหาย เฉพาะรถหรือสิ่งของเท่านั้น

และจากบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาได้แนะนำให้กรมทางหลวงนำมาใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายตามแต่ละประเภทของอุบัติเหตุ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดคือ Gross output วิธีนี้จะอาศัยการคาดคะเนดังต่อไปนี้ (1)

1. ค่าใช้จ่ายโดยตรงที่เกิดขึ้นแต่ละบุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ความเสียหายของรถ ค่าใช้จ่ายด้านตำรวจและรักษาพยาบาล

2. การสูญเสียการผลิตของผู้ซึ่งตาย หรือได้รับบาดเจ็บ

3. เงินชดเชย (allowance) เนื่องจากความเจ็บปวด ความเศร้าโศก เนื่องมาจากการได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต

ปัจจุบันการแจกแจงเกี่ยวกับอุบัติเหตุยังขาดข้อมูลที่ละเอียดและถูกต้อง โดยเฉพาะอุบัติเหตุที่ทำให้ยานพาหนะเสียหาย ซึ่งผู้เสียหายสามารถตกลงกันได้ ข้อมูลอุบัติเหตุอื่น ๆ อาจหาได้จากกรมตำรวจและโรงพยาบาล ปัจจุบันนี้การคำนวณค่าใช้จ่ายเนื่องจากอุบัติเหตุในประเทศ-ไทยยังมีอยู่น้อยมาก นอกจากนี้ก็มีบริษัท T.P.O' sullivan and Partners ได้ทำเอกสารรายงานไว้เมื่อปี พ.ศ. 2509 และในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะไม่คิดค่าใช้จ่ายเนื่องจากอุบัติเหตุ

ECONOMIC VEHICLE OPERATING COSTS (BAHT/KM.)

Speed (KPH.)	1	2	3	4	5	6	7	ROAD CONDITION 1	2	3	4	5	6	7
	MOTOR CYCLE							HEAVY TRUCK						
20	0.76	0.86	0.94	1.03	1.11	1.29	1.62	8.92	9.71	10.46	11.29	12.09	13.69	17.11
30	0.71	0.80	0.86	0.97	1.05	1.21	1.51	7.52	8.29	9.05	9.76	10.50	11.96	14.95
40	0.66	0.74	0.81	0.93	1.03	1.23	1.54	6.65	7.35	8.04	8.96	9.87	11.68	14.60
50	0.63	0.71	0.77	0.90	1.01	1.24		6.17	6.84	7.45	8.50	9.30	11.31	
60	0.60	0.67	0.73					5.73	6.38	7.02				
70	0.60	0.68	0.74					5.84	6.50	7.16				
80	0.62							6.05						
90														
	CAR							LIGHT BUS						
20	2.90	3.29	3.66	4.02	4.36	5.10	6.37	3.79	4.11	4.42	4.68	4.94	5.45	6.81
30	2.55	2.90	3.24	3.63	4.02	4.80	6.00	3.23	3.52	3.81	4.06	4.33	4.84	6.05
40	2.28	2.61	2.93	3.39	3.85	4.76	5.95	2.93	3.21	3.47	3.80	4.11	4.76	5.95
50	2.16	2.47	2.78	3.29	3.79	4.79		2.68	2.97	3.24	3.63	4.01	4.76	
60	2.02	2.33	2.63					2.52	2.79	3.06				
70	1.92	2.26	2.59					2.52	2.80	3.08				
80	1.99							2.55						
90	2.22													
	LIGHT TRUCK							MEDIUM BUS						
20	2.72	3.08	3.43	3.72	3.99	4.55	5.69	6.55	7.09	7.62	8.16	8.70	9.76	12.20
30	2.32	2.64	2.95	3.24	3.52	4.06	5.10	5.75	6.25	6.73	7.22	7.72	8.70	10.87
40	2.12	2.43	2.73	3.06	3.37	4.00	5.00	5.12	5.56	6.04	6.70	7.35	8.64	10.80
50	1.96	2.27	2.58	2.95	3.31	3.02		4.68	5.13	5.56	6.33	7.09	8.61	
60	1.89	2.19	2.48					4.44	4.88	5.31				
70	1.89	2.20	2.50					4.50	4.91	5.32				
80	1.92							4.70						
90														
	MEDIUM TRUCK							HEAVY BUS						
20	6.71	7.22	7.72	8.18	8.64	9.54	11.92	8.40	9.06	9.70	10.36	11.01	12.32	15.40
30	5.89	6.36	6.81	7.31	7.83	8.83	11.04	7.08	7.72	8.34	8.95	9.55	10.74	13.42
40	5.25	5.69	6.12	6.79	7.46	8.78	10.97	6.24	6.83	7.41	8.19	8.96	10.50	13.13
50	4.79	5.26	5.71	6.47	7.23	8.75		5.76	6.27	6.77	7.68	8.56	10.37	
60	4.53	4.95	5.35					5.34	5.87	6.40				
70	4.59	4.98	5.36					5.43	5.89	6.32				
80	4.79							5.63						
90														

April 1985　　ที่มา: กรมทางหลวง

ตารางที่ 4-1　แสดงค่าใช้จ่ายเนื่องจากการใช้รถ (VOC)

Vehicle Type	Paved (Good Condition)	Laterite (Good Condition)	Laterite (Poor Condition)
Motorcycle	70	55	30
Passenger Car	90	60	25
Light Bus	80	60	30
Medium Bus	80	60	30
Heavy Bus	80	60	30
Light Truck	80	60	30
Medium Truck	80	55	30
Heavy Truck	80	55	30

ที่มา : Feasibility Study and Detailed Bngineering Design For Road Improvement(198

ตารางที่ 4-2 แสดงความเร็วอิสระ (Free speed) ของรถแต่ละประเภท (กม./ชม.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ECONOMIC RUNNING COSTS (BAHT/KM.)

Speed (KPH.)	1	2	3	4	5	6	7	ROAD CONDITION 1	2	3	4	5	6	7
	MOTOR CYCLE							HEAVY TRUCK						
20	0.31	0.36	0.40	0.46	0.51	0.62	0.78	3.64	4.26	4.87	5.42	5.96	7.05	8.81
30	0.30	0.35	0.40	0.46	0.51	0.61	0.76	3.01	3.56	4.41	4.62	5.13	6.16	7.70
40	0.30	0.35	0.39	0.45	0.50	0.60	0.75	2.70	3.21	3.78	4.22	4.74	5.75	7.19
50	0.30	0.35	0.39	0.45	0.50	0.60		2.54	3.04	3.50	4.04	4.54	5.55	
60	0.31	0.36	0.41					2.47	2.97	3.46				
70	0.32	0.36	0.43					2.58	3.09	3.60				
80	0.34							2.79						
90														
	CAR							LIGHT BUS						
20	1.38	1.62	1.85	2.08	2.31	2.77	3.46	1.34	1.53	1.72	1.91	2.10	2.46	3.10
30	1.18	1.41	1.63	1.86	2.09	2.55	3.19	1.12	1.30	1.48	1.67	1.85	2.21	2.76
40	1.09	1.32	1.54	1.77	2.00	2.45	3.06	1.03	1.21	1.38	1.56	1.73	2.09	2.61
50	1.05	1.27	1.49	1.73	1.96	2.42		0.96	1.16	1.33	1.51	1.69	2.05	
60	1.03	1.26	1.48					0.96	1.13	1.30				
70	1.02	1.26	1.49					0.96	1.24	1.32				
80	1.05							0.99						
90	1.08													
	LIGHT TRUCK							MEDIUM BUS						
20	1.36	1.57	1.78	1.99	2.19	2.60	3.25	2.10	2.48	2.86	3.22	3.58	4.29	5.34
30	1.15	1.35	1.54	1.74	1.94	2.33	2.91	1.83	2.19	2.54	2.88	3.24	3.93	4.91
40	1.05	1.25	1.44	1.64	1.83	2.21	2.76	1.70	2.04	2.38	2.73	3.08	3.77	4.71
50	1.01	1.20	1.39	1.59	1.78	2.16		1.63	1.97	2.30	2.65	3.00	3.70	
60	0.49	1.18	1.36					1.62	1.96	2.29				
70	0.99	1.19	1.38					1.68	1.99	2.30				
80	1.02							1.88						
90														
	MEDIUM TRUCK							HEAVY BUS						
20	2.10	2.48	2.86	3.22	3.58	4.29	5.34	3.20	3.72	4.23	4.68	5.12	6.01	7.51
30	1.83	2.19	2.54	2.88	3.24	3.93	4.91	2.63	3.09	3.54	3.97	4.40	5.25	6.56
40	1.70	2.04	2.38	2.73	3.08	3.77	4.71	2.34	2.77	3.20	3.63	4.05	4.90	6.13
50	1.63	1.97	2.30	2.65	3.00	3.70		2.20	2.62	3.03	3.46	3.88	4.72	
60	1.62	1.96	2.29					2.14	2.55	2.96				
70	1.68	1.99	2.30					2.23	2.66	3.08				
80	1.88							2.43						
90														

April 1985 ที่มา : กรมทางหลวง

ตารางที่ 4-3 แสดงค่าใช้จ่าย (Running Cost) ตามความเร็วของรถ และตามประเภทถนน

ECONOMIC FIXED COSTS (BAHT/KM.)

Speed (KPH.)	1	2	3	4	5	6	7	ROAD CONDITION 1	2	3	4	5	6	7
	MOTOR CYCLE							HEAVY TRUCK						
20	0.45	0.50	0.54	0.57	0.60	0.67	0.84	5.28	5.45	5.61	5.87	6.13	6.64	8.30
30	0.41	0.45	0.48	0.51	0.54	0.60	0.75	4.51	4.73	4.94	5.16	5.37	5.80	7.25
40	0.36	0.39	0.42	0.46	0.53	0.63	0.79	3.95	4.14	4.32	4.72	5.13	5.93	7.41
50	0.33	0.36	0.36	0.45	0.51	0.64		3.63	3.80	3.96	4.46	4.96	5.96	
60	0.29	0.31	0.32					3.26	3.41	3.56				
70	0.28	0.30	0.31					3.26	3.41	3.56				
80	0.28							3.26						
90														
	CAR							LIGHT BUS						
20	1.52	1.67	1.81	1.94	2.09	2.33	2.91	2.45	2.58	2.70	2.77	2.84	2.97	3.71
30	1.37	1.49	1.61	1.77	1.93	2.25	2.81	2.11	2.22	2.33	2.41	2.48	2.63	3.29
40	1.19	1.29	1.39	1.62	1.85	2.31	2.89	1.90	2.00	2.09	2.24	2.38	2.67	3.34
50	1.11	1.20	1.29	1.56	1.83	2.37		1.70	1.81	1.91	2.12	2.32	2.73	
60	0.99	1.07	1.15					1.56	1.66	1.76				
70	0.90	1.00	1.09					1.56	1.66	1.76				
80	0.94	1.02	1.09					1.56						
90	1.14													
	LIGHT TRUCK							MEDIUM BUS						
20	1.36	1.51	1.65	1.73	1.80	1.95	2.44	4.45	4.61	4.76	4.94	5.12	5.47	6.84
30	1.17	1.29	1.41	1.50	1.58	1.75	2.19	3.92	4.06	4.19	4.34	4.48	4.77	5.96
40	1.07	1.18	1.29	1.42	1.54	1.79	2.24	3.42	3.54	3.66	3.97	4.27	4.87	6.09
50	0.95	1.07	1.19	1.36	1.53	1.86		3.05	3.16	3.26	3.68	4.09	4.91	
60	0.90	1.01	1.12					2.82	2.92	3.02				
70	0.90	1.01	1.12					2.82	2.92	3.02				
80	0.90							2.82						
90														
	MEDIUM TRUCK							HEAVY BUS						
20	4.61	4.74	4.86	4.96	5.06	5.25	6.56	5.20	5.34	5.47	5.68	5.89	6.31	7.29
30	4.06	4.17	4.27	4.43	4.59	4.90	6.13	4.45	4.63	4.80	4.98	5.15	5.49	6.36
40	3.55	3.65	3.74	4.06	4.38	5.01	6.26	3.90	4.06	4.21	4.56	4.91	5.60	7.00
50	3.16	3.29	3.41	3.82	4.23	5.05		3.56	3.65	3.74	4.22	4.70	5.65	
60	2.91	2.99	3.06					3.20	3.32	3.44				
70	2.91	2.99	3.06					3.20	3.32	3.44				
80	2.91							3.20						
90														

April 1985 ที่มา : กรมทางหลวง

ตารางที่ 4-4 แสดงค่าใช้จ่ายคงที่หรือค่าใช้จ่ายรายปี (Fixed Cost or Annual Cost)

SUGGESTED VEHICLE OCCUPANCIES
FOR PROVINCIAL AND NATIONAL NON-URBAN ROADS

VEHICLE TYPE	PROVINCIAL		NATIONAL	
	TOTAL OCCUPANTS	PAID CREW	TOTAL OCCUPANTS	PAID CREW
MOTORCYCLE	1.6	-	1.7	-
PASSENGER CAR	2.9	-	3.0	-
TAXI	5.7	1	5.7	1
LIGHT TRUCK	3.3	-	3.3	-
MEDIUM TRUCK	3.8	1	3.6	1
HEAVY TRUCK	3.5	2	3.2	2
SEMI-TRAILER	3.5	2	3.2	2
LIGHT BUS	11.8	1	11.0	1
MEDIUM BUS	27.5	2	N/A	N/A
HEAVY BUS	N/A	N/A	37.5	3

NA = Not available

Source: PRI Study

ตารางที่ 4-5 แสดงจำนวนคนในรถโดยเฉลี่ยตามประเภทของรถ และตามประเภทของถนน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6 โปรแกรมคำนวณค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางหลวง (Road user costs model)

4.6.1 ช่วงของถนน (Road Links)

โปรแกรมคำนวณค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนน จะทำการวิเคราะห์หาค่าใช้จ่ายของรถซึ่งวิ่งบนถนนแต่ละช่วงของถนนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันตลอดความยาวของช่วงถนนนั้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทำการแบ่งถนนออกเป็นช่วง ๆ ดังกล่าว

ข้อมูลอย่างหนึ่งที่ต้องป้อนเข้าไปในโปรแกรมคำนวณค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางหลวงคือ ปริมาณการจราจร ดังนั้น ถนนที่แบ่งในแต่ละช่วงควรจะมีปริมาณรถโดยเฉลี่ยแล้วเท่ากันตลอดตามปกติแล้วช่วงของถนนมักจะกำหนดให้เริ่มต้นและสิ้นสุดที่ทางแยกใหญ่ ๆ สำหรับปริมาณรถที่แตกต่างกันบ้างเล็ก ๆ น้อย ๆ (อยู่ในช่วงร้อยละ 10–20) สามารถนำมาคิดเพื่อใช้เป็นค่าเฉลี่ยของถนนช่วงนั้นได้ แต่ถ้าปริมาณรถแตกต่างกันมากในกรณีนี้จะต้องจัดแยกเป็นช่วงถนนคนละช่วงกัน

ชนิดและสภาพของผิวจราจร ความกว้างของผิวจราจรและไหล่ทางของถนนแต่ละช่วงควรจะเท่ากันตลอด และเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงการแบ่งถนนออกเป็นช่วงสั้น ๆ มากเกินไป ถนนที่มีลักษณะแตกต่างออกไปเพียงช่วงสั้น ๆ อาจจะปล่อยไปไม่ควรที่จะนำมาพิจารณาหรืออีกวิธีหนึ่งอาจจะนำมาพิจารณาเป็นโค้งสมมุติก็ได้

ถนนแต่ละช่วงไม่จำเป็นที่จะต้องอยู่ในภูมิประเทศ หรือมีลักษณะทางเรขาคณิตเช่นเดียวกันตลอด อย่างไรก็ตามสิ่งนี้เป็นตัวที่ทำให้สามารถประมาณราคาค่าก่อสร้างและบำรุงได้ถูกต้องขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่การประมาณการนี้ทำไปโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง

ลักษณะที่สำคัญที่สุดของถนนแต่ละช่วง ซึ่งควรสม่ำเสมอตลอดคือ ปริมาณการจราจรประเภทของถนน และชนิดของผิวจราจร ตามปกติแล้วถนนแต่ละช่วงไม่ควรจะสั้นกว่า 2 กิโลเมตร สาเหตุใหญ่ก็เพื่อความสะดวกในการทำงาน เมื่อใช้การคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

4.6.2 สถานะของถนน (Road States)

โปรแกรมคำนวณค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางหลวงสามารถใช้ได้กับถนน ซึ่งสถานะต่าง ๆ ได้ถึง 10 สถานะ ช่วงสถานะของถนนนี้จะมีตั้งแต่ถนนที่เพิ่งก่อสร้างลาดยางเสร็จใหม่ต่ำ

ลงไป จนถึงถนนลูกรังซึ่งมีสภาพที่แย่มาก หรือถนนดิน โปรแกรมจะใช้ค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่แตกต่างกันสำหรับถนนแต่ละสถานะ นอกจากนี้โปรแกรมยังแยกถนนลาดยางกับถนนลูกรังออกจากกัน ในเมื่อต้องการคำนวณความเร็วรถจากสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถต่อความจุของถนน

สถานะของถนนซึ่งป้อนเข้าไปในโปรแกรม จะใช้เป็นเลขรหัสมีค่าจาก 1 ถึง 10 ค่าที่ใช้อยู่ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดถนนเป็น 7 ประเภท

ถนนลาดยาง	ดี	1
	ดี/พอใช้	2
	พอใช้	3
	เลว	4
ถนนลูกรัง	ดี	5
	พอใช้	6
	เลว	7

ข้อแตกต่างระหว่างสถานะของถนนที่ลาดยางแล้ว คือ ความเรียบของผิวทาง ถ้าเป็นไปได้ค่านี้ควรจะมีการตรวจสอบ โดยการใช้เครื่องวัดความเรียบของผิวถนน (roughometer) หรือใช้ค่าเฉลี่ยของผลที่ได้ เพื่อกำหนดเป็นช่วงความเรียบของถนนแต่ละตอน ช่วงความเรียบโดยกว้าง ๆ ที่ใช้สำหรับถนนลาดยาง คือ (8)

ดี	< 4,000	มม./กม.
พอใช้	4,000-7,000	มม./กม.
เลว	> 7,000	มม./กม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับถนนลูกรัง สถานะของถนนจะเกี่ยวข้องกับความเรียบ และความลึกของร่องล้อ ซึ่งต้องขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของรถ คุณภาพของวัสดุที่ใช้ทำผิวทาง ปริมาณน้ำฝน และลักษณะทางเรขาคณิตของแนวทาง ในปัจจุบันนี้ยังไม่มีวิธีการที่แน่นอนเพื่อที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านี้ ดังนั้น สถานะโดยเฉลี่ยของถนนจึงควรใช้ค่าประมาณการ และจำเป็นต้องมีการตรวจสอบสภาพในสนามปีละหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ได้สิ่งนี้ออกมา

4.6.3 การกรอกข้อมูลแนวทางของถนน (Alignment Coding)

ข้อมูลของถนนเกี่ยวกับแนวทางทั้งแนวราบและแนวดิ่ง ความกว้างของช่องจราจร ความกว้างไหล่ทาง ระยะการมองเห็น ตำแหน่งของสะพานแคบและความยาวของถนนสำหรับถนนแต่ละช่วงจะต้องกรอกตามแบบฟอร์มที่ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ฎ และคำแนะนำในการใช้แบบฟอร์มได้แสดงไว้ในหัวข้อ LINK VOC DATA และ VOC BASE DATA

แนวทางในแนวราบจะถูกกำหนด โดยการใส่จุดตำแหน่งของจุดเริ่มต้นและจุดปลายของโค้งของช่วงถนนนั้น ส่วนแนวทางด้านความลาดชัน จะถูกกำหนดโดยการใส่ตำแหน่งและระดับของจุดเริ่มต้น และจุดปลายของความลาดชันแต่ละแห่ง สำหรับโค้งซึ่งมีรัศมีมากกว่า 1,000 เมตร และความลาดชันซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 1 สามารถตัดออกได้ เนื่องจากจะมีผลทำให้ค่าใช้จ่ายในการใช้รถเปลี่ยนแปลงไปน้อยมาก

ความกว้างของช่องทางจราจรและไหล่ทาง จะใช้ค่าเฉลี่ยตลอดความยาวของถนนแต่ละช่วง สำหรับถนนซึ่งมีทางคู่ไปและกลับ ความกว้างที่ใช้จะเฉลี่ยทั้งความกว้างของเกาะกลางและความกว้างของไหล่ทางด้านนอก ค่าต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในโปรแกรมเพื่อปรับความจุของถนน

ระยะการมองเห็นข้างหน้าจะถูกกำหนดเป็นร้อยละของช่วงความยาวถนนซึ่งมีระยะมองเห็นน้อยกว่าระยะที่มองเห็นที่สามารถแซงได้โดยปลอดภัย (คือ น้อยกว่า 600 เมตร) ค่านี้ก็เช่นเดียวกัน คือ จะนำไปใช้เพื่อปรับความจุของถนน แต่อย่างไรก็ตามค่านี้ไม่จำเป็นต้องใช้ถ้าปริมาณการจราจรมีน้อย (คือ มีรถน้อยกว่า 500 คันต่อวัน สำหรับถนน 2 ช่องจราจร)

เมื่อรถวิ่งผ่านทางแคบหรือสะพานช่องจราจรเดียว จะต้องชะลอความเร็วลงและถ้าหากมีรถวิ่งสวนทางมาก็จะต้องหยุด 1 คัน เพื่อให้คันหนึ่งผ่านไปก่อน โปรแกรมจะสมมุติว่ารถแต่ละคัน จะลดความเร็วลงมาเหลือ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในขณะที่ผ่านสะพานแคบและสมมุติว่าร้อยละ X ของปริมาณรถทั้งหมดจะต้องหยุดรอ โดยที่ค่า X คือ อัตราส่วนของปริมาณรถหารด้วยความจุถนนและคูณด้วย 100

ถ้าสะพานมีความกว้างน้อยกว่ามาตรฐานแต่รถสามารถสวนกันได้ ไม่ควรที่จะกำหนดเป็นสะพานแคบ ในกรณีนี้รถจะชะลอความเร็วลงมาเหลือประมาณ 30–40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยไม่ต้องหยุด ลักษณะเช่นนี้สามารถนำไปใช้กับโปรแกรมได้โดยการใส่โค้งราบซึ่งมีรัศมีกว้าง 50 เมตร และโค้งยาว 10 เมตร ณ ตำแหน่งสะพานนั้น

ถนนบางช่วงโดยเฉพาะอย่างยิ่งบนทางหลวงจังหวัด จะมีหมู่บ้านเล็ก ๆ สองข้างทาง ซึ่งทำให้รถจำเป็นต้องชะลอความเร็วลง เพราะอาจจะมีร้านค้า เสาไฟ คนเดินริมถนน ฯลฯ ในกรณีนี้รถจะชะลอความเร็วลง ถ้าหากถนนช่วงที่ผ่านย่านชุมนุมชนนี้มีความยาวมากกว่า 1-2 กิโลเมตร แล้วควรที่จะแยกเป็นช่วงถนนต่างหากขึ้นมา และกำหนดให้ค่าความเร็วสูงสุดและความจุของถนนให้ต่ำลงมา แต่ถ้าความยาวของถนนบริเวณซึ่งมีหมู่บ้านมากนั้นไม่มากนัก อาจจะกำหนดให้รถวิ่งช้าลงได้โดยการใส่โค้งราบ สมมติขึ้นมาที่จุดเริ่มเข้าหมู่บ้านและไปสิ้นสุดโค้งที่จุดปลายหมู่บ้านรัศมีของโค้งที่ใช้ควรจะเป็นดังนี้ (8)

ความเร็วที่ต้องการ (กม./ชม.)	รัศมีโค้ง (ม.)
30	33
40	75
50	100

4.6.4 การทำงานของโปรแกรม (Operation of the Model)

โปรแกรมคำนวณค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (VOC) เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมชุด (VALDA) ซึ่งใช้ศึกษาความเหมาะสมของโครงการ ส่วนโปรแกรมอื่น ๆ จะเป็นโปรแกรมคำนวณอัตราการเพิ่มของรถ และโปรแกรมประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ผลลัพท์ที่ได้จากโปรแกรม คือ ค่าใช้จ่ายในการใช้รถแต่ละประเภทซึ่งวิ่งบนถนนแต่ละช่วง รวมทั้งระยะเวลาในการเดินทางในรายปีของช่วงอายุโครงการ

โปรแกรมจัดรวมการเดินทางของรถบนถนนแต่ละช่วง รวมเข้ากับการเดินทางบนโค้ง ความลาดชันขึ้นและลงแต่ละแห่ง และรวมทั้งช่วงที่ผ่านสะพานด้วย โดยแยกเป็นแต่ละทิศทางของการเดินทาง โปรแกรมจะคำนวณค่าใช้จ่ายของรถแต่ละประเภท ซึ่งวิ่งบนถนนแต่ละช่วง โดยทำการแก้ไขค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในเมื่อรถวิ่งผ่านโค้ง ความลาดชันหมู่บ้าน และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วจากค่าหนึ่งไปอีกค่าหนึ่ง

ข้อมูลที่ต้องป้อนเข้าไปในโปรแกรมอีกอย่างหนึ่งคือ ค่าใช้จ่ายพื้นฐานของรถซึ่งวิ่งบนถนนตรงและราบ ที่ความเร็วแต่ละค่า โดยจำแนกเป็นของชนิดรถและลักษณะผิวทางแต่ละประเภท สำหรับวิธีการกำหนดข้อมูลเพื่อป้อนเข้าโปรแกรมได้ แสดงไว้ในเรื่อง VOC BASE DATA

ข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องใส่เข้าไปในโปรแกรมได้แก่ ข้อมูลของถนนแต่ละช่วง ซึ่งข้อมูลนี้ประกอบด้วยลักษณะทางเรขาคณิตของแนวทาง รูปตัดของถนน ปริมาณรถ และความจุของถนน แบบฟอร์มที่ใช้กำหนดค่าเหล่านี้ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ฏ และรายละเอียดวิธีการกรอกข้อมูลอยู่ในหัวข้อ LINK VOC DATA

สำหรับขั้นตอนการทำงานนั้น เริ่มแรกโปรแกรมจะอ่านข้อมูลของช่วงถนนทั้งหมดเข้าไปก่อน เสร็จแล้วจึงคำนวณหาความจุของถนนโดยอาศัยข้อมูลจากรูปตัดถนนและระยะการมองเห็นจากนั้นโปรแกรมจะคำนวณหาค่าความเร็วสูงสุดที่รถจะวิ่งบนโค้ง และบนความลาดชันแต่ละแห่ง เสร็จแล้วจึงพิจารณาแยกสำหรับรถแต่ละประเภท ตามสภาพปริมาณรถที่คาดคะเนไว้ในแต่ละปีของช่วงอายุโครงการ

โปรแกรมจัดรวมการเดินทางของรถบนถนนแต่ละช่วง โดยการคำนวณค่าใช้จ่ายของรถที่จุดเริ่มต้นและจุดปลายของโค้ง ลาดชัน สะพานแคบ แต่ละแห่ง รวมทั้งค่าใช้จ่ายบนถนนแต่ละช่วงย่อยตามที่กำหนด ซึ่งปกติแล้วมักจะใช้ระหว่าง 200 ถึง 500 เมตร ขึ้นอยู่กับความยาวของถนนและแนวทางความลาดชัน ซึ่ง ณ จุดที่กำหนดแต่ละแห่งนี้ โปรแกรมจะทำการคำนวณหาความเร็วของรถออกมา

ความเร็วของรถบนถนนจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้

- ชนิดของถนนและผิวทาง
- ความเร็วตามกฎหมายกำหนด (ถ้าหากมี)
- ประเภทของรถ
- โค้งของถนน
- ความลาดชันและความยาวของลาดชันนั้น
- ปริมาณรถ

โปรแกรมจะนำองค์ประกอบข้างต้นทั้งหมด ไปเพื่อทำการคำนวณหาความเร็วของรถบนถนนแต่ละจุด

ค่าใช้จ่ายในการใช้รถบนถนนแต่ละช่วงสามารถเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับ

- ชนิดและสภาพของผิวทาง
- ความเร็วและการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ความโค้ง
- ความลาดชัน ทั้งขึ้นและลง

เมื่อโปรแกรมคำนวณความเร็วของรถได้แล้ว ก็จะทำการหาค่าใช้จ่ายในการใช้รถบนถนน ซึ่งตรงและราบ เสร็จแล้วจัดการแก้ไขเพื่อให้เข้ากับองค์ประกอบข้างต้นนี้ ถ้าต้องการละเอียดกว่านี้อีก ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการหยุดและออกรถ อันเนื่องมาจากการจราจรติดขัดก็จะคำนวณออกมาให้ด้วย

ค่าใช้จ่ายในการใช้รถเหล่านี้ จะทำการคำนวณโดยแบ่งตามช่วงเวลาของแต่ละวันซึ่งกำหนดไว้ ๓ ช่วงด้วยกันคือ ชั่วโมงเร่งด่วน นอกชั่วโมงเร่งด่วน และเวลากลางคืน ซึ่งหลังจากคำนวณได้แล้ว ค่าใช้จ่ายนี้จะนำมาเฉลี่ยเพื่อให้ได้เป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อวัน ต่อไปค่าใช้จ่ายที่เฉลี่ยได้นี้ก็จะนำไปรวมกันกับค่าใช้จ่ายบนช่วงย่อยอื่น ๆ เพื่อให้ได้เป็นค่าใช้จ่ายรวม และเวลาที่ใช้ในการเดินทางบนถนนช่วงนั้น สำหรับรถชนิดอื่น ๆ และการคำนวณในปีต่อ ๆ ไป ก็จะใช้วิธีการแบบเดียวกันนี้ซ้ำแล้วซ้ำอีกจนหมด

ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ และมูลค่าเวลาในแต่ละปีของรถแต่ละประเภทจะถูกพิมพ์ออกมา ซึ่งจากนี้ไปจะสามารถใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยมือก็ได้ อย่างเช่น การวิเคราะห์ทางแยกต่างระดับ ทางเบี่ยงสั้น ๆ หรือการขยายความกว้างถนน ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปเก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยเช่นกัน เพื่อที่ว่าจะนำไปใช้เป็นข้อมูลป้อนต่อเข้าไปในโปรแกรมการวิเคราะห์ สำหรับโครงการซึ่งต้องการวิเคราะห์ให้ละเอียดขึ้นไปอีก

ข้อมูลที่ใส่ลงในส่วน VOC นี้ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. BASE V.O.C. data
2. Link V.O.C. data

ข้อมูล BASE VOC. จะใส่ในโปรแกรม STO VOC และถูกพิมพ์โดยโปรแกรม PRT VOC

4.7 <u>V.O.C. - Base Data Programs</u>

ในส่วนของค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle operating cost) ประกอบด้วย 3 โปรแกรมคือ STO VOC, PRT VOC และ VOC โดยที่ STO VOC จะอ่านและเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในการใช้รถพื้นฐาน (base Vehicle operating cost) โปรแกรม PRT VOC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จะพิมพ์ผลจากข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่อ่านง่าย ตัวอย่างแสดงผลการพิมพ์อยู่ในภาคผนวก ฎ ขณะที่โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณนั้นคือ โปรแกรม VOC

ข้อมูลที่ใส่เข้าไปทั้งหมดจะอยู่ในแฟ้มข้อมูล STD VOC.DAT และจะถูกอ่านโดยโปรแกรม STO VOC ข้อมูลที่ถูกอ่านประกอบไปด้วยข้อมูลของ

- P.C.U. สำหรับ heavy vehicle
- ประเภทของรถ
- Histogram data
- Additional cost
- Additional cost สำหรับ ขึ้นลาดชัน (uphill) และลงลาดชัน (Downhill)
- Additional cost สำหรับ จังหวะที่เปลี่ยนความเร็ว (speed change cycle)
- Additional time สำหรับ จังหวะที่เปลี่ยนความเร็ว (speed change cycle)
- V.O.C. fixed cost (บนทางราบของถนนลาดยาง)
- V.O.C. variable cost (บนทางราบของถนนลาดยาง)
- Additional cost สำหรับถนนที่เป็นกรวดหรือดิน
- ความสัมพันธ์ของค่าองค์ประกอบ V.C.R./speed
- Uphill speed สำหรับรถบรรทุกบนลาดชัน (grade)

ข้อมูลเหล่านี้จะคงที่ แต่สามารถแก้ไขได้เพื่อปรับปรุงตัวเลขให้ทันสมัย เช่นค่า V.O.C. fixed cost และ V.O.C. variable cost

โปรแกรม PRT VOC จะอ่านข้อมูล V.O.C. base data และพิมพ์ให้อยู่ในรูปแบบที่อ่านได้ง่าย ตัวอย่างผลการพิมพ์ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ฎ

4.7.1 V.O.C. BASE DATA

ข้อมูลพื้นฐาน (base data) สำหรับโปรแกรม V.O.C. ไม่ได้ประกอบด้วย fixed และ Variable Operating Cost เท่านั้นแต่ยังรวมถึง องค์ประกอบอื่น ๆ อีก เช่น เวลา รูปทรงเรขาคณิตของถนน ประเภทผิวถนน ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ค่าเหล่านี้จะเก็บอยู่ใน file

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมสำหรับรับและเก็บข้อมูลเรียกว่า STRVOC (STOVOC) ขณะที่โปรแกรม PRTVOC จะพิมพ์ข้อมูลที่เก็บไว้ให้อยู่ในรูปแบบที่อ่านได้ง่าย ข้อมูลที่ถูกเก็บนี้จะอยู่ใน file ชื่อ DATVOC

การใส่ข้อมูลลงใน STRVOC (STOVOC)

ข้อมูลที่ใส่ลงไปจะอยู่ในแบบฟอร์มมาตรฐาน (Standard Coding Sheets) ซึ่งอยู่ในภาคผนวก ฌ ซึ่งมีทั้งหมด 14 แบบ (Record type) ดังมีรายละเอียดที่ต้องใส่ข้อมูลดังต่อไปนี้

Record type 0

คอลัมน์ 1 - 2 = 0
คอลัมน์ 3 - 4 = จำนวนยานพาหนะที่ใช้ในการศึกษาตาม Record 3.
คอลัมน์ 5 - 6 = จำนวนสถานะของถนนที่ระบุไว้ใน Record 10 และ 11.
คอลัมน์ 7 - 11 = จำนวน Curve table ตาม Record type 5.
คอลัมน์ 12 - 16 = จำนวน Uphill grade tables ตาม Record type 6.
คอลัมน์ 17 - 21 = จำนวน Downhill grade tables ตาม Record type 7.
คอลัมน์ 22 - 26 = จำนวน Speed change cost table ตาม Record type 8.
คอลัมน์ 27 - 31 = จำนวน Speed change time table ตาม Record type 9.
คอลัมน์ 32 - 36 = จำนวน VOC Variable cost table ตาม Record type 10.
คอลัมน์ 37 - 41 = จำนวน VOC fixed cost table ตาม Record type 11.

Record type 1

แถวที่ 1 Curve Cost Factor
คอลัมน์ 2 = 1
คอลัมน์ 3 - 7 = ค่าสัมบูรณ์จำนวนประเภทของรถชนิดที่ 1
คอลัมน์ 8 - 12 = ค่าสัมบูรณ์จำนวนประเภทของรถชนิดที่ 2

ตั้งแต่คอลัมน์ 3 ไปเป็นค่าสัมบูรณ์จำนวนประเภทของรถที่ 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ

แถวที่ 2 องค์ประกอบของค่า Uphill grade ตาม Record type 6.

แถวที่ 3 องค์ประกอบของค่า Downhill grade ตาม Record type 7.

แถวที่ 4 องค์ประกอบของค่า Speed change cost ตาม Record type 8.

แถวที่ 5 องค์ประกอบของค่า Speed change time ตาม Record type 9.

แถวที่ 6 องค์ประกอบของค่า Variable VOC ตาม Record type 10.

แถวที่ 7 องค์ประกอบของค่า Fixed VOC ตาม Record type 11.

แถวที่ 8 องค์ประกอบของค่า VCR/Speed curve ตาม Record type 12.

<u>Record type 2</u> ให้ค่า P.C.U. ของรถบรรทุกบนลาดชัน (grade) จาก 3% - 7% และความยาวของลาดชันจาก 200 เมตรถึง 4,000 เมตร ตารางนี้จะทำซ้ำสามครั้งตามช่วงของ VCR คือ VCR < 0.5, VCR = 0.5-0.7 และ VCR > 0.7

แถวที่ 1 (ความยาวลาดชัน 200 เมตร)

คอลัมน์ 2 = 2.

คอลัมน์ 3 - 7 = ค่า p.c.u. (จำนวนเต็ม) สำหรับลาดชัน 3%

คอลัมน์ 8 - 12 = ค่า p.c.u. (จำนวนเต็ม) สำหรับลาดชัน 4%

คอลัมน์ 13 - 17 = ค่า p.c.u. (จำนวนเต็ม) สำหรับลาดชัน 5%

คอลัมน์ 18 - 22 = ค่า p.c.u. (จำนวนเต็ม) สำหรับลาดชัน 6%

คอลัมน์ 23 27 = ค่า p.c.u. (จำนวนเต็ม) สำหรับลาดชัน 7%

ทำซ้ำเหมือนกับแถวที่ 1

แถวที่ 2 = 400 เมตร

แถวที่ 3 = 800 เมตร

แถวที่ 4 = 1,200 เมตร

แถวที่ 5 = 1,600 เมตร

แถวที่ 6 = 2,400 เมตร

แถวที่ 7 = 3,200 เมตร

แถวที่ 8 = 4,800 เมตร

ข้อมูลที่ใช้ทั้งหมดได้มาจาก Highway Capacity Manual

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Record type 3 เป็นประเภทของรถแต่ละชนิดที่ใช้ในการศึกษา ในการศึกษานี้แบ่งเป็น7 ชนิด

คอลัมน์ 2 = 3

คอลัมน์ 4 = 1 (สำหรับรถประเภทที่ 1)

คอลัมน์ 5 - 22 = Description ของรถ

ทำซ้ำกับรถประเภทที่ 2 ถึง 7

Record type 4 เป็น Description ของ traffic histogram ของโครงการปรับปรุงถนน

คอลัมน์ 2 = 4

คอลัมน์ 3 - 4 = จำนวนชั่วโมงของช่วง histogram แรก(สูง)

คอลัมน์ 5 - 10 = ค่าเฉลี่ยของค่า ADT สำหรับช่วง histogram แรก

คอลัมน์ 11 - 12 = จำนวนชั่วโมงของช่วง histogram ที่สอง (ปานกลาง)

คอลัมน์ 13 - 18 = ค่าเฉลี่ยต่อชั่วโมงเป็น %

ตัวอย่าง เช่น แบบของ histogram แบ่งเป็น 3 ช่วงคือ peak, off และ night ดังนี้

Peak	6	ชั่วโมง	@ 7%	=	42
Off Peak	10	ชั่วโมง	@ 5%	=	50
Night	8	ชั่วโมง	@ 1%	=	8
					100

Record type 5 ประกอบด้วยตัวประกอบที่ใช้คูณค่า basic VOC costs ซึ่งขึ้นอยู่กับรัศมีและความเร็วต่าง ๆ ใน record นี้ จะกระทำซ้ำตามรถแต่ละประเภทที่กำหนดไว้ใน record 0 และ record 1

คอลัมน์ 2 = 5

คอลัมน์ 3 - 7 = ตัวประกอบค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นสำหรับโค้งที่มีรัศมี 1,500 เมตร และความเร็ว 20 กม./ชม.

คอลัมน์ 8 - 12 = ตัวประกอบค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นสำหรับโค้งที่มีรัศมี 750 เมตร และความเร็ว 20 กม./ชม.

ทำซ้ำสำหรับรัศมี 500, 375, 300, 250, 215, 150, 100 และ 33 เมตร (คอลัมน์ 48-52)

ทำซ้ำสำหรับความเร็วตั้งแต่ 20 ถึง 110 กม./ชม. โดยเพิ่มความเร็วขึ้น 10 กม./ชม.

Record type 6 ประกอบด้วยตัวประกอบที่ใช้คูณ basic VOC costs เพื่อคำนวณ Uphill grade ที่เปอร์เซนต์ความลาดชันและความเร็วต่าง ๆ และทำซ้ำสำหรับรถแต่ละประเภทที่ระบุไว้ใน Record 0 และ 1

สำหรับแต่ละแถวจะเพิ่มความเร็วขึ้นครั้งละ 10 กม./ชม. โดยเริ่มจาก 20 กม./ชม. จนถึง 110 กม./ชม.

คอลัมน์ 2 = 6

คอลัมน์ 3 - 7 = ตัวประกอบค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นสำหรับ uphill grade ของ 1% และสำหรับความเร็ว 20 กม./ชม. (แถวที่ 1)

คอลัมน์ 8 - 12 = 2% grade จนถึง 7% grade (คอลัมน์ 33 - 37)

Record type 7 ประกอบด้วยตัวประกอบที่ใช้คูณ basic VOC costs เพื่อคำนวณ downhill grade (1% - 7%) สำหรับความเร็วต่าง ๆ (20-110 กม./ชม.) และทำซ้ำสำหรับรถแต่ละประเภทที่ระบุไว้ใน Record 0 และ 1

Record type 8 ประกอบด้วยค่าสัมบูรณ์ของค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นของ speed change cycle จากความเร็วหนึ่งไปยังความเร็วอีกจุดหนึ่งและกลับสู่ความเร็วที่ระดับเดิมที่วิ่งอยู่ด้วยค่าความเร็วคงที่

แถวที่ 1 ความเร็วเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ 20 กม./ชม.

แถวที่ 2 ความเร็วเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ 30 กม./ชม.

ทำจนถึงแถวที่ 10 ซึ่งเป็นความเร็วเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ 110 กม./ชม.

คอลัมน์ 2 = 8

คอลัมน์ 3 - 7 = ความเร็วปานกลางของ 0 (หยุด)

คอลัมน์ 8 - 12 = ความเร็วปานกลางของ 10 กม./ชม.

คอลัมน์ 48 - 52 = ความเร็วปานกลางของ 100 กม./ชม.

เมื่อรถลดความเร็วลง (โค้ง ลาดชัน สะพาน สัญญาณไฟ) จะสมมติให้ว่าได้ครบรอบโดยสมบูรณ์แล้ว

เมื่อรถเพิ่มความเร็วขึ้นจะไม่มีการปรับค่าใช้จ่าย speed change cycle จะถูกทำซ้ำตามรถแต่ละประเภทที่ระบุไว้ใน Record 0 และ 1

Record type 9 ประกอบด้วยค่าสัมบูรณ์ที่เพิ่มขึ้นของเวลา (นาที) สำหรับรอบความเร็วที่เปลี่ยนไปเมื่อวิ่งด้วยความเร็วคงที่ ใน Record นี้จะเหมือน Record 8 ยกเว้นเวลาซึ่งมีรูปแบบเป็น x.xxxx ใน Record นี้จะทำซ้ำตามรถแต่ละประเภทที่ระบุไว้ใน Record 0 และ 1

Record type 10 ประกอบด้วยค่า Variable Operating Cost (฿) ที่วิ่งบนทางราบ (level tangent road) ค่าใช้จ่ายแปรไปตามความเร็ว ตั้งแต่ 10กม./ชม.- 110กม./ชม. โดยเพิ่มความเร็วครั้งละ 10 กม./ชม. และแปรตามประเภทผิวทางหรือสถานะของถนนที่ระบุไว้ใน Record 0. Record นี้จะกระทำซ้ำสำหรับรถแต่ละประเภทที่ระบุไว้ใน Record 0 และ 1

แถวที่ 1 = 20 กม./ชม. อื่น ๆ

คอลัมน์ 1 - 2 = 10.

3 - 7 = ค่าใช้จ่ายต่อ กม. สำหรับสถานะถนน 1 ที่ 20 กม./ชม.

8 - 12 = ค่าใช้จ่ายต่อ กม. สำหรับสถานะถนน 2 ที่ 20 กม./ชม.

ทำซ้ำสำหรับถนนแต่ละสถานะ

ทำซ้ำตามแถวสำหรับแต่ละความเร็วที่เพิ่มขึ้น

Record type 11 ประกอบด้วย fixed operating cost (฿) ของรถที่วิ่งบนทางราบ (level tangent road) เหมือนกับ Record type 10.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Record type 12 ประกอบด้วยองค์ประกอบของค่า VCR/speed สำหรับช่วง VCR สามช่วง คือ น้อยกว่า0.5, 0.5-1.0 และมากกว่า 1.0 องค์ประกอบสำหรับ VCR น้อยกว่า 0.5 บนถนนลูกรังจะกำหนดให้ สำหรับ VCR มากกว่า 0.5 จะสมมติว่าเป็นทางลาดยาง ปัจจุบันนี้สถานะของถนนมากกว่า 3 จะถูกสมมติว่าเป็นถนนลูกรัง

คอลัมน์	1 - 2	=	12	
คอลัมน์	3 - 6	=	VCR < 0.5 x value	ผิวลาดยาว
คอลัมน์	7 - 10	=	VCR < 0.5 y value	ผิวลาดยาง
คอลัมน์	11 - 14	=	VCR 0.5-1.0 x value	ลาดยางและลูกรัง
คอลัมน์	15 - 18	=	VCR 0.5-1.0 y value	ลาดยางและลูกรัง
คอลัมน์	19 - 22	=	VCR > 1.0 x value	ลาดยางและลูกรัง
คอลัมน์	23 - 26	=	VCR > 1.0 y value	ลาดยางและลูกรัง
คอลัมน์	27 - 30	=	VCR < 0.5 x value	ผิวลูกรัง
คอลัมน์	31 - 31	=	VCR < 0.5 y value	ผิวลูกรัง
คอลัมน์	36		KODE = 1 (แถว 1)	
			KODE = 2 (แถว 2)	

Record type 13 ประกอบด้วยความเร็วสูงสุดสำหรับรถบรรทุกหนัก บนลาดชันตั้งแต่ 2-7 เปอร์เซนต์ และความยาวตามลาดชัน (distance along grade) ตั้งแต่ 200-4,800 เมตร ลักษณะ Record นี้เหมือน Record type2 มี2 records,recordแรกสำหรับทางผิวลาดยาง (สถานะ 1-3) และ record ที่สองสำหรับทางผิวลูกรัง

4.7.2 LINK VOC DATA

สำหรับ link data input จะกรอกลงในแบบฟอร์มมาตรฐาน 6 แบบซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ฐ โดย sheet 1 จะเป็น general link data

Record 20: คอลัมน์ 1 - 2 '20'

คอลัมน์ 3 หน่วยที่ใช้ ถ้าเป็น Metric = 1

Imperial = 2

คอลัมน์ 4 - 5 Print flag

1 = Full Printout

2 = ไม่มี curve หรือข้อมูล

3 = พิมพ์ผลรถประเภท 2 เท่านั้นพร้อมกับ curve และ grade

4 = ไม่พิมพ์ - เขียนลงใน file เท่านั้น

5 = Full Printout พร้อมกับรวม debug statement (สำหรับตรวจสอบโปรแกรม)

คอลัมน์ 6 - 7 จำนวนช่องทางวิ่ง (I)

2 = dual carriageway

1 = single carriageway

คอลัมน์ 8 - 9 จำนวน link เดิม (I)

คอลัมน์ 10 - 11 จำนวน link ใหม่หรือได้รับการปรับปรุง (I)

<u>หมายเหตุ</u> คอลัมน์ 8 - 11 จำเป็นสำหรับ link แรกเท่านั้น

Record 21: คอลัมน์ 1 - 2 '21'

คอลัมน์ 3 - 75 Description ของ link

Record 22: คอลัมน์ 1 - 2 '22'

คอลัมน์ 3 - 8 Chainage ของ link เริ่มต้น(I)

คอลัมน์ 9 - 14 Chainage ของ link สุดท้าย(I)

คอลัมน์ 15 - 19 ช่วงของ Maximum Chainage สำหรับการคำนวณ VOC (I)

คอลัมน์ 20 - 23 ความกว้างของเลนโดยเฉลี่ย(R) xx.xx

คอลัมน์ 24 - 26 เฉลี่ยความกว้างของไหล่ทาง(R) xx.xx

คอลัมน์ 27 - 30 ปีเริ่มต้นที่คำนวณ VOC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คอลัมน์ 31 - 34 ปีสุดท้ายที่คำนวณ VOC

คอลัมน์ 35 - 36 ช่วงเวลาเป็นปีระหว่างปริมาณการจราจรใน Record 24. ค่า VOC จะใช้การ Interpolate ระหว่างปี (I)

คอลัมน์ 37 - 38 จำนวนประเภทของรถ (I)

คอลัมน์ 39 - 41 สัดส่วนของ link ที่จำกัด Sight distance ในการแซง (R) x.xx (1.00 = 100%)

42 Congestion flag

0 = รถไม่ติดหรือไม่มีสัญญาณไฟ

1 = รวมรถติดแต่ไม่มีสัญญาณไฟ

2 = รวมรถติดและมีสัญญาณไฟ

3 = มีสัญญาณไฟแต่รถไม่ติด

Record 23: คอลัมน์ 1 - 2 '23'

คอลัมน์ 3 - 4 หมายเลขประเภทของรถจาก 1 จนครบจำนวนประเภทของรถ

คอลัมน์ 5 - 6 Maximum free speed บนทางราบ (รวมทั้งข้อจำกัดความเร็วตามกฎหมาย)

ทำซ้ำจนครบจำนวนประเภทของรถ

<u>Sheet 2</u> จะรวมข้อมูลทั้งหมดที่สัมพันธ์กับปริมาณการจราจร และมี 1 record ซึ่งจะทำซ้ำแต่ละช่วงปีที่ระบุไว้ใน record 22

Record 24: คอลัมน์ 1 - 2 '24'

คอลัมน์ 3 - 4 One way AADT ในรูป P.C.U. (ให้รถบรรทุก = 2)(I)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คอลัมน์ 9 - 11 เปอร์เซนต์ของ p.c.u. ซึ่งเป็นรถบรรทุก (R) xx.xx

คอลัมน์ 12 - 15 ประเภทผิวทาง (I)

1 = ลาดยาง (Bitumen)

2 = กรวด (Gravel)

3 = ดิน (Earth)

คอลัมน์ 16 - 17 สภาพผิวทาง (I)

1 = ดี (Good)

2 = พอใช้ (Fair)

3 = เลว (Poor)

คอลัมน์ 18 - 19 Level of Service ของ link(I)

1 = VCR ประมาณ = 0 - 0.5

2 = VCR ประมาณ = 0.5-0.7

3 = VCR มากกว่า 0.7

คอลัมน์ 20 - 23 Capacity ของ link ในรูปp.c.u. hour(I)

<u>Sheet 3</u> ประกอบด้วยข้อมูลของโค้งแนวราบ (Horizontal alignment) ของ link และ record 24 และทำซ้ำแต่ละโค้ง กรอกเลข 999999 ในคอลัมน์ 5 - 10 ในโค้งสุดท้าย ถ้าไม่มีโค้งกรอกเลข 999999 ลงใน record แรกเลย

Record 25: คอลัมน์ 1 - 2 '25'

คอลัมน์ 3 - 10 Chainage เริ่มต้นของโค้ง (I)

คอลัมน์ 11 - 18 Chainage สุดท้ายของโค้ง (I)

คอลัมน์ 19 - 24 รัศมีโค้ง (I)

<u>Sheet 4</u> ประกอบด้วยข้อมูลของโค้งแนวตั้ง (Vertical alignment) ของ link และ record 26 จะกระทำซ้ำแต่ละช่วงของลาดชันที่เปลี่ยนไป

เมื่อถึง V.I.P สุดท้ายกรอก 999999 ลงในคอลัมน์ 5 - 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Record 26: คอลัมน์ 1 - 2 '26'

คอลัมน์ 3 - 10 Chainage of Vertical I.P.(I)

คอลัมน์ 11 - 16 Reduced level ของ V.I.P. (R)

xxxx.xx

Sheet 5 ประกอบด้วยรายละเอียดของสะพานแคบ (เลน) กรอก record 27 สำหรับแต่ละสะพานและกรอกเลข 999999 ในคอลัมน์ 5 - 10 เมื่อถึงสะพานสุดท้ายหรือไม่มีสะพาน

Record 27 คอลัมน์ 1 - 2 '27'

คอลัมน์ 3 - 10 Chainage ของสะพาน (I)

4.8 V.O.C. Main Program

ตัวโปรแกรมหลัก V.O.C. จะมีโปรแกรมย่อย VOCEX สำหรับคำนวณค่า Vehicle Operating Cost และผังงานโดยทั่วไปของ V.O.C. (general flow chart of V.O.C) ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4 - 1

VOC main program จะเปิด input และ output files ของ INPVOC, DATVOC และ VOCOUP และปรับค่า logical unit ทุกค่า แล้วเรียกโปรแกรมย่อย VOCEX

การทำงานของโปรแกรมย่อย VOCEX, REVEH และCALN

ครั้งแรกโปรแกรมย่อย VOCEX จะอ่าน general data และปรับค่าเป็นหน่วยเมตริก ณ จุดนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นของ link loop ผังงานโดยละเอียดแสดงค่าใช้จ่ายในการใช้รถได้แสดงไว้ในรูปที่ 4 - 2

- VOCEX อ่าน link data (record 22) และปรับค่าถ้าหากว่าจำเป็น (chainage interval = 500) และคำนวนแต่ละช่วงปี ตัวประกอบความกว้างของ Pavement และ Shoulder จะใช้ในการคำนวณเพื่อลด Capacity ของถนน โดยใช้ข้อมูลตาม AASHO ดังตารางข้างล่าง

Shoulder

Width factor	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8	0.6	0.4
	1.0	.98	.96	.94	.92	.89	.85	.81	.75

Pavement

Width factor	3.7	3.7	3.6	3.5	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8
	1.0	.96	.92	.86	.83	.80	.77	.75	.73	.70	.68

- VOCEX อ่านข้อมูล ปริมาณการจราจร, ความจุ (Capacity) และ ประเภทผิวถนนและปรับค่า (Truck % = 15 และ Capacity = 2,000, surface type = 1, surface condition = 1) ถ้าจำเป็น
- อ่าน Curve data ทุกค่าและทุกโค้ง (Curve) และปรับค่า maximum curve speed โดยอาศัยสูตร Speed = $5.04\sqrt{R}$ (metric)
- อ่าน Grade data และเปอร์เซนต์ความลาดชัน โดยกำหนดค่าไว้สูงสุด 7%
- อ่าน Chainage ของสะพานแคบ
- หลังจากสิ้นสุด link data แล้วค่า general base VOC data จะถูกอ่านจาก DATVOC ซึ่งมีหมายเลข Record, ค่า p.c.u. สำหรับค่า VCR ทั้ง 3, ซึ่งประเภทของรถ, histogram parameters สำหรับแต่ละค่าในทั้งสามค่าของช่วง histogram

หลังจากปรับค่า Vehicle type, capacity และ level of service แล้วจะเรียก Subroutine REVEH ซึ่งเป็น Subroutine สั้น ๆ และผังงานได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-3 โดยโปรแกรมจะปรับค่าเริ่มต้น สำหรับแต่ละช่วงปี และค่า maximum free speed สำหรับรถ

แต่ละประเภทแล้วอ่าน Vehicle dependent base data สำหรับประเภทของรถที่กำลังพิจารณา โดยมีค่า curve factor up และ down grade factor, speed change cost และ time factor, variable และ fixed level tangent cost และ VCR/ speed factors และกลับไปสู่ VOCEX

VOCEX จะเรียก Subroutine CALN (รูปที่ 4-4) ซึ่งเป็นการคำนวณ main VOC โดยครั้งแรกจะปรับ year loop และเริ่มค่า dependent variable-volume, เปอร์เซนต์รถบรรทุก ประเภทและสภาพผิวทาง และถ้าจำเป็นจะอ่านค่า uphill truck speed จากตาราง

หลังจากปรับสภาพและประเภทของผิวทาง (pavement) และปรับความจุ (capacity) ตามความกว้างของรูปตัดของถนนแล้ว ค่าตัวแปรที่จำเป็นทุกค่าจะถูกลบออกก่อนที่จะเริ่มต้น chainage loop. Subroutine TRALEG จะถูกเรียกที่จุดนี้ (ถ้ามี)

Chainage loop จะถูกเพิ่มเมื่อ

1. ช่วง chainage ต่อไป หรือ
2. เริ่มต้นโค้ง หรือ
3. เริ่มต้นขึ้นลาดชัน (grade)

ถ้าหากว่าช่วงที่อยู่บนลาดชันเปลี่ยนแปลง ค่าองค์ประกอบลาดชัน (grade parameter) จะถูกปรับและจะเพิ่มลาดชันในทางตรงกันข้าม ถ้าหากว่าช่วงเกิดบนโค้ง ช่วงรัศมีจะถูกปรับ และจะเพิ่มโค้งในทางตรงกันข้าม ความยาวที่วิ่งตามลาดชันจะถูกคำนวณออกมา (ถ้าลาดชันมากกว่า 2 เปอร์เซนต์) และช่วงความยาวจะถูกปรับ

ในการปรับค่า level of service และ VCR จะกระทำซ้ำ 4 ครั้ง ครั้งแรกจะปรับค่า passenger car equivalent สำหรับรถบรรทุก โดยเริ่มจาก level of service (1,2 หรือ 3) ถ้าหากว่าไม่มีลาดชันจะปรับตัวประกอบของ histogram ปริมาณการจราจรจะถูกปรับสำหรับการคำนวณ pcu และ VCR ของรถบรรทุก แล้วจะทำการเปรียบเทียบเพื่อให้สอดคล้องกับ level of service ดังต่อไปนี้

Level of Service	VCR
1	0 - 0.5
2	0.5 - 0.7
3	>0.7

ถ้าหากว่าไม่สอดคล้องกับ level of service ก็จะถูกปรับหรือแก้ไข และเริ่มต้นกระทำซ้ำอีก โดยทั่วไปแล้วจะทำซ้ำมากที่สุดเพียง 2 ครั้งก็เพียงพอ

องค์ประกอบที่เหมาะสมของค่า VCR/speed (x,y) จะถูกเลือก และการคำนวณความเร็ว (speed) ขึ้นอยู่กับ VCR และ sight distance โดยการใช้สมการต่อไปนี้ (8)

$$\text{Speed (SP)} = (x * (1 - VCR) + Y * VCR)$$

และสำหรับ single carriageway ที่มี VCR 1 (SD = เปอร์เซนต์ของ sight distance)

$$\text{Speed (SP)} = ((1 - SD) * SP) + SD\,(0.4 * (Y + x) * VCR^2 + (0.6 * Y - 1.4 * x) * VCR + x)$$

ค่าของ X, Y, SD และ S ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-6

รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง VCR และ Speed ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-5

ถ้าหากว่ารถเป็นรถบรรทุกและขึ้นลาดชันอย่างน้อยที่สุด 2 เปอร์เซนต์ และความยาวตามลาดชันจะถูกตรวจสอบ เพื่อให้ได้ค่าความเร็วที่เหมาะสม และความเร็วจะถูกตรวจสอบเมื่อเห็นว่าไม่มากกว่าครั้งก่อน รถบรรทุกไม่สามารถเร่งความเร็วบนลาดชัน ช่วงความเร็วจะถูกปรับ

ตัวประกอบที่ใช้ปรับค่าใช้จ่าย (cost adjustment factor) สำหรับโค้งและลาดชันจะถูกอ่านจากตารางข้อมูล ถ้าหากว่าเป็น single carriageway (ถนน 2 เลน) ค่าใช้จ่ายสำหรับขึ้นและลงลาดชันวิธีการเฉลี่ย ความเร็วที่แตกต่างกันจาก chainage ก่อนจะถูกตรวจสอบ ถ้าแตกต่างกัน ค่าใช้จ่ายเนื่องจากการเปลี่ยนความเร็ว (speed change cost) และเวลาจะถูกคำนวณ ถ้าหากว่าเพิ่ม chainage รวมทั้ง สะพานที่มีเลนเดียว ค่าใช้จ่ายเนื่องจากการเปลี่ยนความเร็วและเวลา จะถูกคำนวณโดยคูณตัวประกอบโดย VCR เช่น ถ้า VCR = 0.7 คือมีรถ 70 เปอร์เซนต์ที่มีโอกาสจะวิ่งผ่านสะพาน

ระยะทางในแนวราบจะถูกแปลงให้เป็นระยะทางตามแนวเอียง (Slope) ถ้าหากว่าจำเป็นอาจเพิ่ม congestion เข้าไปด้วย โดยใช้สูตรจาก TRRL ซึ่งแปลงค่าเนื่องจากรถติดหรือรถออกตัว และอาจเพิ่มระยะทางอื่น ๆ อีก

New time = $(15.75\ VCR^3 + 2.25)$ * Distance/1000

New Distance = Distance + Speed * New time * 0.28

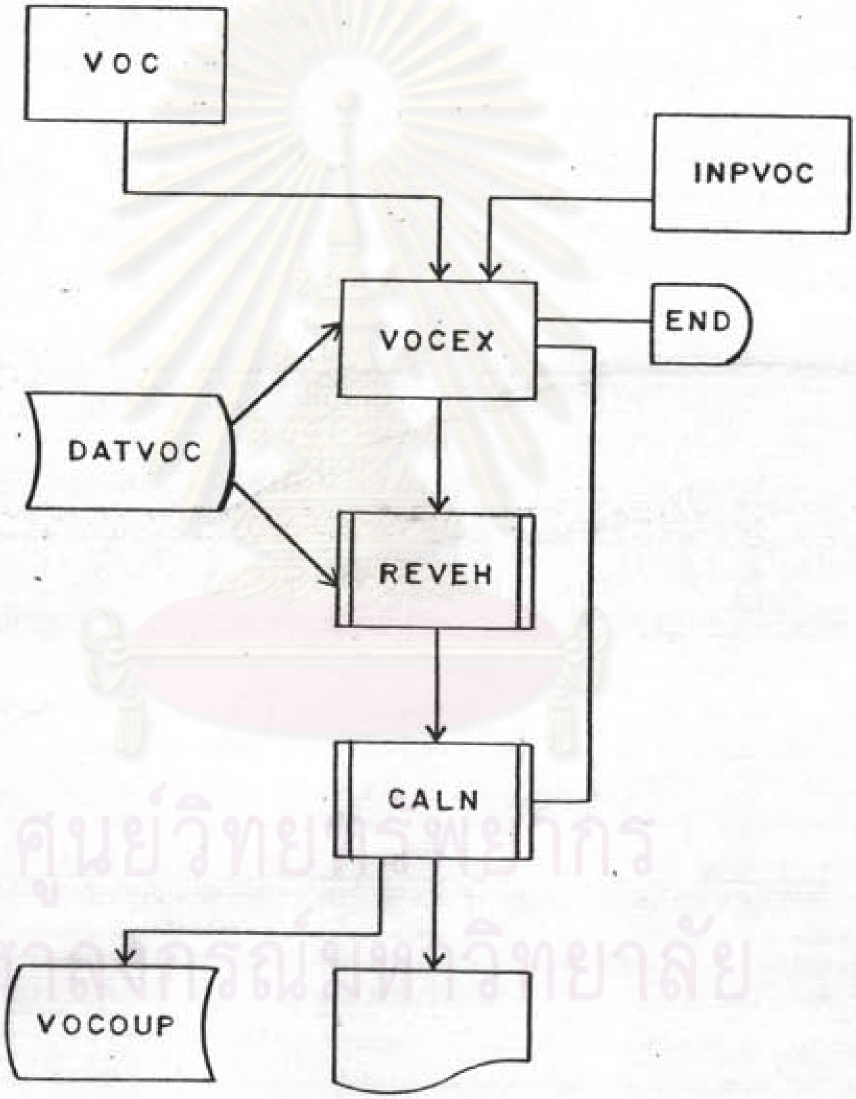
ตัวประกอบจะใช้กับ Variable และ fixed VOC สำหรับรถชนิดนี้ ความเร็วและประเภทผิวทาง และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เพิ่มเข้าไปกับค่า Vehicle Operating Cost และ time สำหรับช่วง Chainage และ histogram นี้ ความเร็วเฉลี่ยจะถูกคำนวณและค่าใช้จ่ายและเวลาจะสะสมสำหรับ histogram ที่เหมาะสม โปรแกรมจะกลับไปยังจุดเริ่มต้นของ histogram loop สำหรับช่องช่วง histogram ต่อไป

เมื่อทั้งสามช่วง histogram ได้คำนวณแล้ว ข้อมูล VOC สำหรับ Chainage นี้สำหรับ peak histogram จะถูกพิมพ์ (print flag = 1 หรือ 3) และโปรแกรมจะกลับไปจุดเริ่มต้นของ chainage loop และเพิ่ม chainage. chainage loop จะถูกกระทำซ้ำจนกระทั่งหมดช่วง (link)

เมื่อ chainage loop ครบเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะรวมทั้ง 3 histogram จะได้ค่า VOC และ Time เฉลี่ยต่อวัน รวมทั้งประกอบด้วย ความเร็วเฉลี่ยตลอดช่วง เวลา Variable VOC, Fixed VOC, Total VOC และค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อกิโลเมตร หลังจากนั้นโปรแกรมจะกลับไปคำนวณ VOC ในช่วงปีต่อไป

เมื่อทำการคำนวณครบทุกปีแล้ว ก็จะพิมพ์ผลให้ และโปรแกรมจะกลับไปยัง VOCEX ซึ่งจะเพิ่มประเภทของรถไปเรื่อย ๆ จนครบประเภทของรถ โปรแกรมจะพิมพ์ผล ของรถแต่ละประเภทแต่ละปี และโปรแกรมจะกลับไปคำนวณช่วงต่อไป (ถ้ามี)

VOC PROGRAM FLOWCHART

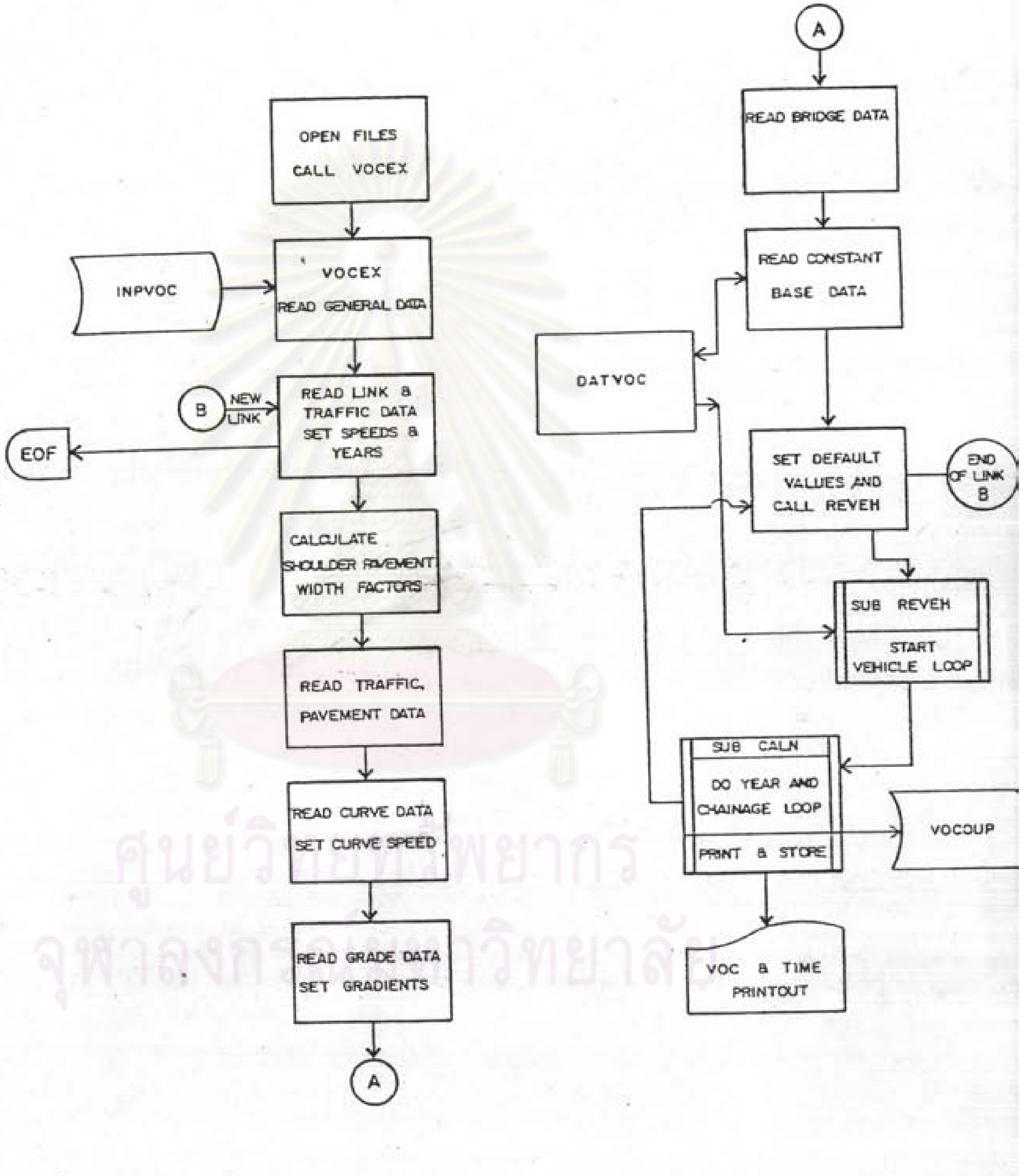


รูปที่ 4-1 ผังงานทั่วไปของค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (General flow chart of v.o.c.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

VOC

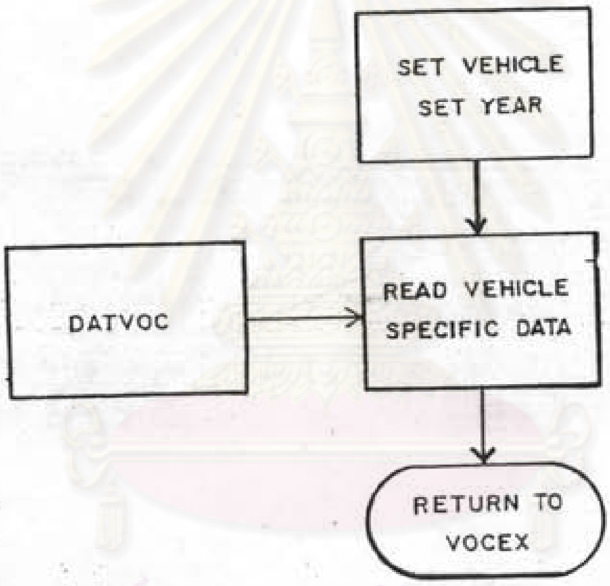


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4-2 ผังงานโดยละเอียดแสดงค่าใช้จ่ายในการใช้รถ

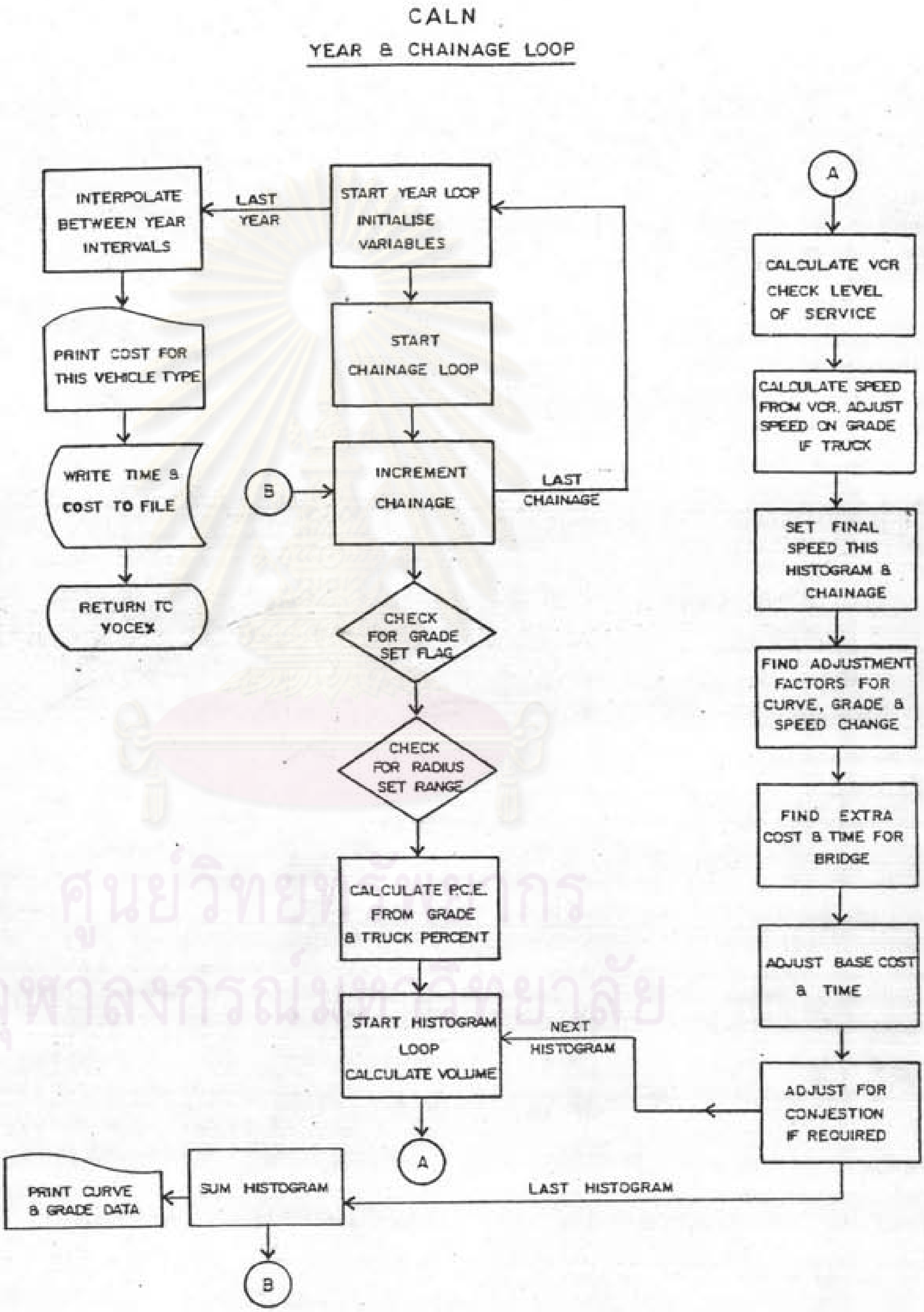
SUBROUTINE REVEH

(Vehicle Loop Routine)



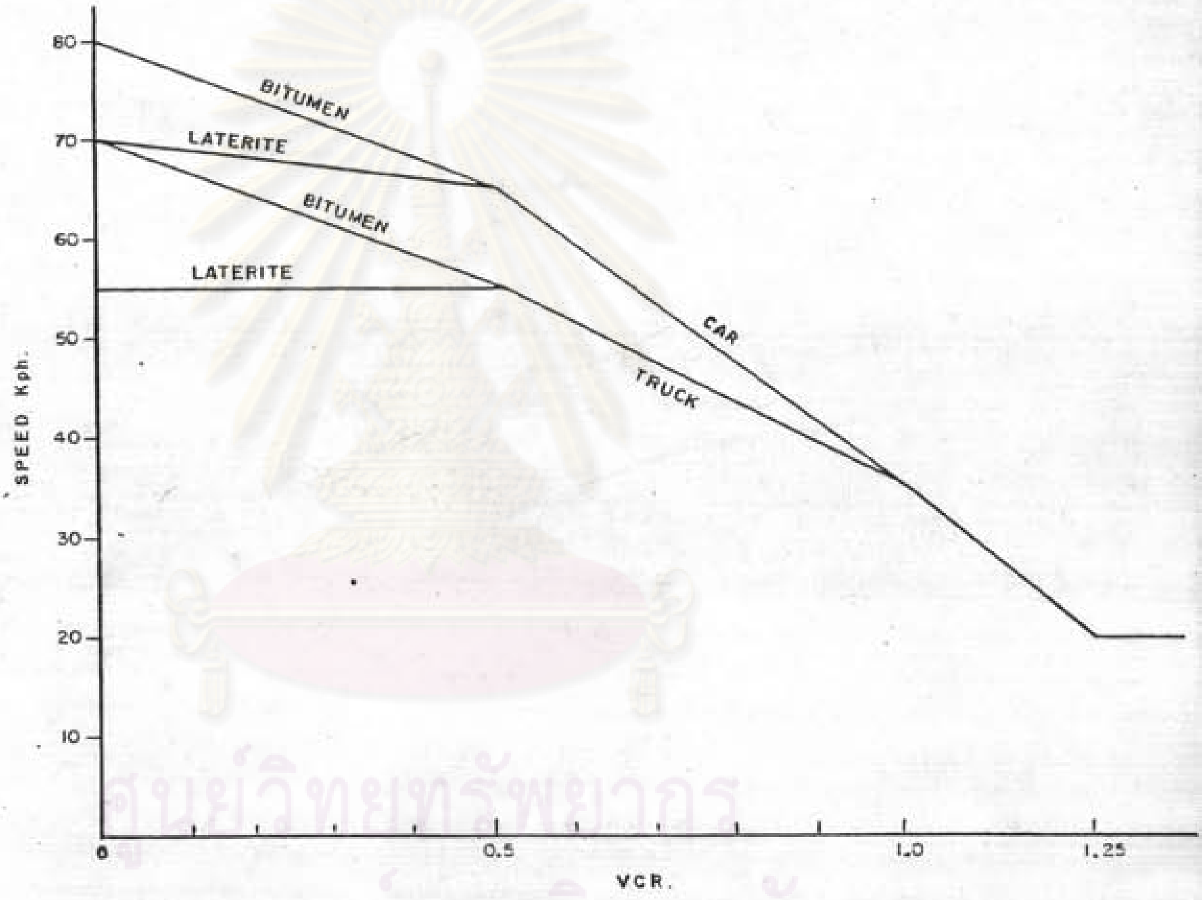
รูปที่ 4-3 ผังงานแสดงโปรแกรมย่อย REVEH

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4-4 ผังงานแสดงโปรแกรมย่อย CALN

VCR / SPEED RELATION SHIP



SPEED = X * (1 - VCR) + Y * VCR

รูปที่ 4-5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง VCR และ Speed

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SPEED

VCR		Laterite 0 - 0.5	Bitumen 0 - 0.5	Any Surface	
				0.5 - 1.0	1.0
Car	X	70	80	95	110
	Y	60	50	35	35
Truck	X	55	70	75	110
Bus	Y	55	40	35	35

SPEED ON BITUMEN ROAD

V.C.R.	S.D.	CAR	TRUCK
0.0	100% 50% 0%	80 80 80	70 70 70
0.3	100% 50% 0%	60 65 71	51 56 61
0.5	100% 50% 0%	52 58 65	44 49 55
0.7	100% 50% 0%	42 47 53	38 42 47
1.0	100% 50% 0%	35 35 35	35 35 35

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า VCR, speed และ Sight distance