หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการศึกษา

ผลการทดสอบเบื้องต้นของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1. FHWA Model

การทดสอบแบบจำลอง FHWA Model ได้เลือกใช้ทางด่วนระยะที่ 1 บริเวณสุขุมวิท 62 ที่มีการเก็บข้อมูลต่างๆ โดยภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่าง วันที่ 27-28 กุมภาพันธ์ 2534 โดยมีรายละเอียดการทดสอบดังนี้

จากการตรวจวัดปริมาณรถและความเร็วที่ใช้ทางด่วนระยะที่ 1 บริเวณ สุขุมวิท 62 ระหว่าง วันที่ 27-28 กุมภาพันธ์ 2534 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง รายละเอียดแสดงใน ตารางที่ 4.1 ถึง 4.3 รูปที่ 4.1 และตัวอย่างการคำนวณที่ 1

ข้อกำหนดที่ใช้

1.1 จากข้อมูลการตรวจวัดปริมาณ และประเภทของรถ บนทางด่วนระยะที่ 1 สามารถ แยกเป็นประเภทของรถได้ดังนี้ LC, MT, HT คิดเป็น ร้อยละ 86, 11 และ 3 ตามลำดับ

1.2 สมมุติความเร็วเฉลี่ยของรถประเภทต่างๆ โดยคิดการถ่วงน้ำหนัก เพื่อให้ได้ผลใกล้เคียงกับความเร็วเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้ ดังนี้

$$\text{ความเร็วเฉลี่ย} = \frac{(90\times 86)+(60\times 11)+(60\times 3)}{100} = 85.5 \text{ กม./ชม.}$$

ซึ่งใกล้เคียงกับความเร็วเฉลี่ยที่วัดได้บนทางด่วน 85.2 กม./ชม.

ดังนั้นจึงใช้ความเร็วตามประเภทของรถดังนี้

Light Car (LC)	วิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ย	90	กม./ชม.
Medium Truck (MT)	วิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ย	60	กม./ชม.
Heavy Truck (HT)	วิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ย	60	กม./ชม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการจราจร บนทางด่วนระยะที่1 (ช่วงสุขุมวิท 62)

DATE	TIME	TOTAL	LC (86 %)	MT (11 %)	HT (3 %)
27-Feb-91	11:00	9,042	7,776	995	271
	12:00	6,006	5,165	661	180
	13:00	7,578	6,517	834	227
	14:00	7,410	6,373	815	222
	15:00	8,502	7,312	935	255
	16:00	9,264	7,967	1,019	278
	17:00	6,702	5,764	737	201
	18:00	10,722	9,221	1,179	322
	19:00	7,890	6,785	868	237
	20:00	7,824	6,729	861	235
	21:00	6,792	5,841	747	204
	22:00	5,736	4,933	631	172
	23:00	3,696	3,179	407	111
	24:00	2,418	2,079	266	73
28-Feb-91	1:00	1,716	1,476	189	51
	2:00	1,356	1,166	149	41
	3:00	1,350	1,161	149	41
	4:00	1,578	1,357	174	47
	5:00	2,040	1,754	224	61
	6:00	7,566	6,507	832	227
	7:00	9,180	7,895	1,010	275
	8:00	7,224	6,213	795	217
	9:00	8,202	7,054	902	246
	10:00	9,156	7,874	1,007	275

ตารางที่ 4.2 ความเร็วเฉลี่ยของการจราจร บนทางด่วนระยะที่ 1 (ช่วงสุขุมวิท 62)

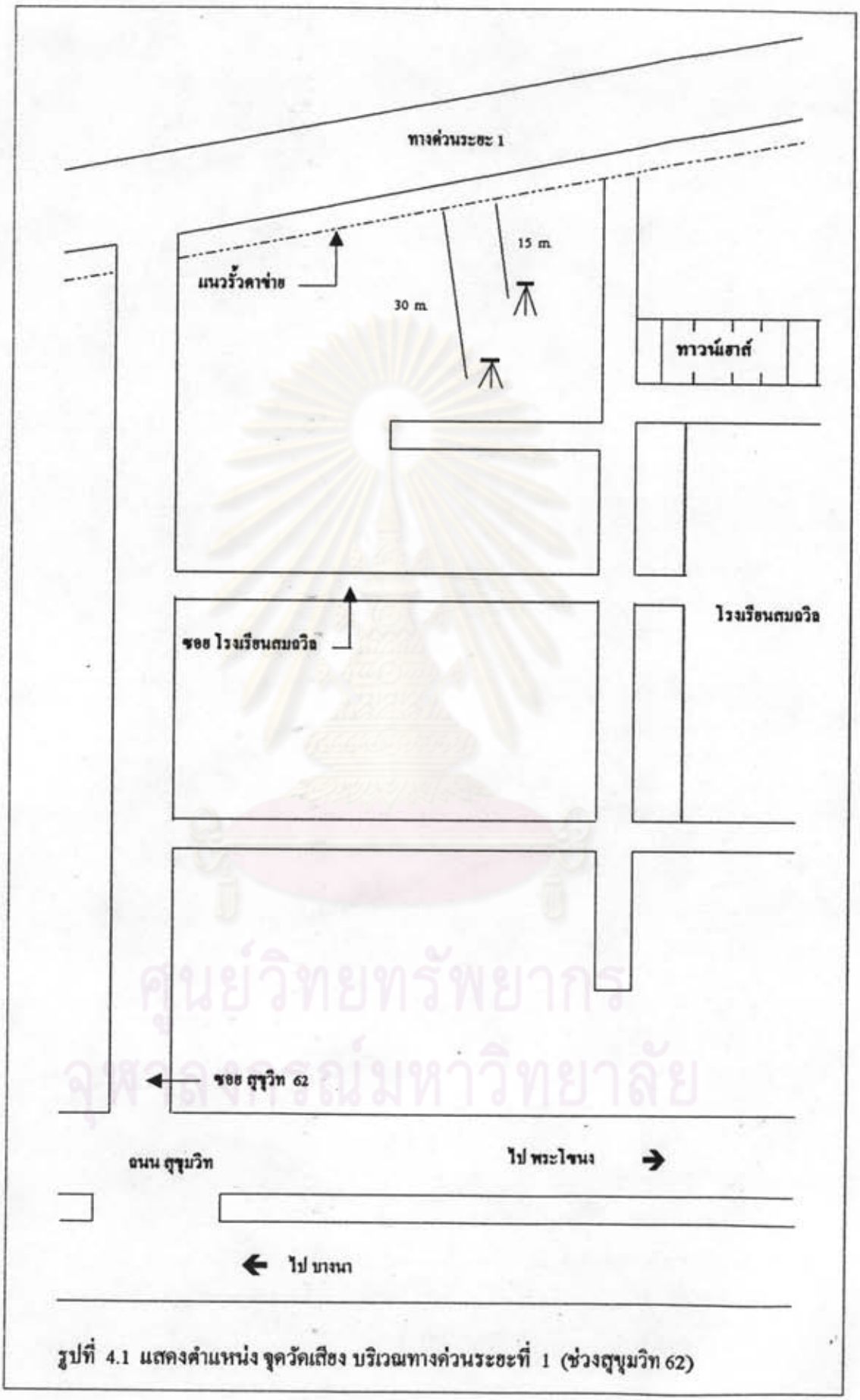
Speed (Km/Hr)	Number of Vehicles
30 - 50	19
50 - 70	63
70 - 90	66
90 - 110	51
110 - 130	22
130 - 150	9
150 - 170	9
170 - 190	1

Arithmetic Mean = 85.2 Km/hr

ตารางที่ 4.3 ค่าระดับเสียงที่วัดได้ (ช่วง สุขุมวิท 62)

Date	Time	Leq (dBA)	
		Distance From Curbside	
		15 metres	30 metres
26-Feb-91	07:00		
	TO	75.2	72.6
	22:00		
27-Feb-91	TO	70.0	68.4
	07:00		
	TO	72.5	68.9
	22:00		
28-Feb-91	TO	71.1	65.7
	07:00		
	TO	71.6	67.8
	22:00		
03-Jan-91	TO	71.3	70.1
	07:00		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 แสดงตำแหน่ง จุดวัดเสียง บริเวณทางด่วนระยะที่ 1 (ช่วงสุขุมวิท 62)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณ ที่ 1 ผลคำนวณของ FHWA Model ณ. วันที่ 27 ก.พ. เวลา 21.00 น. ที่ระยะ 30 เมตร จากแนวรั้ว

NOISE PREDICTION MATHEMATICAL MODEL

Site Identification : 6 lanes

Location : First Stage Expressway (Sukhumvit 62) Date : 27-Feb-91 Time : 21:00-22:00

DATA

Distance ; Observer to Highway Curb (m) 41.0

Site Condition ; Hard = 0 Soft = 0.5 0.50

BUILDING ADJUSTMENT

Building Shielding (%) 0.0

Building Shielding Adjustment (dBA) 0.0

FINITE SEGMENT ADJUSTMENT

Segment Angle for hard site (degrees) ø1 = -90.0 ø2 = 90.0 ø2-ø1 = 180.0

Finite Segment Adj. for hard site (dBA) None

Segment Angle for soft site (degrees) 136.72 sterval= 9.00

Finite Segment Adj. for soft site (dBA) -1.2

DISTANCE ADJUSTMENT

	out side	middle	in side	in side	middle	out side
Lane	1	2	3	4	5	6
Distance from curb to center of the lane	1.75	5.25	8.75	14.65	18.15	21.65
Distance Adjustment (dBA)	-6.8	-7.3	-7.8	-8.5	-8.9	-9.3

TRAFFIC FLOW & GRADE ADJUSTMENT

Vehicle class	LIGHT CARS						MEDIUM TRUCKS						HEAVY TRUCKS					
	out side	middle	in side	in side	middle	out side	out side	middle	in side	in side	middle	out side	out side	middle	in side	in side	middle	out side
Lanes	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Speed (km/hr)	0	90	90	90	90	0	60	0	0	0	0	60	60	0	0	0	0	60
Volume (veh/hr)	0	1460	1460	1460	1460	0	374	0	0	0	0	374	102	0	0	0	0	102
Grade (%)													0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Grade Adj. (dBA)	no eff.	no eff.	no eff.	no eff.	no eff.	no eff.	no eff.	no eff.	no eff.	no eff.	no eff.	no eff.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Volume/Speed Adj. (dBA)	none	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	none	-5.3	none	none	none	none	-5.3	-10.9	none	none	none	none	-10.9
REFERENCE ENERGY MEAN EMISSION LEVEL																		
Emission Level,Lo (dBA)	none	72.1	72.1	72.1	72.1	none	76.7	none	none	none	none	76.7	82.2	none	none	none	none	82.2
Hourly Leq. of vehicle class (dBA)	0.0	62.4	61.9	61.2	60.8	0.0	63.4	0.0	0.0	0.0	0.0	60.9	63.3	0.0	0.0	0.0	0.0	60.8
I/Iref.	0.0E+0	1.7E+6	1.6E+6	1.3E+6	1.2E+6	0.0E+0	2.2E+6	0.0E+0	0.0E+0	0.0E+0	0.0E+0	1.2E+6	2.1E+6	0.0E+0	0.0E+0	0.0E+0	0.0E+0	1.2E+6

Observer location; I/Iref. 1.3E+7

Total Hourly Leq. at observer (dBA) 71.0

1.3 กำหนดให้ LC วิ่งเฉพาะเลนกลางและเลนใน (เลน 2 3 4 และ 5)

MT วิ่งเฉพาะเลนริมนอก (เลน 1 และ 6)

HT วิ่งเฉพาะเลนริมนอก (เลน 1 และ 6)

1.4 ปริมาณรถยนต์เฉลี่ยเท่ากันในทุกเลนของรถแต่ละประเภท

จากการตรวจวัดระดับเสียงที่ระยะห่าง 15 และ 30 เมตร จากแนวรั้วขอบทางได้ค่าระดับเสียงเฉลี่ย เป็น 72.5 และ 68.9 เดซิเบล ตามลำดับ ในช่วงเวลา Day Time (07.00-22.00 น.) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 สำหรับช่วงเวลา Night Time (22.00-07.00 น.) เป็น 71.1 และ 65.7 เดซิเบล ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่งผลจากการเปรียบเทียบกับค่าระดับเสียงที่ได้จากการคำนวณด้วย FHWA Model พบว่า FHWA Model จะให้ค่าที่สูงกว่าประมาณ 2-3 เดซิเบล ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยบางอย่าง เช่น การบดบังของต้นไม้ สภาพพื้นดิน ณ จุดวัดเสียง เป็นต้น ค่าความแตกต่างดังกล่าวไม่มากนักในการนำ FHWA Model ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

2. Kadhim S.Jraiw Model

รายละเอียดการทดสอบ Jraiws Model บนถนนสุขุมวิท และถนนรามคำแหงมีดังนี้

ข้อกำหนดที่ใช้

2.1 เนื่องจากการจราจรที่หนาแน่น จึงตั้งสมมุติฐานว่า ความเร็วของรถแต่ละประเภท มีความเร็วเท่ากัน

2.2 ความเร็วที่ใช้ได้จากการตรวจวัดของกองวิศวกรรมการจราจร กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการเดินทางในถนนนั้นๆ (พ.ศ. 2533)

2.3 ปริมาณรถยนต์ ได้จากการตรวจนับของ สำนักนโยบายและแผน กระทรวงมหาดไทย (พ.ศ. 2534)

2.4 ค่าระดับเสียงในสนาม ได้จากการตรวจวัดของ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

2.5 กำหนดให้จุดวัดเสียงห่างจากทางแยก-ทางตัด มากกว่า 100 เมตร (ใช้ค่า 100 เมตร ในการคำนวณ)

2.6 ระยะห่างระหว่างขอบถนนกับผนังอาคาร กำหนดใช้ 4 เมตร

2.7 จุดวัดเสียงห่างจากขอบถนน 1 เมตร

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าที่ได้จาก FHWA Model กับค่า ตรวจวัดจริง (Site Nigth-Level)

เมื่อวันที่ 27 (22.00-24.00 น.) - 28 (01.00-07.00 น.) กุมภาพันธ์ 2534

	ค่าระดับเสียงแต่ละชั่วโมง (dBA)										Cal. Avg	On Site
TIME	22.00	23.00	24.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	dBA	dBA
15 m.	72.6	70.7	68.9	67.4	66.4	66.3	67.0	68.1	73.8	74.7	70.7	71.1
30 m.	70.2	68.3	66.5	65.0	64.0	64.0	64.6	65.8	71.4	72.3	68.3	65.7

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบค่าที่ได้จาก FHWA Model กับค่า ตรวจวัดจริง (Site Day-Level)

เมื่อวันที่ 28 (08.00-10.00 น.) - 27 (11.00-21.00 น.) กุมภาพันธ์ 2534

	ค่าระดับเสียงแต่ละชั่วโมง (dBA)														Cal. Avg	On Site
TIME	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	dBA	dBA
15 m.	73.6	74.2	74.6	74.6	72.8	73.8	73.7	74.3	74.7	73.3	75.3	74.0	74.0	73.3	74.1	72.5
30 m.	71.2	71.8	72.3	72.2	70.4	71.5	71.4	72.0	72.3	70.9	73.0	71.6	71.6	71.0	71.6	68.9

ตัวอย่างการคำนวณ

ถนนสุขุมวิท ช่วงเวลา 07.30-08.30 น.

จำนวนรถยนต์	LC	=	3,262	คัน
	MT	=	2	คัน
	HT	=	313	คัน
ความเร็วเฉลี่ย		=	17	กม./ชม.
ความกว้างถนน		=	22.00	เมตร

ถนนสุขุมวิท ช่วงเวลา 15.00-16.00 น.

จำนวนรถยนต์	LC	=	3,356	คัน
	MT	=	96	คัน
	HT	=	278	คัน
ความเร็วเฉลี่ย		=	17	กม./ชม.
ความกว้างถนน		=	22.00	เมตร

ถนนรามคำแหง ช่วงเวลา 07.30-08.30 น.

จำนวนรถยนต์	LC	=	4,154	คัน
	MT	=	14	คัน
	HT	=	706	คัน
ความเร็วเฉลี่ย		=	18	กม./ชม.
ความกว้างถนน		=	20.00	เมตร

ถนนรามคำแหง ช่วงเวลา 17.00-18.00 น.

จำนวนรถยนต์	LC	=	4,310	คัน
	MT	=	60	คัน
	HT	=	531	คัน
ความเร็วเฉลี่ย		=	18	กม./ชม.
ความกว้างถนน		=	20.00	เมตร

ผลการคำนวณทั้งหมดแสดงในตัวอย่างการคำนวณที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16747818

ตัวอย่างการคำนวณที่ 2 ผลการคำนวณ ค่าระดับเสียง ของ Jraiw Model

Jraiw Model		SUKHUMVIT		RAM KHAM HAENG	
		07:00-08:00	15:00-16:00	07:30-08:30	17:00-18:00
VEL.	(Km/Hr)	**17**	**17**	**18**	**18**
W	(m.)	22	22	20	20
J	(m.)	100	100	100	100
LIGHT	(Veh/Hr)	3,262	3,356	4,154	4,310
MEDIUM	(Veh/Hr)	2	96	14	60
HEAVY	(Veh/Hr)	313	278	706	531
D	(m.)	4	4	4	4
K	(m.)	1	1	1	1
Model	dBA	**80.7**	**81.0**	**83.7**	**83.0**
Site	dBA	**77.0**	**78.5**	**78.2**	**77.8**

Leq = 53.2 - 6Log(V) - 4.5Log(W) - 0.0107J + 11.7Log(L+6M+10H) - 5.23Log(d-k)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการทดสอบด้วยแบบจำลอง เปรียบเทียบกับการวัดระดับเสียงในสนามของ กรมควบคุมมลพิษ พบว่าแบบจำลองจะได้ค่าระดับเสียงสูงกว่าประมาณ 5 เดซิเบล ซึ่งอาจเกิดจากจุดวัดเสียงของ กรมควบคุมมลพิษ ที่อยู่ในตำแหน่งสูงจากถนน 3.50 เมตร และห่างจากขอบถนนประมาณ 3 - 4 เมตร แต่ค่าระดับเสียงจาก แบบจำลองวัดที่ความสูง 1.50 เมตร และห่างจากขอบถนน 1 เมตร สาเหตุอีก ประการคือ ข้อจำกัดของข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ เป็นข้อมูลจากหลายหน่วยงาน ซึ่งแต่ละหน่วยงานจะเก็บข้อมูลแตกต่างกัน ทำให้ข้อมูลที่นำมาใช้ในแบบจำลอง ไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลในเวลาเดียวกันได้ ทั้งหมด

แต่อย่างไรก็ตาม ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวค่อนข้างจะคงที่ และสอดคล้องกับผลการตรวจวัดระดับเสียง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง ดังกล่าวน่าจะสามารถนำมาใช้ได้กับ กรุงเทพมหานคร แต่ค่าสัมประสิทธิ์ อาจต้องเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่ทำใน ประเทศอังกฤษ ซึ่งก็ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องนี้ แต่อย่างไรที่จะเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์เพราะเป็นแบบจำลองชนิดสถิติ

ระดับเสียงอ้างอิงของรถจักรยานยนต์

จากการตรวจวัดระดับเสียงของรถจักรยานยนต์ที่วิ่งด้วยความเร็ว 20 - 100 กม./ชม. ที่ระยะห่าง 15 เมตร โดยมีรายละเอียดดัง ตารางที่ 4.6 และนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว กับ ระดับเสียงได้ดังสมการ

$$Lo = 59.3 + 0.22V$$

โดยที่ Lo คือ ค่าระดับเสียงอ้างอิงที่ความเร็วนั้นๆ (dBA)

V คือ ความเร็วของรถจักรยานยนต์ (กม./ชม.)

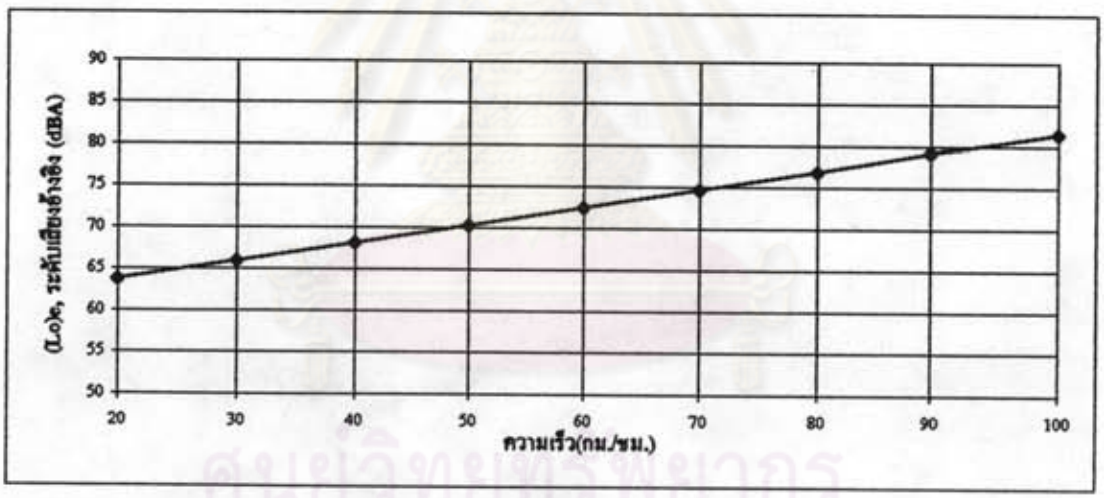
หรือ หาจากรูปที่ 4.2 ซึ่งจะนำไปใช้ในแบบจำลอง FHWA

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและความเร็วของการจราจร (Q & V CURVE)

จากการตรวจนับปริมาณการจราจร (Q) และวัดความเร็ว (V) ในถนนสายต่างๆ และนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณรถและความเร็ว แยกตามประเภทของรถและประเภทถนน แสดงได้ดังรูปที่ 4.3 -รูปที่ 4.6 สำหรับรูปที่ 4.7 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถทุกประเภท กับ ความเร็วเฉลี่ย

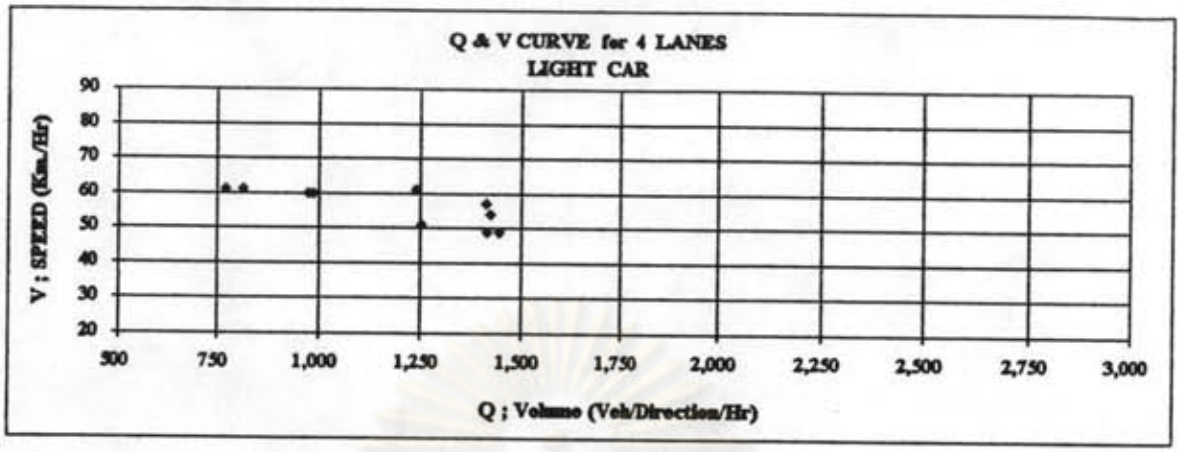
ตารางที่ 4.6 : ข้อมูล ระดับเสียงของรถจักรยานยนต์ที่ตรวจวัดเพื่อหาระดับเสียงอ้างอิง

VELOCITY (Km/Hr.)								
20	30	40	50	60	70	80	90	100
MAX. NOISE LEVEL (dBA)								
65.5	66.3	66.0	68.0	71.4	73.9	75.4	76.9	78.7
70.3	71.9	74.3	77.1	80.5	83.1	86.0	87.1	93.2
66.3	72.6	69.0	77.3	78.6	76.8	83.1	85.2	84.2
61.6	63.3	61.4	66.9	71.0	70.6	71.7	83.6	84.7
64.0	68.4	66.8	67.0	68.3	75.5	75.4	76.3	79.6
62.3	64.2	67.9	70.7	69.6	69.3	76.1	76.5	78.9
62.3	67.1	69.3	69.9	72.4	72.9	73.6	74.0	77.8
58.8	61.1	62.5	64.7	68.2	67.3	72.4	77.1	76.8
Average								
63.9	66.9	67.2	70.2	72.5	73.7	76.7	79.6	81.7

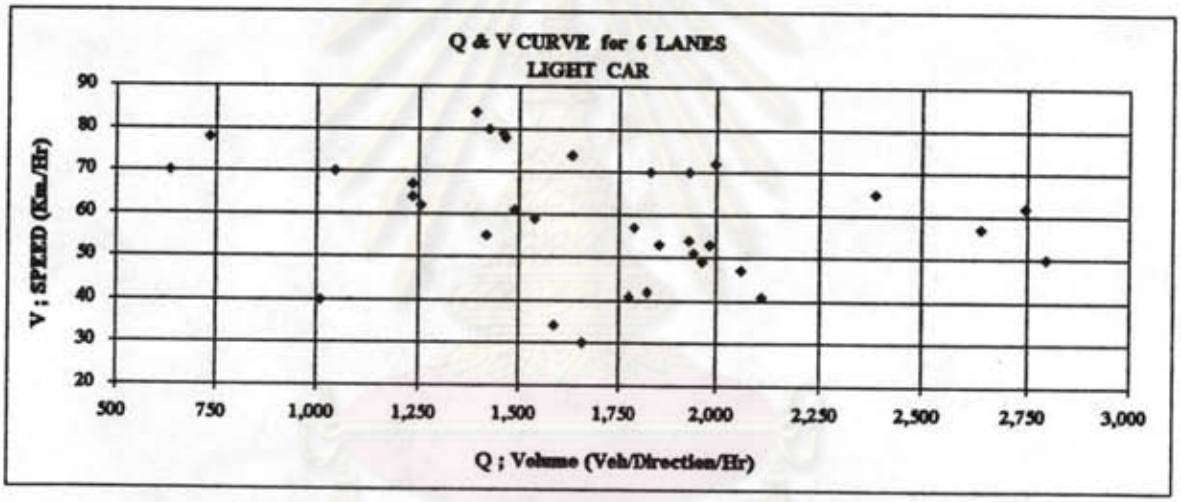


รูปที่ 4.2 : กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับเสียงอ้างอิง กับ ความเร็ว ของรถจักรยานยนต์

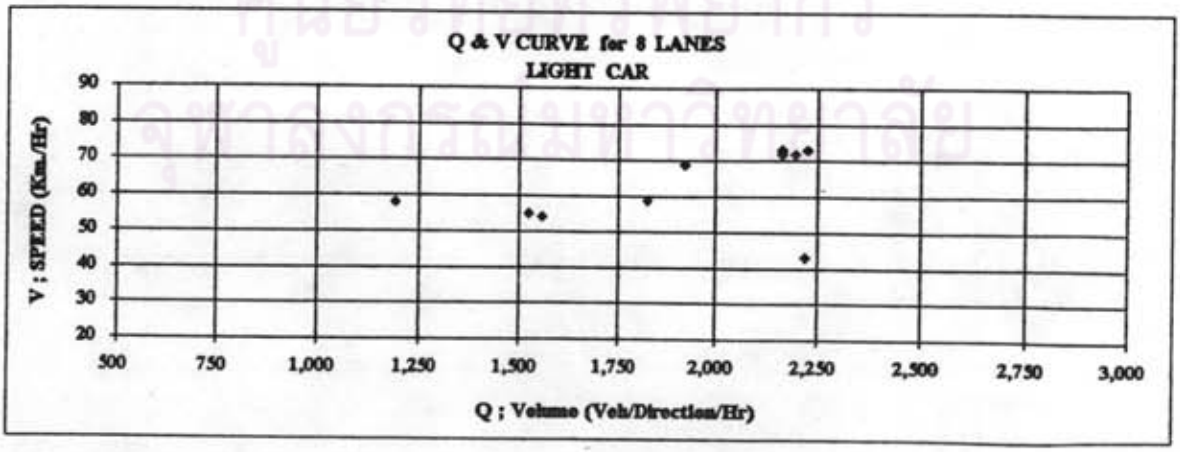
(Lo)e = 59.3 + 0.22V r = 0.994 SD. = 0.650



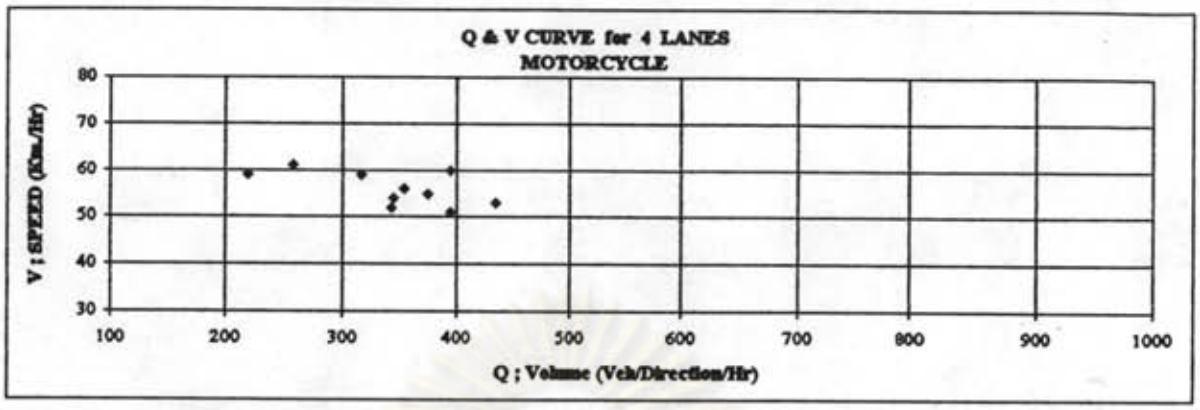
รูปที่ 4.3 (a) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถยนต์นั่ง(Light Car) ของถนนประเภท 4 ช่องทาง



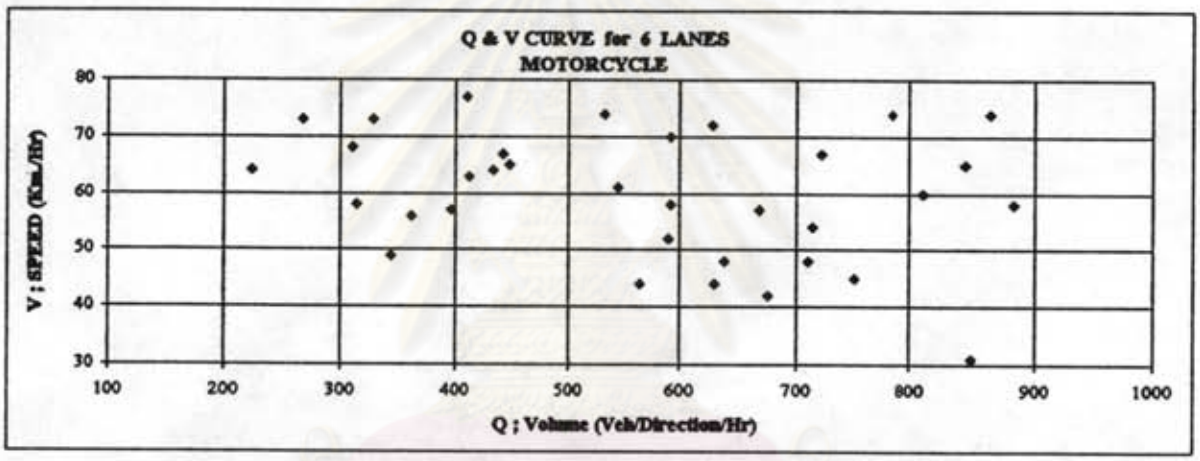
รูปที่ 4.3 (b) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถยนต์นั่ง(Light Car) ของถนนประเภท 6 ช่องทาง



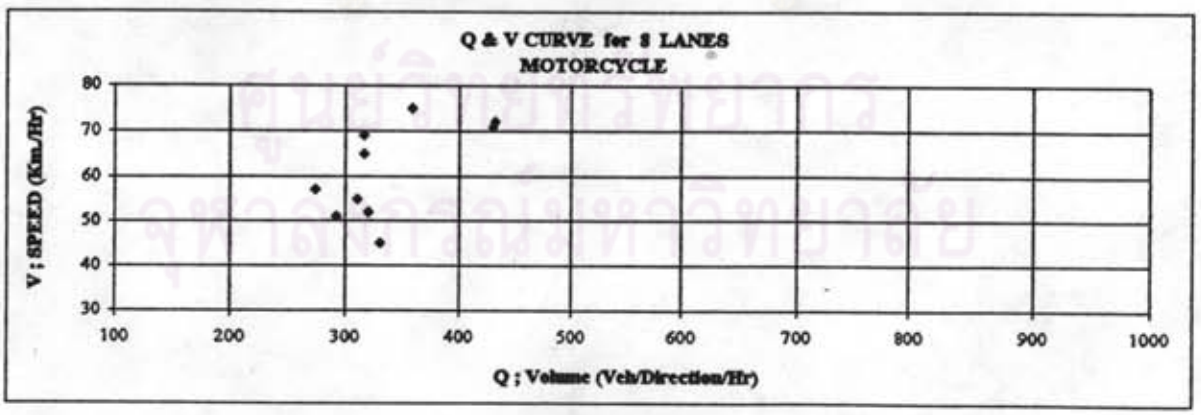
รูปที่ 4.3 (c) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถยนต์นั่ง(Light Car) ของถนนประเภท 8 ช่องทาง



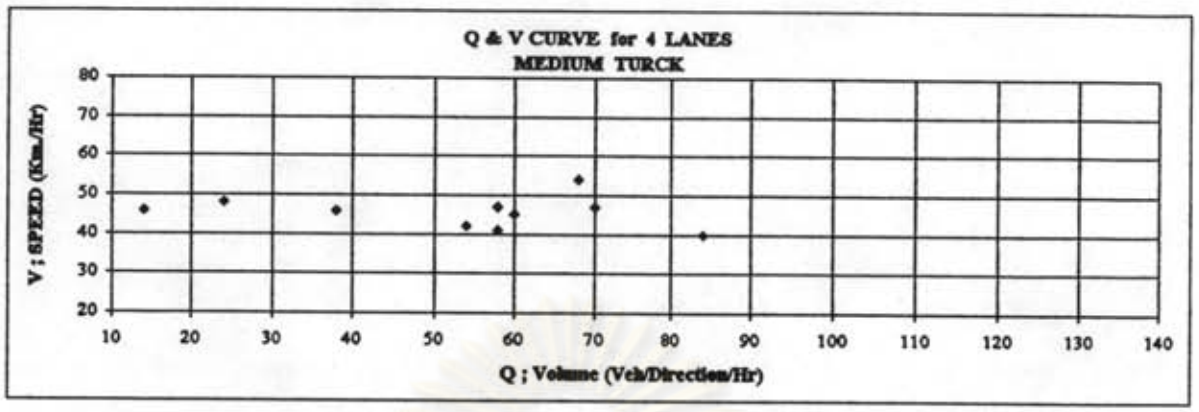
รูปที่ 4.4 (a) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถจักรยานยนต์ (Motorcycle) ของถนนประเภท 4 ช่องทาง



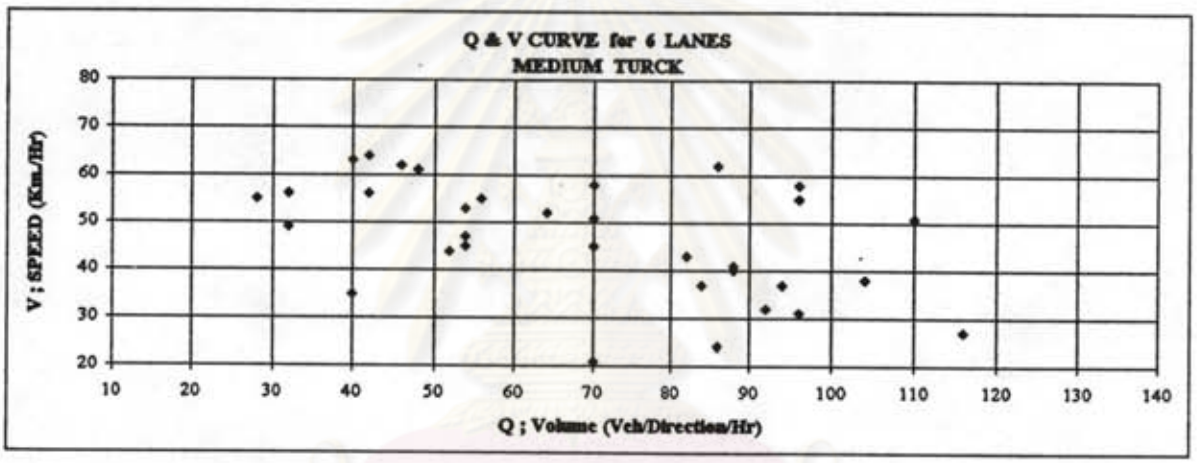
รูปที่ 4.4 (b) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถจักรยานยนต์ (Motorcycle) ของถนนประเภท 6 ช่องทาง



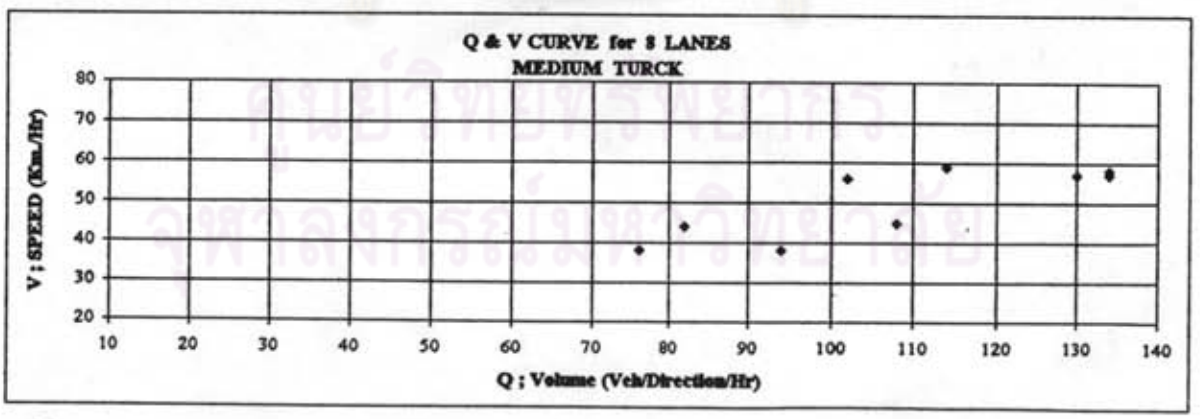
รูปที่ 4.4 (c) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถจักรยานยนต์ (Motorcycle) ของถนนประเภท 8 ช่องทาง



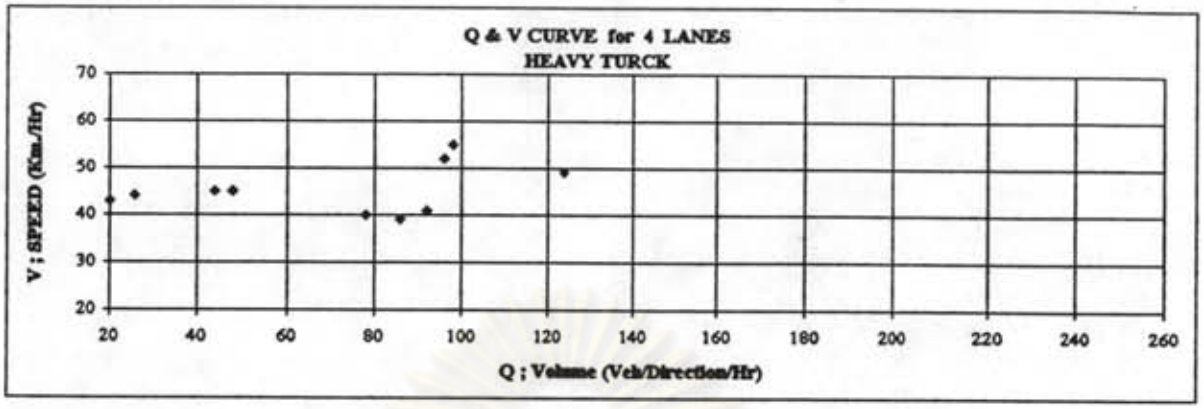
รูปที่ 4.5 (a) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถบรรทุก Medium Truck ของถนนประเภท 4 ช่องทาง



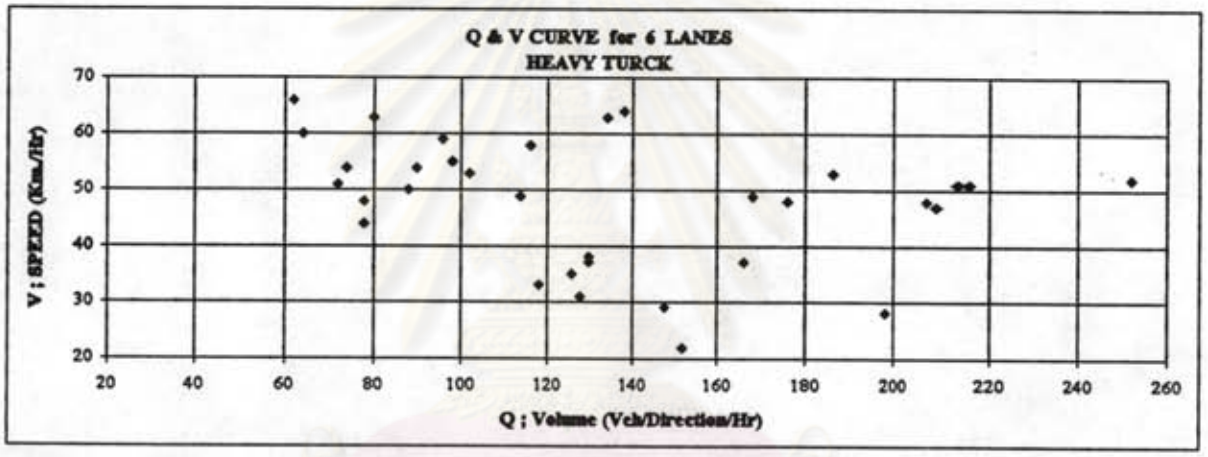
รูปที่ 4.5 (b) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถบรรทุก Medium Truck ของถนนประเภท 6 ช่องทาง



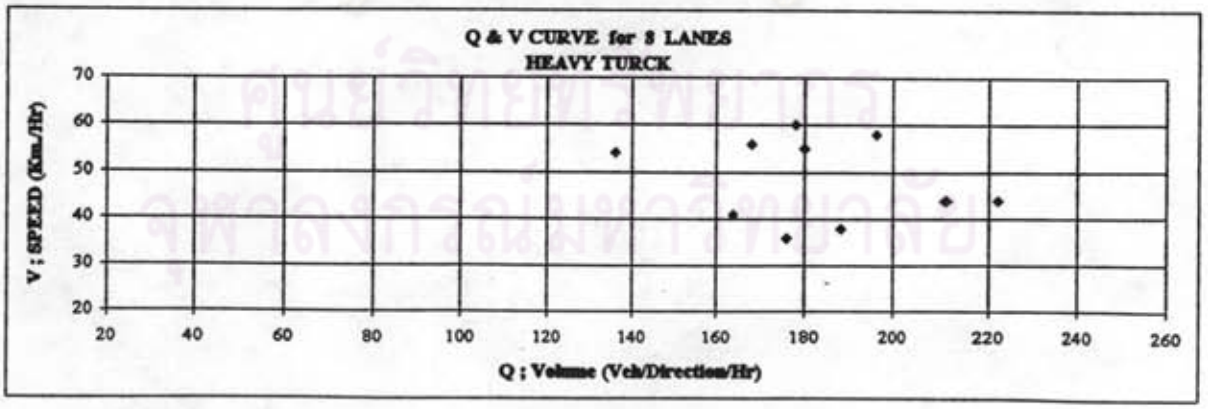
รูปที่ 4.5 (c) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถบรรทุก Medium Truck ของถนนประเภท 8 ช่องทาง



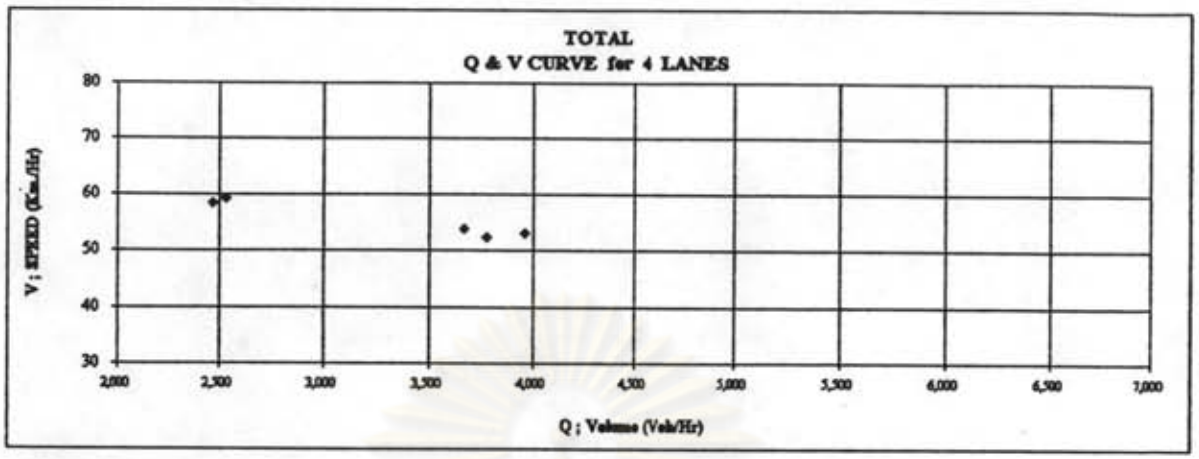
รูปที่ 4.6 (a) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถบรรทุก Heavy Truck ของถนนประเภท 4 ช่องทาง



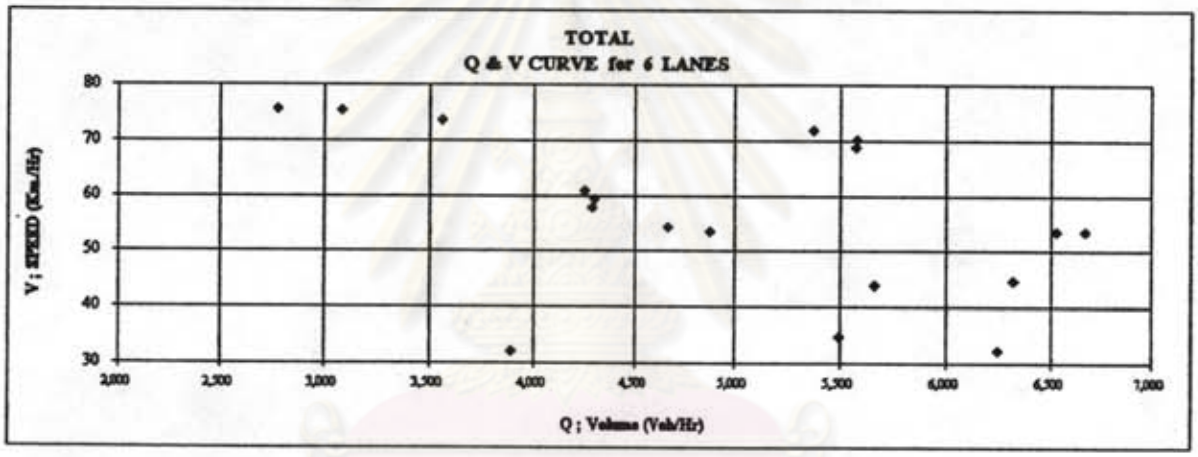
รูปที่ 4.6 (b) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถบรรทุก Heavy Truck ของถนนประเภท 6 ช่องทาง



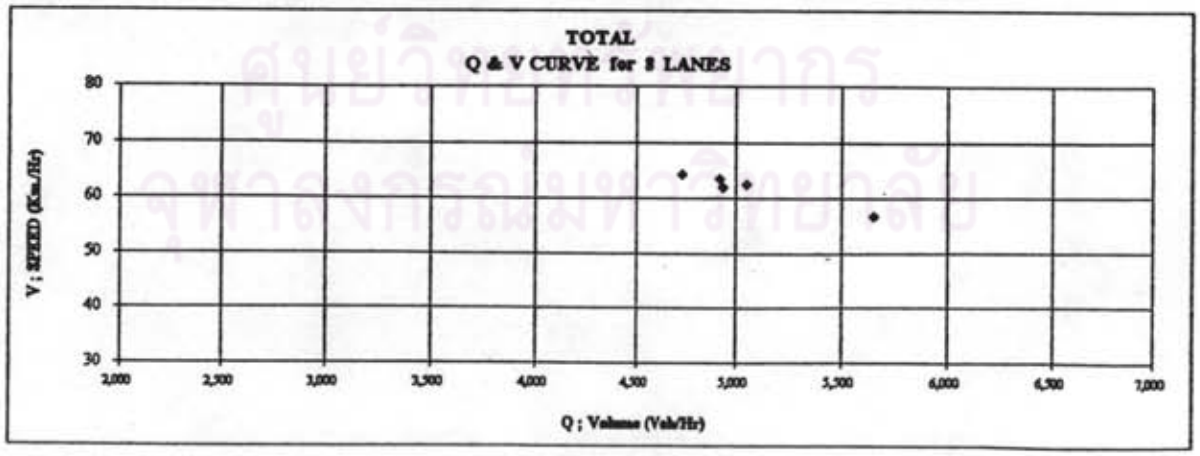
รูปที่ 4.6 (c) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถบรรทุก Heavy Truck ของถนนประเภท 8 ช่องทาง



รูปที่ 4.7 (a) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถยนต์รวมทุกประเภท ของถนนประเภท 4 ช่องทาง



รูปที่ 4.7 (b) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถยนต์รวมทุกประเภท ของถนนประเภท 6 ช่องทาง



รูปที่ 4.7 (c) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณ กับ ความเร็วเฉลี่ย ของรถยนต์รวมทุกประเภท ของถนนประเภท 8 ช่องทาง

วิเคราะห์ผลการศึกษา

FHWA Model

จากผลการทดสอบกับถนนใน กรุงเทพมหานคร 10 สายโดยเพิ่มรถจักรยานยนต์อีก 1 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และ รูปที่ 4.8 พบว่า ที่ความเร็วเฉลี่ยของการจราจร ต่ำกว่า 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบบจำลองจะให้ค่าระดับเสียง สูงกว่า การตรวจวัดในสนาม ถึง 3 - 9 dBA โดยมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation ,SD) 2.148 และค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) - 0.7247

ดังนั้น FHWA Model จึงไม่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ทำนาย ระดับเสียง ที่ความเร็วเฉลี่ยต่ำกว่า 50 กิโลเมตร / ชั่วโมง

และที่ความเร็วเฉลี่ยตั้งแต่ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง ขึ้นไป แบบจำลองจะให้ค่าระดับเสียง ที่แตกต่างกับการตรวจวัดในสนาม ดังนี้ ช่วง ± 2 เดซิเบล มี 68 % ช่วงน้อยกว่า -2.0 เดซิเบล มี 27 % และช่วงมากกว่า 2.0 เดซิเบล มี 5 % โดยมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.689 ค่าสหสัมพันธ์ 0.4438 (ค่าความเชื่อมั่น 97.5 % จากการทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง)และค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างแบบจำลองกับการตรวจวัด (Average Difference) -0.97 เดซิเบล

เมื่อนำค่า 0.97 เดซิเบล ไปบวกเพิ่มจากค่าระดับเสียง ที่คำนวณได้จากแบบจำลอง พบว่า จะให้ค่าความแตกต่างเทียบกับการ ตรวจวัดในสนาม ดีขึ้นดังนี้ ช่วง ± 2 เดซิเบล เพิ่มเป็น 82 %. ช่วงน้อยกว่า -2.0 เดซิเบล มี 9 % และช่วงมากกว่า 2.0 เดซิเบล มี 9 %

ดังนั้น FHWA Model สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำนายระดับเสียงที่ความเร็วเฉลี่ยของการจราจร ตั้งแต่ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง ขึ้นไป โดยเพิ่มประเภท รถจักรยานยนต์ และเพิ่มค่าระดับเสียงอีก 0.97 เดซิเบล

รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความเร็วเฉลี่ย กับ ค่าความแตกต่างของระดับเสียง ของแบบจำลอง FHWA

รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ย กับ ค่าความแตกต่างของระดับเสียง ที่ปรับค่าแล้ว เฉพาะ ความเร็วตั้งแต่ 50 กิโลเมตร / ชั่วโมง ของแบบจำลอง FHWA

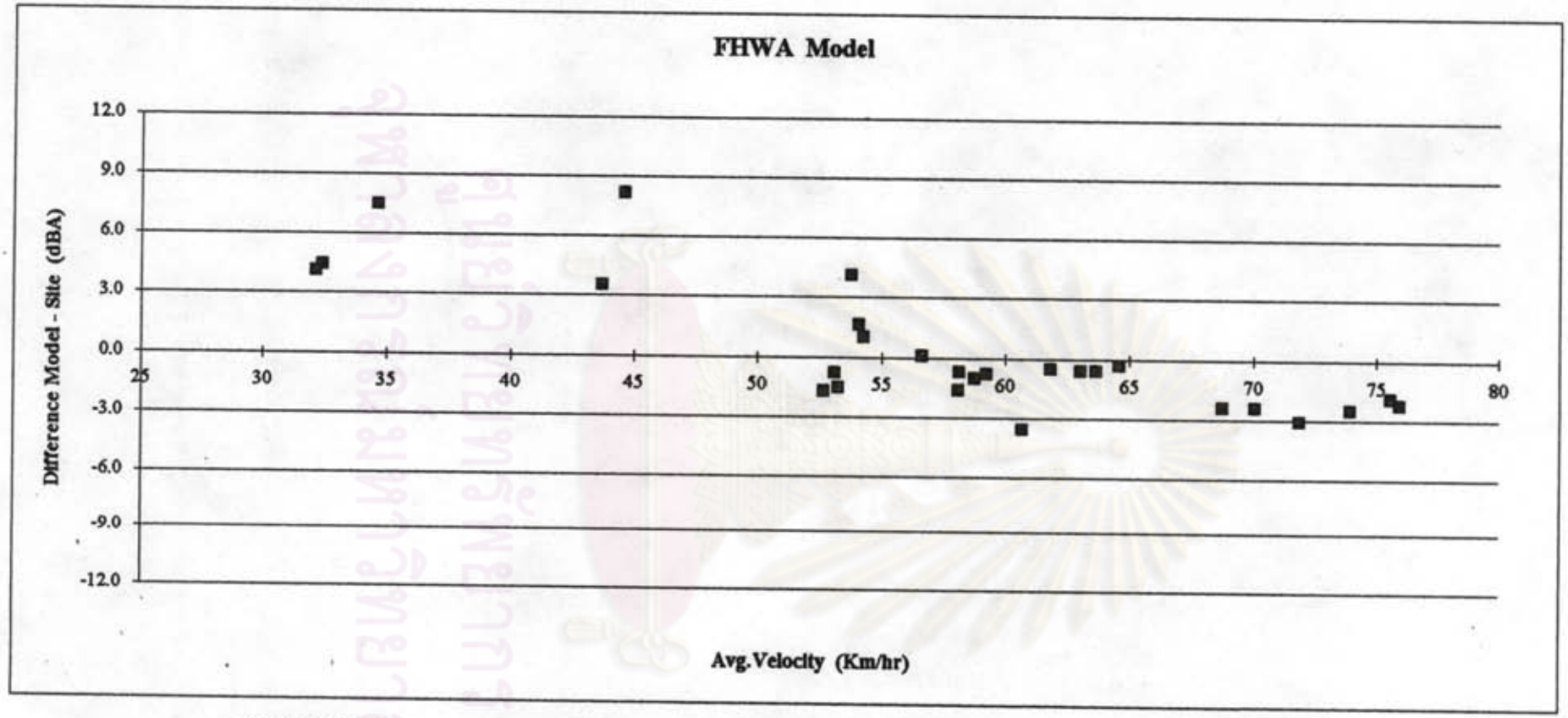
รูปที่ 4.10 แสดง Fitted Curve ที่ความเร็วเฉลี่ยตั้งแต่ 50 กิโลเมตร / ชั่วโมง

รูปที่ 4.11 แสดง Fitted Curve ที่ได้ทำการปรับค่าระดับเสียงที่ได้จากแบบจำลองโดยเพิ่มค่า ระดับเสียงจากแบบจำลอง 0.97 เดซิเบล ที่ความเร็วเฉลี่ยตั้งแต่ 50 กิโลเมตร / ชั่วโมง

ตารางที่ 4.7 แสดงผลที่ได้จากแบบจำลอง FHWA ของถนนสายต่างๆ

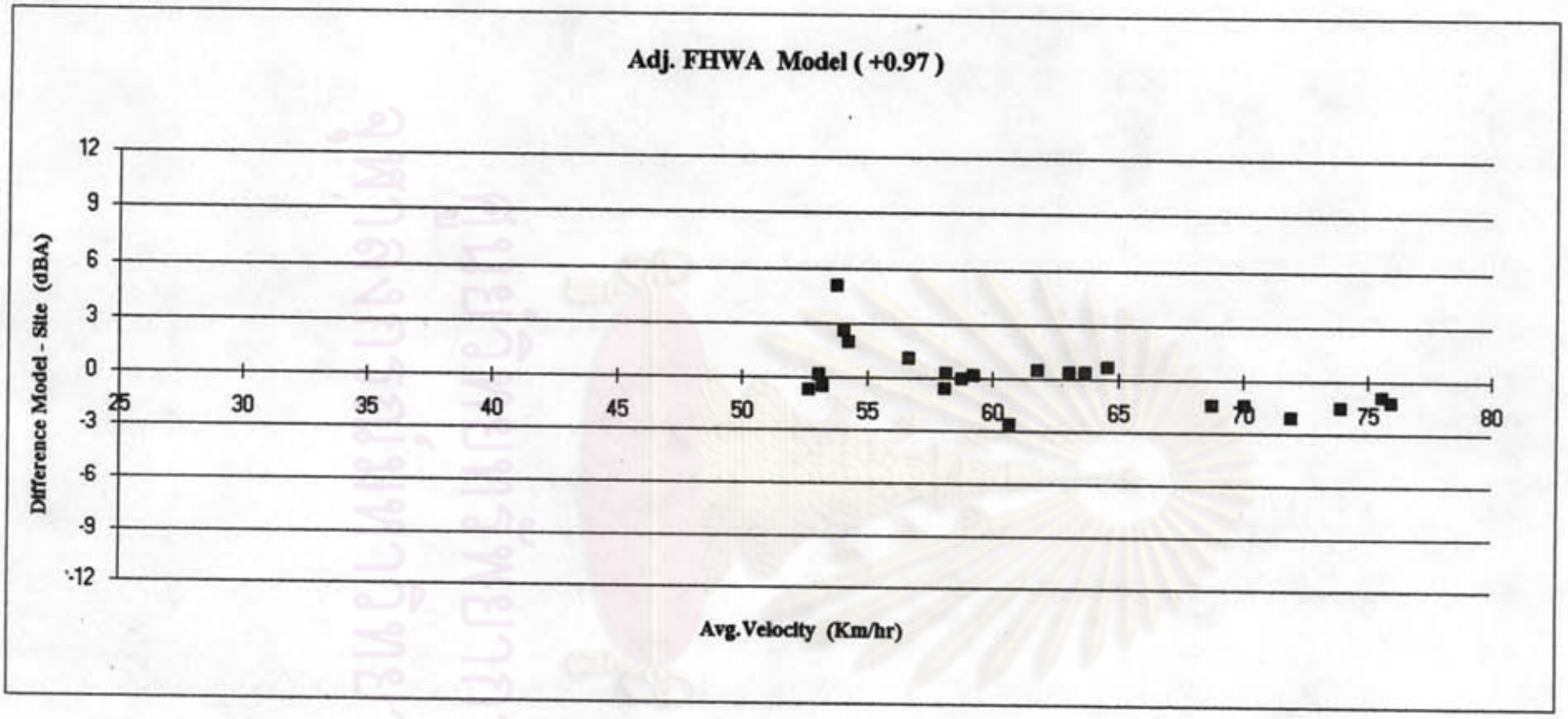
FHWA MODEL		SUKHA PHIBAN 1			LAT PHRAO			PHET BURI			PRACHA CHUEN		SUKHUMVIT	RAMINDRA Km. 7	
		08.00 09.00	09.00 10.00	10.00 11.00	09.30 10.30	10.30 11.30	11.30 12.30	10.30 11.30	11.30 12.30	13.20 14.20	13.45 14.45	14.45 15.45	10.30 11.30	13.00 14.00	14.00 15.00
MOTORCYCLES	Veh/Hr	852	638	492	1,386	1,512	1,284	1,412	1,454	1,374	612	562	1,596	740	676
Velocity	Km/Hr	72	71	69	45	37	34	73	72	68	58	56	38	53	57
LIGHT CARS	Veh/Hr	2,472	2,194	2,028	3,860	4,248	3,772	3,772	3,632	3,852	1,800	1,744	1,934	3,652	3,918
Velocity	Km/Hr	76	79	80	44	31	36	70	73	70	60	60	29	55	53
MEDIUM TRUCKS	Veh/Hr	80	114	102	188	204	166	142	98	110	52	94	126	96	124
Velocity	Km/Hr	59	60	55	38	33	27	59	59	55	46	47	20	51	46
HEAVY TRUCKS	Veh/Hr	152	136	154	248	282	272	254	194	236	68	70	232	192	166
Velocity	Km/Hr	59	55	59	36	29	24	61	57	59	44	45	25	47	49
AVG. VELOCITY	Km/Hr	**74**	**76**	**76**	**44**	**32**	**35**	**70**	**72**	**69**	**59**	**58**	**32**	**54**	**53**
ROAD WIDTH	m.		24			20			23			18	22	32	
MODEL	dBA	78.4	78.7	77.7	84.4	85.7	86.2	81.2	80.8	80.7	78.8	79.4	85.5	80.9	78.9
SITE	dBA	80.9	80.6	79.9	80.9	81.3	78.7	83.6	83.9	83.1	79.8	80.1	81.4	79.9	80.4
Diff. (MODEL-SITE)	dBA	**-2.5**	**-1.9**	**-2.2**	**3.5**	**4.4**	**7.5**	**-2.4**	**-3.1**	**-2.4**	**-1.0**	**-0.7**	**4.1**	**1.0**	**-1.5**

FHWA MODEL		RAMINDRA Km. 5			RAMINDRA Km. 5.5		RAM KHAM HAENG			PHAHON YOTHIN			CHAENG WATTHANA		
		13.00 14.00	14.00 15.00	15.00 16.00	12.40 13.40	13.40 14.40	14.00 15.00	15.00 16.00	16.00 17.00	10.00 11.00	11.20 12.20	13.00 14.00	07.50 08.50	08.50 09.50	09.50 10.50
MOTORCYCLES	Veh/Hr	688	724	750	590	626	1,526	1,360	1,446	1,002	1,026	992	808	788	658
Velocity	Km/Hr	61.0	64.0	63.0	63.0	60.0	57.0	58.0	53.0	57.0	61.0	63.0	54.0	56.0	55.0
LIGHT CARS	Veh/Hr	4,382	3,754	3,354	3,750	3,752	4,606	4,576	4,388	2,656	2,796	2,724	2,678	2,828	2,682
Velocity	Km/Hr	57	65	68	66	64	54	54	44	61	60	62	53	53	55
MEDIUM TRUCKS	Veh/Hr	210	208	248	238	216	202	182	150	170	118	106	116	152	114
Velocity	Km/Hr	51	50	48	52	52	42	40	29	42	52	45	44	46	44
HEAVY TRUCKS	Veh/Hr	372	366	390	344	348	334	406	332	462	362	430	174	190	210
Velocity	Km/Hr	48	49	49	48	48	43	38	23	50	51	51	47	48	45
AVG. VELOCITY	Km/Hr	**57**	**63**	**65**	**64**	**62**	**54**	**53**	**45**	**58**	**59**	**61**	**53**	**53**	**54**
ROAD WIDTH	m.		32			32		26			24			15	
MODEL	dBA	81.7	81.7	81.6	81.0	81.1	84.2	85.7	86.9	82.2	82.6	79.9	81.8	82.3	83.8
SITE	dBA	81.6	82.3	81.9	81.6	81.6	80.1	79.6	78.7	83.8	83.4	83.5	83.5	83.1	82.2
Diff. (MODEL-SITE)	dBA	**0.1**	**-0.6**	**-0.3**	**-0.6**	**-0.5**	**4.1**	**6.1**	**8.2**	**-1.6**	**-0.8**	**-3.6**	**-1.7**	**-0.8**	**1.6**

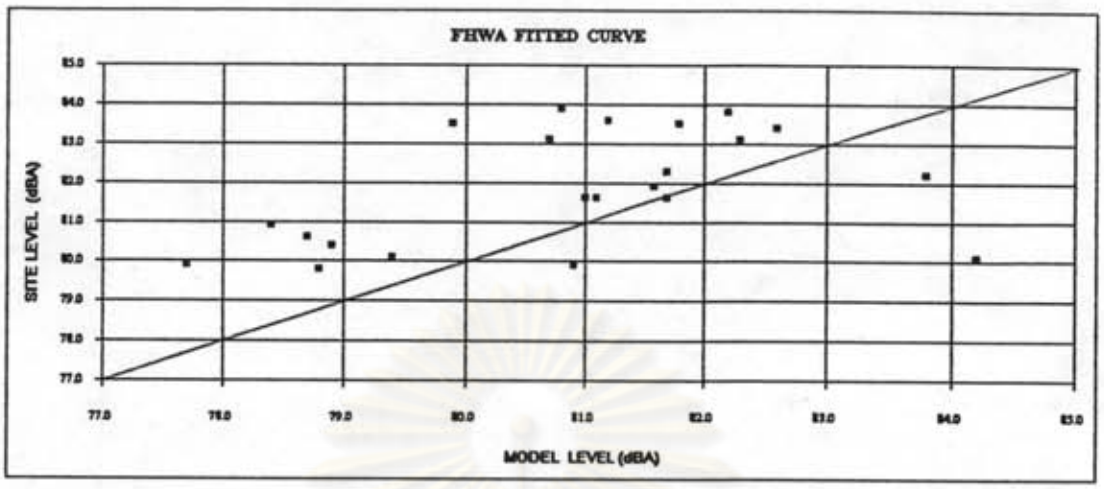


CORRELATION ; r = -0.1288 STANDARD DEVIATION = 3.108

รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ย กับ ค่าความแตกต่าง ของระดับเสียง ของ แบบจำลอง FHWA

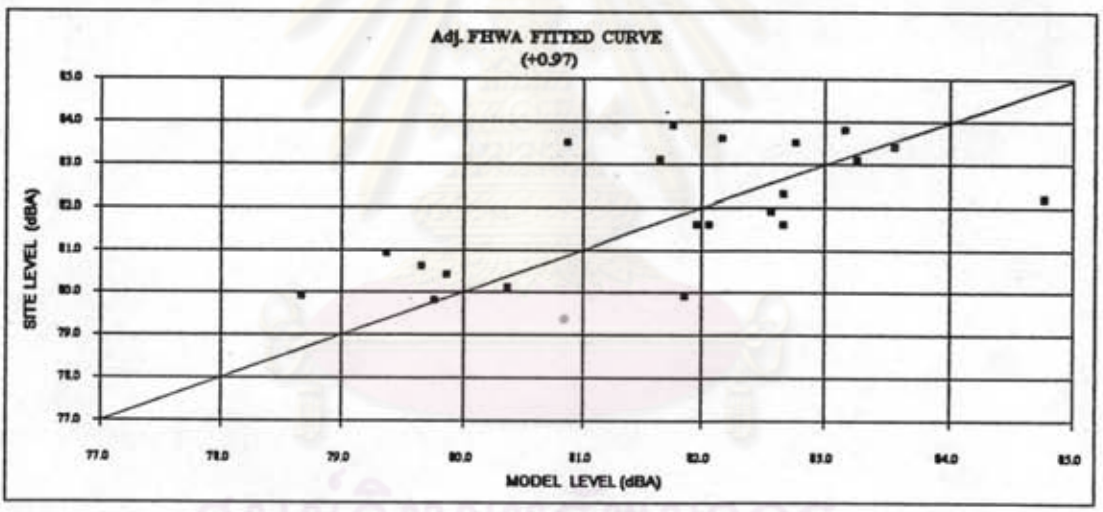


รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ย กับ ค่าความแตกต่าง ของระดับเสียง ที่ปรับค่าแล้ว เฉพาะ V ≥ 50 กม./ชม. ของ แบบจำลอง



CORRELATION ; r = 0.4438 STANDARD DEVIATION = 1.689 AVG. DIFF. = -0.97

รูปที่ 4.10 แสดง Fitted Curve ที่ความเร็วเฉลี่ย ≥ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง



CORRELATION ; r = 0.4438 STANDARD DEVIATION = 1.689 AVG. DIFF. = 0.00

รูปที่ 4.11 แสดง Fitted Curve ที่ได้ทำการปรับค่าระดับเสียง ที่ความเร็วเฉลี่ย ≥ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

KADHIM S.JRAIW Model

จากข้อมูลต่างๆ คือ ความเร็วเฉลี่ย ความกว้างของถนน ปริมาณการจราจรแต่ละ ประเภท และระยะห่างของจุดวัดเสียงกับขอบถนนและตัวอาคาร เมื่อนำมาคำนวณ ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้เพิ่มประเภท รถจักรยานยนต์ โดยกำหนดให้เทียบเท่า ประเภทรถยนต์ (Light Car) ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.12 พบว่า ความแตกต่างของระดับเสียงที่ความเร็วเฉลี่ยต่ำกว่า 50 กม./ชม. กับระดับเสียงที่ได้จากการ ตรวจวัดในสนามมีค่าประมาณ ± 3 เดซิเบล ค่า ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.616 ค่า สหสัมพันธ์ - 0.132 เนื่องจากข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ในช่วงความเร็วต่ำกว่า 50 กิโลเมตร / ชั่วโมง มีจำนวนน้อยดังนั้น การนำไปใช้ทำนายระดับเสียง อาจจะให้ค่าที่ไม่สมบูรณ์ นัก

และที่ความเร็วเฉลี่ยมากกว่า 50 กิโลเมตร / ชั่วโมง ค่าระดับเสียงที่ ได้จากแบบจำลอง จะต่ำกว่าค่าที่ตรวจวัดได้ในสนามประมาณ 4 - 8 เดซิเบล (เฉลี่ย 5.67 เดซิเบล) โดยมีค่า r 0.494 (ค่าความเชื่อมั่น 99 % จากการทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง) และค่า SD 1.827

เมื่อพิจารณาที่ความเร็วเฉลี่ยมากกว่า 50 กิโลเมตร / ชั่วโมง โดยนำค่าเฉลี่ย ความแตกต่างของระดับเสียง (5.67 เดซิเบล) บวกเพิ่มไปในค่าที่ได้จากแบบจำลอง และนำไปหาค่า ความสัมพันธ์ของสมการโดยวิธี Regression Analysis (ดังแสดงในภาคผนวก ง) เทียบกับค่าที่ตรวจวัดในสนาม จะได้สมการของแบบจำลองใหม่ ดังนี้

$$Leq = 53.66-4.38Log(V)-5.01Log(W)+12.16Log(LC+MC+6M+10H)-4.97Log(d-k)$$

โดยกำหนดให้จุดวัดเสียง ห่างจากทางแยกทางตัดมากกว่า 100 เมตร

จากการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากแบบจำลองใหม่ กับ ค่าระดับเสียงที่ตรวจวัดได้ในสนาม พบว่า ค่า r เพิ่มเป็น 0.512 (ค่าความเชื่อมั่น 99 % จากการทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง) ค่า SD ลดลงเหลือ 1.793 และมีค่าความแตกต่างของระดับเสียงอยู่ในช่วง ± 2.0 เดซิเบล คิดร้อยละ 87

ตารางที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบการคำนวณแบบจำลองระหว่าง Jraiw กับ Adj.Jraiw ที่ความเร็วเฉลี่ยตั้งแต่ 50 กิโลเมตร / ชั่วโมง

รูปที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความเร็วเฉลี่ย กับ ค่าความแตกต่างของระดับเสียง ที่ปรับค่าแล้ว ที่ความเร็วเฉลี่ยตั้งแต่ 50 กิโลเมตร / ชั่วโมง

รูปที่ 4.14 แสดง Fitted Curve ที่ความเร็วเฉลี่ยตั้งแต่ 50 กิโลเมตร / ชั่วโมง ของ Jraiw Model

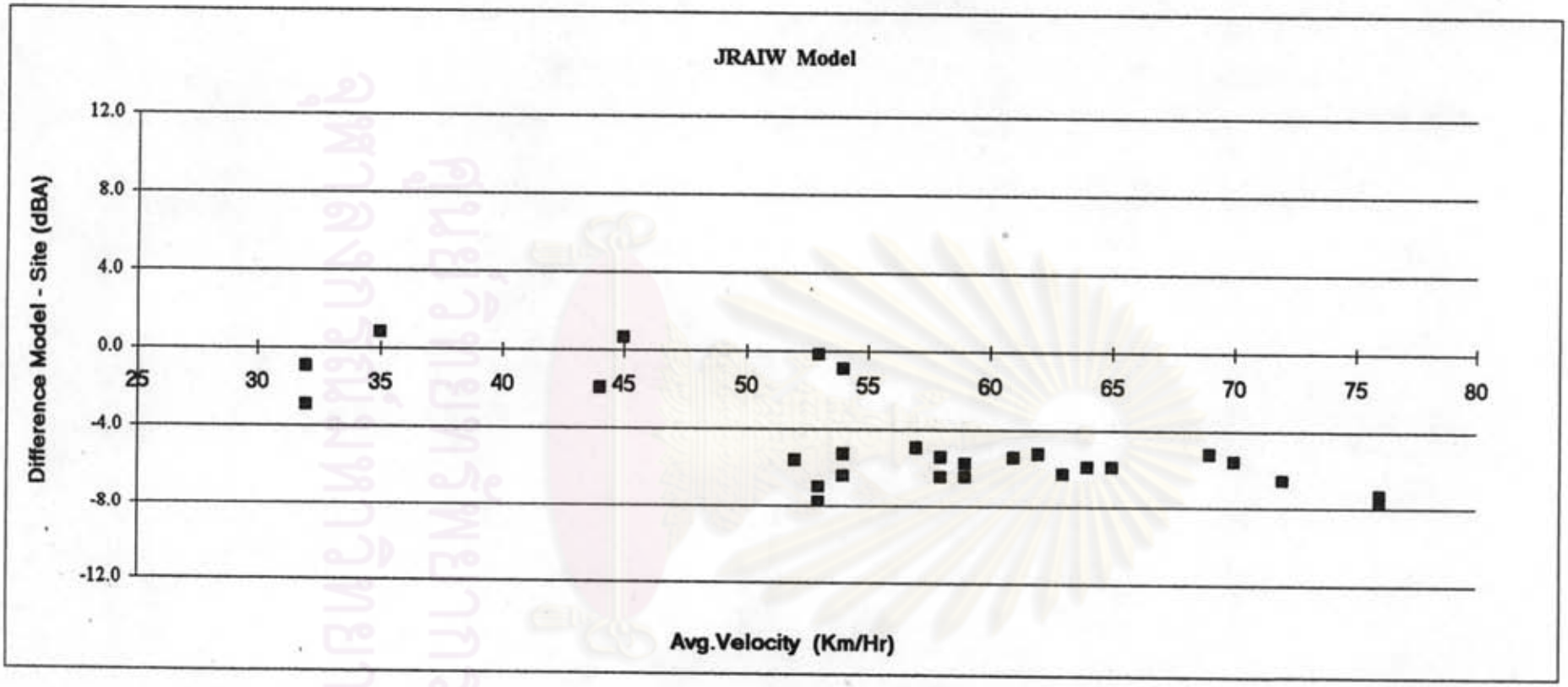
รูปที่ 4.15 แสดง Fitted Curve ที่ความเร็วเฉลี่ยตั้งแต่ 50 กิโลเมตร / ชั่วโมง ของ Adj.Jraiw Model

ตารางที่ 4.8 ผลการคำนวณแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Jraiw ในถนนสายต่างๆ

Jraiw Model		SUKHA PHIBAN 1			LAT PHRAO			PHET BURI			PRACHA CHUEN		SUKHUMVIT	RAMINDRA Km.7	
		08.00-09.00	09.00-10.00	10.00-11.00	09.30-10.30	10.30-11.30	11.30-12.30	10.30-11.30	11.30-12.30	13.20-14.20	13.45-14.45	14.45-15.45	10.30-11.30	13.00-14.00	14.00-15.00
Vel.	(Km/Hr)	74	76	76	44	32	35	70	72	69	59	58	32	54	52
W	(m.)	24	24	24	20	20	20	23	23	23	18	18	22	32	32
J	(m.)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Light Cars	(Veh/Hr)	2,472	2,194	2,028	3,860	4,248	3,772	3,772	3,632	3,852	1,800	1,744	1,934	3,652	3,918
Medium Trucks	(Veh/Hr)	80	114	102	188	204	166	142	98	110	52	94	126	96	124
Heavy Trucks	(Veh/Hr)	152	136	154	248	282	272	254	194	236	68	70	232	192	166
Motorcycles	(Veh/Hr)	852	638	492	1,386	1,512	1,284	1,412	1,454	1,374	612	562	1,596	740	676
D	(m.)	10	10	10	6	6	6	5	5	5	6	6	5	11	11
K	(m.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Model	dBA	73.3	72.8	72.6	78.9	80.3	79.5	78.1	77.4	77.9	73.4	73.7	78.5	74.7	74.8
Site	dBA	80.9	80.6	79.9	80.9	81.3	78.7	83.6	83.9	83.1	79.8	80.1	81.4	79.9	80.4
Diff.(Model-Site)	dBA	-7.6	-7.8	-7.3	-2.0	-1.0	0.8	-5.5	-6.5	-5.2	-6.4	-6.4	-2.9	-5.2	-5.6

Jraiw Model		RAMINDRA Km.5			RAMINDRA Km.5.5		RAM KHAM HAENG			PHAHON YOTHIN			CHAENG WATTANA		
		13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	12.40-13.40	13.40-14.40	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	10.00-11.00	11.20-12.20	13.00-14.00	9.30-10.30	9.30-10.30	9.30-10.30
Vel.	(Km/Hr)	57	63	65	64	62	54	53	45	58	59	61	53	53	54
W	(m.)	32	32	32	32	32	26	26	26	24	24	24	15	15	15
J	(m.)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Light Cars	(Veh/Hr)	4,382	3,754	3,354	3,750	3,752	4,606	4,576	4,388	2,656	2,796	2,724	2,678	2,828	2,682
Medium Trucks	(Veh/Hr)	210	208	248	238	216	202	182	150	170	118	106	116	152	114
Heavy Trucks	(Veh/Hr)	372	366	390	344	348	334	406	332	462	362	430	174	190	210
Motorcycles	(Veh/Hr)	688	724	750	590	626	1,526	1,360	1,446	1,002	1,026	992	808	788	658
D	(m.)	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	10	10	10
K	(m.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Model	dBA	76.7	76.1	76.1	75.9	76.0	79.2	79.4	79.3	78.4	77.7	78.1	75.7	76.1	75.8
Site	dBA	81.6	82.3	81.9	81.8	81.2	80.1	79.6	78.7	83.8	83.4	83.5	83.5	83.1	82.2
Diff.(Model-Site)	dBA	-4.9	-6.2	-5.8	-5.9	-5.2	-0.9	-0.2	0.6	-5.4	-5.7	-5.4	-7.8	-7.0	-6.4

Leq = 53.2-6Log(V)-4.5Log(W)-0.0107J+11.7Log(L+Mc+6M+10H)-5.23Log(d-k)



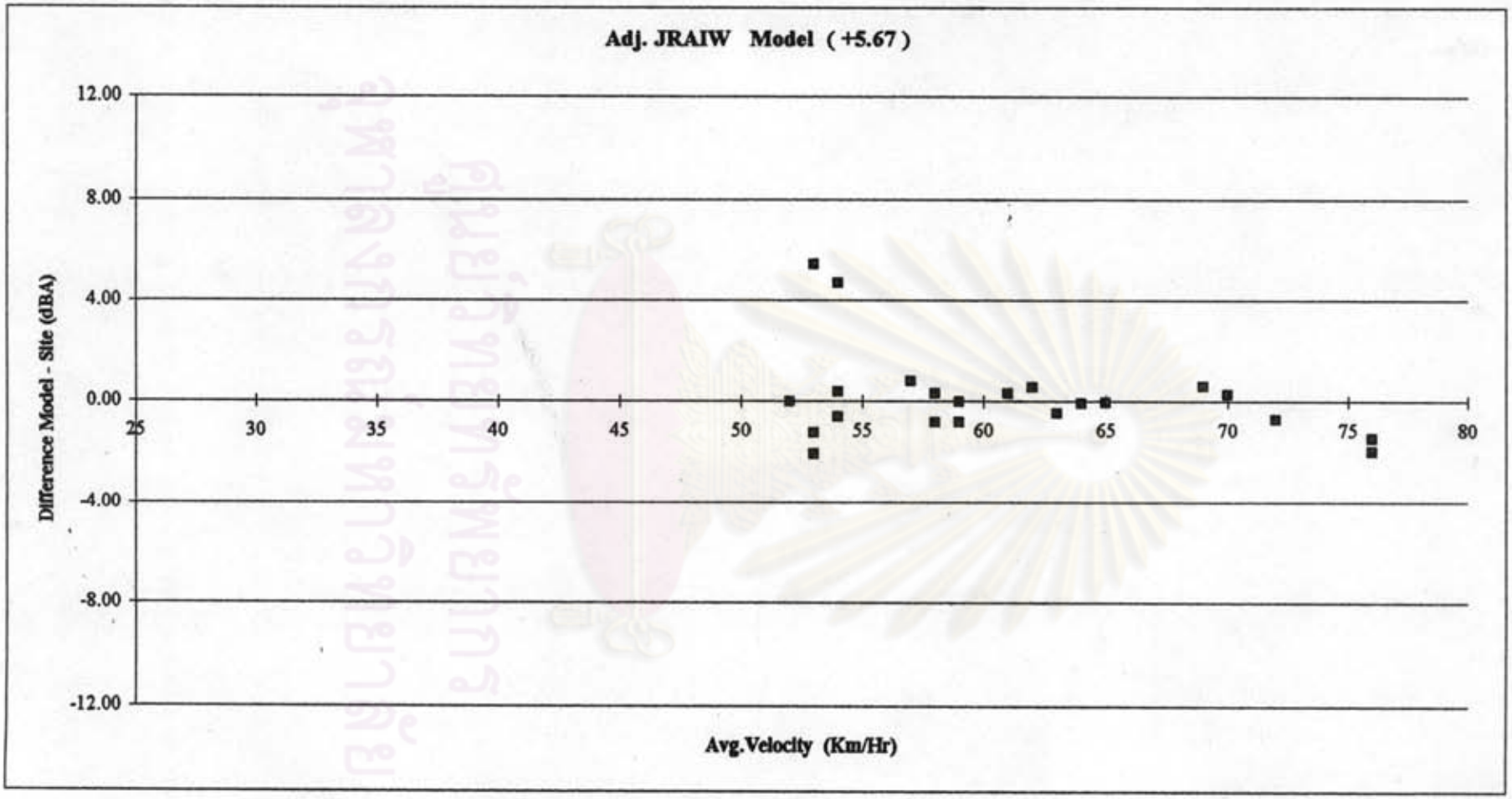
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ความเร็วเฉลี่ย กับ ค่าความแตกต่างของระดับเสียง ของแบบจำลอง Jraiw

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบผลการคำนวณแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Jraiw และ Adj. Jraiw เฉพาะความเร็วเฉลี่ย ≥ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง

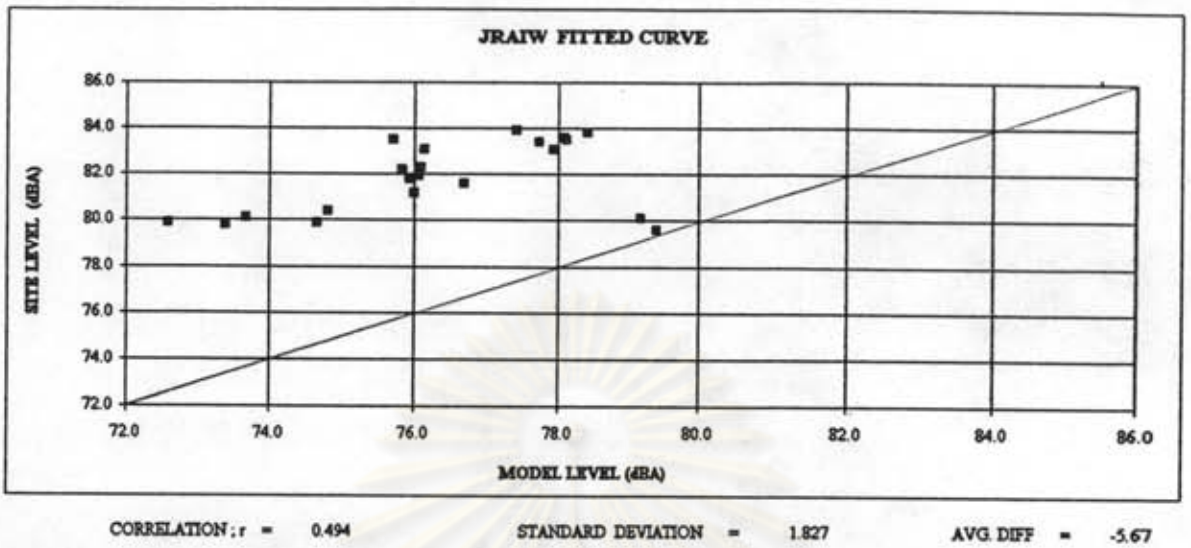
Jraiw & Adj. Model		SUKHA PHIBAN 1			PHET BURI RD.			PRACHA CHUEN		RAMINDRA KM.7	
		8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	10.30-11.30	11.30-12.30	13.20-14.20	13.45-14.45	14.45-15.45	13.00-14.00	14.00-15.00
Vel.	(Km/Hr)	74	76	76	70	72	69	59	58	54	52
W	(m.)	24	24	24	23	23	23	18	18	32	32
J	(m.)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Light	(Veh/Hr)	2,472	2,194	2,028	3,772	3,632	3,852	1,800	1,744	3,652	3,918
Medium	(Veh/Hr)	80	114	102	142	98	110	52	94	96	124
Heavy	(Veh/Hr)	152	136	154	254	194	236	68	70	192	166
Motorcycle	(Veh/Hr)	852	638	492	1,412	1,454	1,374	612	562	740	676
D	(m.)	10	10	10	5	5	5	6	6	11	11
K	(m.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Adj. Model	dBA	79.1	78.6	78.4	83.9	83.2	83.7	79.0	79.2	80.3	80.4
Model	dBA	73.3	72.8	72.6	78.1	77.4	77.9	73.4	73.7	74.7	74.8
Site	dBA	80.9	80.6	79.9	83.6	83.9	83.1	79.8	80.1	79.9	80.4
Diff.(Model-Site)	dBA	-7.6	-7.8	-7.3	-5.5	-6.5	-5.2	-6.4	-6.4	-5.2	-5.6
Diff.(Adj -Site)	dBA	-1.76	-1.97	-1.50	0.25	-0.73	0.57	-0.85	-0.86	0.35	-0.03

Jraiw & Adj. Model		RAMINDRA KM.5			RAMINDRA KM.5.5		RAM KHAM HAENG		PHAHON YOTHIN			CHAENG WATTANA		
		13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	12.40-13.40	13.40-14.40	14.00-15.00	15.00-16.00	10.00-11.00	11.20-12.20	13.00-14.00	9.30-10.30	9.30-10.30	9.30-10.30
Vel.	(Km/Hr)	57	63	65	64	62	54	53	58	59	61	53	53	54
W	(m.)	32	32	32	32	32	26	26	24	24	24	15	15	15
J	(m.)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Light	(Veh/Hr)	4,382	3,754	3,354	3,750	3,752	4,606	4,576	2,656	2,796	2,724	2,678	2,828	2,682
Medium	(Veh/Hr)	210	208	248	238	216	202	182	170	118	106	116	152	114
Heavy	(Veh/Hr)	372	366	390	344	348	334	406	462	362	430	174	190	210
Motorcycle	(Veh/Hr)	688	724	750	590	626	1,526	1,360	1,002	1,026	992	808	788	658
D	(m.)	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	10	10	10
K	(m.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Adj. Model	dBA	82.4	81.8	81.8	81.7	81.7	84.8	85.0	84.1	83.4	83.8	81.4	81.8	81.5
Model	dBA	76.7	76.1	76.1	75.9	76.0	79.2	79.4	78.4	77.7	78.1	75.7	76.1	75.8
Site	dBA	81.6	82.3	81.9	81.8	81.2	80.1	79.6	83.8	83.4	83.5	83.5	83.1	82.2
Diff.(Model-Site)	dBA	-4.9	-6.2	-5.8	-5.9	-5.2	-0.9	-0.2	-5.4	-5.7	-5.4	-7.8	-7.0	-6.4
Diff.(Adj -Site)	dBA	0.77	-0.48	-0.08	-0.11	0.52	4.69	5.42	0.28	-0.05	0.29	-2.09	-1.26	-0.65

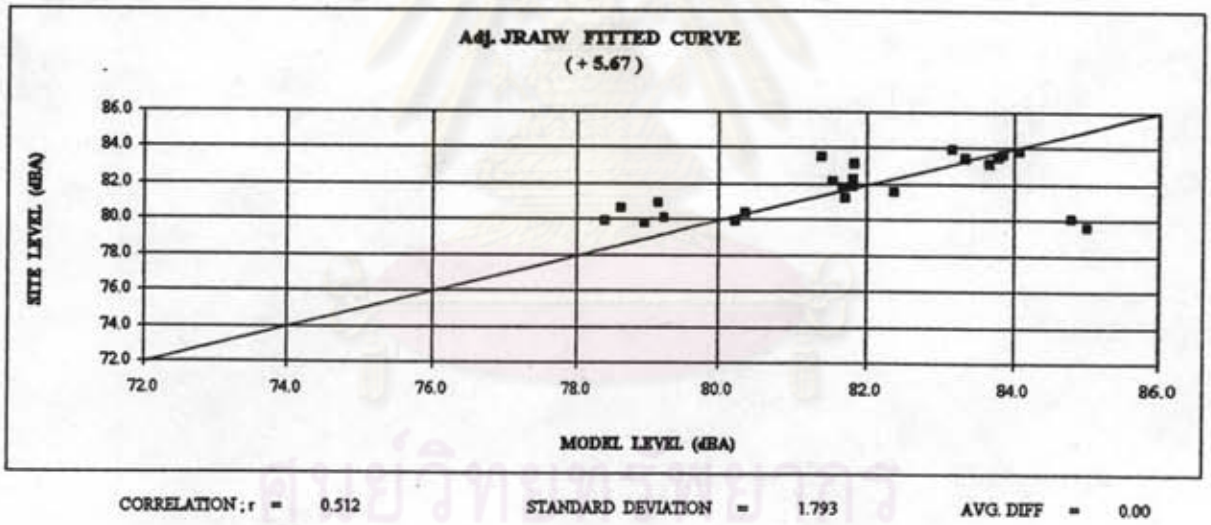
Adj. Model (>50 Km/Hr) = 53.66-4.38Log(V)-5.01Log(W) +12.16Log(L+Mc+6M+10H)-4.97Log(d-k)
Jraiw Model = 53.2-6Log(V)-4.5Log(W)-0.0107J+11.7Log(L+Mc+6M+10H)-5.23Log(d-k)



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ย กับ ค่าความแตกต่าง ของระดับเสียง ที่ปรับค่าแล้ว เฉพาะ V ≥ 50 กม./ชม. ของ แบบจำลอง JRAIW



รูปที่ 4.14 แสดง Fitted Curve ของ Jraiw Model ที่ความเร็วเฉลี่ย ≥ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง



รูปที่ 4.15 แสดง Fitted Curve ของระดับเสียงที่ปรับค่า ที่ความเร็วเฉลี่ย ≥ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง